

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



Институт электронного обучения

Специальность 151001 «Технология машиностроения»

Кафедра технологии автоматизированного машиностроительного производства

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы

УДК 62-214.2.001.6:621.914.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Севастьянова Альбина Римовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Бознак А.О.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Петухов О.Н.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гуляев М.В.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Арляпов А.Ю.	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

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



Институт ИнЭО
 Специальность 151001 «Технология машиностроения»
 Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) Арляпов А.Ю
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта/работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
З-4302	Севастьянова Альбина Римовна

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.02.2016 № 947/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Заводской технологический процесс изготовления корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы с винтовым расположением СМП для токарной операции, годовая программа выпуска детали, чертеж детали
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Разработка технологии изготовления корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы с винтовым расположением СМП, размерный анализ, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания, расчет норм времени технологического процесса, проектирование приспособления для контроля радиального биения
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали 2 листа формата А1 Карта технологического процесса 3 листа формата А1 Размерный анализ 1 лист формата А1 Чертеж приспособления 1 лист формата А1
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологический, конструкторский	Бознак Алексей Олегович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Петухов Олег Николаевич
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Бознак А.О.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Севастьянова Альбина Римовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4302	Севастьянова Альбина Римовна

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/специальность	151001 «Технология машиностроения»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Программа выпуска, стоимость материала, тип производства
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы штучно-калькуляционного времени
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Расчет технологической себестоимости
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя 2. Оценка конкурентоспособности ИР 3. Матрица SWOT 4. Модель Кано 5. ФСА диаграмма 6. Оценка перспективности нового продукта 7. График разработки и внедрения ИР 8. Инвестиционный план. Бюджет ИП 9. Основные показатели эффективности ИП 10. Риски ИП	Таблица технологической себестоимости
---	---------------------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Петухов О.Н.	к. э. н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Севастьянова Альбина Римовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4302	Севастьянова Альбина Римовна

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Специалист (инженер)	Направление/специальность	151001 «Технология машиностроения»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	Рабочее место расположено в механическом цехе, при обработке детали «корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы» на станках: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX, Ленточнопильный станок CARIF 260 BA CNC, Токарный обрабатывающий центр OKUMA Genos L 200 M, Внутришлифовальный станок 3K228A
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение» СанПиН 2.24.548-96, "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений", ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство Электробезопасность. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Вредные факторы: -повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; -высокий уровень шума и вибрации; -недостаточная освещенность рабочей зоны; -наличие прямой и отраженной блескости; -повышенная пульсация светового потока..
--	--

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Опасные факторы: -движущиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки; -стружка обрабатываемых материалов, осколки инструментов, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента; -повышенное напряжение в электроцепи или статического электричества, при котором может произойти замыкание через тело человека.
3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Механическая обработка металлов на станках: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX, Ленточнопильный станок CARIF 260 BA CNC, Токарный обрабатывающий центр OKUMA Genos L 200 M, Внутришлифовальный станок 3K228A
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Чрезвычайные ситуации (землетрясение, наводнение, пожары, химическое либо радиоактивное заражение и т.п.)
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Важнейшие положения в области охраны труда закреплены в положениях в области охраны труда закреплены в КЗоТ.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Расчет защитного заземления, Расчет освещенности на токарном участке с ЧПУ.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гуляев М.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4302	Севастьянова Альбина Римовна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 61 страниц, 5 рисунков, 7 таблиц, 10 источников и 9 приложений.

Ключевые слова: технология изготовления, размерный анализ, торцово-цилиндрическая насадная фреза, конструирование приспособления.

Объектом исследования является деталь – корпус торцевой насадной фрезы, а предметом – технология её изготовления.

Цель работы – разработка технологии изготовления корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы. Цель работы – спроектировать технологический процесс изготовления детали – «Корпус» для среднесерийного производства.

В работе проводится расчёт припусков, режимов резания и штучно-калькуляционного времени. Осуществляется выбор оборудования, режущего и измерительного инструмент. Разрабатывается специальное приспособление для измерения радиального биения фрезы после сборки.

Область применения работы: внедрение технологического процесса в производство.

Оглавление

Введение.....	10
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	11
Техническое задание.....	11
1.1 Анализ технологичности детали	12
1.2 Определение типа производства.....	13
1.3 Разработка маршрута изготовления детали	15
1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	19
1.4.1 Определение допусков на технологические размеры	21
1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	22
1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров	25
1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров	25
1.4.5 Расчет осевых технологических размеров.....	26
1.5 Расчет режимов резания	29
1.6 Нормирование технологических операций	35
1.6.1 Расчет основного времени	35
1.6.2 Расчет вспомогательного времени	37
1.6.3 Расчет оперативного времени.....	38
1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего	38
1.6.5 Расчет времени на отдых.....	38
1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени	39
1.6.7 Расчет штучного времени	39
1.6.8 Расчет штучно-калькуляционного времени	39
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	40
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	42
3.1 Состав затрат	42
3.2 Формирование затрат, включаемых в себестоимость	42
3.2.1 Затраты на материалы.....	42
3.2.2 Затраты на оплату труда.....	42
3.2.3 Единый социальный налог	43

3.2.4	Затраты на электроэнергию.....	43
3.2.5	Амортизация основных фондов.....	44
3.2.6	Цеховые расходы.....	46
3.2.7	Технологическая себестоимость.....	46
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	47
4.1	Производственная безопасность.....	47
4.1.1	Анализ вредных факторов.....	47
4.1.2	Анализ опасных факторов.....	48
4.2.	Экологическая безопасность.....	49
4.2.1	Электробезопасность.....	49
4.2.2	Шум и вибрация.....	52
4.2.3	Освещённость.....	53
4.2.4	Химические факторы опасности.....	55
4.2.5	Мероприятия по снижению производственных травм.....	55
4.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	56
4.3.1	Пожарная и взрывная безопасность.....	58
4.3.2	Охрана окружающей среды.....	59
4.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	60
	Список литературы.....	62
	Приложения	

Введение

Содержанием выпускной квалификационной работы являются результаты проектирования корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы, разработка технологических процессов, решение организационных, экономических вопросов производства, защиты окружающей среды и охраны труда. Предметом проекта является разработка технологического процесса механической обработки корпуса фрезы и определение его экономических показателей.

В первом разделе ВКР были рассмотрены вопросы технологичности детали, разработки маршрутного техпроцесса, расчет технологических размеров и припусков, был произведен расчет оптимальных режимов резания для операций и норм времени. Во втором разделе ВКР было спроектировано измерительное приспособление для контроля радиального биения. А так же была рассчитана экономическая эффективность техпроцесса и освещены вопросы охраны труда.

Техническое задание

290-08090AR05ZP2065.01

Лист 1 из 1

Технический чертёж турбины. Включает фронтальный вид (А-А), вид сзади (В-В), разрез (Д-Д) и деталировку (Е-Е). Размеры и допуски указаны в соответствии с требованиями.

290-08090AR05ZP2065.01

Лист 1 из 1

Технический чертёж турбины. Включает фронтальный вид (А-А), вид сзади (В-В), разрез (Д-Д) и деталировку (Е-Е). Размеры и допуски указаны в соответствии с требованиями.

Рис 1.1 Чертеж детали

1.1 Анализ технологичности детали

Данный корпус торцово-цилиндрической насадной фрезы является жестким, а это является одним из условий технологичности.

Корпус торцово-цилиндрической насадной фрезы состоит из стандартных, унифицированных конструктивных элементов: диаметральных и линейных размеров. Можно применять стандартный режущий и измерительный инструменты.

Указанная шероховатость удовлетворяет требованиям установки детали, точности, обработки и контроля. Корпус фрезы имеет точность и шероховатость, которые можно получить стандартным унифицированным инструментом при стандартном технологическом процессе. Все шероховатости соответствуют данным качествам точности, а это является одним из условий технологичности.

Корпус фрезы симметричен относительно своей оси.

К Точности формы и расположения поверхностей предъявлены жесткие требования к радиальному и торцевому биению. Необходимо обеспечить требования, которые касаются погрешностей расположения. К детали предъявляется допуск симметричности.

Назначение: предназначены для высокопроизводительного эффективного чернового периферийного фрезерования, каждая режущая спираль – один эффективный зуб. Обработанная поверхность косоступенчатая с высотой неровностей до 0,1 мм.

Материал заготовки торцово-цилиндрической насадной фрезы отвечает требованиям технологии изготовления. При изготовлении корпуса фрезы нет необходимости применять сложные технологические процессы.

Заготовку получаем из прутка 40Х. Программа выпуска деталей составляет 1500 штук. Производство стремиться к мелкосерийному рационально применить круглый прокат. Для хранения материала 40Х не нужно создавать определенные условия хранения и транспортировки.

Таблица 1.1. Химический состав в % материала сталь 40Х

С, углерод	Si, кремний	Mn, марганец	Ni, никель	S, сера	P, фосфор	Cr, хром	Cu, медь
0,36- 0,44	0.17-0.37	0.5-0.8	До 0.3	До 0.035	До 0.035	0.8-1.1	0.3

Твердость материала сталь 40Х после отжига

НВ 10⁻¹ = 217 МПа

1.2 Определение типа производства

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5, стр.22] при односменном режиме работы: $F_r = 2030$ ч.

Такт выпуска детали

$$t_s = \frac{F_r}{N_r} = \frac{2030 \times 60}{1500} = 81,2 \text{ мин};$$

Для первой операции (токарная с ЧПУ): $\varphi_{к.1} = 2,14$;

Для второй операции (токарно-фрезерная с ЧПУ): $\varphi_{к.2} = 1,83$;

Для третьей операции (Внутришлифовальной): $\varphi_{к.3} = 2,10$;

Для четвертой операции (токарно-фрезерная с ЧПУ) $\varphi_{к.4} = 1,83$;

$$T_{01} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,52 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

где d – диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$T_{01} = (0,18 \cdot 32 \cdot 34 + 0,052 \cdot (80^2 - 0^2) + 0,17 \cdot 77 \cdot 78,2 + 0,52 \cdot 17,5 \cdot 92) \cdot 10^{-3} = 2,4 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время первой операции:

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{0.1} = 2,14 \cdot 2,4 = 5,1 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время второй операции (подрезка торца, сверление)

$$T_{02} = (0,18 \cdot d \cdot l + 0,052(D^2 - d^2)) \cdot 10^{-3}$$

$$T_{02} = (0,18 \cdot 32 \cdot 37 + 0,052(80^2 - 0^2)) \cdot 10^{-3} = 0,546 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время второй операции:

$$T_{ш.к.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{0.2} = 1,83 \cdot 0,546 = 0,999 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для третьей, шлифовальной операции

$$T_{03} = 1,8 \cdot d \cdot l \cdot 10^{-3}$$

$$T_{03} = (1,8 \cdot 32 \cdot 37) \cdot 10^{-3} = 2,13 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время третьей операции

$$T_{ш.к.3} = \varphi_{к.3} \cdot T_{о.3} = 2,1 \cdot 2,13 = 4,473 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время четвертой операции (фрезерование, сверление)

$$T_{о4} = (0,52 \cdot d \cdot l + 7 \cdot l) \cdot 10^{-3}$$

$$T_{о4} = (0,52 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 25 + 7 \cdot 80) \cdot 10^{-3} = 0,95 \text{ мин}$$

Штучно – калькуляционное время четвертой операции

$$T_{ш.к.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{о.4} = 1,83 \cdot 0,95 = 1,738$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{T_{ш.к.1} + T_{ш.к.2} + T_{ш.к.3} + T_{ш.к.4}}{4} = \frac{5,1 + 0,99 + 4,47 + 1,74}{4} = 3,075$$

Коэффициент закрепления:

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{ср}} = \frac{81,2}{3,075} = 26,4 \text{ мин.}$$

Так как $K_{з. о} = 26,4 \geq 10$, то тип производства среднесерийный.

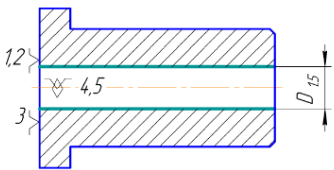
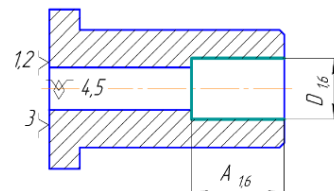
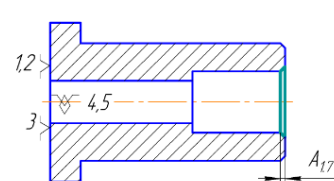
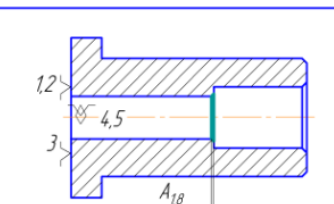
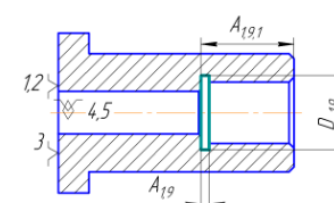
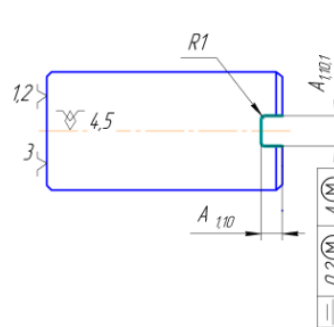
1.3 Разработка маршрута изготовления детали

Маршрут технологии изготовления корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

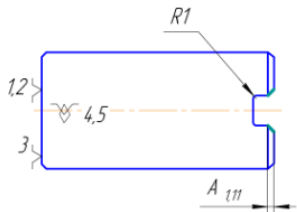
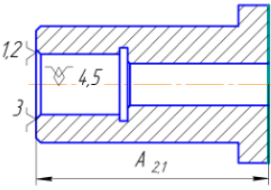
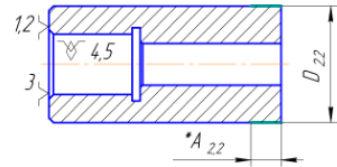
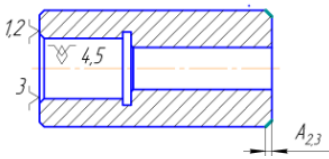
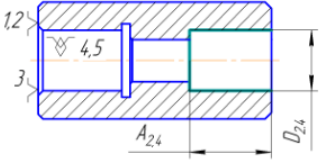
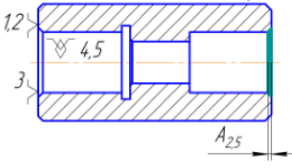
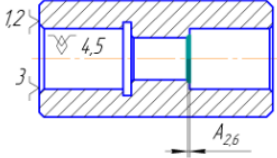
Таблица 1.2 - Маршрут обработки

Номер операции		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
1	2	3	4
5	0	Заготовительная Установить и снять деталь	
	1	Отрезать, выдерживая размер $A_{0,1}$	
	0	Токарно-фрезерная с ЧПУ Установить и снять деталь	
	1	Подрезать торец, выдерживая размер $A_{1,1}$	
	2	Точить, выдерживая размеры $D_{1,2}$ и $A_{1,2}$	
	3	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1,3}$	
	4	Центровать, выдерживая размеры $A_{1,4}$, $D_{1,4}$, $D_{1,4,1}$	

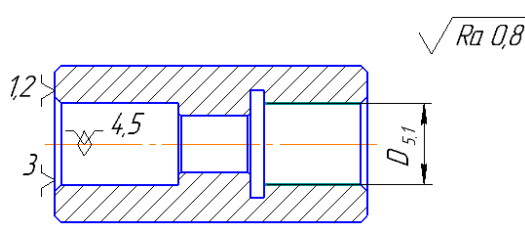
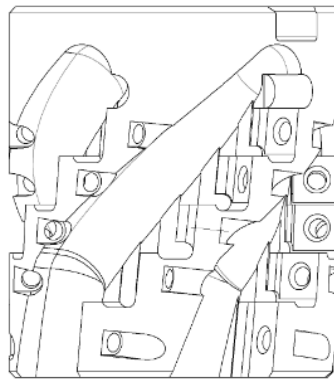
Продолжение таблицы 1.2

10	5	Сверлить, выдерживая размер D_{15}	
	6	Расточить, выдерживая размеры A_{16} и D_{16}	
	7	Точить фаску, выдерживая размер A_{17}	
	8	Точить фаску, выдерживая размер A_{18}	
	9	Точить канавку выдерживая размеры A_{19} , $A_{19.1}$, D_{19}	
	10	Фрезеровать, выдерживая размеры A_{110} , $A_{110.1}$	

Продолжение таблицы 1.2

	11	Фрезеровать фаску, выдерживая размеры A_{111}	
15	0	Токарная с ЧПУ Установить и снять деталь	
	1	Подрезать торец, выдерживая размер A_{21}	
	2	Точить, выдерживая размеры A_{22} и D_{22}	
	3	Точить фаску выдерживая размер A_{23}	
	4	Расточить отверстие, выдерживая размеры A_{24} и D_{24}	
	5	Точить фаску, выдерживая размер A_{25}	
	6	Точить фаску, выдерживая размер A_{26}	
20		Термическая Нормализация, отпуск	

Продолжение таблицы 1.2

25	0	<i>Внутришлифовальная</i> <i>Установить и снять деталь</i>	
	1	<i>Шлифовать, выдерживая размер $D_{5,1}$</i>	
30	0	<i>Токарно-фрезерная с ЧПУ</i> <i>Установить и снять деталь</i>	
	1	<i>Фрезеровать канавок для выхода стружки, выдерживая размер</i>	
	2	<i>Фрезеровать гнезд под ПТС, выдерживая размер</i>	
	3	<i>Сверлить отверстие, выдерживая размер</i>	
	4	<i>Нарезание резьбы, выдерживая размер</i>	
35		<i>Азотирование</i>	

1.4 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

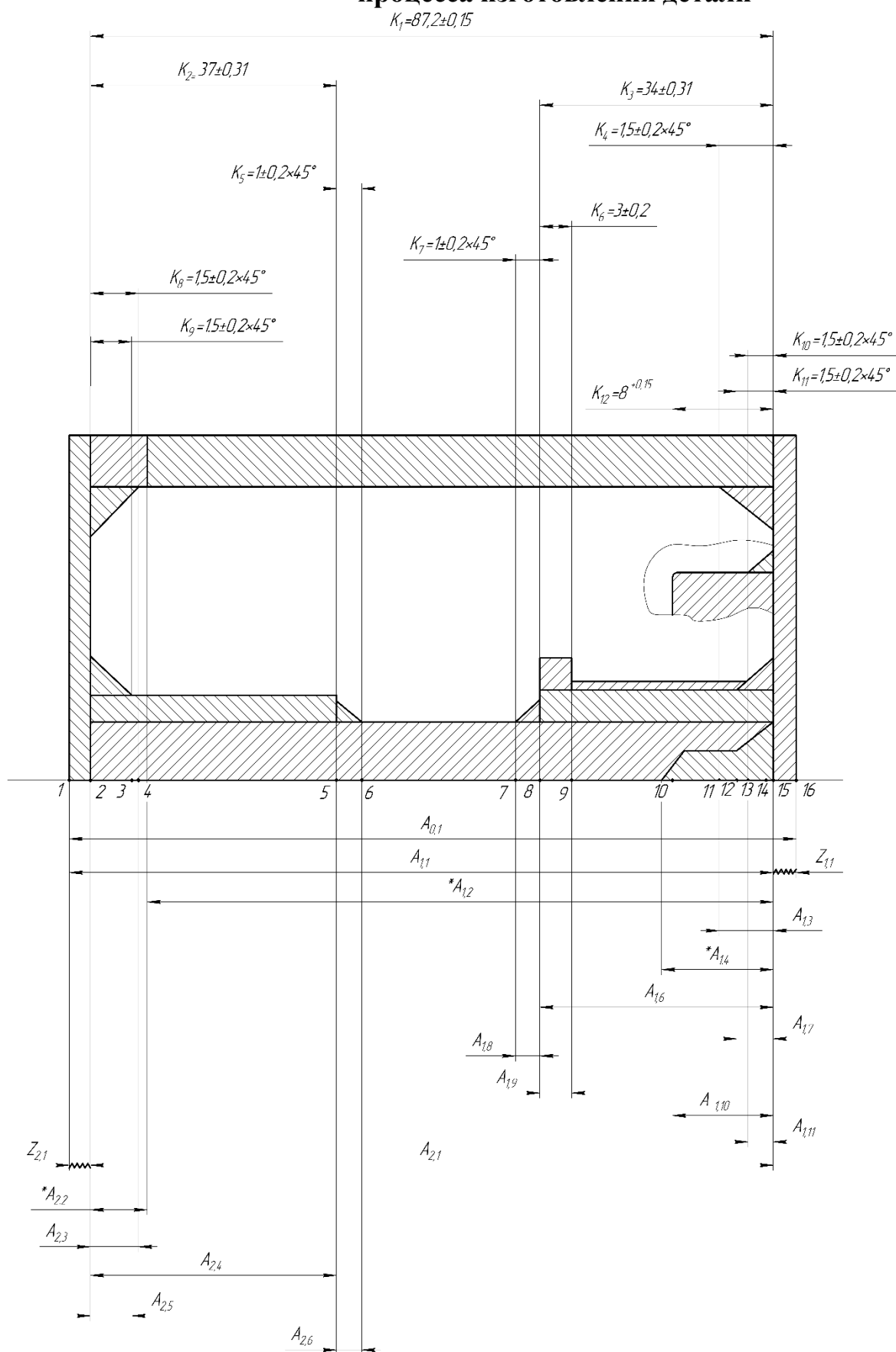


Рис.1.2 Размерный анализ для осевых размеров

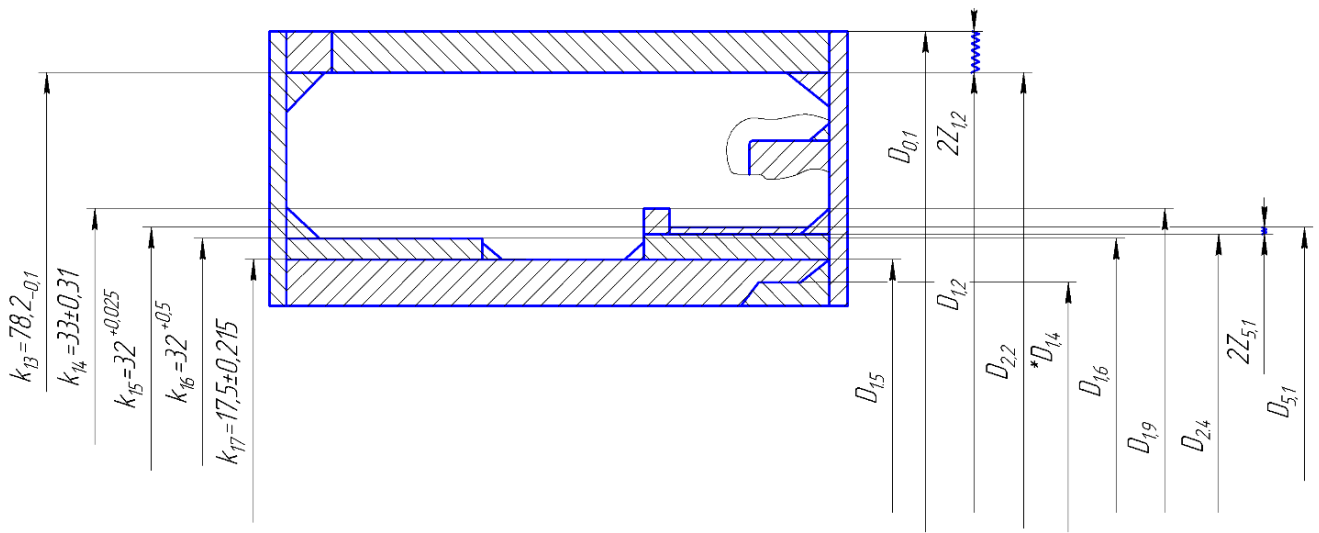


Рис.1.3 Размерный анализ для диаметральных размеров

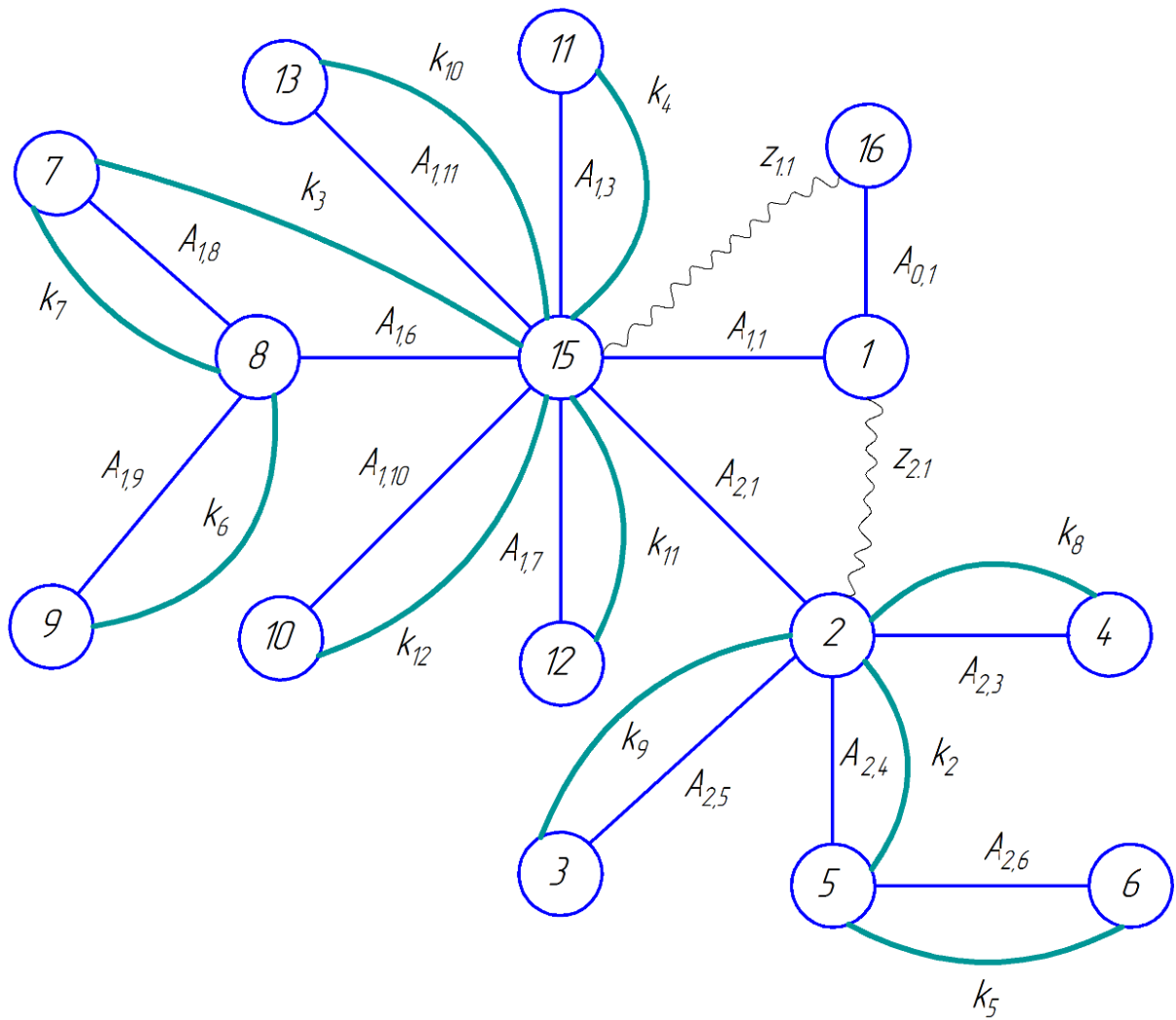


Рис. 1.4 Граф-дерево

1.4.1 Определение допусков на технологические размеры

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

Таблица 1.3 Допуски на технологические размеры

Допуски на осевые размеры, мм.	Допуски на диаметральные размеры, мм.
$TA_{01} = \omega_c = 2 \text{ мм}$ $TA_{1,1} = \omega_c = 0,3 \text{ мм}$ $TA_{1,3} = TK = 0,4 \text{ мм}$ $TA_{1,6} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$ $TA_{1,7} = TK = 0,4 \text{ мм}$ $TA_{1,8} = TK = 0,4 \text{ мм}$ $TA_{1,9} = TK = 0,4 \text{ мм}$ $TA_{1,10} = TK = 0,15 \text{ мм}$ $TA_{1,11} = TK = 0,4 \text{ мм}$ $TA_{2,1} = TK = 0,3 \text{ мм}$ $TA_{2,3} = TK = 0,4 \text{ мм}$ $TA_{2,4} = TK = 0,62 \text{ мм}$ $TA_{2,5} = TK = 0,4 \text{ мм}$ $TA_{2,6} = TK = 0,4 \text{ мм}$	$TD_{0,1} = 1,8 \text{ мм}$ $TD_{1,2} = TK = 0,1 \text{ мм}$ $TD_{2,2} = TK = 0,1 \text{ мм}$ $TD_{1,6} = TK = 0,5 \text{ мм}$ $TD_{1,9} = TK = 0,62$ $TD_{2,4} = \omega_c = 0,2 \text{ мм}$ $TD_{1,5} = TK = 0,43$ $TD_{5,1} = TK = 0,025 \text{ мм}$ $TD_{1,4} = 0,5 \text{ мм}$

1.4.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

16 поверхностей, 15 технологических размеров, 12 конструкторских размеров и 3 припуска. Количество поверхностей больше чем технологических размеров. Сумма количества конструкторских размеров и припусков равна количеству технологических размеров.

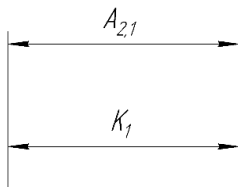
$$A=15$$

$$K+Z=12+3=15$$

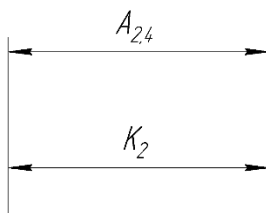
Следовательно, размерный анализ верен.

Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:

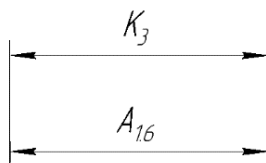
1. $K_1 = A_{2,1} = 87,2 \pm 0,15$



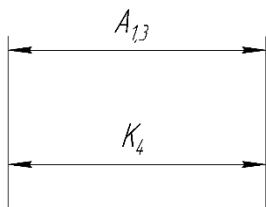
2. $K_2 = A_{2,4} = 37 \pm 0,31$



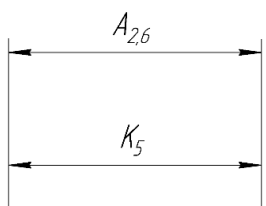
3. $K_3 = A_{1,6} = 34 \pm 0,31$



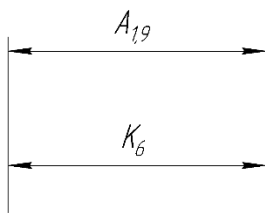
4. $K_4 = A_{1,3} = 1,5 \pm 0,2 \times 45^0$



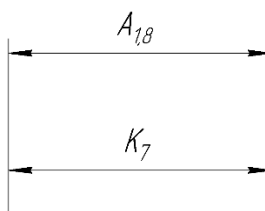
5. $K_5 = A_{2,6} = 1 \pm 0,2 \times 45^0$



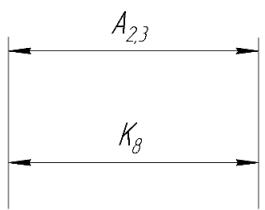
$$6. K_6 = A_{1,9} = 3 \pm 0,2$$



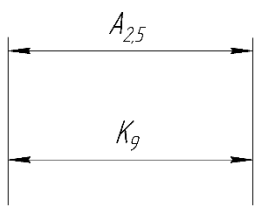
$$7. K_7 = A_{1,8} = 1 \pm 0,2 \times 45^0$$



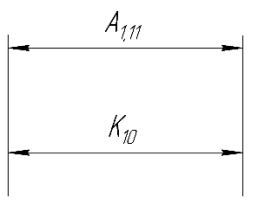
$$8. K_8 = A_{2,3} = 1,5 \pm 0,2 \times 45^0$$



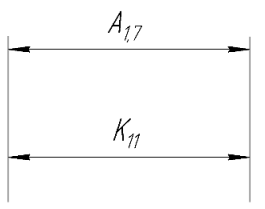
$$9. K_9 = A_{2,5} = 1,5 \pm 0,2 \times 45^0$$



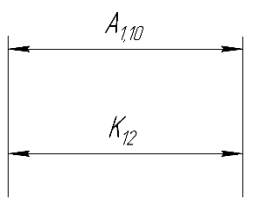
$$10. K_{10} = A_{1,11} = 1 \pm 0,2 \times 45^0$$



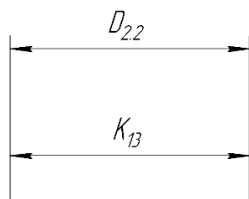
$$11. K_{11} = A_{1,7} = 1 \pm 0,2 \times 45^0$$



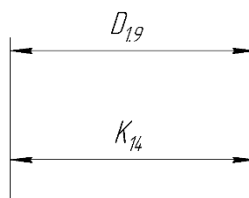
$$12. K_{12} = A_{1,10} = 8^{+0,15}$$



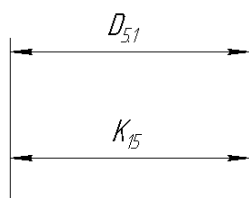
$$13. \quad K_{13} = D_{2,2} = 78,2_{-0,1}$$



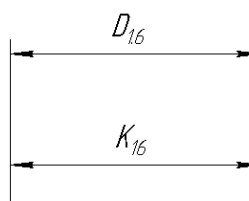
$$14. \quad K_{14} = D_{1,9} = 33 \pm 0,31$$



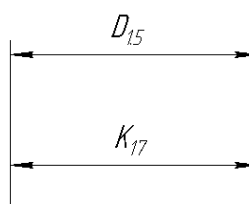
$$15. \quad K_{15} = D_{5,1} = 32^{+0,025}$$



$$16. \quad K_{16} = D_{1,6} = 32^{+0,5}$$



$$17. \quad K_{17} = D_{1,5} = 17,5 \pm 0,215$$



Данная технология обеспечивает получение всех конструкторских размеров.

1.4.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Минимальный припуск на диаметр:

$$2z_{12}^{D \min} = 2 \cdot (150 + 150 + \sqrt{45^2 + 500^2}) = 1604 \text{ мкм} = 1,604 \text{ мм}$$

$$2z_{51}^{D \min} = 2 \cdot (25 + 30 + \sqrt{40^2 + 70^2}) = 271 \text{ мкм} = 0,271 \text{ мм}$$

Минимальный припуск для осевых размеров:

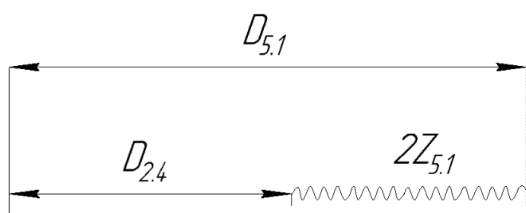
$$z_{1.1}^{\min} = 100 + 150 + 1000 + 120 = 1370 \text{ мкм} = 1,37 \text{ мм}$$

$$z_{2.1}^{\min} = 100 + 150 + 1000 + 70 = 1320 \text{ мкм} = 1,32 \text{ мм}$$

1.4.4 Расчет диаметральных технологических размеров

$$1. D_{5.1} = 32^{+0,025}$$

2. Найдем технологический размер $D_{2.4}$



$$D_{2.4}^{CP} = D_{5.1}^{CP} - 2Z_{5.1}^{CP}$$

$$D_{5.1}^{CP} = 32,0125 \text{ мм}$$

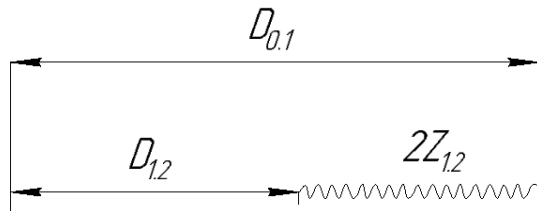
$$\begin{aligned} 2z_{5.1}^{cp} &= \frac{2z_{5.1}^{\min} + 2z_{5.1}^{\max}}{2} = \frac{2z_{5.1}^{\min} + TD_{2.4} + TD_{5.1} + z_{5.1}^{\min}}{2} \\ &= \frac{0,271 + 0,025 + 0,2 + 0,271}{2} = 0,3835 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$D_{2.4}^{CP} = 32,0125 - 0,3835 = 31,629 \text{ мм}$$

$$D_{2.4} = 31,629 \pm 0,1 = 31,6 \pm 0,1 = 31,5^{+0,2} \text{ мм}$$

$$3. D_{2.2} = 78,2_{-0,1} \text{ мм}$$

4. $D_{1,9} = 33^{+0,62} \text{ мм}$
5. $D_{1,6} = 32^{+0,5} \text{ мм}$
6. $D_{1,5} = 17,5^{+0,42} \text{ мм}$
7. $D_{1,4}^* = 6,3^{+0,5} \text{ мм}$
8. $D_{1,2} = 78,2_{-0,1} \text{ мм}$
9. Найдем технологический размер $D_{0,1}$



$$D_{0,1}^{\text{CP}} = 2Z_{1,2}^{\text{CP}} + D_{1,2}^{\text{CP}}$$

$$D_{1,2}^{\text{CP}} = 78,15 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} 2Z_{1,2}^{\text{cp}} &= \frac{2z_{1,2}^{\min} + 2z_{1,2}^{\max}}{2} = \frac{2z_{1,2}^{\min} + \text{TD}_{0,1} + \text{TD}_{1,2} + 2z_{1,2}^{\min}}{2} \\ &= \frac{1,604 + 1,8 + 0,1 + 1,604}{2} = 2,554 \text{ мм} \end{aligned}$$

$$D_{0,1}^{\text{CP}} = 2,554 + 78,15 = 80,704 \text{ мм}$$

Примем в качестве заготовки круглый прокат обычной точности $D_{0,1} = 82_{-1,3}^{+0,5}$ [7, стр.83, табл. 6]

1.4.5 Расчет осевых технологических размеров

1. $A_{2,6} = 1 \pm 0,2 \times 45^0 \text{ мм}$
2. $A_{2,5} = 1,5 \pm 0,2 \times 45^0 \text{ мм}$
3. $A_{2,4} = 37 \pm 0,31 \text{ мм}$
4. $A_{2,3} = 1,5 \pm 0,2 \times 45^0 \text{ мм}$
5. $A_{2,2}^* = 15 \pm 0,5 \text{ мм}$
6. $A_{2,1} = 87,2 \pm 0,15 \text{ мм}$
7. $A_{1,11} = 1 \pm 0,2 \times 45^0 \text{ мм}$
8. $A_{1,10} = 8^{+0,15} \text{ мм}$
9. $A_{1,10,1} = 14,4^{+0,11} \text{ мм}$

$$10. A_{1,9} = 3 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$11. A_{1,9,1} = 34^{+0,62} \text{ мм}$$

$$12. A_{1,8} = 1 \pm 0,2 \times 45^0 \text{ мм}$$

$$13. A_{1,7} = 1 \pm 0,2 \times 45 \text{ мм}^0$$

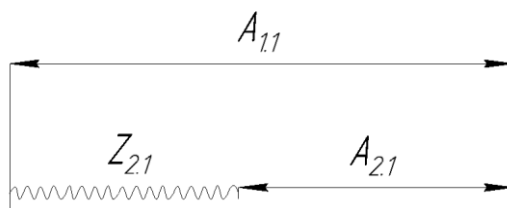
$$14. A_{1,6} = 34 \pm 0,2 \text{ мм}$$

$$15. A_{1,4}^* = 12 \pm 0,5 \text{ мм}$$

$$16. A_{1,3} = 1,5 \pm 0,2 \times 45^0 \text{ мм}$$

$$17. A_{1,2}^* = 75 \pm 0,5 \text{ мм}$$

18. Найдем технологический размер $A_{1,1}$.



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена.

$$A_{1,1}^{\text{CP}} = Z_{2,1}^{\text{CP}} + A_{2,1}^{\text{CP}}$$

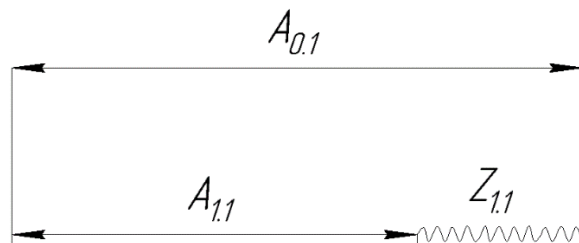
$$A_{2,1}^{\text{CP}} = 87,2 \text{ мм}$$

$$z_{2,1}^{\text{cp}} = \frac{z_{21}^{\min} + z_{21}^{\max}}{2} = \frac{z_{21}^{\min} + TA_{11} + TA_{2,1} + z_{21}^{\min}}{2} = \frac{1,32 + 0,3 + 0,3 + 1,32}{2} = 1,62 \text{ мм}$$

$$A_{1,1}^{\text{CP}} = 1,62 + 87,2 = 88,92 \text{ мм}$$

$$A_{1,1} = 88,92 \pm 0,15 = 89 \pm 0,15 \text{ мм}$$

19. Найдем технологический размер $A_{0,1}$



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена.

$$A_{0,1}^{\text{CP}} = Z_{1,1}^{\text{CP}} + A_{1,1}^{\text{CP}}$$

$$A_{1,1}^{\text{CP}} = 89 \text{ мм}$$

$$z_{1,1}^{\text{cp}} = \frac{z_{11}^{\text{min}} + z_{11}^{\text{max}}}{2} = \frac{z_{11}^{\text{min}} + \text{TA}_{01} + \text{TA}_{1.1} + z_{11}^{\text{min}}}{2} = \frac{1,37 + 0,3 + 2 + 1,37}{2} \\ = 2,52 \text{ мм}$$

$$A_{0,1}^{\text{CP}} = 2,52 + 89 = 91,52 \text{ мм}$$

$$A_{0,1} = 91,52 \pm 1 = 92 \pm 1 \text{ мм}$$

1.5 Расчет режимов резания

010 Токарная с ЧПУ.

переход 1: Подрезать торец, выдерживая размер $89 \pm 0,15$.

Оборудование: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX

Режущий инструмент: Резец 2101-0053 T15K6 ГОСТ 18879-73

1. Глубина резания: $t = 2$ мм.

2. Подача: $s = 0,4$ мм/об.

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V=290$; $m=0,20$; $x=0,15$; $y=0,35$.

Значение коэффициента K_T и показатель степени n_V для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 40х:

$K_T = 1$, $n_V = 1$

$$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23$$

Отсюда: $K_{MV} = 1,23$; $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1,15$.

Окончательно коэффициент K_V определяется как:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,23 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,27$$

Скорость резания определяем:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V = \frac{290}{15^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,39^{0,35}} \cdot 1,27 = 268,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 268,5}{3,14 \cdot 82,5} = 1036 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 800 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

4. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 82,5 \cdot 800}{1000} = 207,34 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{TP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{-0,15} = 1,03.$$

$$K_{MP} = 1,03; K_{\phi P} = 1,0; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{TP} = 1,0.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 207,34^{-0,15} \cdot 0,8 = 1085 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1085 \cdot 207,34}{1020 \cdot 60} = 3,67 \text{ кВт.}$$

7. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N \times \eta = 3,67 \times 0,9 = 3,3 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,8$.

8. Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$3,3 < 7,5 \cdot 0,9 = 6$$

Переход 2. Точить наружную поверхность, выдерживая размеры $\varnothing 78,2_{-0,1}$ и $75 \pm 0,5$

Оборудование: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX

Режущий инструмент: Резец 2112-0053 T15K6 ГОСТ 18880-73

1. Глубина резания: $t = 2 \text{ мм.}$

2. Подачу S назначаем.. Для данной глубины резания: $s = 0,2 \text{ мм/об.}$

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=15 \text{ мин.}$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$.

$$K_T = 1, n_V = 1$$

$$K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23$$

$$K_{MV} = 1,23; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,15.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,23 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 1,27$$

Скорость резания определяем:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{15^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,2^{0,35}} \cdot 1,27 = 368,57 \frac{\text{м}}{\text{мин.}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 368,57}{\pi \cdot 78,2} = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин.}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 1000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия

$$\text{резания. } K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{610}{750} \right)^{-0,15} = 1,03$$

$$K_{MP} = 1,03; K_{\varphi P} = 1,0; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{rP} = 1,0.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,8$$

Главная составляющая силы резания, формула (15):

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,27^{0,75} \cdot 368,57^{-0,15} \cdot 0,8 \\ = 591,61 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{591,61 \cdot 368,57}{1020 \cdot 60} = 3,56 \text{ кВт.}$$

5. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = N \times \eta = 3,56 \times 0,9 = 3,2 \text{ кВт.}$$

Так как значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем худший вариант $\eta = 0,8$.

6. Проверка по мощности:

$$N \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$3,2 < 7,5 \cdot 0,9 = 6$$

Переход 5. Сверлить отверстие, выдерживая размер $\varnothing 17,5^{+0,42}$

Оборудование: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX

Режущий инструмент: Сверло 2300-0742 ГОСТ 4010-77

Материал режущего инструмента – P6M5.

$$1. \text{ Глубина резания } t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 17,5 = 8,75 \text{ мм.}$$

$$2. \text{ Подача по таблице: } S=0,2 \text{ мм/об.}$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 17,1$; $q = 0,25$; $m = 0,125$; $y = 0,40$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,7 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 0,85$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для сверла из быстрорежущей стали при обработке берем из таблицы: $K_{\Gamma} = 0,7$, $n_v = 0,9$.

$$K_{IV} = 0,9; K_{IV} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$$

Скорость резания

$$V = \frac{C_V \cdot D_1^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{17,1 \cdot 17,5^{0,25}}{30^{0,125} \cdot 0,38^{0,4}} \cdot 0,9 = 30,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30,3}{3,14 \cdot 17,5} = 551,1 \frac{\text{об}}{\text{мин}},$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка: $n = 500$ об/мин.

4. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 17,5 \cdot 550}{1000} = 30,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

5. Определяем крутящий момент по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$. Коэффициент $K_p = K_{MP} = 0,77$

Максимальный крутящий момент, формула:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 17,5^2 \cdot 0,38^{0,8} \cdot 0,77 = 37,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Определяем осевую силу по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ Максимальная осевая сила по формуле :

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 17,5^{1,0} \cdot 0,38^{0,8} \cdot 0,77 = 4225 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{37,6 \cdot 550}{9750} = 2,12 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя станка 7,5 достаточна для выполнения операции.

Переход 6. Расточить отверстие, выдерживая размеры $34 \pm 0,2$ и $\varnothing 32^{+0,5}$

Оборудование: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX

Инструмент:

Глубина резания: $t=2$ мм

Подача: $S=0.3$ мм/об

$$K_v = 1.16 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0,93$$

$$C_v = 290, x = 0.15, y = 0.35, m = 0.2$$

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,93 = 142 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 91,5} = 490 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

$$P_{z \times y} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$K_P = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,79$$

$$C_P = 300, \quad x = 1, \quad y = 0,75, \quad n = -0,15$$

$$P_{z1} = 10 \cdot C_P \cdot t_1^x \cdot S_1^y \cdot V_1^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 141,9^{-0,15} \cdot 0,79 \\ = 773,6 \text{ Н}$$

Переход 10. Фрезеровать, выдерживая размеры $8^{+0,15}$, $14,4^{+0,11}$

Оборудование: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX

Инструмент: концевая фреза с размерами D=14 мм, B=8 мм, z=3

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,16 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,93$$

$$1) \quad C_V = 690 \quad x = 0,3, \quad y = 0,4, \quad u = 0,1 \quad p = 0 \quad m = 0,35 \quad T = 120 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 14^{0,2}}{120^{0,35} \cdot 8^{0,3} \cdot 0,06^{0,4} \cdot 8^{0,1} \cdot 3^0} \cdot 0,93 \\ = 273,11 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = \frac{273,11 \cdot 1000}{3,14 \cdot 63} = 1380 \text{ об/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_P = 261, \quad x = 0,9, \quad y = 0,8, \quad u = 1,1, \quad q = 1,1, \quad w = 0,1, \quad K_{MP} = 0,96$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 8^{0,9} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 8^{1,1} \cdot 3}{14^{1,1} \cdot 1380^{0,1}} = 1405 \text{ Н}$$

$$P_h = 0,8 \cdot P_z = 0,8 \cdot 1405 = 1124 \text{ Н}$$

$$P_V = 0,7 \cdot P_z = 0,7 \cdot 1405 = 983,5 \text{ Н}$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 1405 = 562 \text{ Н}$$

$$P_x = 0,2 \cdot P_z = 0,2 \cdot 1405 = 281 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1405 \cdot 14}{200} = 98,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1405 \times 273,11}{61200} = 6,27 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя достаточна для выполнения операции.

Переход 4. Нарезать резьбу, выдерживая размер М5-7Н 25 отверстий

Оборудование: Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX

Инструмент: Метчик с проходным хвостовиком для нарезания метрической резьбы из быстрорежущей стали Р6М5.

Подача соответствует шагу резьбы метчика М5 × 2 и равна S = 2 мм/об.

Определение скорости резания. По нормативам скорость резания для стали при нарезании резьбы М5×2 машинным метчиком v= 11,1 м/мин.

Частоту вращения шпинделя при нарезании резьбы определяем по формуле $n = v \cdot 1000 / (\pi \cdot D) = 11,1 \cdot 1000 / (3,14 \cdot 5) = 213 \text{ об/мин.}$

Принимаем ближайшую частоту вращения по паспорту станка n = 200 об/мин.

Определяем фактическую скорость резания: $v = \pi D n / 1000 = 3,14 \cdot 5 \cdot 200 / 1000 = 9,8 \text{ м/мин.}$

1.6 Нормирование технологических операций

1.6.1 Расчет основного времени

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

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [8]: $t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$, мин;

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:

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3, \text{ мм};$$

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 шлифовальной операции данный параметр принимаем равным 0.

Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как: $l_2 = \frac{t}{\tan \varphi}$;

где t – глубина резания, мм;

φ - угол в плане.

1. Заготовительная

Отрезать заготовку

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(82 + 3) \cdot 1}{100} = 0,85 \text{ мин};$$

2. Точение.

Подрезка торца

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(41 + 3 + 1) \cdot 1}{0,4 \cdot 800} = 0,14 \text{ мин}$$

Точение поверхности 75 мм

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(75 + 3) \cdot 1}{0,2 \cdot 1500} = 0,26 \text{ мин}$$

3. Расточка отверстия

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(34 + 3) \cdot 1}{0,3 \cdot 490} = 0,25 \text{ мин}$$

4. Сверлильная операция.

Центровать отверстие

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(24 + 1 + 5,3 + 1) \cdot 1}{0,27 \cdot 500} = 0,5 \text{ мин}$$

Сверление отверстия диаметром 17,5 мм

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(89 + 3 + 4,9 + 2) \cdot 1}{0,2 \cdot 500} = 0,98 \text{ мин}$$

Сверление отверстия для крепления пластин

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(6 + 3 + 1,73 + 2) \cdot 1}{0,2 \cdot 500} \cdot 25 = 3,183 \text{ мин}$$

5. Нарезание резьбы в 25 отверстиях.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(6 + 3 + 0 + 1) \cdot 1}{2 \cdot 200} \cdot 25 = 0,625 \text{ мин}$$

6. Внутришлифовальная.

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(37 + 3 + 0 + 0) \cdot 1}{250} = 0,16 \text{ мин}$$

7. Фрезерование

Фрезеровать паз

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n} = \frac{(7 + 3 + 80 + 1 + 7) \cdot 1}{0,06 \cdot 3 \cdot 1380} = 0,395 \text{ мин}$$

Фрезерование канавок

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n} = \frac{(8 + 3 + 80 + 1 + 8) \cdot 1}{0,06 \cdot 3 \cdot 1380} * 5 = 2,013 \text{ мин}$$

Фрезерование мест под пластины

$$t_o = \frac{L \cdot i}{S_M} = \frac{(l + l_1 + \frac{t}{tg\varphi} + l_3) \cdot i}{S_z \cdot z \cdot n} = \frac{(7 + 3 + 1) \cdot 1}{0,06 \cdot 3 \cdot 1380} * 25 = 1,107 \text{ мин}$$

1.6.2 Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время для операции будет складываться из времени на установку и снятие детали, управление станком, измерение детали [8].

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм};$$

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

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

$t_{изм}$ - время измерения детали.

1. Токарная операция с ЧПУ.

На станке с ЧПУ время измерений перекрывается временем управления станком.

Первый установ.

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,12 = 0,53 \text{ мин},$$

Второй установ.

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} = 0,41 + 0,23 = 0,64 \text{ мин},$$

2. Сверлильная операция.

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,18 + 0,11 + 0,29 = 0,58 \text{ мин};$$

5. Внутришлифовальная операция.

$$t_b = t_{уст} + t_{упр} + t_{изм} = 0,39 + 0,81 + 0,44 = 1,64 \text{ мин};$$

1.6.3 Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 4,7 + 0,53 = 5,23 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 6,53 + 0,64 = 7,17 \text{ мин}$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 0,63 + 0,58 = 1,21 \text{ мин}$$

1.6.4 Расчет времени на обслуживание рабочего

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,03 * 5,53 = 0,2 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,03 * 7,17 = 0,2 \text{ мин};$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{\text{обс}} = \alpha * t_{\text{оп}} = 0,02 * 1,21 = 0,024 \text{ мин};$$

1.6.5 Расчет времени на отдых

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 * 5,53 = 0,22 \text{ мин};$$

Установ Б.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 * 7,17 = 0,29 \text{ мин};$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{\text{отд}} = \beta * t_{\text{оп}} = 0,04 * 1,21 = 0,05 \text{ мин};$$

5. Внутрیشлифовальная операция.

$$t_{отд} = \beta * t_{оп} = 0,06 \cdot 7,19 = 0,43 \text{ мин};$$

1.6.6 Определение подготовительно-заключительного времени

2. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{пз} = 12 \text{ мин}$$

Установ Б.

$$t_{пз} = 12 \text{ мин}$$

3. Сверлильная операция.

$$t_{пз} = 9 \text{ мин}$$

5. Внутришлифовальная операция.

$$t_{пз} = 9 \text{ мин}$$

1.6.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_v + t_{обс} + t_{отд}$$

1. Токарная операция с ЧПУ.

Установ А.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_v + t_{обс} + t_{отд} = 4,7 + 0,53 + 0,2 + 0,22 = 5,65 \text{ мин};$$

Установ Б.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_v + t_{обс} + t_{отд} = 6,53 + 0,64 + 0,2 + 0,29 = 7,66 \text{ мин};$$

2. Сверлильная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_v + t_{обс} + t_{отд} = 0,63 + 0,58 + 0,024 + 0,05 = 1,28 \text{ мин};$$

5. Внутришлифовальная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_v + t_{обс} + t_{отд} = 5,55 + 1,64 + 0,14 + 0,43 = 7,76 \text{ мин};$$

1.6.8. Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = \sum t_{шт} + \frac{\sum t_{пз}}{N},$$

где N – объем партии деталей.

$$t_{шт.к} = 45,26 + \frac{61}{5000} = 42,27 \text{ мин.}$$

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Описание конструкции и работы приспособления

Приспособление предназначено для контроля радиального биения. Сборочный чертеж приспособления приведен на листе формата А1 (ВКР.ТАМП.151001.05).

Основой приспособления служит основание 2, к которому крепятся остальные элементы: левая бабка 5 с запрессованным в неё центром 12, которая перемещается вдоль направляющей, правая неподвижная бабка 7 с подпружиненным центром 13 и стойка индикаторная 1 с установленным на неё индикатором часового типа 20.

Левая бабка с центром подводится на нужное расстояние, фиксируется рукояткой 3 на ласточкином хвосте, правый подпружиненный центр отодвигается рукояткой 9 и деталь устанавливается в центра.

2.2. Расчет силы зажима эксцентрика

Рассматривая механизм как комбинированный, состоящий из рычага с плечами l и r и клина с трением на двух поверхностях получим силовую зависимость:

$$W_{\text{ср}} = Q \frac{1}{r_{\text{ср}}} \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha_{\text{ср}} + \varphi_1) + \operatorname{tg} \varphi_2},$$

где $W_{\text{ср}}$ – среднее значение силы зажима;

$r_{\text{ср}}$ – среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика в точку А зажима;

$\alpha_{\text{ср}}$ – средний угол подъема эксцентрика в точках зажима;

φ_1, φ_2 – углы трения скольжения в точке А зажима и на оси эксцентрика.

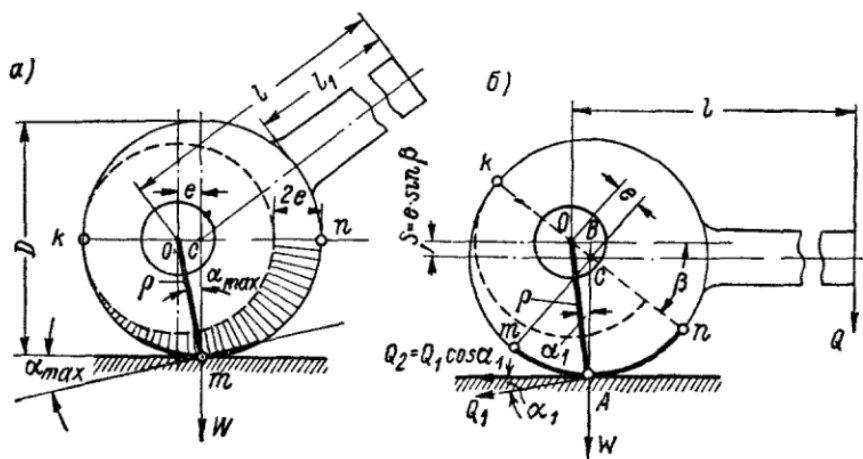


Рис 2.2.1 – Схема для расчета круглых эксцентриков

Рассчитаем среднее значение радиуса, проведенного из центра вращения эксцентрика в точку А зажима:

$$r_{cp} \approx \frac{D + e}{2} = \frac{15 + 1}{2} = 8 \text{ мм};$$

Средний угол подъема эксцентрика в точках зажима примем $\alpha_{cp} = 4^\circ$.

Углы трения скольжения в точке А зажима и на оси эксцентрика $\varphi_1 = \varphi_2 = 5^\circ 43'$.

Рассчитаем среднее значение силы зажима:

$$W_{cp} = 1000 \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{tg(9^\circ 43') + tg5,72} = 460,5 \text{ Н}$$

Условие самоторможения обеспечивается при соотношении:

$$\frac{D}{e} \geq 14; \frac{15}{1} \geq 14.$$

Условие выполняется.

Линейный ход S эксцентрика, т.е. величина перемещения точки А зажима по вертикали при повороте эксцентрика на угол β :

$$S = e \cdot \sin\beta$$

при $\beta = 0, S = 0$; при $\beta = 90^\circ, S = e = 1$.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью экономической части является расчет технологической себестоимости.

3.1 Состав затрат

- материалы и покупные изделия;
- основная заработная плата;
- дополнительная заработная плата;
- отчисления в социальные фонды;
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- цеховые расходы.

3.2 Формирование затрат, включаемых в себестоимость

3.2.1 Затраты на материалы

При разработке проекта использовались материалы, представленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Расходные материалы.

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за единицу, руб.	Стоимость, руб.
Заготовка сталь 40х, пруток Ø82	кг	4,4	29,5	129,8
ПТС-6345	шт.	5	227,42	1137,1
ПТС-6343	шт.	25	148,76	3719
Винт М5	шт.	30	35	1050
Итого				6035,9

3.2.2 Затраты на оплату труда

Заработная плата производственных рабочих с дополнительной зарплатой и начислениями:

$$З_{\text{п}} = З_{\text{о}} \cdot \kappa_{\text{дзп}} \cdot \kappa_{\text{р}} \cdot \kappa_{\text{п}}, \quad (1)$$

где $З_{\text{п}}$ - полная заработная плата;

Z_o - основная заработная плата;

$K_{дзп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($K_{дзп} = 1,1$);

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

K_n - коэффициент премирования ($K_n = 1,2$).

$$Z_o = \sum \frac{C_{qi} \cdot t_{шти}}{60},$$

где C_{qi} – стоимость одного часа производственного рабочего; $t_{шти}$ - штучное время операции.

$$Z_o = \frac{100 \cdot 100}{60} + \frac{100 \cdot 100}{60} + \frac{100 \cdot 100}{60} + \frac{100 \cdot 100}{60} + \frac{200 \cdot 200}{60} + \frac{200 \cdot 200}{60} + \frac{200 \cdot 200}{60} = 123,7 \text{ руб.}$$

$$Z_n = Z_o \cdot K_{дзп} \cdot K_p \cdot K_n = 123,7 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,2 = 212,3 \text{ руб.}$$

3.2.3 Единый социальный налог

Единый социальный налог: 30% от суммы затрат на оплату труда работников, т.е. 63,7 руб.

3.2.4 Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитывают по формуле:

$$\mathcal{E}_{об} = P_{об} \cdot C_э \cdot t_{об},$$

$\mathcal{E}_{об}$ – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$C_э$ – тарифная цена за 1кВт·час, $C_э = 4,3 \text{ руб./кВт·час}$;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле: $P_{об} = P_{уст. об} \cdot K_c$,

$P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$P_{уст. об}$ – установленная мощность оборудования, кВт;

K_c – коэффициент спроса, зависит от количества загрузки групп электроприемников, для технологического оборудования малой мощности, $K_c = 0,85$

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Затраты на электроэнергию для технологических целей

Наименование оборудования	Время работы оборудования, час, $t_{шт}$	Потребляемая мощность, $P_{об}$, кВт	Затраты, $\mathcal{E}_{об}$, руб.
Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX	0,23	11	5,47
Токарный обрабатывающий центр OKUMA Genos L 200 M	0,04	7	0,6
Внутришлифовальный станок 3K228A	0,04	2,2	0,19
Ленточнопильный станок CARIF 260 BA CNC	0,1	8	1,35
Итого	6,26		

3.2.5 Амортизация основных фондов

К амортизируемым основным фондам относится оборудование, стоимость которого выше 20000 рублей и срок эксплуатации более года.

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$Z_{ам} = ((C_i * H_a) / 100\%) / N$$

$Z_{ам}$ – сумма амортизационных отчислений на одну деталь;

$Ц_i$ – цена (балансовая стоимость) i -го оборудования;

N – годовая программа выпуска.

H_a - норма амортизационных отчислений (%).

$$H_a = \frac{1}{T_{п.и.}} 100\%$$

$T_{п.и.}$ – срок полезного использования объекта (год)

Таблица 3.3 - Амортизационные отчисления

Наименование оборудования	Цена(балансовая стоимость), руб	Норма амортизационных отчислений	Амортизационные отчисления $Z_{ам}$, руб.
Токарный обрабатывающий центр OKUMA LB 2000 EX	2 638 960	20	105,6
Токарный обрабатывающий центр OKUMA Genos L 200 M	1 740 000	20	11,73
Внутришлифовальный станок 3K228A	293 250	20	30,9
Ленточнопильный станок CARIF 260 BA CNC	1 340 000	20	53,6
Итого	297,3		

Берем 50% от амортизационных отчислений, так как данная деталь только на половину загружает данное оборудование.

3.2.6 Цеховые расходы

К данным расходам относят затраты на другие расходы, не относящиеся к ранее перечисленным прямым статьям. Цеховые затраты составляют 50% от суммы полной заработной платы и социальных отчислений.

$$C_{\text{цр}} = (C_{\text{пол}} + C_{\text{соц}}) \cdot 0,5 = (212,3 + 63,69) \cdot 0,5 = 138$$

3.2.7 Технологическая себестоимость

Калькуляция технологической себестоимости представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Технологическая себестоимость.

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Материалы	6035,90
Основная з/п основных рабочих	1692,60
По тарифу	930,00
Премия	372,00
Р.К	390,60
Дополнительная з/п основных рабочих	169,26
Налоги с з/п	512,01
Плановые накопления	1467,48
Общезаводские расходы	3283,64
Амортизационные отчисления	297,3
Расходы на электроэнергию	7,61
Цеховые расходы	2471,20
НДС	2905,61
Итого технологическая себестоимость	17,047,91

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на участке по изготовлению торцевой фрезы, в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Характеристика объекта: Рабочее место расположено в механическом цехе, при обработке детали корпуса торцово-цилиндрической насадной фрезы на станках: токарный обрабатывающий центр Okuma LB 2000 EX, ленточнопильный станок CARIF 260 BA CNC, токарный обрабатывающий центр Okuma Genos L 200 M, Внутришлифовальный станок 3K228A

4.1Производственная безопасность

Согласно ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ Опасные и вредные производственные факторы» при изготовлении генератора рабочие подвергается следующим опасным и вредным производственным факторам: психофизические, физические, химические.

4.1.1 Анализ вредных факторов

Высокий уровень шума и вибрации.

При выполнении работ на токарных и фрезерных станках воздействие на человека оказывает шум в виде скрипа и свиста, обусловленный трением инструмента об обрабатываемые материалы. Длительное воздействие шума большой интенсивности приводит к патологическому состоянию слухового органа, к его утомлению.

Может привести к снижению слуха. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление. Особенно страдает центральная нервная система.

Вибрация приводит тело или его структурные единицы в колебательное движение. Вибрации частотой 35 – 250 Гц и выше развивают вибрационную болезнь со спазмом (сужением) кровеносных сосудов конечностей.

Неудовлетворительное освещение рабочей зоны.

При работе на станках недостаточная освещенность рабочего места и производственного помещения в целом приводит к ослаблению зрения и общей утомляемости рабочего.

4.1.2 Анализ опасных факторов

Поражение электрическим током

Одним из наиболее опасным производственным фактором является поражение электрическим током от сети 220В, необходимым для питания различного оборудования.

Основными причинами, приводящими к поражению электрическим током, являются:

- прикосновение к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- повреждения изоляции;
- появления напряжения, вследствие неверного включения устройств.

Движущие части производственного оборудования

При работе на токарных, фрезерных, шлифовальных станках, возможен захват одежды рабочего вращающимися частями станков. Следствием этого может быть тяжелая травма, и даже смертельный исход.

Стружка обрабатываемых материалов

Попадание одежды и рук в пространство между вращающимися частями станка при удалении стружки приводит к травмам рук. В результате отлета стружки в сторону рабочего места при фрезеровании и точении деталей возможна травма глаз и открытых частей тела.

При работе с СОЖ рабочий подвергается химическим опасным и вредным производственным факторам, которые согласно ГОСТ 12.0.003-74 можно классифицировать следующим образом:

- по характеру воздействия на организм человека – раздражающие;
- по пути проникания в организм человека – кожные покровы, органы дыхания.

4.2. Экологическая безопасность

Для снижения утомляемости, вероятности травматизма необходимо создать оптимальное рабочее место. Основные требования к организации рабочего места изложены в ГОСТ 12.2.033-78 «ССБТ Рабочее место при выполнении работ стоя». На участке, где ведутся работы, не допускается нахождение посторонних лиц.

4.2.1 Электробезопасность.

Меры безопасности условно можно разделить на две группы:

- а) меры, обеспечивающие безопасность эксплуатации при нормальном состоянии электрооборудования;
- б) меры, обеспечивающие безопасность в аварийном режиме – при появлении напряжения на нетоковедущих частях оборудования (корпусах, кожухах и др.).

Мерами, обеспечивающими безопасность при нормальном состоянии электрооборудования, являются недоступность и рабочая изоляция токоведущих частей, защитное разделение сетей и малые напряжения. К дополнительным мерам, устраняющим опасность при появлении напряжения на нетоковедущих частях, относятся защитное заземление, зануление, защитное отключение, выравнивание потенциалов и двойная изоляция.

Согласно требованиям электробезопасности (ГОСТ-12.1.019-79 «ССБТ Электробезопасность») всё электрооборудование и приборы должны находиться на специально отведенных местах, и заземлены. Наличие защитного заземления обязательно. При устройстве заземления используются искусственные заземлители, в качестве которых применяются стальные трубы или штыри. В качестве заземляющих проводников применяются стальные полосы, провода, а также медные оголенные провода. Соединения заземляющих проводников с контуром заземления должны выполняться с помощью болтов или на сварке.

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Защитное действие заземления основано на снижении напряжения прикосновения при переходе напряжения на нетоковедущие части, что достигается уменьшением потенциала корпуса относительно земли, как за счет малого сопротивления заземления, так и за счет повышения потенциала примыкающей к оборудованию поверхности земли.

Целью расчета защитного заземления является определение числа, размера и сопротивления заземляющих элементов.

Расчет заземления.

1) Определим удельное электрическое сопротивление грунта с учетом климатических коэффициента:

$$\rho_{\text{расч}} = \rho_{\text{изм}} \cdot \psi,$$

Где $\rho_{\text{изм}}$ – удельное сопротивление грунта (суглинок), $\rho_{\text{изм}} = 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;

ψ – климатический коэффициент, для суглинка $\psi = 1,5$.

$$\rho_{\text{расч}} = 1,5 \cdot 10^2 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

2) Для данного объекта нельзя указать сопротивление естественного сопротивления. В расчетах будем принимать, что его нет, т.е. $R_e = \infty$.

3) Определим сопротивление искусственного заземлителя. Учтем, что искусственные и естественные заземлители соединены параллельно и общее их сопротивление не превышает сопротивления заземляющего устройства

$R_z = 4 \text{ Ом}$, выбранного как наименьшее.

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_u} + \frac{1}{R_e},$$

где R_u – сопротивление искусственного заземлителя.

Т.к. $R_e = \infty$, то $R_u = R_z = 4 \text{ Ом}$.

4) Сопротивление одиночного вертикального заземлителя:

$$R_{cm.од} = \frac{\rho_{расч}}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{5H-l} \right),$$

где l – длина стержня, $l = 2,5 м$;

d – диаметр стержня, $d = 3,8 \cdot 10^{-2} м$;

H – расстояние от поверхности грунта до середины стержня, $H = 1,75 м$.

$$R_{cm.од} = \frac{150}{2\pi \cdot 2,5} \left(\ln \frac{2 \cdot 2,5}{3,8 \cdot 10^{-2}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,75 + 2,5}{5 \cdot 1,75 - 2,5} \right) = 48,6 Ом.$$

5) Пусть необходимо 20 вертикальных заземлителей, расположенных на расстоянии $a = 3 м$ друг от друга, тогда длина соединительной полосы будет равна:

$l_n = n \cdot a = 20 \cdot 3 = 60 м$, при этом коэффициенты использования заземлителей из труб или уголков $\eta_{cm} = 0,5$.

6) Рассчитаем сопротивление соединительной полосы: $r_n = \frac{\rho_{расч}}{2\pi \cdot l} \ln \frac{2l^2}{b \cdot H}$,

где b – ширина полосы, $b = 4 \cdot 10^{-2} м$;

H – глубина залегания полосы, $H = 0,5 м$.

$$r_n = \frac{150}{2\pi \cdot 60} \ln \frac{2 \cdot 60^2}{4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5} = 5,1 Ом, \text{ с учетом коэффициента использования}$$

соединительной полосы $\eta_n = 0,27$:

$$R_n = \frac{r_n}{\eta_n} = \frac{5,1}{0,27} = 19 Ом.$$

7) Требуемое сопротивление растеканию вертикальных стержней:

$$R_{cm} = \frac{R_n R_u}{R_n + R_u} = \frac{19 \cdot 4}{19 + 4} = 3,3 Ом.$$

8) Учитывая коэффициент использования вертикальных заземлителей, окончательно определяют их число:

$$n = \frac{R_{cm.од}}{\eta_{cm} R_{cm}} = \frac{48,6}{0,5 \cdot 3,3} = 29,4 \approx 30 \quad (\text{штук}).$$

Т.е. для организации эффективного заземления необходимо использовать 30 стержней.

4.2.2 Шум и вибрация.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах следует принимать: для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума – по таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Допустимые уровни шума

Рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в Гц.								Уровень звука и эквивалентный уровень звука, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и рабочие зоны в производстве, помещениях и на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	80

Снижение уровня шума и вибрации.

Мероприятия по устранению повышенного уровня шума:

- правильная организация труда и отдыха;
- ликвидация шума в источнике его возникновения путем своевременного устранения неисправности технологического оборудования;
- применение звукопоглощающих материалов в конструкциях шумящих механизмов и оборудования;
- облицовка помещений (потолка и стен в небольших помещениях) звукоизолирующими и звукопоглощающими материалами;
- применение индивидуальных средств защиты органов слуха – наушников, вкладышей, шлемов (ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ).

4.2.3 Освещённость.

Правильно выполненная система освещения имеет большое значение в снижении производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих производственных факторов; создает нормальные условия для работы органам зрения и повышает общую работоспособность организма. При проектировании и расчете освещения, в первую очередь, руководствуются СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Параметры цеха: длина $a = 60\text{ м}$; ширина $b = 20\text{ м}$; высота $h = 10\text{ м}$.

Площадь помещения:

$$S = 60 \cdot 20 = 1200\text{ м}^2$$

Высота рабочей поверхности $h_p = 1\text{ м}$.

В цехе производятся работы средней точности (минимальная величина различия составляет от 0,5 до 1 мм).

Рекомендуемая освещенность помещения, при среднем контрасте с тёмным фоном, составляет $E_o = 200\text{ лк}$, учитывая коэффициент запаса (загрязнение светильника) $K = 1,5$, получаем освещенность в помещении

$$E = E_o \cdot K = 200 \cdot 1,5 = 300 \text{лк}.$$

Требуется создать освещенность $E = 300 \text{ Лк}$.

Коэффициент отражения стен $R_c = 70\%$, потолка $R_n = 50\%$.

Коэффициент запаса $k = 1,5$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД, $\lambda = 1,4$.

Рассчитаем h – высоту светильника над рабочей поверхностью по формуле:

$$h = H - h_p - h_c,$$

где h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес).

Приняв $h_c = 4 \text{ м}$, получим:

$$h = 10 - 4 - 1 = 5 \text{ м},$$

$$L = 1,4 \cdot 5 = 7 \text{ м},$$

где L – расстояние между соседними светильниками или рядами.

$$L/3 = 2,3 \text{ м}$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 27 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 162$.

Находим индекс помещения по формуле:

$$i = \frac{S}{h(a+b)},$$

тогда:

$$i = \frac{1200}{5(60+20)} = 3.$$

При этом коэффициент использования светового потока:

$$\eta = 0,54.$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов, по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K \cdot Z}{n \cdot \eta},$$

тогда:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 1200 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{162 \cdot 0,54} = 6790 \text{ Лм}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛБ80 на 5220 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем:

$$-10\% \leq -0,3\% \leq +20\%$$

4.2.4 Химические факторы опасности.

При работе с СОЖ следует соблюдать меры предосторожности и правила безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007-76.

А именно мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать:

- замену вредных веществ в производстве наименее вредными;
- применение средств индивидуальной защиты работающих;
- специальную подготовку и инструктаж обслуживающего персонала;
- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, имеющих контакт с вредными веществами;
- разработку медицинских противопоказаний для работы с конкретными вредными веществами, инструкций по оказанию доврачебной и неотложной медицинской помощи пострадавшим при отравлении.

4.2.5 Мероприятия по снижению производственных травм.

В связи с опасностью травматизма при использовании подъемно-транспортных механизмов необходимо проводить обязательную аттестацию работающих на право работы на данных механизмах с выдачей

соответствующих документов. Кроме того, необходим контроль над тем, чтобы люди, не имеющие допуска, не работали на подъемно транспортных механизмах. С технической стороны данной проблемы необходимо проводить контрольные испытания подъемно транспортного оборудования с целью проверки их пригодности к использованию. Испытания должны проводиться один раз в полгода, а сведения о результатах испытаний должны заноситься в специальный журнал. С целью обеспечения безопасности при транспортировке деталей с помощью электрокара необходимо, чтобы водители при въезде на участок подавали предупредительные сигналы и снижали скорость до 5 км/ч. Проезд для электрокаров должен быть установленной ширины с запасом на случай непредвиденных ситуаций и не должен быть загроможден.

При работе на токарных станках во избежание попадания стружки в глаза необходимо установить защитные ограждения или выдать защитные очки рабочему.

Для того чтобы предотвратить захват волос вращающимися частями станков или режущим инструментом необходимо выдавать рабочим специальные береты или косынки.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают

защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключения электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуется устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС.

Исследования включают в себя анализ:

- надежности установок и технологических комплексов;
- последствий аварий отдельных систем производства;
- распространения ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;
- распространения огня при пожарах различных видов;
- рассеивания веществ, высвобождающихся при ЧС;
- возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

Затем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. К таким мероприятиям относятся правильная планировка наземных и подземных зданий и сооружений основного и вспомогательного производства, складских помещений и зданий административно-бытового назначения; внутренняя планировка помещений; расстановка сил и состояние пунктов управления, и

надежность узлов связи; безопасное хранение горючих и токсичных веществ и т.д.

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу.

В соответствии со СНиП II–2–80 все производства делят на категории по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности. Цех, в котором изготавливается сверло-зенкер, относится к категории Д, так как в нашем производстве обрабатываются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

4.3.1 Пожарная и взрывная безопасность.

Пожары на машиностроительных предприятиях представляют большую опасность для работников и могут причинить огромный материальный ущерб. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных зданий и сооружений имеют большое значение и регламентируются государственными постановлениями и указами.

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Согласно ГОСТ 12. 1.004 – 91 ССБТ понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения пожаров в помещении цеха должны проводиться следующие мероприятия:

- а) сотрудники предприятия должны пройти противопожарный инструктаж;
- б) сотрудники обязаны знать расположение средств пожаротушения и уметь ими пользоваться;
- в) необходимо обеспечить правильный тепловой и электрический режим работы оборудования;
- г) пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видном и легко доступном месте.

4.3.2 Охрана окружающей среды

Одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, транспорта и энергетических систем в атмосферу, недра земли и водоемы достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнения существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Предприятие относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зоны промышленная площадка предприятия не имеет.

В результате проведенных расчётов приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере было установлено, что превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) на границе предприятия нет.

Основными источниками выделения загрязняющих веществ являются основные и вспомогательные цеха.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

1. Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.

2. Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
3. Защита работающих от источников тепловых излучений.
4. Устройство и оборудование вентиляции и отопления.
5. Применение средств воздухоочистки.
6. Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
7. Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
8. Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Важнейшие положения в области охраны труда закреплены в положениях в области охраны труда закреплены в ТК

СНиП 23-05-95* «Естественное и искусственное освещение»

СанПиН 2.24.548-96, "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений",

ГОСТ 12.1.013-78 Система стандартов безопасности труда. Строительство
Электробезопасность.

ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы».

ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».

ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность».

ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

Список литературы

1. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
2. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
3. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
4. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
5. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
7. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
8. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.
9. Юдин Е.Я. , Борисов Л.А. Справочник. Борьба с шумом на производстве – М.: Машиностроение, 1985.-400., ил.
- 10.Расчёт искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 15 с.