

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

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы – Отделение машиностроения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления выходного вала редуктора УДК 621.83.06-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ян Цзяюй		07.06.2022

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.Т.Н.		07.06.2022

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	Д.Э.Н.		07.06.2022

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А. И.	Д.Т.Н.		07.06.2022

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		07.06.2022

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ДОПК(У)-1	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического

	оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

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

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ): Отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
154A81	Ян Цзяюй

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления выходного вала редуктора	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	N34-77/С от «03» 02. 2022 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	07.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертёж детали «выходной вал», годовая программа выпуска 8000шт.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Анализ чертежа и технологичности детали, разработка маршрута обработки, определение типа производства, составление операционных эскизов и содержание всех технологических переходов, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания для каждого перехода и штучно-калькуляционного времени на каждую операцию, конструирование специального приспособления для одной операции. Разработка вопросов финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения, социальной ответственности

Перечень графического материала	Чертежи детали формат А3, карты технологического процесса изготовления детали 3листа формат А1, плакат размерного анализа формат А2, чертёж приспособления формат А1
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гасанов Магеррам Али оглы
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение работы по линейному графику	13.12.2021
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМШ	Коротков В. С.	к.т.н.		13.12.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ян Цзяюй		13.12.2021

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 131 страниц пояснительной записки и 4 приложения, 25 таблицы, 25 рисунков, 5 источников.

Ключевые слова: выходной вал, технологический процесс, размерный анализ, режимы резания, приспособление, припуск, допуск.

Актуальность работы определяется необходимостью снижения затрат на изготовление деталей волнового зубчатого редуктора и повышением качества их обработки.

Объектом исследования является технология изготовления детали «выходной вал».

Цель работы: разработать эффективный технологический процесс изготовления детали «выходной вал».

Задачи исследования: разработать эффективный маршрут технологического процесса изготовления детали «выходной вал», произвести размерный анализ технологических размерных цепей, рассчитать припуски на обработку, режимы резания и нормы времени, подобрать обрабатывающее оборудование и технологическую оснастку, спроектировать приспособление для фрезерной операции.

В результате работы повышен коэффициент использования материала и снижены трудозатраты на изготовление выходного вала волнового зубчатого редуктора.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях,

занимающихся производством небольших волновых зубчатых редукторов в различных отраслях промышленности.

THE ABSTRACT

The final qualification work contains 131 pages of explanatory note and 4 applicationы, 25 tables, 25 figures, 5 resources.

Key words: output shaft, technological process, dimensional analysis, cutting mode, fixture, allowance, tolerance.

The relevance of work is determined by the necessity of reducing the manufacturing cost of wave gear reducer parts and improving its processing quality.

The research object is the manufacturing process of "output shaft" parts.

Objective: to describe the effective manufacturing process of "output shaft" parts

Research tasks: formulate an effective route for the manufacturing process of "output shaft" parts, analyze the size of the process dimension chain, calculate the machining allowance, cutting mode and time standard, select processing equipment and process equipment, and design milling operation fixture.

Through the work, the material utilization rate is improved and the labor cost of manufacturing the output shaft of wave gear reducer is reduced.

The work results can be used in enterprises engaged in the production of small wave gear reducer in various industries.

Оглавление

Введение	9
1. Технологическая часть	11
1.1. Исходные данные	11
1.2. Анализ технологичности конструкции детали	12
1.3. Определение типа производства	13
1.4. Выбор исходной заготовки	16
1.5. Разработка технологии изготовления детали	17
1.6. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров	20
1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров в осевом направлении.	30
1.7.1. Допуски на конструкторские размеры	31
1.7.2. Расчет допусков на технологические размеры	32
1.7.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	33
1.7.4. Расчет припусков поперечные размеры	35
1.7.5. Расчёт технологических размеров	36
1.8. Выбор оборудования	42
1.9. Расчет режимов резания	44
1.10. Расчёт основного времени обработки	66
1.11. Расчет штучно-калькуляционного времени	69
2. Конструкторская часть	72
2.1. Анализ исходных данных	72
2.2. Описание работы и принцип зажимного устройства	73

2.3. Силовой расчет зажимного устройства	74
2.4. Расчет приспособления на точность	77
2.5. Разработка технических требований на изготовление и сборку	78
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	82
3.1. Общая информация	82
3.2. Потенциальные потребители детали	82
3.3. Анализ конкурентных технических решений	83
3.4. SWOT-анализ	84
3.5. Планирование научно-исследовательских работ.	88
3.5.1. Структура работ в рамках научного исследования	88
3.5.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	89
3.6. Бюджет научно-технического исследования	94
3.6.1. Расчет материальных затрат НТИ	95
3.6.2. Основная заработная плата исполнителей темы	96
3.6.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	99
3.6.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	100
3.6.5. Накладные расходы	101
3.6.6. Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта	101
3.7. Определение эффективности исследования	102
4. Социальная ответственность	104
4.1.Описание производственного участка.	104

4.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.....	105
4.3. Микроклимат.....	106
4.4. Вредные вещества.....	108
4.5. Производственный шум.....	108
4.6. Освещенность.....	110
4.7. Электрическая безопасность.....	114
4.8. Движущиеся машины и механизмы	118
4.9. Экологическая безопасность	119
4.10. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	125
4.11. Пожарная безопасность.....	127
4.12. Выводы по разделу.....	128
Заключение.....	129
Список литературы.....	130
Приложение А.Чертёж детали.....	131
Приложение Б.Размерный анализ.....	133
Приложение В.Техническая карта.....	135
Приложение Г.Приспособление.....	139

Введение

Волновые зубчатые редукторы нашли широкое применение в робототехнике, авиастроении, приборостроении, а также в строительных и дорожных машинах и других механизмах, применяемых в различных отраслях промышленности. Снижение себестоимости изготовления редукторов данного типа является актуальной задачей для конструкторов и технологов. Снизить затраты на изготовление деталей редуктора может рациональный выбор заготовки, изменение формы деталей, выбор материалов, эффективный технологический процесс их изготовления и др.

Поэтому целью ВКР является разработка эффективного технологического процесса изготовления детали «выходной вал волнового зубчатого редуктора».

Объектом исследования является технология изготовления детали «выходной вал».

Предметом исследования являются допуски на размеры различных поверхностей детали, припуски на их обработку, последовательность изготовления детали, режимы резания и нормы времени, технологическая оснастка, обрабатывающее оборудование, а также экономическая эффективность и условия безопасного производства детали.

Практическая значимость работы заключается в повышении коэффициента использования материала и снижении трудозатрат на изготовление выходного вала волнового зубчатого редуктора.

Результаты работы могут быть использованы на предприятиях, занимающихся производством небольших волновых зубчатых редукторов в различных отраслях промышленности.

1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь «Выходной вал»— изготовлена из стали 40Х ГОСТ 4543-71. На чертеже детали имеются все необходимые размеры, указана их точность и требуемая шероховатость, которая соответствует указанной точности каждой поверхности. Указанные отклонения точных размеров соответствуют стандарту ISO.

Таблица 1.1 Химический состав стали 40Х в соответствии с ГОСТ 4543, %

C	Si	Mn	NI	Cr	Cu	P	S
0.36-0.44	0.17-0.37	0.5-0.8	≤0.3	0.8-1.1	≤0.3	≤0.035	≤0.035

Таблица 1.2 Механические свойства стали 40Х

Термическая обработка	Предел текучести, (МПа)	Временное сопротивление, (МПа)	Минимальное относительное удлинение, %	Относительное сужение, %
Закалка от 860°C в масле, отпуск при 500°C	≥785	≥980	≥10	≥45

Конструкция деталей довольно проста. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям. В основном обрабатываются на токарном станке и сверлильном станке.

На рисунке показаны все размеры с требуемыми допусками, шероховатостью обработанной поверхности, допустимым отклонением от правильной геометрии и взаимным положением поверхности. Технический чертеж содержит всю необходимую информацию о свойствах материала детали.

Проанализировав конструктивные элементы деталей. Мы определили, что эта часть технологически продвинута почти во всех аспектах. Потому что для его изготовления не требуется специальных инструментов. Поверхность детали не содержит сложных геометрических форм, что также упрощает ее изготовление. Заготовка проката должна быть максимально приближена к форме детали. Для данной заготовки стоимость деталей и отходы материала будут сведены к минимуму, что снизит материальные затраты.

1.3. Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, определяем по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}}; \quad (1.1)$$

где $t_{\text{в}}$ – такт выпуска детали, мин.;

$T_{\text{ср}}$ – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 21]:

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\text{г}}}{N_{\text{г}}}; \quad (1.2)$$

где $F_{\text{г}}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{\text{г}}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем при двухсменном режиме работы: $F_{\text{г}} = 4015 \text{ ч.}$

Тогда

$$t_{\text{в}} = \frac{F_{\Gamma}}{N_{\Gamma}} = \frac{4015 \cdot 60}{8000} = 30,22 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций
технологического процесса

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} \quad (1.3)$$

где $T_{\text{ш.к.}i}$ – штучно калькуляционное время i - ой основной операции,
мин.

n – количество основных операций.

Штучно-калькуляционное время [3.с147]

$$T_{\text{шк}} = \varphi_K T_0 \cdot 10^{-3} \quad (1.4)$$

где T_0 – основное технологическое время, мин.

φ_K – коэффициент i -ой основной операции, зависящий от вида станка и
типа предполагаемого производства.

1. Токарная операция: ($\Phi_{k.1} = 2,14$)

переход 1: обточить торец;

переход 2: обточить поверхность;

переход 3: обточить поверхность;

переход 4: расточить канавку;

переход 5: расточить фаску;

переход 6: обточить торец;

переход 7: обточить поверхность

переход 8: обточить поверхность.

переход 9: обточить поверхность

переход 10: расточить фаску

переход 11: расточить фаску

переход 12: расточить фаску

переход 13: расточить канавку

$$\begin{aligned}T_{шк1} &= \Phi_{k.1} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} \\&= 2,14 \cdot (0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl \\&\quad + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl + 0,17dl) \\&\quad \cdot 10^{-3} = 2,14 \\&\quad \cdot (0,17 \cdot 32 \cdot 2 + 0,17 \cdot 30 \cdot 20 + 0,17 \cdot 25 \cdot 14 + 0,17 \cdot 23,5 \cdot 1,4 \\&\quad + 0,17 \cdot 30 \cdot 1 + 0,17 \cdot 32 \cdot 2 + 0,17 \cdot 25 \cdot 80 + 0,17 \cdot 22 \cdot 40 + 0,17 \\&\quad \cdot 20 \cdot 30 + 0,17 \cdot 20 \cdot 1 + 0,17 \cdot 22 \cdot 1 + 0,17 \cdot 25 \cdot 1 + 0,17 \cdot 30 \cdot 1 \\&\quad + 0,17 \cdot 23,5 \cdot 1,4) \cdot 10^{-3} = 1,73 \text{ мин};\end{aligned}$$

2. Сверлильная операция: ($\Phi_{k.3} = 1,72$)

переход 1: сверлить отверстие

$$T_{шк2} = \Phi_{k.2} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} = 2,14 \cdot 0,52dl = 2,14 \cdot 0,52 \cdot 20 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 0,13 \text{ мин};$$

3. Токарная операция: ($\Phi_{k.1} = 1,84$)

переход 1: сверлить отверстие под резьбу М6-7Н;

$$T_{шк2} = \Phi_{k.2} \cdot T_0 \cdot 10^{-3} = 1,84 \cdot 6l \cdot 10^{-3} = 1,84 \cdot 6 \cdot 45 \cdot 10^{-3} \cdot 4 = 0,5 \text{ мин};$$

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{шк}}{n} = \frac{T_{шк1} + T_{шк2} + T_{шк3}}{3} = 2,895 \text{ мин};$$

Тип производства определяем по формуле 1.1:

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{30,22}{2,895} = 9,84;$$

Так как $K_{3,0} = 9,84 < 10$, то есть тип производства мелкосерийный.

1.4. Выбор исходной заготовки

Методы изготовления заготовок деталей определяются технологическими свойствами их материала, формой, габаритами и типом производства. Материал детали во многом определяет выбор заготовки. Материалы делятся на литейные (чугуны, алюминиевые сплавы, литейные стали и др.) и подлежащие обработке давлением (стали, алюминий-магниевые сплавы, латунь и др.)

Самым первым критерием при выборе типа заготовки служит материал, из которого изготавливается деталь: Сталь – прокат, поковка, штамповка, реже – отливка; Чугун – различные способы литья; Цв. металлы – прокат, отливка, реже – штамповка; Полимеры – прокат, отливка. Стекло органическое–полимеры – прокат, отливка. Вторым критерием являются технологические возможности типа производства: – для деталей простой формы предпочтителен прокат; – для деталей средних и крупных размеров простой формы с большими перепадами размеров – поковка; – для деталей сложной формы – отливка или штамповка, для Вала- Прокат горячекатанный обычной точности.

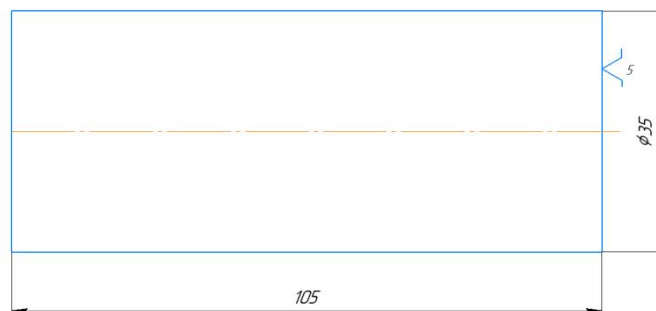
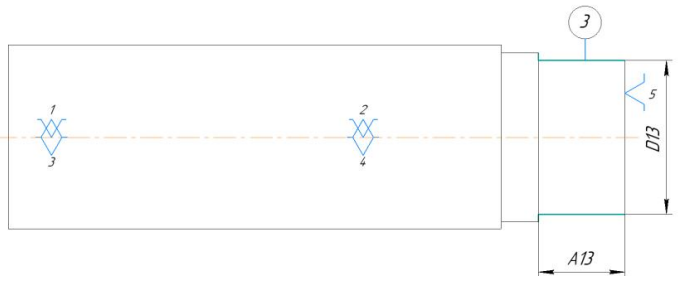
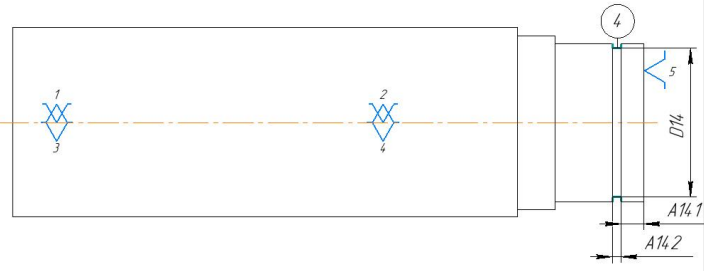
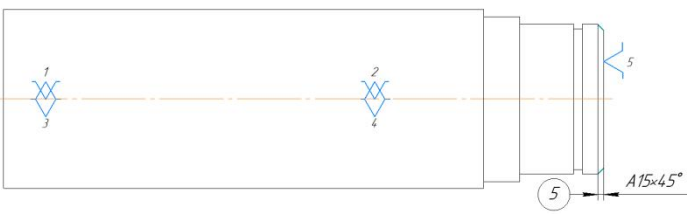
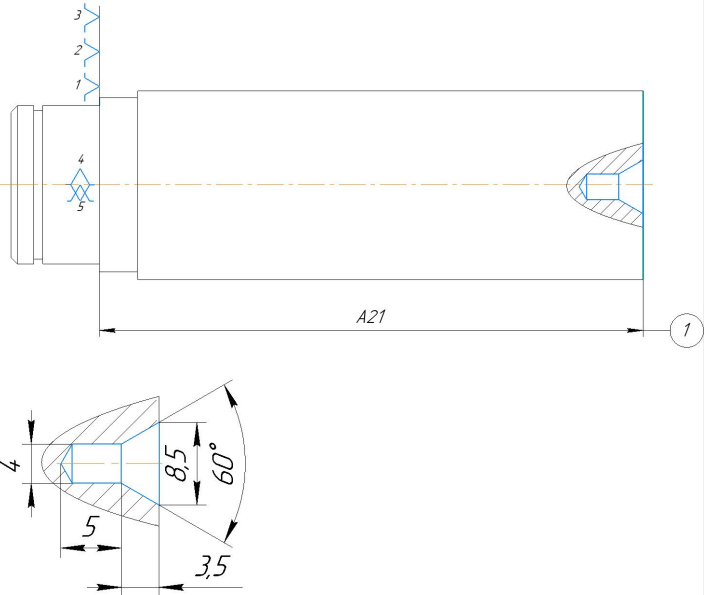


Рисунок 1.2. Чертёж заготовки

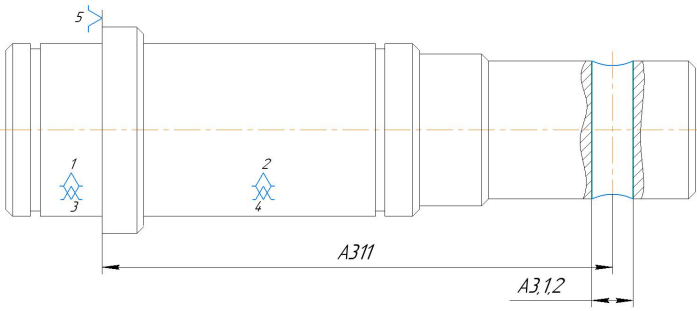
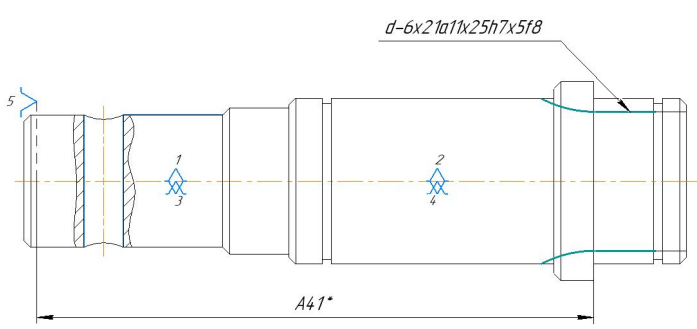
1.5. Разработка технологии изготовления детали

Таблица 1.3 Технологический процесс изготовления детали

Номер		Название и Содержание операций и переходов	Операционный эскиз
000		Заготовительная	
		Отрезать заготовку, выдерживая размеры A_{01} и $D_{0.1}$	
005	1	Токарная Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{1.1}$	
	2	Точить поверхность 2 выдерживая размеры $D_{1.2}$ и $A_{1.2}$ Сверлить центровочное отверстие	

	3	Точить поверхность 3 выдерживая размеры $D_{1.3}$ и $A_{1.3}$	
	4	Точить канавку 4 выдерживая размеры $D_{1.4}$ и $A_{1.4.1}$ $A_{1.4.2}$	
	5	Точить фаску, выдерживая размер $A_{1.5}$	
010	1	Переустановить заготовку Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{2.1}$ Сверлить центровочное отверстие	

2	Точить поверхность 2 выдерживая размеры $D_{2.2}$ и $A_{2.2}$	
3	Точить поверхность 3 выдержав размер $D_{2.3}$ и $A_{2.3}$	
4	Точить поверхность 4 выдерживая размеры $D_{2.4}$ и $A_{2.4}$	
5	Точить 4 фаску, выдерживая размер $A_{2.5}$	
6	Точить канавку 6 выдерживая размеры $D_{2.6}$ и $A_{2.6.1}$ $A_{2.6.2}$	

015	1	Сверлильная Сверлить отверстие выдерживая размеры A_{3.1.1} и A_{3.1.2}	
020	1	Фрезерная Фрезеровать шлицы выдерживая размеры A_{4.1} d-6x21a11x25h7x5f8	

1.6. Расчет припусков и диаметральных технологических размеров

Расчет минимальных значений припусков для поверхностей типа «тело вращения» производим, пользуясь основной формулой (учитывая малую вероятность совпадения направления погрешность заготовки из-за коробления ρ_{i-1} и погрешности установки ε_i):

$$2Z_{min.i} = 2(R_{z.i-1} + T_{деф.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}); \quad (1.5)$$

где: $2Z_{min.i}$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z.i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

$T_{деф.i-1}$ – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – погрешность заготовки из-за коробления (смещение) после предыдущей обработки, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

Расчет минимальных значений припусков для тел вращения можно производить и с учетом совпадения направлений ρ_{i-1} и ε_i : [2, стр. 51]

$$2Z_{min.i} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i) \quad (1.6)$$

Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

Ø30h14(-0,1)

Таблица 1.4 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{min}$, мкм	Допуск к Т, мкм	Сред. размер, мм.	Технол. размер, мм.	Припуск к на обработ
	R_z , мкм	T_{def} , мкм	ρ , мкм	ε , мкм					
Обточка Ø30h14(-1)									
Заготовка(h16)	100	150	50			1600	34,2	$35^0_{-1,6}$	
Обточка черновая (h14)	50	50		320	$2 \cdot 574 = 1148$	520	29,74	$30^0_{-0,52}$	$5^{0,52}_{-1,6}$

Минимальный принимаем припуск под черновое точение:

$$2Z_{min.} = 2(R_{z.i-1} + T_{def.i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(100 + 150 + \sqrt{(50^2 + 320^2)}) = 1148 \text{ мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные

цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности $\varnothing 30h14$ (рис. 1.3)

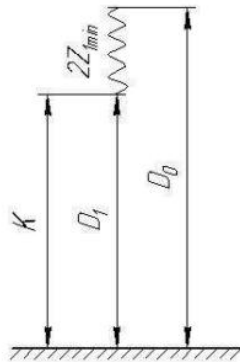


Рисунок. 1.3. Размерные цепи при обработке наружной поверхности $\varnothing 30h14$.

Из размерной схемы:

$$D_1^C = D_1 + \frac{BOD_1 + HOD_1}{2} = 30 + \frac{0 - 0,52}{2} = 29,74 \text{ мм}$$

$$2Z_1^C = 2Z_{1\min} + \frac{TD_1 + TD_0}{2} = 1148 + \frac{0,52 + 1,6}{2} = 1,208 \text{ мм}$$

$$D_0^C = D_1^C + 2Z_1^C = 29,74 + 1,208 = 30,948 \text{ мм}$$

Вычислим номинальное значение D_0 :

$$D_0 = D_0^C - \frac{BOD_0 + HOD_0}{2} = 30,948 - \frac{0 - 1,6}{2} = 31,748 \text{ мм}$$

Расчётное значение этого звена составит : $D_0 = 31,748_{-1,6}^0 \text{ мм}$

Примем в соответствии со стандартом : $D_0 = 35_{-1,6}^0 \text{ мм}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_1 = D_0 - D_1 = 35_{-1,6}^0 - 30_{-0,52}^0 = 5_{-1,6}^{0,52} \text{ мм}$$

$$2Z_{1\min} = 3,4 \text{ мм}$$

$$2Z_{1\max} = 5,52 \text{ мм}$$

Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

Ø25k7

Таблица 1.5 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Допу ск Т, мкм	Сред. размер, мм.	Технол. размер, мм.	Припуск на обработ
	R_z ,	$T_{\text{деф.}}$	ρ ,	ε ,					
	мкм	мкм	мкм	мкм					
Обточка Ø25k7									
Заготовка (h14)	120	120	5,4	320		520	29,74	$30^0_{-0,52}$	
Черновая (h12)	30	30	3,0	70	$2 \cdot 310 = 620$	210	25,254	$25,359^{+0}_{-0,2}$	$4,461^{+0,021}_{-0,52}$
чистовая(k7)	5	5		0	$2 \cdot 63 = 126$	21	25,0125	$25^{+0,023}_{+0,002}$	$0,359^{-0,002}_{-0,233}$

Минимальный принимаем припуск под черновое точение:

$$2Z_{\min.1} = 2(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(120 + 120 + \sqrt{5,4^2 + 70^2})$$

$$= 620 \text{ мкм.}$$

Минимальный принимаем припуск под чистовое точение:

$$2Z_{\min.2} = 2(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(30 + 30 + \sqrt{3^2}) = 126 \text{ мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности Ø25k7 (рис. 1.4)

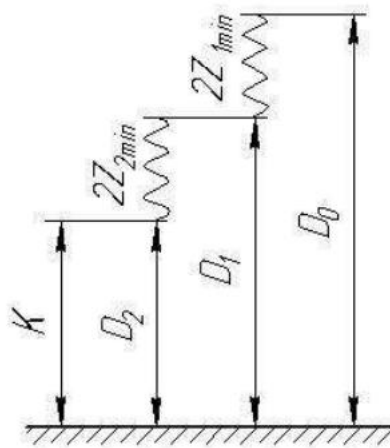


Рисунок. 1.4 Размерные цепи при обработке наружной поверхности Ø25k7

Из размерной схемы:

$$D_2^C = D_2 + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 25 + \frac{0,023 + 0,002}{2} = 25,0125 \text{ мм}$$

$$2Z_2^C = 2Z_{2\min} + \frac{TD_2 + TD_1}{2} = 0,126 + \frac{0,021 + 0,21}{2} = 0,2415 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_1^C = D_2^C + 2Z_2^C = 25,0125 + 0,2415 = 25,254 \text{ мм}$$

Звено D_1^C записываем в виде $D_1 = 25,254_{-0,105}^{+0,105}$

Так как для валов приятно использовать наибольший предельный размер, то запишем $D_1 = 25,359_{-0,21}^{+0}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_2 = D_1 - D_2 = 25,359_{-0,21}^{+0} - 25_{+0,002}^{+0,023} = 0,359_{-0,233}^{-0,002} \text{ мм}$$

$$2Z_{2\min} = 0,126 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 0,357 \text{ мм}$$

$$2Z_1 = D_0 - D_1 = 30_{-0,52}^0 - 25,359_{-0,21}^{+0} = 4,461_{-0,52}^{+0,021} \text{ мм}$$

$$2Z_{1\min} = 3,941 \text{ мм}$$

Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

Ø25k7

Таблица 1.6 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Допуск к Т, мкм	Сред. размер, мм.	Технол. размер, мм.	Припуск на обработ
	R_z , мкм	$T_{\text{деф.}}$, мкм	ρ , мкм	ε , мкм					
Обточка Ø25k7									
Заготовка (h16)	100	150	50			1600	29,74	$35^0_{-1,6}$	
Черновая (h14)	120	120	5,4	320	$2 \cdot 574 = 1148$	520	25,254	$26,4175^{+0}_{-0,52}$	$8,5825^{+0,52}_{-1,6}$
получистовая(h11)	30	30	3,0	0	$2 \cdot 310 = 620$	130	25,2125	$25,2775^{+0}_{-0,13}$	$1,14^{+0,13}_{-0,52}$
тонкая(k7)	5	5		0	$2 \cdot 63 = 126$	21	25,0125	$25^{+0,023}_{+0,002}$	$0,2775^{-0,00}_{-0,15}$

Минимальный принимаем припуск под черновое точение:

$$2Z_{\min.1} = 2(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(100 + 150 + \sqrt{50^2 + 320^2})$$

$$= 1148 \text{ мкм.}$$

Минимальный принимаем припуск под получистовое точение:

$$2Z_{\min.2} = 2(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(120 + 120 + \sqrt{5,4^2 + 70^2})$$

$$= 620 \text{ мкм.}$$

Минимальный принимаем припуск под тонкое точение:

$$2Z_{\min.3} = 2(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(30 + 30 + \sqrt{3^2}) = 126 \text{ мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности

Ø25k7 (рис. 1.5)

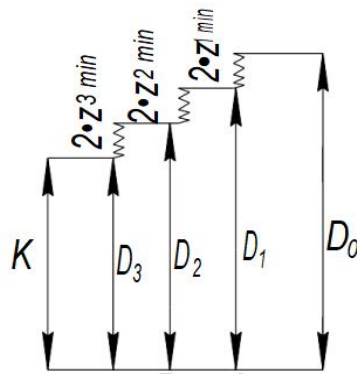


Рисунок. 1.5 Размерные цепи при обработке наружной поверхности Ø25k7

Из размерной схемы:

$$D_3^C = D_3 + \frac{BOD_3 + HOD_3}{2} = 25 + \frac{0,023 + 0,002}{2} = 25,0125 \text{ мм}$$

$$2Z_3^C = 2Z_{3\min} + \frac{TD_3 + TD_2}{2} = 0,126 + \frac{0,021 + 0,13}{2} = 0,2 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_2^C = D_3^C + 2Z_3^C = 25,0125 + 0,2 = 25,2125 \text{ мм}$$

Звено D_2^C записываем в виде $D_2 = 25,2125_{-0,065}^{+0,065}$

Так как для валов приятно использовать наибольший предельный размер, то

запишем $D_2 = 25,2775_{-0,13}^{+0}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_3 = D_2 - D_3 = 25,2775_{-0,13}^{+0} - 25_{+0,002}^{+0,023} = 0,2775_{-0,153}^{-0,002} \text{ мм}$$

$$2Z_{3\min} = 0,1245 \text{ мм}$$

$$2Z_{3\max} = 0,2755 \text{ мм}$$

Технологический размер на получистовое точение :

$$2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + TD_2 + TD_1 = 0,62 + 0,13 + 0,52 = 1,27 \text{ мм}$$

$$D_2^C = D_2 + \frac{BOD_2 + HOD_2}{2} = 25,2775 + \frac{0 - 0,13}{2} = 25,2125 \text{ мм}$$

$$2Z_2^C = 2Z_{2\min} + \frac{TD_2 + TD_1}{2} = 0,62 + \frac{0,13 + 0,52}{2} = 0,945 \text{ мм}$$

и вычисляем

$$D_1^C = D_2^C + 2Z_2^C = 25,2125 + 0,945 = 26,1575 \text{ мм}$$

Звено D_1^C записываем в виде $D_1 = 26,1575_{-0,26}^{+0,26}$

Так как для валов приятно использовать наибольший предельный размер,

то запишем $D_1 = 26,4175_{-0,52}^{+0}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_2 = D_1 - D_2 = 26,4175_{-0,52}^{+0} - 25,2775_{-0,13}^{+0} = 1,14_{-0,52}^{+0,13} \text{ мм}$$

$$2Z_{2\min} = 0,62 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = 1,27 \text{ мм}$$

Технологический размер на получистовое точение :

$$D_0 = 35_{-1,6}^0$$

$$2Z_1 = D_0 - D_1 = 35_{-1,6}^0 - 26,4175_{-0,52}^{+0} = 8,5825_{-1,6}^{+0,52} \text{ мм}$$

$$2Z_{2\min} = 6,9825 \text{ мм} \quad 2Z_{2\max} = 9,1025 \text{ мм}$$

Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

Ø22h11

Таблица 1.7 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Допуск Т, мкм	Сред. размер, мм.	Технол. размер, мм.	Припуск на обработку
	R_z , мкм	$T_{\text{деф.}}$, мкм	ρ , мкм	ε , мкм					
Обточка Ø22h11									
Заготовка (h14)	120	120	5,4	70		520	29,74	$25^{+0,02}_{+0,00}$	
чистовая (h11)	20	30	3,0	0	$2 \cdot 245 = 490$	130	21,935	$22^0_{-0,13}$	$3^{+0,153}_{+0,002}$

Минимальный принимаем припуск под чистовое точение:

$$2Z_{min.} = 2(R_{z,i-1} + T_{def,i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(120 + 120 + \sqrt{5,4^2}) = 490 \text{ мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности Ø22h11 (рис. 1.6)

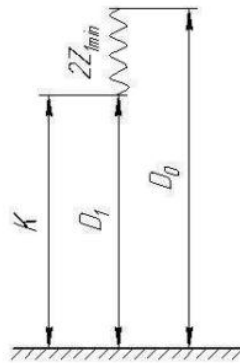


Рис. 1.6 Размерные цепи при обработке наружной поверхности Ø22h11

Из размерной схемы:

$$D_1^C = D_1 + \frac{BOD_1 + HOD_1}{2} = 22 + \frac{0 - 0,13}{2} = 21,935 \text{ мм}$$

$$2Z_1^C = 2Z_{1min} + \frac{TD_1 + TD_0}{2} = 0,49 + \frac{0,13 + 0,52}{2} = 0,815 \text{ мм}$$

$$D_0^C = D_1^C + 2Z_1^C = 21,935 + 0,815 = 22,75 \text{ мм}$$

Вычислим номинальное значение D_0 :

$$D_0 = D_0^C - \frac{BOD_0 + HOD_0}{2} = 22,75 - \frac{0 - 0,52}{2} = 23,01 \text{ мм}$$

Расчётное значение этого звена составит : $D_0 = 23,01_{-0,13}^0 \text{ мм}$

Примем в соответствии со стандартом : $D_0 = 25_{+0,002}^{+0,023} \text{ мм}$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_1 = D_0 - D_1 = 25_{+0,002}^{+0,023} - 22_{-0,13}^0 = 3_{+0,002}^{+0,153} \text{ мм}$$

$$2Z_{1\min} = 3,002\text{мм}$$

$$2Z_{1\max} = 3,153\text{мм}$$

Расчет минимального припуска на обработку наружной поверхности

Ø20h11

Таблица 1.8 – Расчет минимальных припусков и технологических размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Допуск Т, мкм	Сред. размер, мм.	Технол. размер, мм.	Припуск на обработку
	R_z , мкм	$T_{\text{деф.}}$, мкм	ρ , мкм	ε , мкм					
Обточка Ø20h11									
Заготовка (h11)	30	30	3,0	0		130	21,935	$22^0_{-0,13}$	$3^{+0,153}_{+0,002}$
чистовая (h11)	30	30	3,0	0	$2 \cdot 63 = 126$	130		$20^0_{-0,13}$	$2^{+0,13}_{-0,13}$

Минимальный принимаем припуск под чистовое точение:

$$2Z_{\min.} = 2(R_{z.i-1} + T_{\text{деф.}i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) = 2(30 + 30 + \sqrt{3,0^2}) = 126\text{мкм.}$$

Расчет технологических размеров выполняем исходя из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи. Вычерчиваем размерные цепи при обработке наружной поверхности Ø20h11 (рис. 1.7)

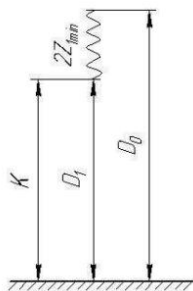


Рисунок. 1.7 Размерные цепи при обработке наружной поверхности Ø22h11

Из размерной схемы: $D_0 = 22_{-0,13}^0$

Фактическое значение припуска :

$$2Z_1 = D_0 - D_1 = 22_{-0,13}^0 - 20_{-0,13}^0 = 2_{-0,13}^{+0,13} \text{ мм}$$

$$2Z_{1\min} = 1,87 \text{ мм}$$

$$2Z_{1\max} = 2,13 \text{ мм}$$

1.7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров в осевом направлении.

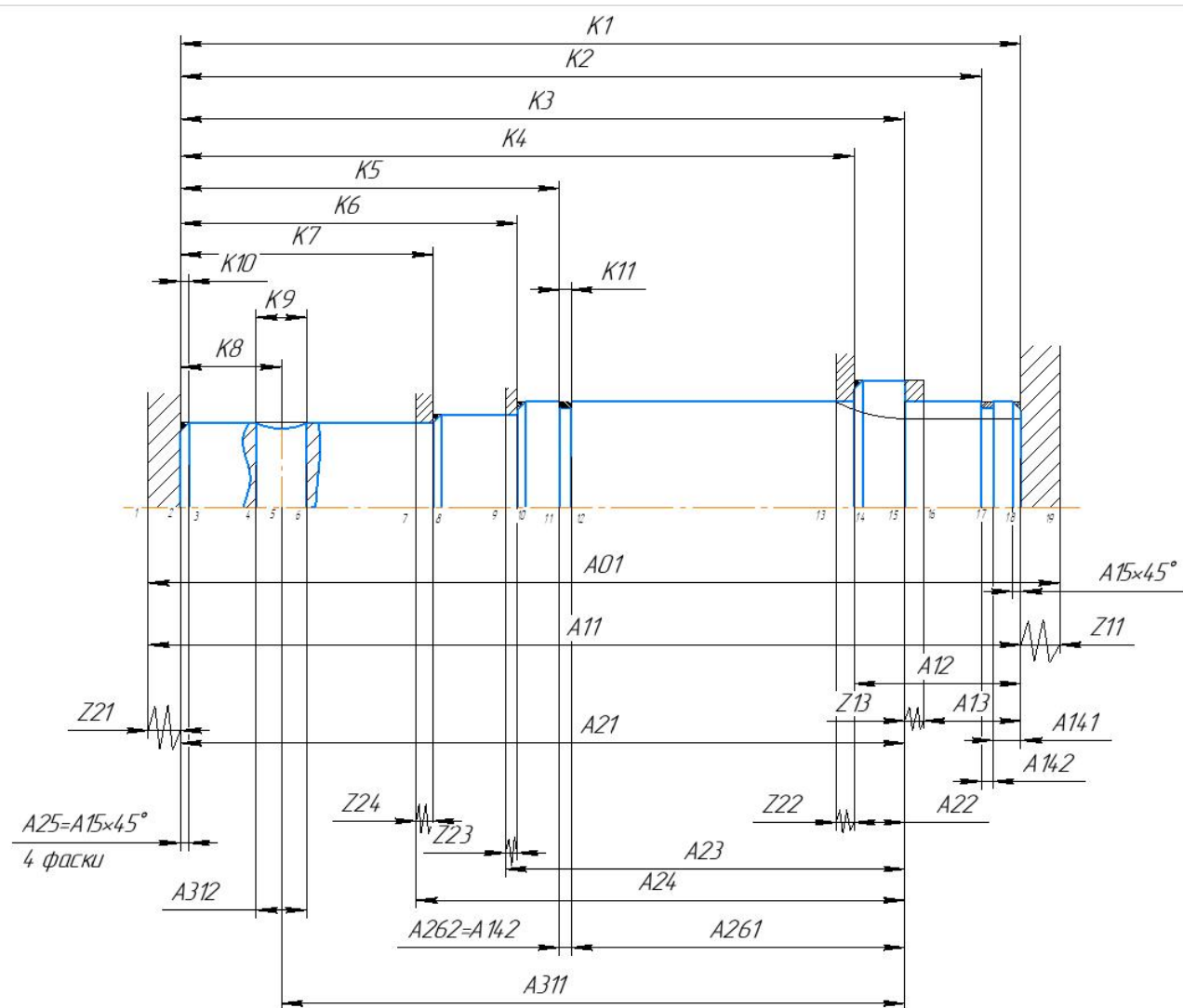


Рисунок-1.8. Размерная схема осевых размеров закрепления

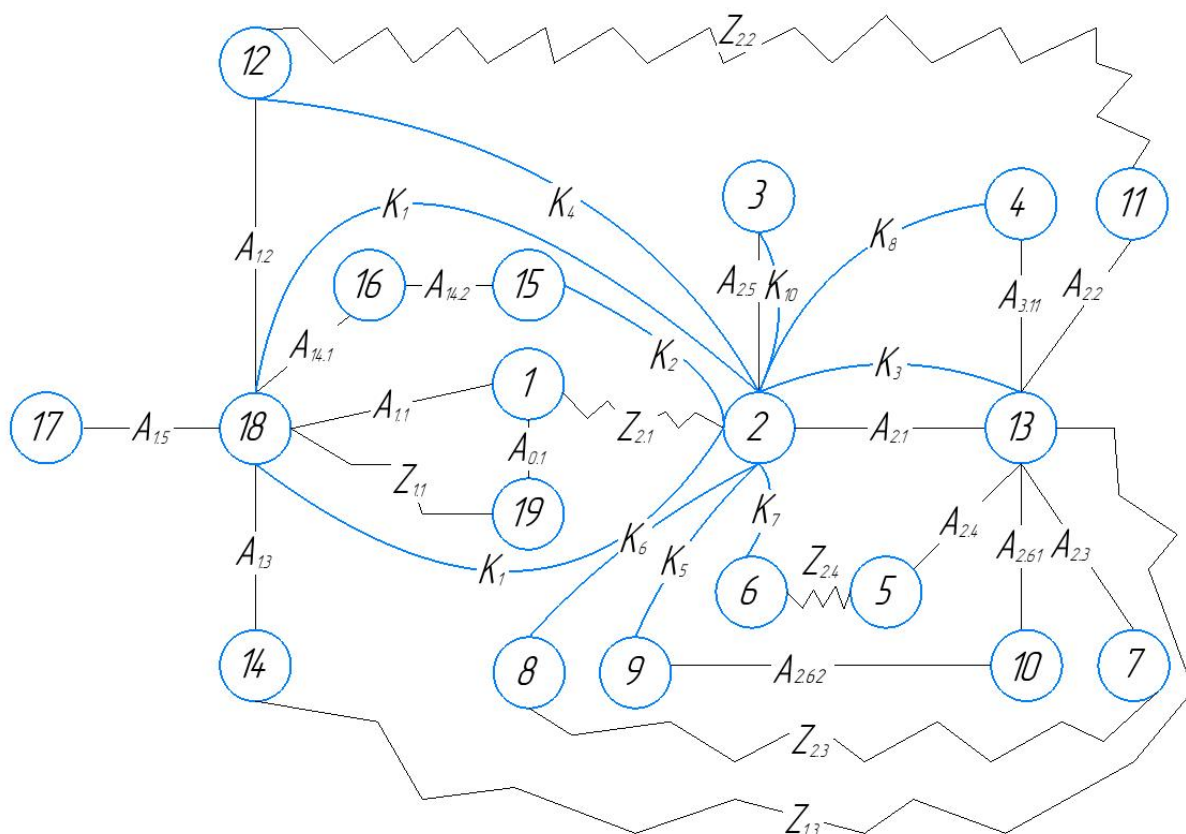


Рисунок-1.9.Граф технологических размерных цепей

1.7.1. Допуски на конструкторские размеры

$$TK1 = 100_{-0,87}^0 = 0,87\text{мм};$$

$$TK2 = 95_{-0,87}^{+0} = 0,87\text{мм};$$

$$TK3 = 86_{-0,87}^{+0} = 0,87\text{мм};$$

$$TK4 = 80_{-0,74}^{+0} = 0,74\text{мм};$$

$$TK5 = 45_{-0,62}^{+0} = 0,62\text{мм};$$

$$TK6 = 40_{-0,62}^{+0} = 0,62\text{мм};$$

$$TK7 = 30_{-0,52}^{+0} = 0,52\text{мм};$$

$$TK8 = 12_{-0,43}^{+0} = 0,43\text{мм};$$

$$TK9 = 6_{-0}^{+0,3} = 0,3\text{мм};$$

$$TK10 = 1_{-0,26}^{+0} = 0,26\text{мм};$$

$$TK11 = 1,4_{-0}^{+0,14} = 0,14\text{мм};$$

1.7.2. Расчет допусков на технологические размеры

Определение допусков на осевые технологические размеры

$$TA_i = \omega_i + \rho_i + \varepsilon\sigma \quad (1,7)$$

Где ω_i – статическая погрешность

ρ_i – пространственное отклонение измерительной базы

$\varepsilon\sigma$ – погрешность базирования

$$TA_{0,1} = \omega_c + \rho_u = 0,2 + 0,1 = 0,3\text{мм}$$

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_u = 0,2 + 0,01 = 0,21\text{мм}$$

$$TA_{1,2} = \omega_c = 0,2\text{мм}$$

$$TA_{1,3} = \omega_c + \rho_u = 0,12 + 0,01 = 0,13\text{мм}$$

$$TA_{1,4,1} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{1,4,2} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_u = 0,2 + 0,01 = 0,21\text{мм}$$

$$TA_{2,2} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{2,3} = \omega_c + q_H = 0,12 + 0,01 = 0,13\text{мм}$$

$$TA_{2,4} = \omega_c + q_H = 0,12 + 0,01 = 0,13\text{мм}$$

$$TA_{2,5} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{2,6,1} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{2,6,2} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{3,1,1} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

$$TA_{3,1,2} = \omega_c = 0,12\text{мм}$$

1.7.3. Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

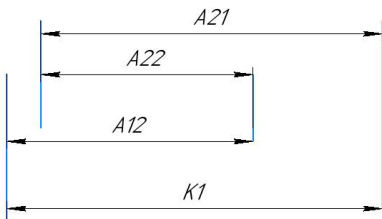
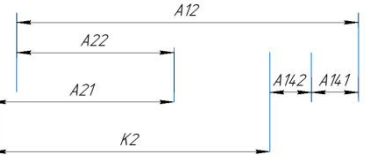
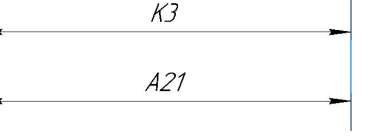
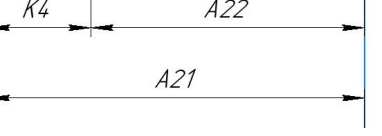
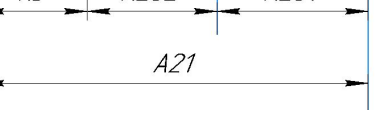
При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

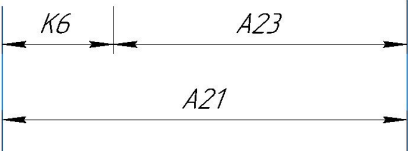
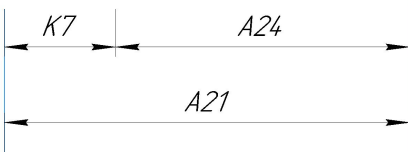
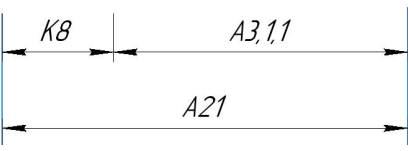
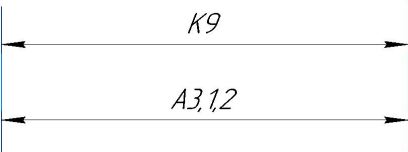
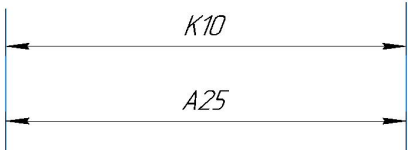
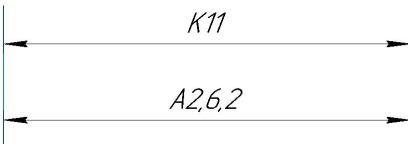
$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i \quad (1.8)$$

$$TK \geq \sqrt{\sum_{i=1}^{n+p} TA_i^2} \quad (1.9)$$

Расчёт технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, как показано в Таблице 1.9.:

Таблица 1.9.

проверка точности размера	Рисунок	Выводы
проверка точности размера K1		$TK_1 = 0,87\text{мм} \geq TA_{1,2} + TA_{2,1} + TA_{2,2} = 0,53\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K2		$TK_2 = 0,87\text{мм} \geq TA_{2,1} + TA_{1,4,1} + TA_{1,4,2} + TA_{2,2} + TA_{1,2} = 0,77\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K3		$TK_3 = 0,87\text{мм} \geq TA_{2,1} = 0,21\text{мм}$ Размер K3 выдерживается непосредственно
проверка точности размера K4		$TK_4 = 0,74\text{мм} \geq TA_{2,1} + TA_{2,2} = 0,33\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K5		$TK_5 = 0,62\text{мм} \geq TA_{2,1} + TA_{2,6,2} + TA_{2,6,1} = 0,45\text{мм}$ Условие выполняется

проверка точности размера K6		$TK_6 = 0,62\text{мм} \geq TA_{2,1} + TA_{2,3} = 0,33\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K7		$TK_7 = 0,52\text{мм} \geq TA_{2,1} + TA_{2,4} = 0,33\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K8		$TK_8 = 0,43\text{мм} \geq TA_{2,1} + TA_{3,1,1} = 0,33\text{мм} = 0,12\text{мм}$ Условие выполняется
проверка точности размера K9		$TK_9 = 0,3\text{мм} \geq TA_{3,1,2} = 0,12\text{мм}$ Размер K9 выдерживается непосредственно
проверка точности размера K10		$TK_{10} = 0,26\text{мм} \geq TA_{2,5} = 0,12\text{мм}$ Размер K10 выдерживается непосредственно
проверка точности размера K11		$TK_{11} = 0,14\text{мм} \geq TA_{2,6,2} = 0,12\text{мм}$ Размер K11 выдерживается непосредственно

1.7.4. Расчет припусков поперечные размеры

Минимальный припуск на обработку плоскости:

$$Z_{min} = R_{z.i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (1.10)$$

где: Z_{min} – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z.i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; h_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм;

$$\rho_{i-1} = \rho_{f i-1} + \rho_{p i-1}, \quad (1.11)$$

где: $\rho_{f i-1}$ – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$\rho_{p i-1}$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

$$Z_{1,1}^{min} = 100 + 150 + 50 = 300 \text{ мкм} = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{2,1}^{min} = 100 + 150 + 50 = 300 \text{ мкм} = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{1,3}^{min} = 30 + 30 + 3 = 63 \text{ мкм} = 0,063 \text{ мм}$$

$$Z_{2,2}^{min} = 120 + 120 + 5,4 = 245,4 \text{ мкм} = 0,245 \text{ мм}$$

$$Z_{2,3}^{min} = 20 + 30 + 3 = 53 \text{ мкм} = 0,053 \text{ мм}$$

$$Z_{2,4}^{min} = 30 + 30 + 3 = 63 \text{ мкм} = 0,063 \text{ мм}$$

1.7.5.Расчёт технологических размеров

Исходными данными для расчета технологических размеров являются: чертеж детали, вид исходной заготовки, технологический процесс изготовления детали, значения допусков на технологические размеры и минимальных припусков на обработку.

Расчет в общем случае производится из условий обеспечения: минимальных припусков на обработку, конструкторских размеров, непосредственно не выдерживаемых при изготовлении детали.

Расчет технологических размеров на осевые размеры

Рассчитаем размер A2,1

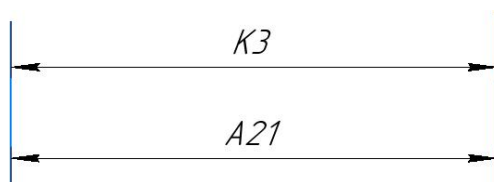


Рисунок-1.10 Технологический размер A2,1

$$K_3 = 86^{+0}_{-0,87}$$

$$A_{2,1}^C = K_3^C = 85,565\text{мм}$$

$$\text{Принимать } A_{2,1} = 85,565^{+0,105}_{-0,105}$$

Рассчитаем размер A1,1

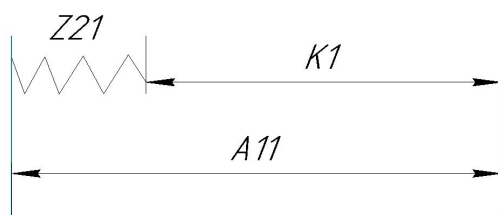


Рисунок-1.11 Технологический размер A1,1

$$K1 = 100^{+0}_{-0,87}\text{мм}$$

$$Z_{2,1}^C = 0,505\text{мм}$$

$$A_{1,1}^C = Z_{2,1}^C + K_1^C = 0,505 + 99,565 = 100,07\text{мм}$$

$$\text{Принимать } A_{1,1} = 100,07_{-0,105}^{+0,105}\text{мм}$$

Рассчитаем размер A0,1

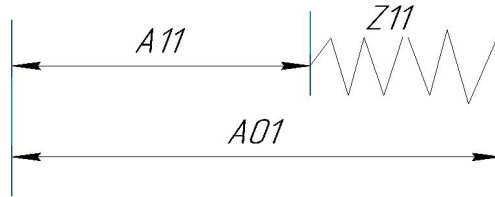


Рисунок-1.12 Технологический размер A0,1

$$A_{1,1}^C = 100,07\text{мм}$$

$$Z_{1,1}^{min} = 0,3\text{мм}$$

$$Z_{1,1}^C = Z_{min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{0,1}}{2} = 0,3 + \frac{0,21 + 0,3}{2} = 0,555\text{мм}$$

$$A_{0,1}^C = Z_{1,1}^C + A_{1,1}^C = 0,555 + 100,07 = 100,625$$

$$\text{Принимать } A_{0,1} = 100,625_{-0,15}^{+0,15}\text{мм}$$

Рассчитаем размер A1,2

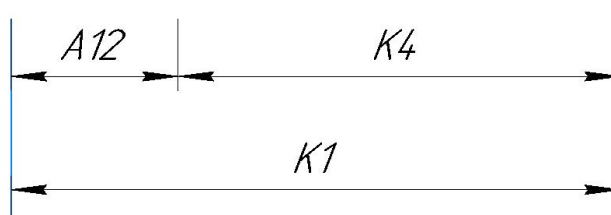


Рисунок-1.13 Технологический размер A1,2

$$A_{12} = K1 - K4$$

$$K1 - K4 = 100_{-0,87}^0 - 80_{-0,74}^0 = 20_{-0,87}^{+0,74}\text{мм}$$

$$A_{1,2}^C = (K1 - K4)^C = 19,935\text{мм}$$

$$\text{Принимать } A_{1,2} = 19,935_{-0,1}^{+0,1}\text{мм}$$

Рассчитаем размер A1,3

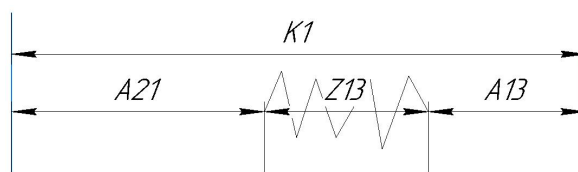


Рисунок-1.14 Технологический размер A1,3

$$A_{1,3} = K_1 - A_{2,1} - Z_{1,3}$$

$$Z_{1,3}^{min} = 0,063 \text{ мм}$$

$$Z_{1,3}^C = Z_{min} + \frac{TA_{1,3} + T(K_1 - K_3)}{2} = 0,063 + \frac{0,13 + 0,87}{2} = 0,563 \text{ мм}$$

$$A_{2,1}^C = 85,565 \text{ мм}$$

$$A_{1,3}^C = K_1^C - A_{2,1}^C - Z_{1,3}^C = 99,565 - 85,565 - 0,563 = 13,437 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{1,3} = 13,437_{-0,065}^{+0,065} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A1,4,1

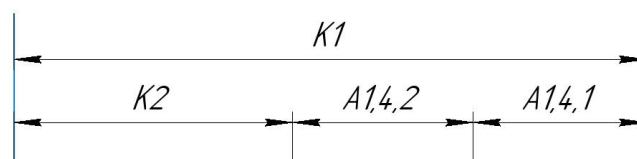


Рисунок-1.15 Технологический размер A1,4,1

$$A_{1,4,1} = K_1 - K_2 - A_{1,4,2}$$

$$K_1 = 100_{-0,87}^0 \text{ мм} \quad K_2 = 95_{-0,87}^0 \text{ мм} \quad A_{1,4,2} = 1,4_{-0,14}^{+0,14} \text{ мм}$$

$$A_{1,4,1}^C = K_1^C - K_2^C - A_{1,4,2}^C = 99,565 - 94,565 - 1,47 = 3,53 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{1,4,1} = 3,53_{-0,06}^{+0,06} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A2,2

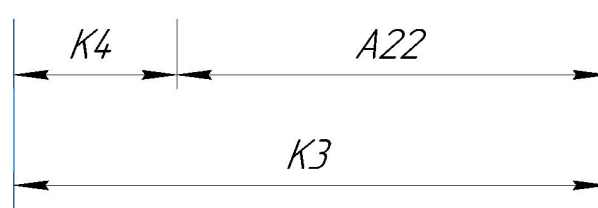


Рисунок-1.16 Технологический размер A2,2

$$K3 = 86^{+0}_{-0,87} \quad K4 = 80^{+0}_{-0,74}$$

$$A_{2,2}^C = K_3^C - K_4^C = 85,565 - 79,63 = 5,935 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{2,2} = 5,935^{+0,06}_{-0,06} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A2,3

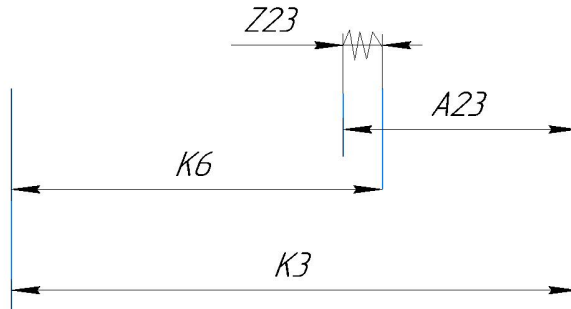


Рисунок-1.17 Технологический размер A2,3

$$A_{2,3} = K_3 - K_6 + Z_{2,3}$$

$$K3 = 86^{+0}_{-0,87} \text{ мм} \quad K6 = 40^{+0}_{-0,62} \text{ мм} \quad Z_{2,3}^{min} = 0,053 \text{ мм}$$

$$Z_{2,3}^C = Z_{min} + \frac{TA_{2,3} + T(K_3 - K_6)}{2} = 0,053 + \frac{0,13 + 1,49}{2} = 0,863 \text{ мм}$$

$$A_{2,3}^C = K_3^C - K_6^C + Z_{2,3}^C = 85,565 - 39,69 + 0,863 = 46,738 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{2,3} = 46,738^{+0,065}_{-0,065} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A2,4

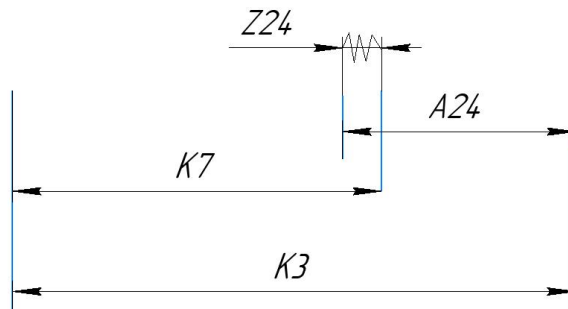


Рисунок-1.18 Технологический размер A2,4

$$A_{2,4} = K_3 - K_7 + Z_{2,4}$$

$$K3 = 86^{+0}_{-0,87} \text{ мм} \quad K7 = 30^{+0}_{-0,52} \text{ мм} \quad Z_{2,4}^{min} = 0,3 \text{ мм}$$

$$Z_{2,4}^C = Z_{min} + \frac{TA_{2,4} + T(K_3 - K_7)}{2} = 0,3 + \frac{0,13 + 1,39}{2} = 1,06 \text{ мм}$$

$$A_{2,4}^C = K_3^C - K_7^C + Z_{2,4}^C = 85,565 - 29,74 + 1,06 = 56,885 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{2,4} = 56,885_{-0,065}^{+0,065} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A2,5

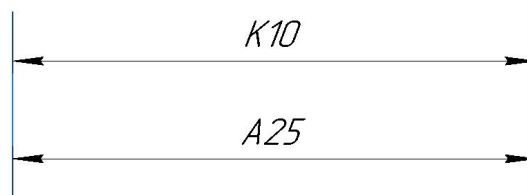


Рисунок-1.19 Технологический размер A2,5

$$K_{10} = 1_{-0,26}^{+0} \text{ мм}$$

$$A_{2,5}^C = K_{10}^C = 0,87 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{2,5} = 0,87_{-0,06}^{+0,06}$$

Рассчитаем размер A2,6,1

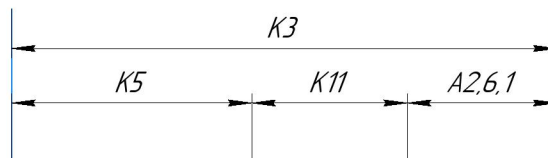


Рисунок-1.20 Технологический размер A2,6,1

$$K_3 = 86_{-0,87}^{+0} \text{ мм} \quad K_5 = 45_{-0,62}^{+0} \text{ мм} \quad K_{11} = 1,4_{-0}^{+0,14} \text{ мм}$$

$$A_{2,6,1}^C = K_3^C - K_5^C - K_{11}^C = 85,565 - 44,69 - 1,47 = 39,405 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{2,6,1} = 39,405_{-0,06}^{+0,06} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A2,6,2

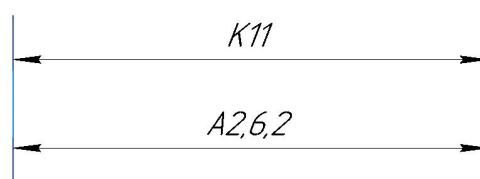


Рисунок-1.21 Технологический размер A2,6,2

$$K11 = 1,4^{+0,14}_{-0} \text{ мм}$$

$$A_{2,6,2}^C = K_{11}^C = 1,47 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{2,5} = 1,47^{+0,06}_{-0,06} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A3,1,1

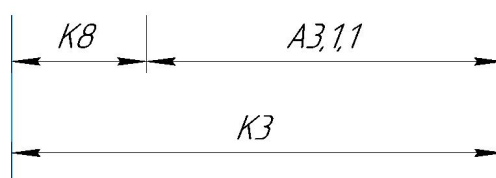


Рисунок-1.22 Технологический размер A3,1,1

$$K3 = 86^{+0}_{-0,87} \text{ мм} \quad K8 = 12^{+0}_{-0,43}$$

$$A_{3,1,1}^C = K_3^C - K_8^C = 85,565 - 11,785 = 73,78 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{3,1,1} = 73,78^{+0,06}_{-0,06} \text{ мм}$$

Рассчитаем размер A3,1,2

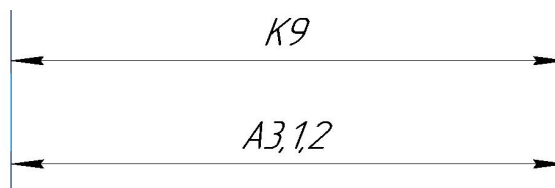


Рисунок-1.23 Технологический размер A3,1,2

$$K9 = 6^{+0,3}_{-0} \text{ мм}$$

$$A_{3,1,2}^C = K_9^C = 6,15 \text{ мм}$$

$$\text{Принимать } A_{3,1,2} = 6,15^{+0,06}_{-0,06} \text{ мм}$$

1.8. Выбор оборудования

Таблица 1.10. Техническая характеристика Токарно-винторезного станка с ЧПУ Модель 160НТ

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки мм:	200
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе, мм	50
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	120
Шаг нарезаемой метрической резьбы	До 20
Частота вращения шпинделя, об/мин	5 – 8000
Число скоростей шпинделя	22
Подача суппорта, мм/мин:	1-15000
Число ступеней подач	Бесступенчатое регулирование
Скорость быстрого перемещения суппорта, мм/мин:	
Продольного	4800
Поперечного	2400
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	12/18,5
Габаритные размеры (без ЧПУ):	

Таблица 1.11. Горизонтально–фрезерный станок модели 6K12

Размер стола	мм	1600x360
Ход стола по осям	мм	1300/300/450

Поворот стола	°	±45
Подача стола	мм/мин	30-750/20-500/15-375
Ускоренная подача стола (X/Y/Z)	мм	1200/800/600
Перемещение стола Z	мм	550
МАХ нагрузка на стол	кг	500
Т-образный паз	мм	3/18/80
Конус шпинделя		7:24 ISO50
МАХ диаметр торцевой фрезы	мм	160
МАХ диаметр концевой фрезы	мм	60
МАХ диаметр дисковой фрезы (H)	мм	200
Расстояние между вертикальным шпинделем и поверхностью стола	мм	175-565
Расстояние между горизонтальным шпинделем и поверхностью стола	мм	20-410
Расстояние между осью вертикального шпинделя и колонны	мм	200
Диапазон скоростей шпинделя		60-1750 (V) 60-1800 (H)
Мощность основного двигателя	кВт	4 (V) , 5,5 (H)
Крутящий момент серводвигателя подачи стола	N.M.	10n.m.серво-мотор
Габаритные размеры	мм	2450×2100×2150
Масса <u>PROMA FVV-210</u> <u>УЦИ</u> <u>НЕТТО</u> с	кг	2750

1.9.Расчет режимов резания

Заготовительная операция :

Резец отрезной 2120-0501 ГОСТ 18874-73 твердого сплава Т5К10.[4, с. 180]

Подача: $s = 0,12 \text{ мм/об}$; [4, с 425]

Глубина резания: $t = 35 \text{ мм}$

Стойкость: $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Iv}$$

Где K_{MV} —коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала; [4, с.359, табл. 2]

$K_{Iv} = 0,65$ — коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки; [4, с.359, табл. 2]

$K_{Iv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.[4, с.361, табл. 5]

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,25$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{Iv} \times K_{Iv} = 1,25 \times 0,9 \times 0,65 = 0,73$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v = \frac{47}{60^{0.2} \times 0,12^{0.8}} \times 0,73 = 82 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 47$; $y=0,8$; $m=0,20$ [4, с.367].

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 82}{3,14 \times 35} = 746 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле: [4, с. 373, табл. 22]

$$K_P = K_{mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,85 \times 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,553;$$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 408 \times 0,75^{0,72} \times 0,08^{0,8} \times 82^0 \times 0,553 = 243 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{243 \times 82}{1020 \times 60} = 0,33 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0,33 < 12.$$

Токарная операция : Точить торец

Резец: подрезной отогнутый с режущей пластиной – квадратная негативная СМП с отштампованным профилем на передней поверхности, материал - твердый сплав Т15К6 ГОСТ18880-73 с покрытием PVD TiN [2].
Геометрические параметры режущей части: главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$, вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 45^\circ$, радиус при вершине $r = 0,8$ мм, главный передний угол $\gamma = 7^\circ$, главный задний угол $\alpha = 7^\circ$, $\lambda = 0^\circ$.

$$\text{Подача: } s = 0,52 \text{ мм/об;}$$

$$\text{Глубина резания: } t = 2,5 \text{ мм}$$

$$\text{Стойкость: } T = TK_{TH} = 40 \times 1 = 40 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600}\right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{40^{0,2} \times 2,5^{0,15} \times 0,52^{0,35}} \times 1,125 = 206 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 206}{3,14 \times 35} = 1870 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,555^1 \times 0,52^{0,75} \times 258,6^{-0,15} \times 0,79 = 350 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{350 \times 258,6}{1020 \times 60} = 1,48 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}$; $1,48 < 12$.

Токарная операция :

Обработка наружной поверхности Ø30h14

Обработка поверхности с размера Ø35⁺⁰_{-1,6} мм до размера Ø30⁺⁰_{-0,52}

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6 ГОСТ18880-73.

Подача: $s = 0,34 \text{ мм/об}$;

Глубина резания: $2t = 5_{-1,6}^{0,52} = \text{мм}$ $t = 2,23 \text{ мм}$

Стойкость: $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{HV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \times 2,23^{0,15} \times 0,34^{0,35}} \times 1,125 = 224,6 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 224,6}{3,14 \times 35} = 2000 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2,23^1 \times 0,34^{0,75} \times 224,6^{-0,15} \times 0,79 = 1045 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1045 \times 224,6}{1020 \times 60} = 3,84 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 3,84 < 12.$

Токарная операция :Сверлить центровочное отверстие

Инструмент: Центровочное сверло 2317-0106 ГОСТ 14952-75

Соответственно выбираем следующие характеристики:

- 1) Подача S -по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания
- 2) Период стойкости инструмента T
- 3) Глубина резания t

Итоговые параметры:

$S=0,08$ мм/об $T=30$ мин .

$C_v=7$; $m=0,20$; $y=0,7$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v = \frac{7}{30^{0,2} \times 0,17^{0,7}} \times 1,11 = 13,6 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя: $n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 13,6}{3,14 \times 6} = 720 \text{ об/мин}$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

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

$$\text{Коэффициент } K_p = 0,79$$

$$M_{kp} = 10 \times 0,0345 \times 6^2 \times 0,17^{0,8} \times 0,79 = 2,34 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{2,34 \times 720}{9750} = 0,17 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0,17 < 12.$$

Токарная операция :

Обработка наружной поверхности Ø25k7

Обработка поверхности с размера $30_{-0,52}^0$ мм до размера $25,359_{-0,21}^{+0}$

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6

ГОСТ18880-73.

Подача: $s = 0,34$ мм/об;

Глубина резания: $2t = 4,461_{-0,52}^{+0,021} = \text{мм}$ $t = 2,1 \text{ мм}$

Стойкость: $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{HV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \times 2,1^{0,15} \times 0,34^{0,35}} \times 1,125 = 226,6 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 226,6}{3,14 \times 30} = 2400 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 2,1^1 \times 0,34^{0,75} \times 226,6^{-0,15} \times 0,79 = 982 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{982 \times 226,6}{1020 \times 60} = 3,64 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}$; $3,64 < 12$.

Обработка поверхности с размера $25,359_{-0,21}^{+0}$ мм до размера $25_{+0,002}^{+0,023}$

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6
ГОСТ18880-73.

Подача: $s = 0,08 \text{ мм/об}$;

Глубина резания: $t = 0,4 \text{ мм}$

Стойкость: $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин}$.

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{HV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{420}{60^{0,2} \times 0,4^{0,15} \times 0,08^{0,2}} \times 1,125 = 396 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 420$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 396}{3,14 \times 25} = 5000 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении
рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,12^1 \times 0,08^{0,75} \times 396^{-0,15} \times 0,79 = 17 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_z v}{1020 \times 60} = \frac{17 \times 474,5}{1020 \times 60} = 0,13 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0,13 < 12.$$

Токарная операция :

Точить канавку 1, 4^{+0,14}

Резец отрезной 2120-0501 ГОСТ 18874-73 твердого сплава Т5К10.

$$\text{Подача: } s = 0,08 \text{ мм/об};$$

$$\text{Глубина резания: } t = 0,75 \text{ мм}$$

$$\text{Стойкость: } T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Iv} \times K_{Pv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,25$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{PV} \times K_{IV} = 1,25 \times 0,9 \times 0,65 = 0,73$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_v}{T^{m_{sy}}} K_v = \frac{47}{60^{0.2} \times 0,08^{0.8}} \times 0,73 = 114 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 114}{3,14 \times 25} = 1450 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении

рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,85 \times 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,553;$$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 0,75^{0,72} \times 0,08^{0,8} \times 114^0 \times 0,553 = 243 \text{ Н}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{243 \times 114}{1020 \times 60} = 0,45 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0,45 < 12.$$

Токарная операция :

Точить фаску

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

$$\text{Подача: } s = 0,5 \text{ мм/об};$$

$$\text{Глубина резания: } t = A_{1,5} = 0,87_{-0,06}^{+0,06} = 0,87 \text{ мм}$$

$$\text{Стойкость: } T = TK_{ТН} = 30 \times 1 = 30 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{Иv} \times K_{Лv}$$

Где K_{MV} –коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{Иv} = 1$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{Лv} = 0,9$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{Лv} \times K_{Иv} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{30^{0,2} \times 0,87^{0,15} \times 0,5^{0,35}} \times 1,125 = 259,6 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_v = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 259,6}{3,14 \times 25} = 3300 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79;$$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 0,87^1 \times 0,5^{0,75} \times 259,6^{-0,15} \times 0,79 = 533 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{533 \times 259,6}{1020 \times 60} = 2,26 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 2,26 < 12.$$

Токарная операция : Точить торца

Резец: подрезной отогнутый с режущей пластиной – квадратная негативная СМП с отштампованным профилем на передней поверхности, материал - твердый сплав Т15К6 ГОСТ18880-73 с покрытием PVD TiN [2].

Геометрические параметры режущей части: главный угол в плане $\varphi = 45^\circ$, вспомогательный угол в плане $\varphi_1 = 45^\circ$, радиус при вершине $r = 0,8$ мм, главный передний угол $\gamma = 7^\circ$, главный задний угол $\alpha = 7^\circ$, $\lambda = 0^\circ$.

$$\text{Подача: } s = 0,52 \text{ мм/об};$$

$$\text{Глубина резания: } t = 2,5 \text{ мм}$$

$$\text{Стойкость: } T = TK_{TH} = 40 \times 1 = 40 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600}\right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{40^{0,2} \times 2,5^{0,15} \times 0,52^{0,35}} \times 1,125 = 206 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 206}{3,14 \times 35} = 1870 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле :

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 2,5^1 \times 0,52^{0,75} \times 206^{-0,15} \times 0,79 = 318 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{318 \times 262,2}{1020 \times 60} = 1,36 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}$; $1,36 < 12$.

Токарная операция :Сверлить центровочное отверстие

Инструмент: Центровочное сверло 2317-0106 ГОСТ 14952-75

Соответственно выбираем следующие характеристики:

- 1) Подача S -по таблице 15 [4, с.369] для данной глубины резания
- 2) Период стойкости инструмента T
- 3) Глубина резания t

Итоговые параметры:

$S=0,08$ мм/об $T=30$ мин $t= 1$ мм.

$C_v=7$; $m=0,20$; $y=0,7$ – определены по таблице 17 [4, с.368].

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v = \frac{7}{30^{0,2} \times 0,17^{0,7}} \times 1,11 = 13,6 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя: $n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 13,6}{3,14 \times 6} = 721 \text{ об/мин}$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

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

$$\text{Коэффициент } K_p = 0,79$$

$$M_{kp} = 10 \times 0,0345 \times 6^2 \times 0,17^{0,8} \times 0,79 = 2,34 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{2,34 \times 721}{9750} = 0,17 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0,17 < 12.$$

Токарная операция :

Обработка наружной поверхности Ø25k7

Обработка поверхности с размера $\varnothing 35_{-1,6}^{+0}$ мм до размера $26,4175_{-0,52}^{+0}$

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6
ГОСТ18880-73.

$$\text{Подача: } s = 0,4 \text{ мм/об;}$$

$$\text{Глубина резания: } 2t = 8,5825_{-1,6}^{+0,52} = \text{мм} \quad t = 4 \text{ мм}$$

$$\text{Стойкость: } T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_v определяется по формуле:

$$K_v = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,25$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \times 4^{0,15} \times 0,4^{0,35}} \times 1,125 = 194,3 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 194,3}{3,14 \times 35} = 1750 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 4^1 \times 0,4^{0,75} \times 194,3^{-0,15} \times 0,79 = 2163 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{2163 \times 194,3}{1020 \times 60} = 6,87 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}$; $6,87 < 12$.

Обработка поверхности с размера $26,4175_{-0,52}^{+0}$ мм до размера $25,2775_{-0,13}^{+0}$.

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6 ГОСТ18880-73.

Подача: $s = 0,23 \text{ мм/об}$;

Глубина резания: $2t = 1,14_{-0,52}^{+0,13} \text{ мм}$ $t = 0,945 \text{ мм}$

Стойкость: $T = TK_{TH} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{HV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{420}{60^{0,2} \times 0,945^{0,15} \times 0,23^{0,2}} \times 1,125 = 281,9 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 420$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 281,9}{3,14 \times 26} = 3450 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79;$$

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,945^1 \times 0,23^{0,75} \times 281,9^{-0,15} \times 0,79 = 319 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{319 \times 281,9}{1020 \times 60} = 1,47 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{cr}; \quad 1,47 < 12.$$

Обдирка поверхности с размера $25,2775_{-0,13}^{+0}$ мм до размера $25_{+0,002}^{+0,023}$

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6 ГОСТ18880-73.

$$\text{Подача: } s = 0,08 \text{ мм/об;}$$

$$\text{Глубина резания: } 2t = 0,2775_{-0,153}^{-0,002} = \text{мм} \quad t = 0,1 \text{ мм}$$

Стойкость: $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{Hv} \times K_{lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{lv} \times K_{Hv} = 1,125 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{420}{60^{0,2} \times 0,1^{0,15} \times 0,08^{0,2}} \times 1,125 = 487,7 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 420$; $x=0,15$; $y=0,2$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 487,7}{3,14 \times 25} = 6200 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{rp};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 0,1^1 \times 0,08^{0,75} \times 487,7^{-0,15} \times 0,79 = 14 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{14 \times 487,7}{1020 \times 60} = 0,11 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}$; $0,11 < 12$.

Токарная операция :

Обработка наружной поверхности Ø22h11

Обработка поверхности с размера $25^{+0,023}_{+0,002}$ мм до размера $22^0_{-0,13}$

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6

ГОСТ18880-73.

Подача: $s = 0,34$ мм/об;

Глубина резания: $2t = 3^{+0,153}_{+0,002} =$ мм $t = 1,54$ мм

Стойкость: $T = TK_{TH} = 60 \times 1 = 60$ мин.

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{HV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \times 1,54^{0,15} \times 0,34^{0,35}} \times 1,125 = 237,4 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 237,4}{3,14 \times 25} = 3000 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

Сила резания: $K_p = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79$;

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 300 \times 1,54^1 \times 0,34^{0,75} \times 237,4^{-0,15} \times 0,79 = 715 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{715 \times 237,4}{1020 \times 60} = 2,77 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 2,77 < 12.$$

Токарная операция :

Обработка наружной поверхности Ø20h11

Обработка поверхности с размера $22_{-0,13}^0$ мм до размера $20_{-0,13}^0$

Резец – проходной прямой с режущей пластиной из твердого сплава Т15К6

ГОСТ18880-73.

Подача: $s = 0,34 \text{ мм/об}$;

Глубина резания: $2t = 2_{-0,13}^{+0,13} = \text{мм} \quad t = 1 \text{ мм}$

Стойкость: $T = TK_{T_H} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{Hv} \times K_{Lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{HV} = 1,25 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{60^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,34^{0,35}} \times 1,125 = 253,3 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 253,3}{3,14 \times 22} = 3650 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79;$$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,34^{0,75} \times 253,3^{-0,15} \times 0,79 = 460 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{460 \times 253,3}{1020 \times 60} = 1,9 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 1,9 < 12.$$

Токарная операция :

Точить фаску (4)

Инструмент: Резец проходной СМП 2100-1894 ГОСТ 26611-85

$$\text{Подача: } s = 0,5 \text{ мм/об};$$

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

$$\text{Стойкость: } T = TK_{TH} = 30 \times 1 = 30 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} \times K_{HV} \times K_{LV}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \times \left(\frac{750}{600}\right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{LV} \times K_{HV} = 1,125 \times 0,9 \times 1 = 1,125$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{350}{30^{0,2} \times 1^{0,15} \times 0,5^{0,35}} \times 1,125 = 225 \text{ м/мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Частота вращения:

$$n_1 = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 225}{3,14 \times 20} = 3580 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 225}{3,14 \times 22} = 3250 \text{ об/мин.}$$

$$n_3 = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 225}{3,14 \times 25} = 2860 \text{ об/мин.}$$

$$n_4 = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 259,6}{3,14 \times 30} = 2380 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,85 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,79;$$

$$P_Z = 10C_p t^x s^y v^n K_P = 10 \times 300 \times 1^1 \times 0,5^{0,75} \times 259,6^{-0,15} \times 0,79 = 533 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{533 \times 225}{1020 \times 60} = 2,26 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 2,26 < 12.$$

Токарная операция :

Точить канавку 1,4^{+0,14}

Резец отрезной 2120-0501 ГОСТ 18874-73 твердого сплава Т5К10.

$$\text{Подача: } s = 0,08 \text{ мм/об;}$$

$$\text{Глубина резания: } t = 0,75 \text{ мм}$$

$$\text{Стойкость: } T = TK_{TH} = 60 \times 1 = 60 \text{ мин.}$$

Коэффициент K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{Mv} \times K_{lv} \times K_{lv}$$

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \times \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1,125$$

$$K_V = K_{MV} \times K_{IV} \times K_{IV} = 1,25 \times 0,9 \times 0,65 = 0,73$$

Скорость резания v :

$$v = \frac{C_V}{T^m S^y} K_v = \frac{47}{60^{0,2} \times 0,08^{0,8}} \times 0,73 = 114 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 114}{3,14 \times 25} = 1450 \text{ об/мин.}$$

Составляющие силы резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитывается по формуле:

$$K_P = K_{MP} \times K_{\varphi P} \times K_{\gamma P} \times K_{\lambda P} \times K_{rP};$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,85$$

$$\text{Сила резания: } K_P = 0,85 \times 0,7 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,553;$$

$$P_Z = 10 C_p t^x s^y v^n K_p = 10 \times 408 \times 0,75^{0,72} \times 0,08^{0,8} \times 114^0 \times 0,553 = 243 \text{ Н.}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{243 \times 114}{1020 \times 60} = 0,45 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 0,45 < 12.$$

Сверлильная операция: отверстия Ø6^{+0,3} мм.

Сверление деталей производится спиральными сверлами из быстрорежущей стали Р6М5.

Итоговые параметры: $5D > L > 3D$ вводят поправочные коэффициенты K_{ls}
 $= 0,9$ при $l \leq 5D$

$$S = 0,19 K_{ls} = 0,19 \times 0,9 = 0,17 \text{ мм/об, } T = 25 \text{ мин, } t = 0,5D = 3 \text{ мм.}$$

$$C_V = 7, q = 0,4, y = 0,7, m = 0,2.$$

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v$$

Поправочный коэффициент K_v :

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{lv}$$

$$K_{MV} = 1,125 \quad K_{PV} = 0,9 \quad K_{lv} = 1,1$$

$$K_v = 1,125 \cdot 0,9 \cdot 1,1 = 1,11.$$

$$v = \frac{C_v}{T^m s^y} K_v = \frac{7}{25^{0,2} \times 0,17^{0,7}} \times 1,11 = 14,1 \text{ м/мин}$$

$$\text{Число оборотов шпинделя: } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 14,1}{3,14 \times 6} = 750 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле: $M_{kp} = 10 C_M D^q s^y K_p$

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

$$\text{Коэффициент } K_p = 0,79$$

$$M_{kp} = 10 \times 0,0345 \times 6^2 \times 0,17^{0,8} \times 0,79 = 2,34 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750} = \frac{2,34 \times 750}{9750} = 0,18 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{рез} \leq N_{ст}; \quad 1,18 < 12.$$

1.9.11. Фрезерная операция:

Резец – Впадины фасонной фрезой изготавливаются из быстрорежущей инструментальной стали марок Р6М5

Характеристики фрезы: $D_{фр} = 35 \text{ мм}$, $z = 40$, $B = 6 \text{ мм}$.

Материал режущей части фрезы берем Р6М5.

Итоговые параметры:

$$S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}, \quad T = 80 \text{ мин}, \quad t = 1 \text{ мм}.$$

Формула скорости фрезерования, м/мин.:

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

Где C_V , x , y , m – коэффициент и показатели степени

K_v – поправочный коэффициент, определяемый

T – период стойкости инструмента

$C_V=48,5$; $q=0,25$; $x=0,3$; $y=0,4$; $u=0,1$; $p=0,1$; $m=0,2$.

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{48,5 \cdot 35^{0,25}}{80^{0,2} \cdot 4^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 6^{0,1} \cdot 40^{0,1}} \times 1,125 = 45 \text{ м/мин}$$

$$\text{Число оборотов шпинделя: } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 45}{3,14 \times 35} = 400 \text{ об/мин}$$

$$s_m = s_z \times z \times n = 0,15 \times 40 \times 409 = 2454 \text{ мм/мин} \rightarrow s_{m \text{ пасп}} = 2800 \text{ мм/мин}$$

$$s_z \text{ принят} = s_{m \text{ пасп}} / (z \times n_{\text{принят}}) = 2800 / (40 \times 409) = 0,17 \text{ мм/зуб.}$$

Формула силы резания при фрезеровании отличается от той при точении

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s^y B^u z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$C_P=68,2$; $x=0,86$; $y=0,72$; $u=1$; $q=0,86$; $w=0$.

$$K_{Mp} = 0,79$$

Тогда сила резания, крутящий момент и мощности получаются:

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s^y B^u z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,2^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 20}{25^{0,86} \cdot 409^0} \times 0,79 = 246 \text{ Н}$$

$$P_Y = 0,2 P_Z = 49 \text{ Н}$$

$$M_{Kp} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{960 \cdot 25}{2000} = 3,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{246 \times 45}{1020 \times 60} = 0,02 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}; \quad 0,02 < 0,75.$$

1.10.Расчёт основного времени обработки

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}, \quad \text{мин}$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об.

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{cx} + l_{пд}$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

$l_{пд}$ – величина подвода инструмента, мм.

При обработке на проход принимаем: $l_{cx} = l_{пд} = 1$ мм.

При обработке упорным резцом ($\phi = 90^\circ$) и при обточке торца без центрального отверстия принимаем: $l_{cx} = 0$ мм; $l_{пд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{вр} = t / \operatorname{tg} \phi,$$

где t – глубина резания, мм;

ϕ – главный угол в плане.

Тогда формула для определения основного времени:

$$T_o = (l + t / \operatorname{tg} \phi + l_{cx} + l_{пд}) \times i / (n \times S);$$

Основное время для Заготовительной операции

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{нд}) \times \frac{i}{n \times S} = (35 + 0 + 1) \times \frac{1}{(750 \times 0,12)} = 0,13 \text{ мин}$$

Основное время для первой токарной операции:

Переход 1: обточка торца

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(17,5 + \frac{2,5}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(1870 \times 0,52)} = 0,02 \text{ мин}$$

Переход 2: Обработка наружной поверхности

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(20 + \frac{2,23}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(2000 \times 0,34)} = 0,11 \text{ мин}$$

Переход 3: Сверлить центровочное отверстие

$$T_o = (l + l_B + l_{cx} + l_{нд}) \times \frac{i}{n \times S} = (1 + 1 + 0 + 1) \times \frac{1}{(720 \times 0,08)} = 0,05 \text{ мин}$$

Переход 4: Черновая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(14 + \frac{2,1}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(2400 \times 0,34)} = 0,02 \text{ мин}$$

Переход 5: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(14 + \frac{0,75}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(5000 \times 0,08)} = 0,02 \text{ мин}$$

Переход 6: расточить канавку

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{нд}) \times \frac{i}{n \times S} = (0,75 + 0 + 1) \times \frac{1}{(1450 \times 0,08)} = 0,015 \text{ мин}$$

Переход 7: расточить фаску

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(3300 \times 0,5)} = 0,002 \text{ мин}$$

Основное время для второй токарной операции:

Переход 1: обточка торца:

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(17,5 + \frac{2,5}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(1870 \times 0,52)} \\ = 0,02 \text{ мин}$$

Переход 2: Сверлить центровочное отверстие

$$T_o = \left(l + l_B + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = (1 + 1 + 0 + 1) \times \frac{1}{(720 \times 0,08)} = 0,05 \text{ мин}$$

Переход 3: Черновая обточка наружной поверхности:

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(80 + \frac{4}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(1750 \times 0,4)} = 0,11 \text{ мин}$$

Переход 4: Получистовая обточка наружной поверхности :

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(80 + \frac{0,945}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(3450 \times 0,23)} = 0,1 \text{ мин}$$

Переход 5: Чистовая обточка наружной поверхности

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(80 + \frac{0,1}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(6200 \times 0,08)} = 0,17 \text{ мин}$$

Переход 6: Обработка наружной поверхности

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(40 + \frac{1,54}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(3000 \times 0,34)} = 0,04 \text{ мин}$$

Переход 7: Обработка наружной поверхности

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \left(30 + \frac{0,34}{tg45^\circ} + 1 + 1 \right) \times \frac{1}{(3650 \times 0,34)} = 0,03 \text{ мин}$$

Переход 8: расточить фаску

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(3580 \times 0,5)} = 0,002 \text{ мин}$$

Переход 9: расточить фаску

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(3250 \times 0,5)} = 0,002 \text{ мин}$$

Переход 10: расточить фаску

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(2860 \times 0,5)} = 0,002 \text{ мин}$$

Переход 11: расточить фаску

$$T_o = \left(l + \frac{t}{tg\phi} + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = \frac{\left(1 + \frac{1}{tg45^\circ} + 0 + 1 \right)}{(2380 \times 0,5)} = 0,002 \text{ мин}$$

Переход 12: расточить канавку

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{нд}) \times \frac{i}{n \times S} = (0,75 + 0 + 1) \times \frac{1}{(1450 \times 0,08)} = 0,015 \text{ мин}$$

Основное время для 3 операции - вертикально-сверлильной операции:

Переход 1: Сверлить отверстие

$$T_o = \left(l + \frac{d}{2} \operatorname{ctg} \phi + l_{cx} + l_{нд} \right) \times \frac{i}{n \times S} = (20 + 3 \cdot \operatorname{ctg} 60 + 1 + 1) \times \frac{1}{(750 \times 0,17)} = 0,21 \text{ мин}$$

Основное время для 4 операции - Фрезерной операции:

Переход 1: Фрезеровать шлицы

$$T_o = (l + l_{cx} + l_{нд}) \times \frac{i}{n \times S} = (15 + 1 + 1) \times \frac{6}{(400 \times 0,15)} = 1,8 \text{ мин}$$

1.11 Определение штучно-калькуляционного времени

Штучно-калькуляционная время определяется по формуле;

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.}$$

Где $T_{у.с.}$ - время устанавливать и снимать детали;

$T_{з.о.}$ - время закреплять и откреплять детали;

$T_{уп.}$ - время управлять станок;

$T_{изм.}$ - время измерить детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время,

Оперативное время: $T_{опер.} = T_o + T_{всп}$

Время обслуживания и отдыха: $T_{о.о.} = 5\% T_{опер.}$

Штучное время: $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.}$

Перед подготовкой окончательного времени мы определяем время

расчета удельной стоимости: $T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n}$

$T_{п.}$ - Подготовительно заключительное время

- количество деталей в плане, $n=8000 \text{ шт}$;

Для заготовительной операции:

$$T_{y.c.} + T_{з.о.} = 0,3 \text{ мин} \quad T_{уп.} = 0,13 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,3 + 0,13 + 0,2 = 0,63 \text{ мин}$$

$$\text{Оперативное время: } T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,13 + 0,63 = 0,76 \text{ мин}$$

$$\text{Время обслуживания и отдыха: } T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 0,76 = 0,038 \text{ мин}$$

$$\text{Штучное время: } T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,13 + 0,63 + 0,038 = 0,798 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,798 + \frac{5}{8000} \approx 0,8 \text{ мин}$$

Для первой операции:

$$T_{y.c.} + T_{з.о.} = 0,3 \text{ мин} \quad T_{уп.} = 0,21 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,3 + 0,21 + 0,2 = 0,71 \text{ мин}$$

$$\text{Оперативное время: } T_{опер.} = T_o + T_{всп} = (0,02 + 0,11 + 0,05 + 0,02 + 0,02 + 0,015 + 0,002) + 0,71 = 0,94 \text{ мин}$$

$$\text{Время обслуживания и отдыха: } T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 0,94 = 0,047 \text{ мин}$$

$$\text{Штучное время: } T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,23 + 0,58 + 0,047 = 0,857 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,857 + \frac{8}{8000} \approx 0,86 \text{ мин}$$

Для второй операции:

$$T_{y.c.} + T_{з.о.} = 0,17 \text{ мин} \quad T_{уп.} = 0,15 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,3 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{y.c.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,17 + 0,15 + 0,3 = 0,62 \text{ мин}$$

$$\text{Оперативное время: } T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,537 + 0,62 = 1,157 \text{ мин}$$

$$\text{Время обслуживания и отдыха: } T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 1,157 = 0,058 \text{ мин}$$

Штучное время: $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,537 + 0,62 + 0,058 = 1,2 \text{ мин}$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 1,2 + \frac{9}{8000} \approx 1,2 \text{ мин}$$

Для третьей операции:

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,3 \text{ мин} \quad T_{уп.} = 0,25 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,15 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,3 + 0,25 + 0,15 = 0,7 \text{ мин}$$

Оперативное время: $T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,21 + 0,7 = 0,91 \text{ мин}$

Время обслуживания и отдыха: $T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 0,91 = 0,05 \text{ мин}$

Штучное время: $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,21 + 0,7 + 0,05 = 0,96 \text{ мин}$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 0,96 + \frac{7}{8000} \approx 0,96 \text{ мин}$$

Для четвёртой операции:

$$T_{у.с.} + T_{з.о.} = 0,5 \text{ мин} \quad T_{уп.} = 0,28 \text{ мин} \quad T_{изм.} = 0,3 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} = 0,5 + 0,28 + 0,3 = 1,08 \text{ мин}$$

Оперативное время: $T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 1,8 + 1,08 = 2,88 \text{ мин}$

Время обслуживания и отдыха: $T_{о.о.} = 5\% T_{опер.} = 0,05 \cdot 2,38 = 0,14 \text{ мин}$

Штучное время: $T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 1,8 + 1,08 + 0,14 = 2,88 \text{ мин}$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{н.з.}}{n} = 2,88 + \frac{9}{8000} \approx 2,88 \text{ мин}$$

2 .Конструкторская часть

2.1.Анализ исходных данных

В качестве операции для проектирования оснастки была выбрана фрезерная операция.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 2.1.

Таблица2.1 Техническое задание для проектирования специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Зажимное устройство для фрезерования шлицев вала на горизонтально – фрезерном станке модели НГФ-110-Ш4.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки вал .
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико–технические) требования	Тип производства – мелкосерийный .Программа выпуска – 8000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модели НГФ-110-Ш4.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация.

2.2. Описание работы и принцип зажимного устройства

Приспособлени применяется для закрепления детали.

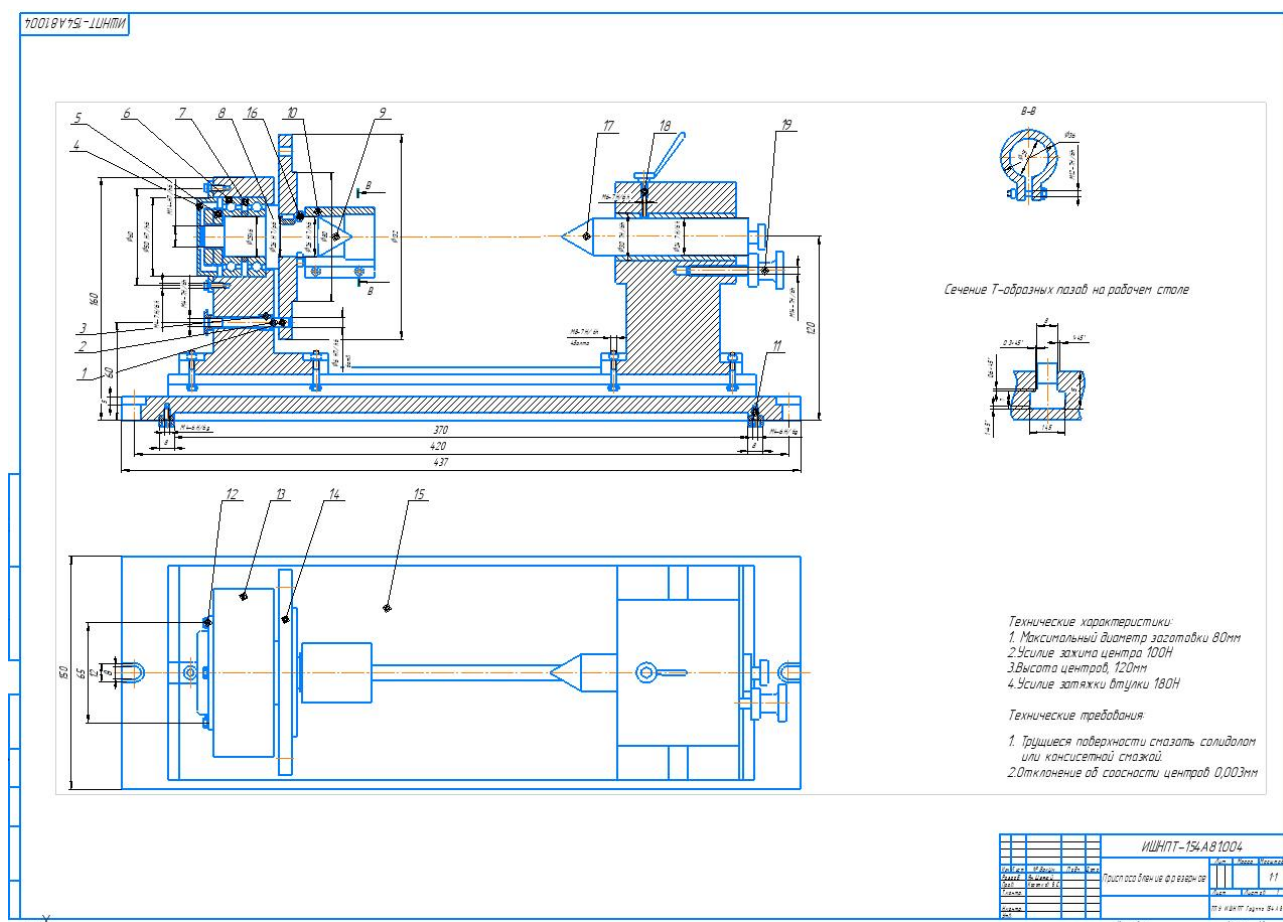


Рисунок 2.1 – Приспособления

Принцип: На основание 15 – установлен вал-шпиндель 8 на подшипниках 6. К валу-шпинделю 8 закреплена план-шайба 14, имеющая 6 отверстия под 60 градусов. На угольнике установлен ползун 1, который входит в одно из отверстий план-шайбы 14, закрепляя ее в определенном положении.

Заготовка базируется в центрах (9,17) и поджимается стойкой с задним центром (17). Поворот заготовки во время обработки детали предотвращается соединительной муфтой.

2.3.Силовой расчет зажимного устройства

Во время фрезерования действуют силы резания в направлениях y и z . Отсюда нам нужно рассчитать равнодействующую силы в горизонтальном и вертикальном направлениях F_z и F_y :

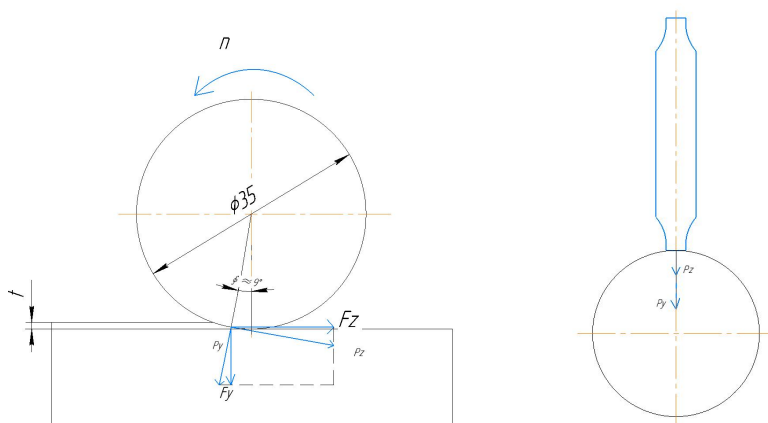


Рисунок 2.2. –Сила резания фрезы

$$F_z = P_z \cos \varphi - P_y \sin \varphi \quad F_y = P_z \sin \varphi + P_y \cos \varphi$$

Для операции фрезерования.

Характеристики фрезы: $D_{\text{фр}} = 35 \text{ мм}$, $z = 20$, $B = 6 \text{ мм}$.

Материал режущей части фрезы берем P6M5.

Итоговые параметры:

$S_z = 0,15 \text{ мм/зуб}$, $T = 80 \text{ мин}$, $t = 1 \text{ мм}$.

Формула скорости фрезерования, м/мин.:

Расчёт скорости резания и частоты вращения шпинделя:

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

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

K_v – поправочный коэффициент, определяемый

T – период стойкости инструмента

$C_v = 48,5$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $y = 0,4$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $m = 0,2$.

$$v = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{48,5 \cdot 35^{0,25}}{80^{0,2} \cdot 4^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 6^{0,1} \cdot 40^{0,1}} \times 1,125 = 45 \text{ м/мин}$$

$$\text{Число оборотов шпинделя: } n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \times 45}{3,14 \times 35} = 409 \text{ об/мин}$$

$$s_m = s_z \times z \times n = 0,15 \times 40 \times 409 = 2454 \text{ мм/мин} \rightarrow s_{m \text{ пасп}} = 2800 \text{ мм/мин}$$

$$s_z \text{ принят} = s_{m \text{ пасп}} / (z \times n_{\text{принят}}) = 2800 / (40 \times 409) = 0,17 \text{ мм/зуб.}$$

Формула силы резания при фрезеровании отличается от то при точение

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s^y B^u z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$$C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1; q = 0,86; w = 0. \quad K_{Mp} = 0,79$$

Тогда сила резания, крутящий момент и мощности получаются:

$$P_Z = \frac{10 C_p t^x s^y B^u z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,2^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 6^1 \cdot 20}{25^{0,86} \cdot 409^0} \times 0,79 = 235 \text{ Н}$$

$$P_Y = 0,2 P_Z = 47 \text{ Н}$$

$$M_{Kp} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{960 \cdot 25}{2000} = 3,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\text{Мощность резания: } N = \frac{P_Z v}{1020 \times 60} = \frac{1035 \times 45}{1020 \times 60} = 0,02 \text{ кВт}$$

$$\text{Проверка по мощности: } N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}; \quad 0,02 < 0,75.$$

$$\text{Таким образом } F_Z = P_Z \cos \varphi - P_Y \sin \varphi = 246 \cdot \cos 9 - 49 \sin 9 = 235 \text{ Н}$$

$$F_y = P_Z \sin \varphi + P_Y \cos \varphi = 246 \sin 9 + 49 \cos 9 = 87 \text{ Н}$$

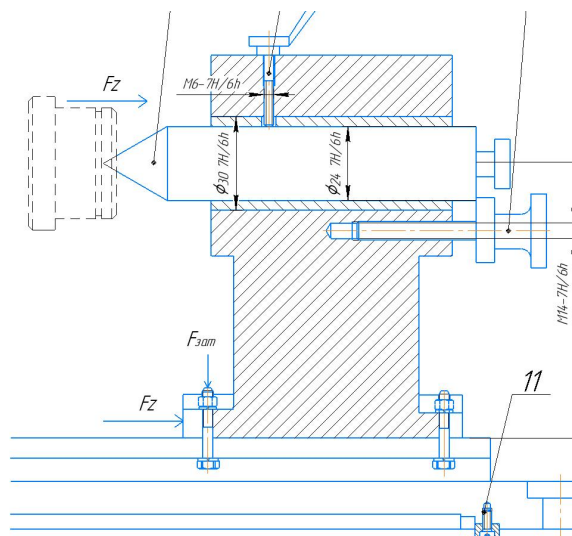


Рисунок 2.3. – Сила зажима на болт

Усилие резания фрезы передается на болты в нижней части приспособления через центр. Чтобы удовлетворить потребности в затяжке деталей, необходимо рассчитать предварительный натяг болтов

Сила затяжки болтов :

$$F_{\text{зат}} = \frac{K \cdot F_Z}{i \cdot f} = \frac{2,5 \cdot 235}{2 \cdot 0,18} = 1630 \text{ Н}$$

Где $F_{\text{зат}}$ – Сила затяжки болтов

$F_Z = 235 \text{ Н}$ - Сила резания, действующая на болт

$K = 2,5$ – коэффициент запаса

$f = 0,18$ – коэффициент трения .

$i = 2$ – число плоскостей стыка деталей;

Номинальный диаметр болта можно рассчитать по формуле:

$$d \geq C \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{\sigma}}$$

где C – коэффициент для основной метрической резьбы, $C = 1,2$;

R_b – сила болта, необходимая для закрепления заготовки, Н;

σ – напряжение растяжения для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы 100

МПа.

$$d \geq C \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{\sigma}} = 3 \text{ мм}$$

Принимаем болт М12.

Чтобы соответствовать условиям зажима, болт должен соответствовать следующим требованиям:

$$F_{\text{тре}} > F_{\text{сдв}}$$

Где

$$F_{\text{сдв}} = F_Z / 2 = 117 \text{ Н}$$

$$F_{\text{тре}} = F_{\text{зат}} \cdot f = 1630 \cdot 0,18 = 293 \text{ Н}$$

Таким образом

$$F_{\text{тре}} = 293 \text{ Н} > F_{\text{сдв}} = 117 \text{ Н}$$

Чтобы убедиться, что центр можно повернуть точно на 60 градусов после

каждого обработки, на втулке должны выполняться следующие условия :

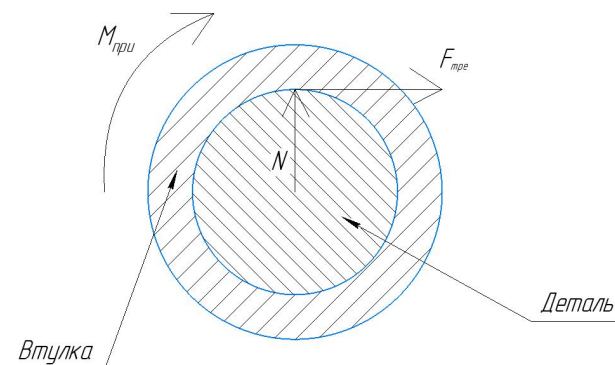


Рисунок 2.4. –схема зажима заготовки на втулке

$$N \times f \times R = K \times M_{\text{при}}$$

Где N – усилие затяжки муфты

$f=0,18$ - коэффициент трения.

$K=1,5$ – коэффициент запаса, коэффициент запаса K используется для обеспечения гарантированной закрепления.

$M_{\text{при}}=0,25 \text{ Н} \cdot \text{м}$ – Крутящий момент при вращении центра

$$R = \frac{D}{2} = \frac{22}{2} = 11 \text{ мм} - \text{радиус заготовки};$$

Отсюда:
$$N = \frac{K \times M_{\text{при}}}{f \times R} = \frac{1,5 \cdot 0,25}{0,18 \cdot 0,011} = 180 \text{ Н};$$

Трение между деталью и втулкой :

$$F_{\text{трe}} = N \times f = 180 \cdot 0,18 = 33 \text{ Н}$$

2.4. Расчет приспособления на точность

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε_0 , которая не должна превышать допуск δ выполняемого размера при обработке заготовки, т.е. $\varepsilon_0 \leq \delta$.

1. Для расчета точности приспособления $\varepsilon_{\text{пр}}$ следует пользоваться формулой [15, с.113]:

$$\varepsilon_{\text{пр.}} \leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T_1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{II}}^2 + \varepsilon_{\text{II}}^2 + (k_{T_2} \cdot \omega)^2}, \quad (5)$$

δ – допуск выполняемого размера, $\delta = 0,52 \text{ мм.};$

k_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $k_T = 1,2$ [2, с. 85];

k_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $k_{T1} = 0,8$ [2, с. 85];

k_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, не зависящими от приспособления, $k_{T2} = 0,6$ [2, с. 85];

ε_B – погрешность базирования заготовки в УДГ, $\varepsilon_B = 0$;

ε_3 – погрешность закрепления заготовки, возникающая в результате действия сил зажима, $\varepsilon_3 = 0,11$ мм. [2, с. 207];

ε_y – погрешность установки приспособления на станке, $\varepsilon_y = 0,11$ мм [15, с. 106];

ε_{II} – погрешность положения заготовки, возникающая в результате износа установочных элементов приспособления, $\varepsilon_{II} = 0,01$ мм. [2, с. 113];

ε_{II} – погрешность от перекоса (смещения) инструмента, $\varepsilon_{II} = 0,01$ мм, при сверлении по кондуктору;

ω – экономическая точность обработки, $\omega = 0,5$ [2, с. 216].

По формуле 5 определяем:

$$\begin{aligned}\varepsilon_{пр.} &\leq \delta - k_T \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_B)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{II}^2 + \varepsilon_H^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2} = \\ &= 0,52 - 1,2 \sqrt{(0,82 \cdot 0)^2 + 0,11^2 + 0,11^2 + 0,01^2 + 0,05^2 + (0,6 \cdot 0,5)^2} \\ &= 0,04 \text{ мм.}\end{aligned}$$

Это значение допуска должно соответствовать техническому требованию 1 на чертеже приспособления.

2.5. Разработка технических требований на изготовление и сборку

Станочное приспособление должно обеспечивать строго определенное положение обрабатываемых поверхностей, которые определяются координирующими размерами и геометрическими соотношениями параллельностью, соосностью, перпендикулярностью и т.д. Все необходимые требования, указания предельных отклонений, формы и расположения поверхностей приведены на чертеже приспособления, в соответствии с ГОСТ 2.308-68.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студент:

Группа	ФИО
154A81	Ян Цзяюй

Школа	ИШПНТ	Отделение школы (НОЦ)	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1.Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2.Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3.Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1. Анализ конкурентных технических решений. 2. SWOT-анализ.
2.Планирование и формирование бюджета научных исследований	1. Планирование работ. 2. Разработка графика Ганта. 3. Формирование бюджета затрат.
3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Описание потенциального эффекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1.Оценка конкурентоспособности технических решений 2.Матрица SWOT 3.Альтернативы проведения НИ 4.График проведения и бюджет НИ 5.Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	27.02.2022 г.
--	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А.	д.э.н		27.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ян Цзяюй		27.02.2022

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1. Общая информация

Тема данной ВКР – Разработка технологии изготовления детали «Выходной вал».

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки;
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

3.2 Потенциальные потребители детали

Для анализа потребителей услуг по разработке технологического процесса изготовления детали «Выходной вал» был рассмотрен целевой рынок и проведено его сегментирование. Учитывая специфику результатов исследования, критериями сегментирования выбрана отрасль «машиностроение», выпускаемая продукция – «Выходной вал», используемый тип производства – мелкосерийное производство.

Потенциальным потребителем детали «Выходной вал» является ООО «Flender» . Основным направлением деятельности является производство и

продажа редукторы и мотор-редукторы, муфты и электродвигатели, электрогенераторы и маслостанции.

3.3. Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных предприятий и технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты (таблица 3.1.). Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных товаров и разработок.

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

Таблица 3.1. - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно способность		
		Бф	БК1	БК2	Кф	КК1	КК2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Производительность	0,14	4	5	4	0,5	0,7	0,5
2. Срок службы	0,14	4	4	5	0,55	0,55	0,55
3.Энергоэкономичность	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
4.Надежность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
5.Безопасность	0,09	5	4	5	0,5	0,35	0,35
6. Простота эксплуатации	0,12	4	5	4	0,5	0,6	0,5
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,1	5	4	5	0,5	0,4	0,5
2.Уровень проникновения на рынок	0,11	4	5	3	0,6	0,55	0,35

3. Финансирование научной разработки	0,1	4	4	4	0,4	0,3	0,4
Итого:	1	39	38	37	4,45	4,15	3,85

Представим расчет конкурентоспособности научных разработок по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента; B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i-го показателя.

Разработка:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 39 \cdot 4,45 = 173,55$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 38 \cdot 4,15 = 157,7$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 37 \cdot 3,85 = 142,45$$

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

3.4. SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон исследовательского проекта, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2. – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
C1. Повышение производительности труда пользователя	Сл1. Устаревшие технологии
C2.Наличие опытного руководителя	Сл2. Высокая стоимость оборудования
C3. Высокое квалифицированное изделие	Сл3. Отсутствие реальной эксплуатации
C4.Наличие современного программ и оборудования	Сл4. Возможность нецелесообразного процесса обработки
C5. Экологичность технологии.	Сл5. Вероятность получения брака.
Возможности	Угрозы
B1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области	У1. Появление новых технологий
B2.Внедрение технологии в аэрокосмической области.	У2.Введение дополнительных государственных требований
B3. Использование оборудования ТПУ	У3.Возможность того, что рынок захвачен
B4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубеж.	

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3. – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	+	+	+	0	0
	B2	-	+	+	+	-
	B3	+	0	+	0	+
	B4	+	+	+	+	0

Таблица 3.4. – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	0	0	-	-
	B2	+	-	0	0
	B3	0	-	0	0
	B4	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.5

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта С1.Повышение производительности труда пользователя С2.Наличие опытного руководителя С3.Высокое квалифицированное изделие С4.Наличие современного программ и оборудования С5.Экологичность технологии.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта Сл1. Устаревшие технологии. Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Возможность нецелесообразного процесса обработки Сл4. Вероятность получения брака.
Возможности В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области В2.Внедрение технологии в аэрокосмической области. В3. Использование оборудования ТПУ	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и возможности»: 1. Активно укреплять технические преимущества и способствовать расширению сотрудничества; 2. Ускорьте	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и возможности»: 1. Приобретите хорошее оборудование для обслуживания и ремонта продукта. 2. Регулярно учиться за

В4. Внедрение на мировой рынок, экспорт за рубежом.	технологические инновации и подготовьтесь к технологиям в новых областях. 3. При наличии вышеперечисленных достоинств расширять рынок В2В за рубежом.	границей и внести более передовые технологии.
Угрозы У1. Появление новых технологий У2 Введение дополнительных государственных требований У3 Возможность того, что рынок захвачен	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Сильные стороны и угрозы»: 1. Увеличить продукт инновации 2. Запустить диверсифицированный маркетинг	Результаты анализа интерактивной матрицы проекта полей «Слабые стороны и угрозы»: 1. Продвигать сильные стороны и избегать слабых мест, создавать комплексное преимущество 2. Через многоканальные каналы пережить зиму и улучшить корпоративный социальный имидж.

SWOT анализ позволил определить факторы отрицательно влияющие на продвижение разработки на рынок. К таким факторам относятся:

1) Низкая прибыль из-за высокой стоимости обработки (стоимость оборудования и стоимость использования)

2) Влияние новых технологий на исходный рынок

3) Слишком много конкурентов ведет к жесткой конкуренции, и тогда качество продукции падает.

Результаты SWOT-анализа показывают, что преимущества разработанной технологии перевешивают ее недостатки. Эти недостатки еще не устранены на практике, но теоретически уже есть возможность их устранить. Результаты анализа учтены в дальнейших исследованиях и разработках.

3.5. Планирование научно-исследовательских работ.

3.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 3.6.

Таблица 3.6. – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения ВКР	Инженер Научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
Теоретические и экспериментальные	5	Планирование эксперимента	Инженер Научный

исследования			руководитель
	6	Подготовка образцов для эксперимента	Инженер
	7	Проведение эксперимента	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

3.5.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5},$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

$t_{min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни;

$t_{max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, человеко-дни.

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 1-й работы

составило:

$$t_{ож\ 1} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 2-й работы

составило:
$$t_{ож2} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 3-й работы

составило:
$$t_{ож3} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 4}{5} = 3,4 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 4-й работы

составило:
$$t_{ож4} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 5-й работы

составило:
$$t_{ож5} = \frac{3 \cdot 15 + 2 \cdot 16}{5} = 15,4 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 6-й работы

составило:
$$t_{ож6} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{5} = 3,8 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 7-й работы

составило:
$$t_{ож7} = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 10}{5} = 9,6 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 8-й работы

составило:
$$t_{ож8} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{5} = 3,8 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 9-й работы

составило:
$$t_{ож9} = \frac{3 \cdot 12 + 2 \cdot 15}{5} = 12,8 \text{ чел-дни}$$

Ожидаемое значение трудоемкости выполнения 10-й работы

составило:
$$t_{ож10} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 6}{5} = 5,4 \text{ чел-дни}$$

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{q_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{кі.инж} = T_{pi} \times K_{kal}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

K_{kal} – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{kal.инж.} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 1.4 - 14} = 1,48$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году.

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях

$$T_{к1} = 2,4 \times 1,48 = 4 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях

$$T_{к2} = 0,7 \times 1,48 = 1 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях

$$T_{к3} = 3,4 \times 1,48 = 5 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях

$$T_{к4} = 2,8 \times 1,48 = 4 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях

$$T_{к5} = 15,4 \times 1,48 = 23 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях

$$T_{к6} = 1,9 \times 1,48 = 3 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях

$$T_{к7} = 9,6 \times 1,48 = 14 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях

$$T_{к8} = 1,9 \times 1,48 = 3 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях

$$T_{к9} = 12,8 \times 1,48 = 19 \text{ дня}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях

$$T_{кз} = 5,4 \times 1,48 = 8 \text{ дня}$$

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 3.7.

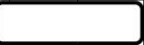
Таблица 3.7.-Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
Выбор научного руководителя ВКР	2	3	2,4	Студент	2,4	4
Составление и утверждение темы ВКР	1	2	1,4	Научный руководитель, студент	0,7	1

Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	3	4	3,4	Научный руководитель	3,4	5
Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	2	4	2,8	Студент	2,8	4
Выполнение технологической части работы	15	16	15,4	Студент	15,4	23
Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	3	5	3,8	Научный руководитель, Студент	1,9	3
Выполнение конструкторской части	8	10	9,6	Студент	9,6	14
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	3	5	3,8	Научный руководитель, Студент	1,9	3
Выполнение других частей работы	12	15	12,8	Студент	12,8	19
Подведение итогов, оформление работы по стандарту	5	6	5,4	Студент	5,4	8

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 3.8.).

Таблица 3.8. – Диаграмма Ганта

№ работ	Вид работ	Кол-во дней, Ткі	Продолжительность выполнения работ, календарные дни												
			Февраль 2017			Март 2017			Апрель 2017			Май 2017			Июнь 2017
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Выбор научного руководителя ВКР	4													
2	Составление и утверждение темы ВКР	1													
3	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	5													
4	Подбор и изучение литературы по техническому проектированию	4													
5	Выполнение технологической части работы	23													
6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	3						 							
7	Выполнение конструкторской части	14													
8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	3								 					
9	Выполнение других частей работы	19													
10	Подведение итогов, оформление работы по стандарту	2													



- студент,



научный руководитель,

3.6. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В

процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты современным на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей могут темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ;
- накладные расходы.

3.6.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат произведен по следующей формуле:.

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расх i} ,$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх i}$ – количество материальных ресурсов i-го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i-го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.).

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, скоросшиватель, дырокол

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице

3.9.

Таблица 3.9. – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага для офисной техники	лист	200	1,5	300
Ручка	Шт.	4	25	100
Скоросшиватель	Шт.	1	250	250
Дырокол	Шт.	1	70	70
Корректор	Шт	1	35	35
Итого:				755

3.6.2. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научного руководителя и студента.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Ззп = Зосн + Здоп ,$$

где Зосн – основная заработная плата;

Здоп – дополнительная заработная плата (12-20 % от Зосн).

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{мс} \times (1 + K_{пр} + K_d) \times K_p$$

где $Z_{мс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$K_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{мс}$);

K_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное

мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $Z_{мс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (город Томск).

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_M = Z_{MC} \times (1 + K_{пр} + K_d) \times K_p = 19500 \times (1 + 0,3 + 0,3) \times 1,3 = 40560$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_M = Z_{MC} \times (1 + K_{пр} + K_d) \times K_p = 17000 \times (1 + 0,2 + 0,2) \times 1,3 = 26520$$

Таблица 3.10.– Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студен
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	118	118
- выходные	14	14
- из них праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	24
- отпуск		
- невыходы по болезни	10	15
Действительный годовой фонд рабочего времени	189	208

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \times M}{F_d} = \frac{40560 \cdot 10,4}{189} = 2231,9$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \times M}{F_d} = \frac{26520 \cdot 11,2}{208} = 1428$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2231,9 \cdot 8 = 17855,2$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot Т_{\text{р}} = 1428 \cdot 101 = 144228$$

Таблица 3.11.- Расчет основной заработной плат

Исполнители	З _{тс} , тыс.руб.	к _{пр}	к _д	к _р	З _м , тыс.руб.	З _{дн} , тыс.руб.	Т _р , раб.дн.	З _{осн} , тыс.руб.
Руководитель	19,5	0,3	0,3	1,3	40560	2231,9	8	17855,2
Бакалавр	17,0	0,2	0,2	1,3	26520	1428	101	144228
ИТОГО З_{осн}								162083

3.6.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = к_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}},$$

где $к_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Следовательно дополнительная заработная плата научного руководителя будет равной:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 17855,2 = 2142,6$$

Дополнительная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 144228 = 17307$$

3.6.4.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: $Z_{внеб} = K_{внеб} \times (Z_{осн} + Z_{доп})$

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году водится пониженная ставка – 30%.

Таблица 3.12. - Отчисления во внебюджетный фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	17855,2	2142,6
Студент	144228	17307
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	54460	

3.6.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 235993 \cdot 0,16 = 37759 \text{ рублей}$$

3.6.6. Формирование бюджета затрат научно исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат на научное исследование является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на проект приведен в таблице 3.6.6.

Таблица 3.13. - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат %
1. Материальные затраты РНИ	755	0,0036
2. Затраты по основной Заработной плате		

исполнителей ВКР	162083	0,59
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19450	0,07
4. Отчисления во Внебюджетные фонды (страховые отчисления)	54460	0,198
5. Накладные расходы	37759	0,137
6. Бюджет затрат на НТИ	274752	100

Рассчитанная величина бюджета затрат проекта выступает нижним предела затрат на разработку научно-технической продукции и учитывается при формировании договора с заказчиком.

3.7. Определение эффективности исследования

В результате выполнения работы будут достигнуты поставленные задачи по сокращению расходов на изготовление детали «Выходной вал». При выполнении задания по расчету ресурсосбережения и ресурсоэффективности выполнения работ по созданию технологического процесса были определены:

- перспективность выполнения работ;
- структура и очередность выполнения работ по проекту;
- трудоемкость выполнения работ;
- бюджет затрат на выполнение проекта которые составили 274752 рублей.

Социальная ответственность

Студент:

Группа	ФИО
154A81	Ян Цзяюй

Школа	ИШПНТ	Отделение	ОМШ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления выходного вала редуктора.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Характеристика объекта исследования	<i>Объектом исследования является механический цех по производству деталей типа «Выходной вал».</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов проектируемой Производственной среды в следующей последовательности	<i>Параметры анализа: 1.микроклимат; 2.наличие вредных веществ; 3. производственный шум; 4. расчет освещенности рабочего места; 5. электрическая безопасность; 6.движущиеся машины и механизмы, незащищенные подвижные элементы производственного оборудования 7.пожарная безопасность</i>
2. Экологическая безопасность	<i>– анализ воздействия объекта на окружающую среду (сбросы, выбросы, отходы); – мероприятия по сокращению негативного воздействия на окружающую среду.</i>
3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях	<i>Защита в чрезвычайных ситуациях: - сильные морозы; - несанкционированное проникновение постороннего на территорию предприятия. - план эвакуации</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе); План размещения светильников План эвакуации при пожаре</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	28.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А. И.	д.т.н.		28.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
154A81	Ян Цзяюй		28.02.2022

Введение

Описание рабочего места

В данной работе рассмотрен производственный цех и находящееся оборудование.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как производственный цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз, что характерно для Сибири. Так же одной из возможных ЧС может быть отключение электропитания.

4.1.Описание производственного участка.

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией механического участка в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды. В данной работе рассмотрен цех механической обработки в котором налажено производство детали: «вал энкодера». Он состоит из основного помещения на первом этаже корпуса, где располагается металлорежущие

оборудование и вспомогательных (раздевалки, инструментальный склад, склад готовой продукции, склад ГСМ, туалет, кабинеты ИТР и ОТК). При проектировании рабочего помещения должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, наличие вредных веществ, электрической опасности, пожарной безопасности и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест. При проектировании механического цеха необходимо уделить внимание и охране окружающей среды. Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как цех механообработки находится в городе Томске, наиболее вероятной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной геополитической ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть теракт.

4.2. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды.

В цехе, где находятся различные электроустановки, станки, а также используется СОЖ и различные смазывающие масла, могут быть следующие вредные факторы, а именно наличие:

- а) непригодного микроклимата;
- б) вредных веществ;
- в) производственного шума;
- г) неправильной или недостаточной освещенности;
- д) электрическая опасность;
- е) движущиеся машины и механизмы

ж) пожарная безопасность

4.3. Микроклимат

Микроклимат в производственном цеху определяется такими параметрами

как: 1) температура воздуха;

2) относительная влажность воздуха;

3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре в помещении происходит повышенный приток крови к поверхности тела, обильное потоотделение и вследствие, потеря жидкости организмом. При низкой температуре на рабочем месте, приток крови к поверхности тела замедляется, повышается вероятность переохлаждения организма. В обоих случаях снижается работоспособность и внимание, что может привести к несчастному случаю. Повышенная влажность воздуха ($\phi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\phi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1 [ГОСТ 12.1.005-88].

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года следует применять меры по недопущению чрезмерного охлаждения помещения через окна и двери и проезды. (Установка пластиковых окон, утепление дверей, установка воздушных завес).

В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей (установка жалюзи), возможность проветривания помещения.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к обслуживанию металлообрабатывающих станков, относится к категории средних работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 4.1.

Таблица 4.1. - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	15 - 28	20 - 80	≤ 0.5

Одними из главных мероприятий по достижению оптимального микроклимата и состава воздуха в производственных цехах являются правильный воздухообмен в помещении. При проектировании систем отопления и вентиляции механических цехов основными вредными производственными факторами являются пары смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и технологических смазок (ТС), абразивная и металлическая пыль, выделяющиеся в процессе станочной обработки металлов резанием.

Отопление механических цехов следует предусматривать водяное, паровое, воздушное или с нагревательными приборами.

Местные вытяжные системы, удаляющие от станков пыль и аэрозоль СОЖ, должны быть отдельными и снабжены сепараторами дренажными устройствами.

4.4.Вредные вещества

Основными вредными веществами в металлообрабатывающем цехе являются технологические масла (ТС), и смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ).

Пары этих жидкостей не должны превышать норм содержания в воздухе гигиенических нормативов «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г.

Средствами защиты вредных веществ могут служить:

- автоматизация технологического процесса;
- механическая вентиляция помещения;
- герметизация оборудования;
- СИЗ (респираторы, спецодежда, перчатки, защитные очки и др.)

4.5.Производственный шум

ПДУ шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего

стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 85 дБА.

Основные источники шума при работе оборудования:

- двигатели приводов;
 - зубчатые передачи;
 - подшипники качения;
 - неуравновешенные вращающиеся части станка;
 - силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
 - трение и соударение деталей в сочленениях вследствие неизбежных зазоров;
- При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ:

- устранение причин шума или существенное его ослабление;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения.

Используют звукопоглощающие навесные элементы в районе потолка, элементы и панели в верхней части стен, а также звукопоглощающие напыления на стены и пол (звукопоглощающий, иглопробивной материал из

пенополиэтилена и акустический войлок). Для виброизоляции – использование в станках виброизолирующих опор (пружинных и резиновых).;

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения по цеху;

СИЗ:

- В качестве индивидуальных средств защиты от шума используют специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противошумные каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощении звука. (ГОСТ 4. 011-89 ССБТ).

4.6.Освещенность

Нормы освещенности по СНиП 23-05-95 для «Механических, инструментальных цехов, отделений, участков, цеха оснастки, ОТК. (Г-0.8)» составляют 300 люкс.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда. Расчёт общего освещения выполняется методом коэффициента светового потока,

учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Световой поток

лампы определяется по формуле:
$$\Phi_{\pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta}$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, 300 лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср} / E_{min}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:
$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по табл. выбираем

ближайшую стандартную лампу и определяем электрическую мощность осветительной системы.

Основное станочное помещение с размерами:

длина $A = 18$ м,

ширина $B = 26,7$ м,

высота $H = 5$ м

Высота рабочей поверхности $h_{рп} = 0,8$ м.

Требуемая освещенность $E = 300$ лк.

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

Коэффициент запаса $k = 1,8$, коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛХБ 125, со световым потоком $\Phi_{лд} = 4220$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-125.

Одним из критериев оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 5 - 0,8 - 0,3 = 3,9 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении: $Nb = \frac{B}{L} = \frac{18}{4,29} = 5$

Число светильников в ряду: $Na = \frac{A}{L} = \frac{26,7}{4,29} = 7$

Общее число светильников: $N = Na \cdot Nb = 7 \cdot 5 = 35$

Размеры светильника ОДОР-2-125: длина-1528мм, ширина-266мм

Расстояние между соседними рядами определяется следующим образом.

$$26700 = 7 \cdot 266 + 6 \cdot L_1 + \frac{2}{3}L_1$$

$$24838 = \frac{20}{3}L_1 \quad L_1 = 3726\text{мм}$$

Расстояние от стены до ряда светильников:

$$\frac{1}{3}L_1 = 1412$$

Расстояние между светильниками:

$$18000 = 5 \cdot 1528 + 4 \cdot L_2 + \frac{2}{3}L_2$$

$$10360 = \frac{14}{3}L_2 \quad L_2 = 2220\text{мм}$$

Расстояние от стены до крайнего светильника:

$$\frac{1}{3}L_2 = 740$$

Схема пасположения светильников изображена на рисунке 1.

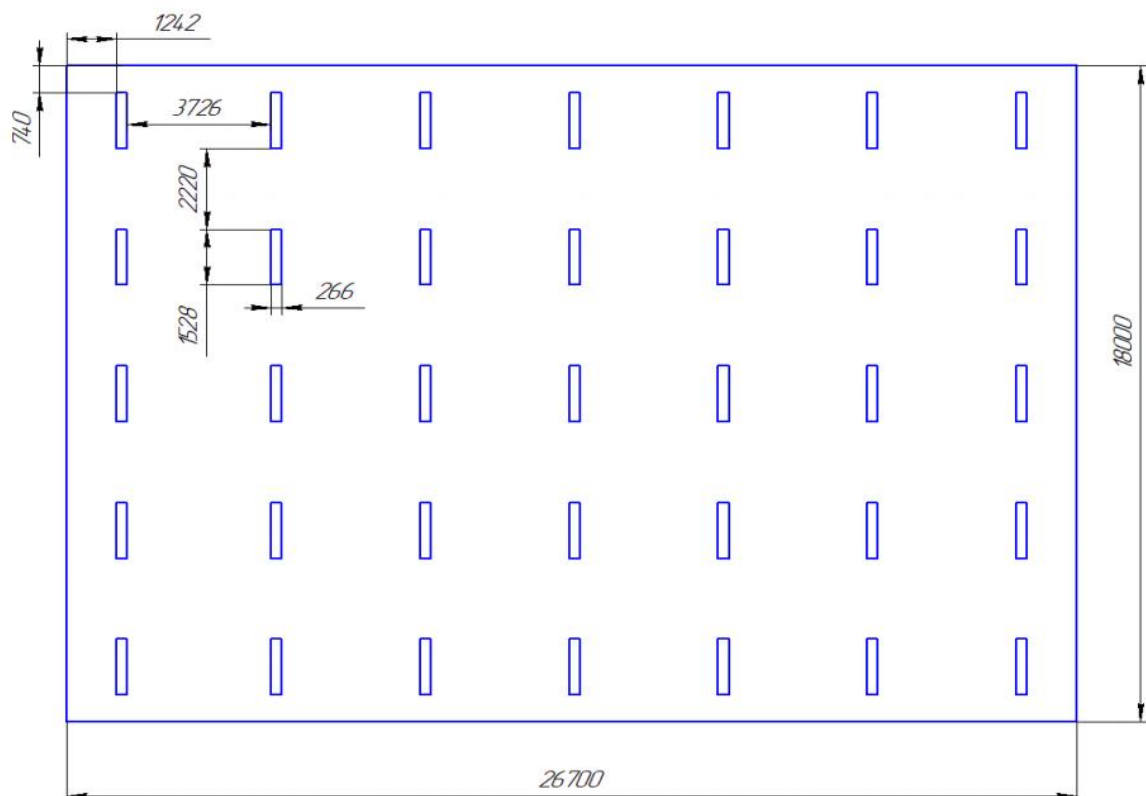


Рисунок 4.1. – Схема расположения светильников в производственном помещении

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{18 \cdot 26,7}{3,9 \cdot (18 + 26,7)} = 2,75$$

Коэффициент использования светового потока для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при:

$$\rho_{\text{л}} = 70 \%;$$

$$\rho_{\text{с}} = 50\%;$$

Индекс помещения $i = 2,75$ равен $\eta = 0,71$.

Потребный световой поток люминесцентной лампы светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 18 \cdot 26,7 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{70 \cdot 0,71} = 5743 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% = \frac{4220 - 5743}{4220} \cdot 100\% = -0,29\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -0,29\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона

4.7.Электрическая безопасность

Электробезопасность представляет собой систему мер и мероприятий, направленных на защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока.

Электроустановки разделяют по напряжению: с напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием

агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают: Механический цех можно отнести к помещениям с повышенной опасностью, в котором существуют такие условия как: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.

Для защиты персонала от поражающего действия электрического тока применяют специальные защитные средства.

Все изолирующие защитные средства делятся на:

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

В электроустановках напряжением до 1000 вольт:

- электрические перчатки;
- инструмент с изолированными рукоятками;
- указатели напряжения.

Дополнительными называются такие защитные средства, которые сами по себе не могут при данном напряжении обеспечить безопасность от напряжения током. Они являются дополнительной к основным средствам мерой защиты.

В электроустановках напряжением до 1000В:

- 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 — принудительное соединение с землей оборудования, которые, обычно, не находятся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в силу разных обстоятельств. Назначение заземления — устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения частях электрооборудования.

2. Зануление. Занулением называется присоединение к неоднократно заземленному нулевому проводу питающей сети корпусов и других металлических частей электрооборудования, которые нормально не находятся под напряжением.

Задача зануления та же, что и защитного заземления: устранение опасности поражения людей током при пробое на корпус. Решается эта задача автоматическим отключением поврежденной установки от сети.

3. Защитное отключение. Защитным отключением называется устройство, быстро (не более 0,2 с) автоматически отключающее участок электрической сети при возникновении в нем опасности поражения человека током.

Основными частями являются прибор защитного отключения и автоматический выключатель.

Защитное устройство отключения, которое реагирует на изменение напряжение корпуса относительно земли, если оно окажется выше некоторого предельно допустимого значения $U_{к.доп}$, вследствие чего прикосновение к корпусу становится опасным. Предназначено устранить поражения электрическим током при появлении на заземленном или зашунтованном корпусе повышенного напряжения. Эти устройства являются дополнительной мерой защиты к заземлению или занулению.

4.Защитные ограждения. К ограждениям и оболочкам относятся защитные устройства, предназначенные для предотвращения прикосновения и приближения людей к токоведущим частям, находящимся под напряжением. Ограждение токоведущих частей, как правило, предусматривается конструкцией электрооборудования.

Электрические машины, аппараты и приборы имеют корпуса, кожухи и оболочки, надёжно защищающие токоведущие части от прямого (случайного) прикосновения.

Голые провода и шины, а также приборы, аппараты, распределительные щиты, клеммники и т.п. конструктивно имеющие незащищенные и доступные прикосновению токоведущие части помещают в специальные шкафы, камеры, ящики, закрываемые сплошными или сетчатыми ограждениями.

Сплошные ограждения обязательны для электроустановок, размещённых в местах, где могут находиться люди, не связанные с обслуживанием

электроустановок – в бытовых, общественных и производственных (не электротехнических помещениях).

Сетчатые ограждения применяются в электроустановках доступных только квалифицированному электротехническому персоналу. В закрытых электроустановках ограждения должны иметь высоту не менее 1,7 м, а в открытых – не менее 2,0 м.

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

4.8. Движущиеся машины и механизмы

Движущиеся механизмы и их составные части – это опасный производственный фактор, который опасен возможностью получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма с человеком.

Условия существования или возникновения потенциальной опасности воздействия движущегося механизма на человека можно рассмотреть, как:

1. Предусмотренные технологическим процессом (например, работа сподъемно-транспортным оборудованием, станками, прессами, и т.д.).
2. Приводящие к опасности из-за ошибок в монтаже и конструкции объекта (например, обрывы конструктивных элементов и их падение, разрушение от коррозии и т.п.).
3. Возникающие при каком-либо изменении технологического процесса или применении другого типа оборудования.

4. Человеческий фактор.

К основным средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные (местные ограждения, крышки, кожуха и др.);
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76.

4.9. Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасывается из помещений.

Основными мероприятиями по уменьшению негативного влияния машиностроительных предприятий на экологию являются следующие действия:

- внедрение современных технологий, способствующих уменьшению вредных отходов производства;
- улучшение систем фильтрации сточных вод, воздуха и других сбросов предприятия;
- переработка вредных веществ и утилизация отходов производства;
- внедрение системы мониторинга и контроля экологии местности.

Отходы производства и способы их ликвидации и переработки:

1. Металлическая стружка. Образование производственных отходов в виде металлической или цветной стружки подразумевает под собой утилизацию или вторичную переработку данного материала. В частности, стружка - материал, пригодный для последующего применения и переплавки в сталеплавильных печах для получения нового металла.

Общий цикл утилизации стружки следующий: стружка по конвейерной ленте из станка попадает в цеховой бак приемки стружки, затем погрузчиком, на территории предприятия, складировается в специальных контейнерах, они различаются по виду стружки – для каждого вида стружки (вида стали или цветного металла) отдельный контейнер, как только контейнеры заполняются стружкой их, вывозят на металлоперерабатывающие предприятия и продают как вторсырье. Там стружка очищается от посторонних включений (мусор, масла, СОЖ), путем прогонки через магнитные ковши и печи малой температуры, брикетируется и далее может быть доставлена на сталелитейные предприятия, где она может быть переплавлена как сама по себе, так и добавлена в другие расплавы в печах, из которых в дальнейшем получают сталь для заготовок, которые вновь используются на производстве.

2. СОЖ. Химическая и физическая устойчивость СОЖ позволяет организовать их циклическое использование с регулярным восстановлением первоначальных свойств. Оно заключается в механической очистке от твердых включений, нейтрализации окислителей, обеззараживании и биологической очистке.

Выбирая метод утилизации, ориентируются на экономичность процесса, основу которой составляет эффект масштабности производства. Расходы по содержанию вспомогательного оборудования и персонала при небольших объемах нейтрализации эмульсий не окупаются. Специализированные компании, оснащенные современной техникой, могут выбрать наиболее технологичный способ переработки.

Таким образом для нашего предприятия будет рентабельней утилизировать СОЖ на специальных заводах и фабриках. Отработанная СОЖ из баков станков откачивается насосами в специальные бочки для хранения и транспортировки агрессивной жидкости и доставляется погрузчиком на складе ГСМ на хранение, до заполнения всей свободной тары. Далее ее следует отвезти в компанию, специализирующуюся по переработке отработанных спец жидкостей.

Методы переработки СОЖ: Физико-химический метод: разложение.

Под разложением понимается переработка эмульсий путём разделения их на фазы «вода» и «масло». Переработка разложением осуществляется в несколько стадий:

- отделение неэмульгированных (поверхностных) масел;
- отделение твёрдых частиц;
- разложение эмульсии;
- отделение полученных фаз;

Химическое разложение производится путём добавления различных химикатов. Для достижения оптимального результата необходимо тщательно соблюдать дозировку.

«Кислотное разложение» требует применения более коррозионностойких и, соответственно, более дорогих, материалов для изготовления оборудования. Полученную воду перед сливом в канализацию необходимо нейтрализовать, для этого требуется добавление щёлочи. Вследствие этого в очищенной воде содержится значительное количество солей, что не позволяет повторно использовать очищенную воду.

В новых методах разложения используются так называемые «деэмульгаторы». Их необходимо подбирать в зависимости от перерабатываемой жидкости и тщательно дозировать. Это ограничивает применение данного метода при изменении состава жидкости.

Преимуществом физико-химического метода является возможность применения данного метода для больших объёмов стоков ($>3 \text{ м}^3/\text{ч}$). Таким образом, данный метод является наиболее экономически выгодным при больших объёмах стоков и при невысоких требованиях к качеству сливаемой воды. Механический метод: мембранная очистка.

Другим методом переработки эмульсий является ультрафильтрация. Под повышенным давлением (5-10 Бар) эмульсия проходит через пористую керамическую мембрану. Вода беспрепятственно проходит через поры, а масла, жиры и воски задерживаются на мембранах.

Однако данный метод не может обеспечить полное отделение органических веществ. Остаточная влажность остатка составляет в среднем 60-70%. Значительным недостатком мембранной системы является ограничение применения подобной системы при изменениях состава жидкости,

т.е.изменение состава жидкости может вызвать повреждение мембран. Кроме того, в процессе работы мембраны засоряются твёрдыми частицами и маслами. Из-за этого снижается производительность системы и повышаются энергозатраты, а также ухудшается качество очищенной воды.

Поэтому требуется постоянная очистка системы от отложений с помощью химикатов. Термический метод: выпаривание/дистилляция.

Самым древним методом разделения веществ является дистилляция. Для выпаривания воды предлагаются различные технические решения. В каждом случае для оптимального энергобаланса требуется использовать энергию конденсации для процессов нагрева и испарения исходной жидкости.

Поэтому выпариватели с внешним нагревом, как правило, дороже, чем выпариватели с тепловым насосом или выпариватели, основанные на принципе прямой конденсации водяного пара.

3. Абразив, пыль, масляный туман. Все эти категории отходов объединяются

одним общим свойством – переносом по воздуху.

Для металлообрабатывающего цеха характерно механическое удаление воздуха из помещения с поступлением воздуха через окна и двери. Как правило вентиляция для удаления воздуха осевыми вентиляторами, установленными на крыше или стене цеха, и имеет выходной рукав непосредственно на улицу, в окружающую среду. Конструкция представляет собой сеть гибких воздуховодов на кронштейнах, с фрикционными воронками-уловителями и

воздушной заслонкой над рабочей зоной станков, что позволяет регулировать их положение и расход воздуха.

Так же существует метод, при котором к рабочей зоне станка непосредственно подается передвижной фильтровальный агрегат. Благодаря такой схеме удастся исключить капитальные и эксплуатационные затраты для стационарных вытяжных систем, более гибкая настройка удаления загрязнения из зоны станка.

Оба этих метода удаления загрязненного воздуха из рабочей зоны станка объединяет наличие фильтрующего элемента в цепи воздуха отвода. Фильтр – съёмный расходный элемент, предназначенный для очищения проходящего воздушного потока, путем удержания в себе загрязняющих элементов.

Фильтры подразделяются в зависимости от задачи удержания тех или иных вредных веществ в воздухе:

- Универсальные электростатические фильтры. Предназначены для удаления сварочного, масляного и других высокодисперсных аэрозолей, взрыво и пожароопасных концентраций, образующихся при различных видах обработки в машиностроении.
- Фильтр складчатый кассетный. Предназначены для очистки воздуха и газов от мелкодисперсных аэрозольных сухих пылей (в том числе свинцовых) со средним размером от 0,3 мкм и более. Рекомендуется применять при электро- и газосварке, пайке, лужении, лазерной и плазменной обработке, переплаве металлов и др. При высокой концентрации в помещении CO, NOx, HF и других вредных веществ - дополнительно могут быть укомплектованы

кассетой хим. очистки.

- Фильтро-вентиляционные агрегаты для улавливания масляного тумана.

Предназначены для отсоса и очищения воздуха от масляного тумана, глицерина, пластификаторов и других технологических жидкостей в процессах металлообработки резанием, при холодной штамповке и прокатке, литье под давлением, промасливании, консервации

- Агрегаты для улавливания пыли. Предназначены для удаления твердых сухих пылей (абразивных, металлических, неметаллических - графит, стекло и т.п.) при среднем размере от 3 мкм и более или от 0,3 мкм и более при наличии БУО.

Отходы абразива сдаются организации, за ними приезжает специализированный транспорт, после чего их вывозят на специальный полигон по утилизации отходов подходящего класса, где производят захоронение. Либо используются в строительстве.

4.10. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производство находится в городе Томске, в умеренном климатическом поясе. Природные катаклизмы в данном регионе крайне маловероятны. Наиболее вероятными ЧС на объекте могут быть сильные морозы и теракт.

Для Западной Сибири в зимнее время года характерны морозы до -45°C.

Достижение низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. На случай отключения электроэнергии на предприятии предусмотрена резервная дизель-электрическая установка с запасом топлива.

Для отопления производственных площадей используют 2 газовых котла, один котёл находится в резерве. На случай перебоев с подачей газа предусмотрен аварийный твердотопливный котёл с запасом угля на определённый период. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели (дизельные станции, калориферы и т.п.). Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. На предприятии собственная насосная станция, для обеспечения его водой. На случай аварии предусмотрен резерв воды, который позволит предприятию бесперебойно функционировать несколько дней. Транспорт, обслуживающий производство, круглогодично находится и обслуживается в отапливаемом ангаре. Все вышеперечисленные меры предусмотрены для бесперебойного функционирования предприятия в случае ЧС.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие оборудовано системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надёжной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта (закрытой внутренней сетью интернет и введением режима секретности), расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. На предприятии создана служба гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций, способная быстро и правильно реагировать на любые возможные ЧС на предприятии. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

4.11. Пожарная безопасность.

Производственные объекты отличаются повышенной пожарной опасностью, так как характеризуется сложностью производственных процессов, наличием значительных количеств сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов, большой оснащенностью электрических установок и другое.

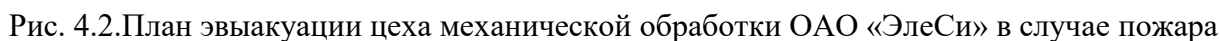
Основными причинами пожаров зачастую бывают:

- 1) Нарушение технологического режима - 33%.
- 2) Неисправность электрооборудования - 16 %.
- 3) Плохая подготовка к ремонту оборудования - 13%.
- 4) Самовозгорание промасленной ветоши и других материалов - 10%

Источниками воспламенения могут быть также открытый огонь технологических установок, раскаленные или нагретые стенки аппаратов и оборудования, искры электрооборудования, статическое электричество, искры удара и трения деталей машин и оборудования и др. Кроме того, источниками воспламенения могут служить нарушения норм и правил хранения пожароопасных материалов, неосторожное обращение с огнем, использование открытого огня факелов, паяльных ламп, курение в запрещенных местах, невыполнение противопожарных мероприятий по оборудованию пожарного водоснабжение, пожарной сигнализации, обеспечение первичными средствами пожаротушения и др.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, режимные и эксплуатационные.

Технические мероприятия: соблюдение противопожарных правил и норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.



В разделе «Социальная ответственность» анализируем некоторые факторы в производственном цехе, рассматриваем возможные опасности и принимаем превентивные меры для обеспечения безопасной и упорядоченной работы цеха.

Заключение

В ходе ВКР разработан технологический процесс для мелкосерийного производства детали «Выходной Вал» 8000 штук в год. Выполнен размерный анализ техпроцесса и составлен граф конструкторских и технологических размеров, а также припусков с целью облегчения размерного анализа технологического процесса.

В работе выбран оптимальный вид заготовки, рассчитаны её размеры, выбрано оборудование и технологическая оснастка, режущие и измерительные инструменты, рассчитаны режимы резания и требуемая мощность станков, рассчитаны нормы времени на каждый технологический переход и операцию. В работе спроектировано и рассчитано станочное приспособление, описан принцип его работы.

В разделе «Финансовый менеджент, ресурсоэффективность и ресурсобережение» проведен анализ затрат.

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению детали «выходной вал», определены нормы для улучшения условий труда, рассмотрены вопросы обеспечения производственной безопасности работающих, повышения производительности труда, а также охраны окружающей среды.

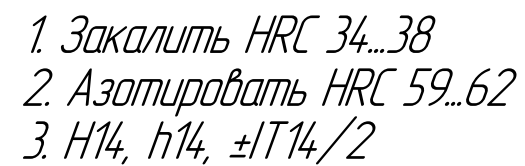
Список литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2 (1985 г) Под ред. А.Г. Косиловой.
4. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя Том 2. – Москва, 1961. – 892 с.
5. 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.
6. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
7. Горошкин А.К. 1979 Приспособления для металлорежущих станков.
8. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
9. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном. проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
10. Сущность методики FAST в области ФСА.
11. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени.

Приложение А. Чертёж детали



$Ra12,5$

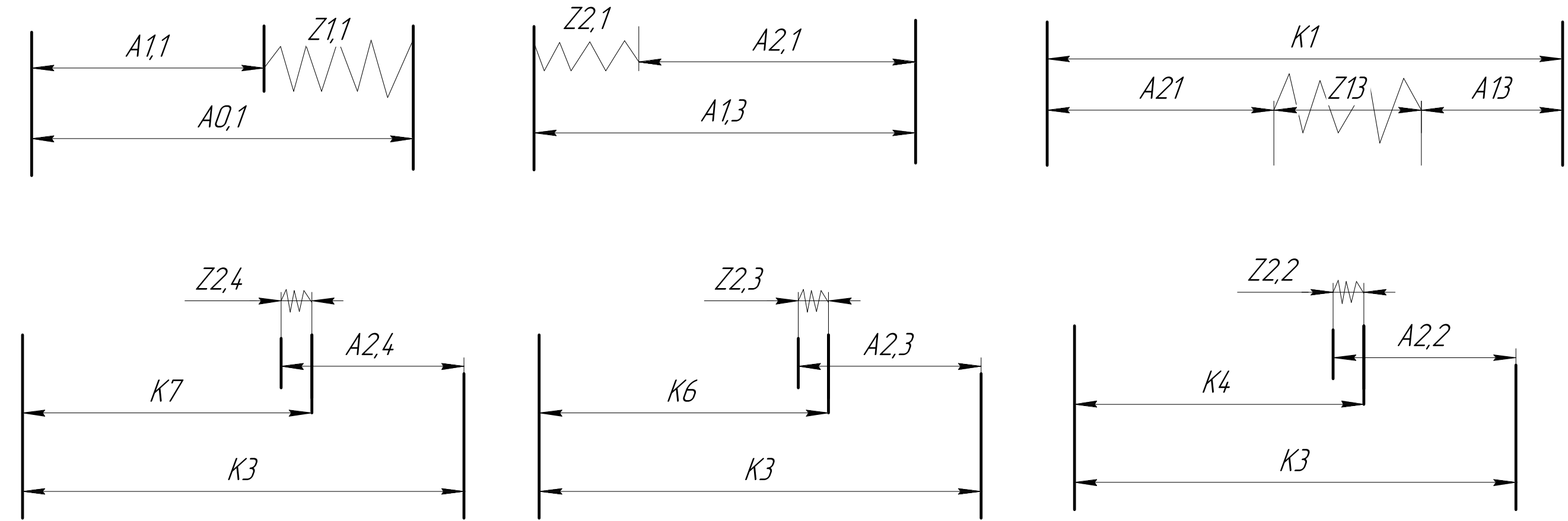


					ИШНПТ-154А0016.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Выходной Вал	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Ян Цзяюй							2:1
Пров.	Коротков В. С.							
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 40Х			
Утв.								

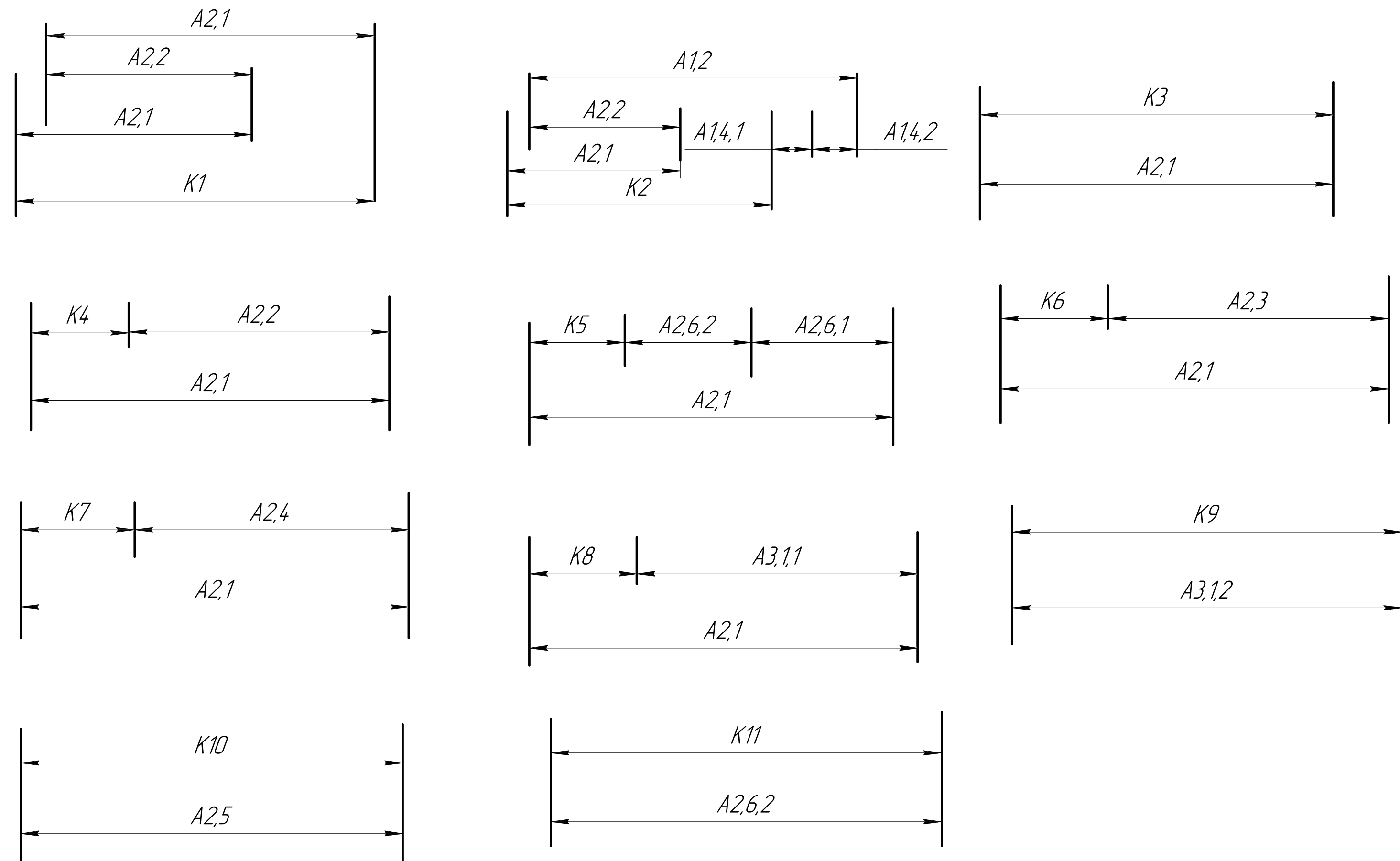
Формат А3

Приложение Б. Размерный анализ

Технологические размерные цепи, в которых замыкающим звеном является припуск.



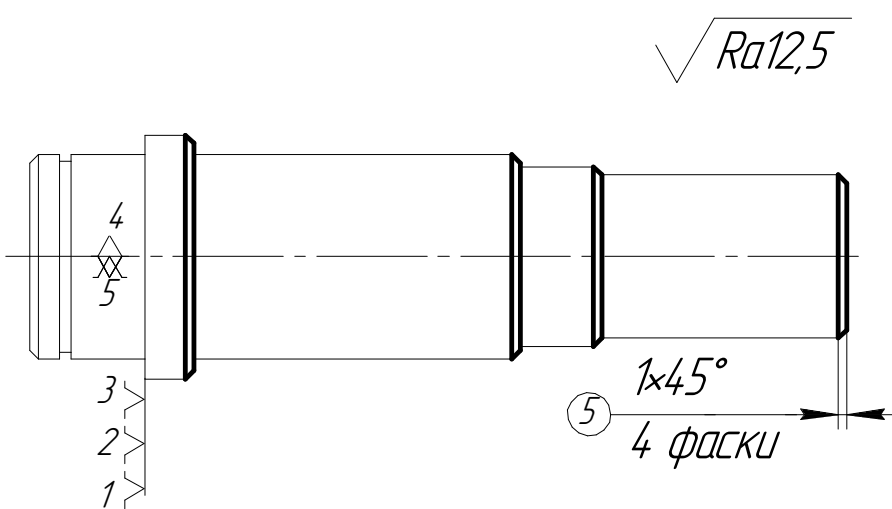
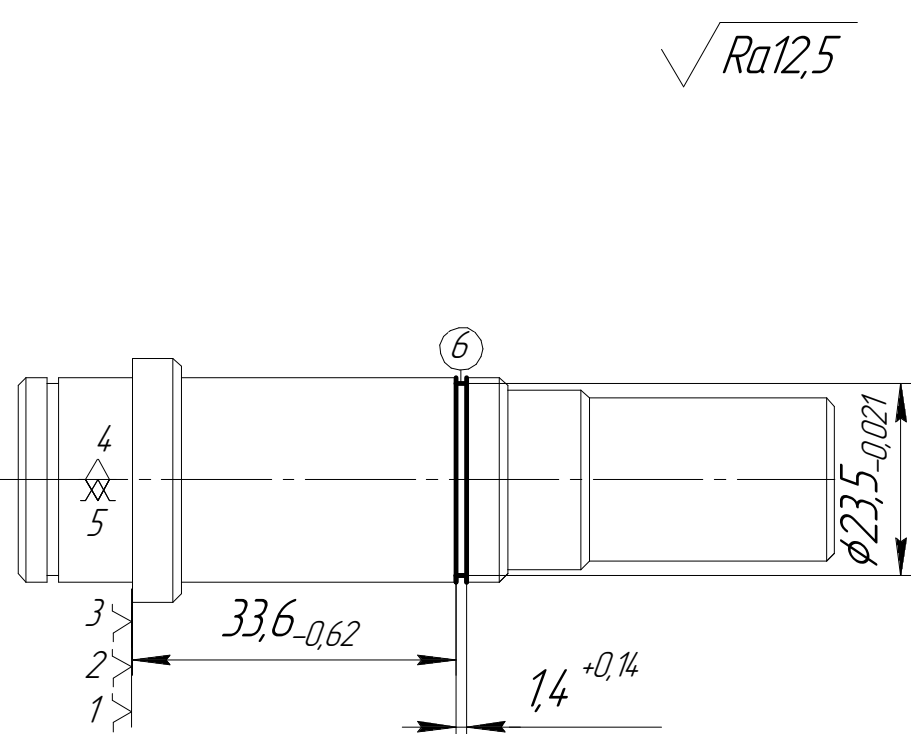
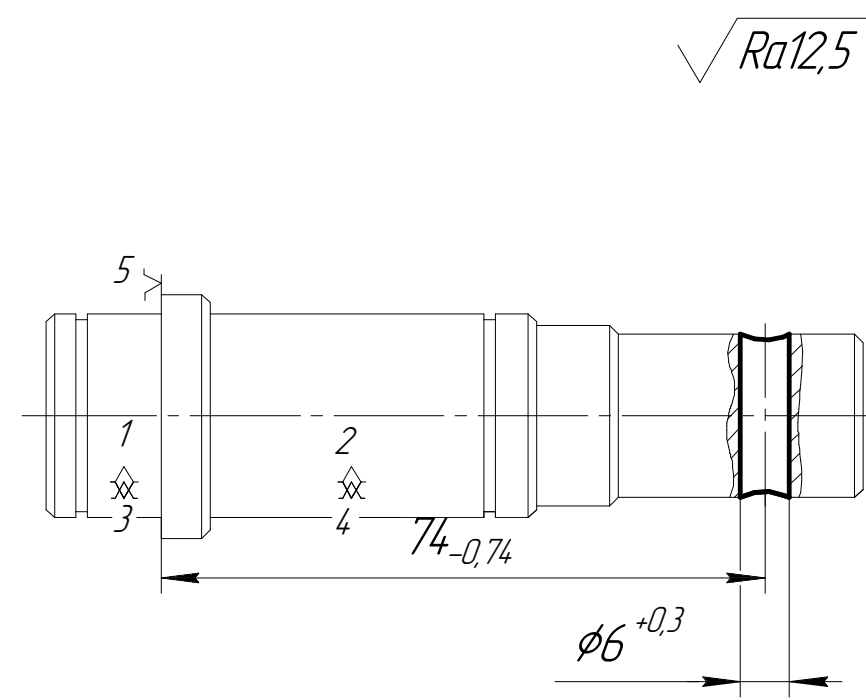
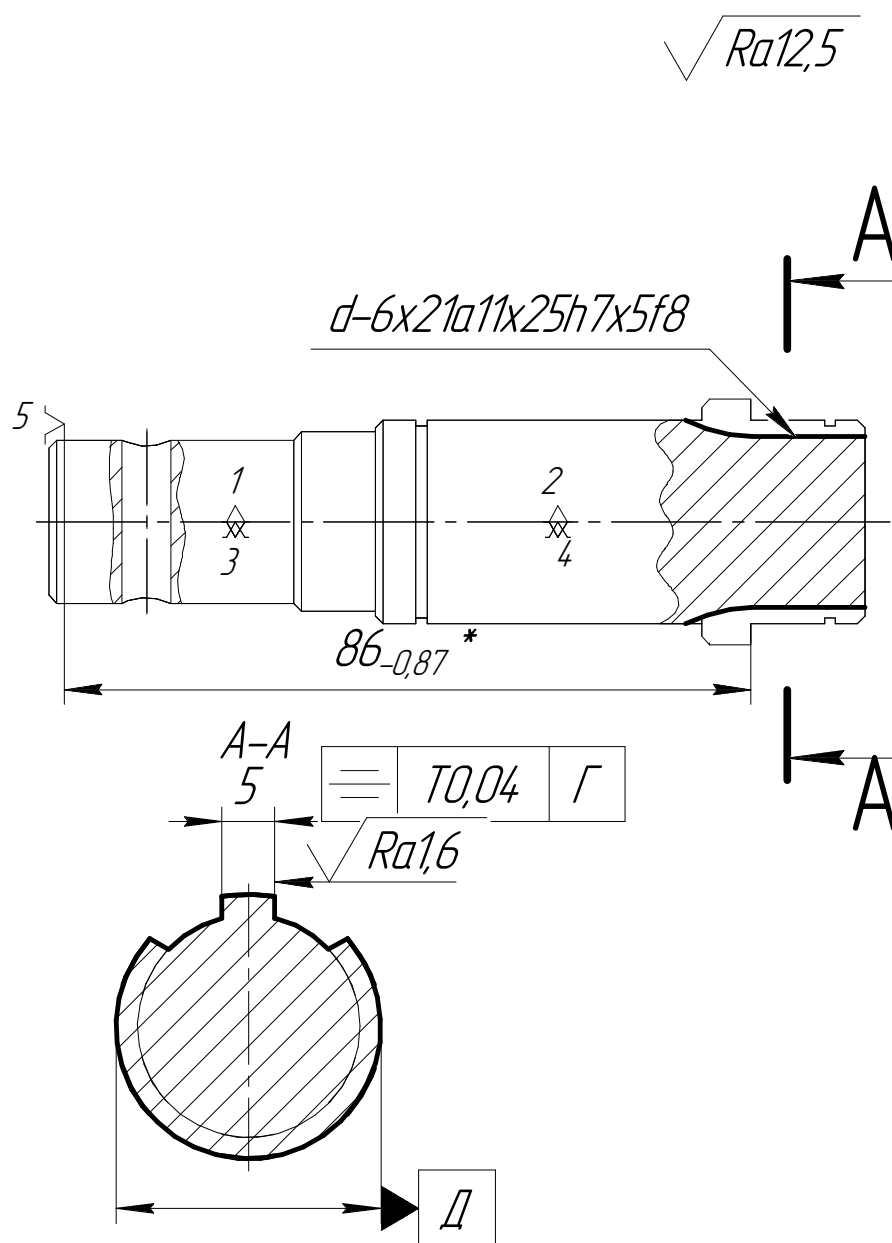
Технологические размерные цепи, в которых замыкающим звеном является конструкторский размер



						ИШНПТ-154А0016.002			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ	Лит.	Масса	Масштаб	
Разработ.	Ян Цзянги							1:1	
Проект.	Коротков В.С.								
Т. контр.						Лист	Листов	1	
Исполн.						ИШНПТ ТПУ			
Утв.						Группа 154А81			
					Корректор	Формат 11			

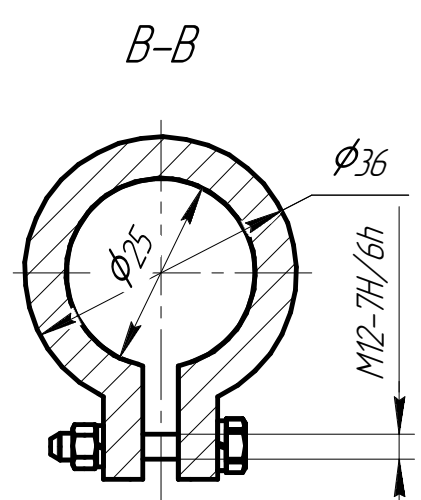
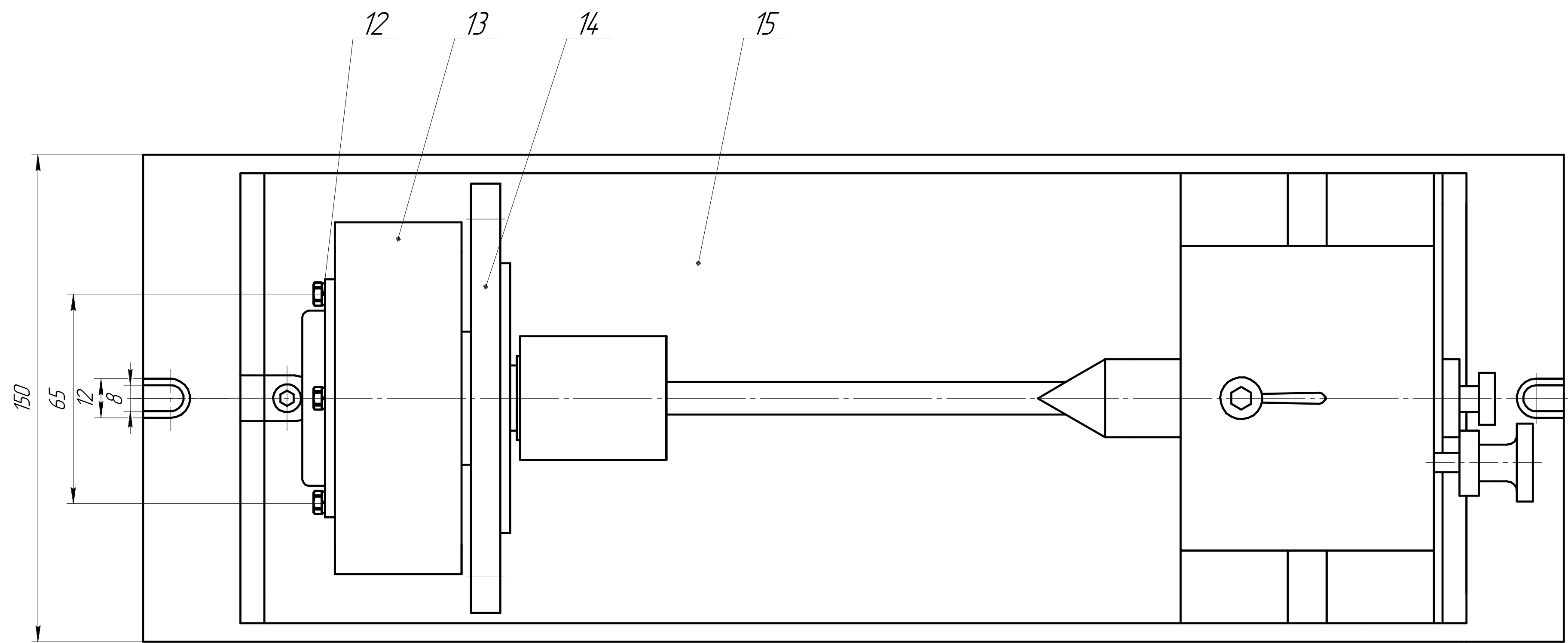
Приложение В. Техническая карта

Имя файла	Взам. инв. №	Инд. № докум.	Подп.	Дата

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрения адм. отдел	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направ- лении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы		
операций	перехода					режущий	измери- тельный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость ре- зания, м/мин	То	Твс	Тпз		Тшт	Тшт.к
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	5	Точить 4 фаску, выдерживая размер 0,87×45°.		Токарно-винторезного станка с ЧПУ Модель 160НТ	Патрон самоцентрирующий ИР-100-0011 ГОСТ 2675-80	Токарный проходной прямой резец ГОСТ 18878-73	Электронный штангенциркуль ШЦЦ-1-30-0,01 ГОСТ 166-89						0,5	0,5	3580	225	0,02					
	6	Точить канавку 4, выдерживая размеры φ23,5 _{-0,021} мм и 33,6 _{-0,62} мм , 14 _{+0,14} мм				Резец отрезной 2120-0501 ГОСТ 18874-73 Т5К10		Штангенциркуль Mitutoyo Absolute 573-171-20 ШГЦС 0-150 мм 0,01 с тонким стержнем		1	23,5	0,75	0,75	0,08	116	1450	114					
015	1	Сверлильная Сверлить отверстие выдерживая размеры 74 _{-0,74} и φ6 _{+0,3}		Вертикально-сверлильный станок Модели 2Н125	Универсально-станочное приспособление	Сверло спиральное 2301-3727 ГОСТ 10903-77	Штангенциркуль ШЦ-1-100-0,05 ГОСТ 166-89 Нулевой НИ 3-8-1 ГОСТ 868-82		1	20	20	3	0,17	127	750	14,1	0,21	0,7	7	0,96	0,96	
	1	Фрезерная Фрезеровать шлицы выдерживая размеры 86 _{-0,87}		Горизонтально-фрезерный станок модель 6К12	Специальное приспособление	Фреза 2520-0736 ГОСТ 8027-86	Штангенциркуль Mitutoyo Absolute 573-171-20 ШГЦС 0-150 мм 0,01 с тонким стержнем		6	21	15	2	0,15	60	400	45	18	108	8	2,88	2,88	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Приложение Г. Приспособление



Technical drawing of a mechanical part with dimensions: 8, 0.3x45°, 1x45°, 0.6x45°, 7, 14.5, 15, 1x45°.

1. Максимальный диаметр заготовки 80мм
2. Усилие зажима центра 100Н
3. Высота центров, 120мм
4. Усилие затяжки втулки 180Н

1. Трущиеся поверхности смазать солидолом или консистентной смазкой.
2. Отклонение от соосности центров $0,003\text{ мм}$

				ИШНПТ-154А0016.004			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление фрезерное		
Разработ.	Ян Цзянь				Лист	Масса	Масштаб
Проб.	Коротков В. С.						1:1
Т. контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.					ТПУ ИШНПТ Группа 154А81		
Утв.							

