

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

Институт ИК
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
Кафедра ТМСПР

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали "Шнек AVR"

УДК 621.81.-2.002.615.014.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Засорин Михаил Александрович		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Проф.каф.ЭБЖ	Федорчук Ю.М.	Доктор тех.наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин А.Д.			

Планируемые результаты обучения по программе

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

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки :15.03.01 Машиностроение

Кафедра «технологии машиностроения и промышленной робототехники»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Вильнин А.Д. _____

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
8Л31	Засорин Михаил Александрович

Тема работы:

Разработка технологического процесса «Шнек AVR»	
Утверждена приказом директора №1488	1.03.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертежа детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Бознак Алексей Олегович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Надежда Александровна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Бознак Алексей Олегович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Засорин Михаил Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 107 _____ с., _____ 7 _____ рис., _____ 11 _____ табл.,
_____ 11 _____ источников, _____ 8 _____ прил.

Ключевые слова: _____ Шнек, технология, многошпиндельная головка, проект,
приспособление.

Объектом исследования является (ются) _____ Шнек AVR

Цель работы – _____ В данной работе разрабатывается технология изготовления
детали "Шнек AVR", а так же проектируется специальное приспособление для
одновременного сверления трёх отверстий. Работа состоит из: Технологической,
конструкторской, экономической частей и раздела социальной ответственности.

В процессе исследования проводились _____ проверки обеспечения размеров при
заданных режимах и технологическом процессе изготовления детали

В результате исследования _____ выяснилось, что все размеры выдерживаются

Степень внедрения: _____ Данный технологический процесс может быть внедрён
в производство.

Область применения: _____ Данное изделие используется для транспортировки
ампул.

В будущем планируется _____ Внедрить данный тех.проц. в производство.

Оглавление

Введение	8
1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	9
Техническое задание.....	10
1.1 Анализ технологичности детали.....	11
1.2 Определение типа производства.....	11
1.3 Разработка маршрута изготовления детали.....	15
1.4 Построение размерных схем и размерного графа.....	23
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	25
1.5.1 Определение допусков на технологические размеры.....	25
1.5.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	27
1.5.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	32
1.5.4 Расчет диаметральных технологических размеров.....	34
1.5.5 Расчет осевых технологических размеров	35
1.6 Расчет режимов и мощности резания.....	36
1.6.1 Токарная операция	37
1.6.2 Растачивание отверстия диаметром 88мм	40
1.6.3 Сверление 3-х отверстия диаметром 7мм.	41
1.6.4 Резьбонарезание	43
1.6.5 Фрезерование винтовой канавки	44
1.7 Нормирование технологических операций	48
1.7.1 Расчет основного времени.....	48
1.7.2 Расчет вспомогательного времени	54
1.7.3 Расчет оперативного времени	55
1.7.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места	56
1.7.5 Расчет времени на отдых	56
1.7.6 Определение подготовительно-заключительного времени.	57
1.7.7 Расчет штучного времени.....	57
1.7.8 Расчет штучно-калькуляционного времени.....	58
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	59
2.1 Расчёт крутящего момента и осевой силы.....	60
2.2 Описание работы приспособления	62
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	65
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	68
3.1 Общие положения	68

3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы».....	70
3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты».....	71
3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты».....	71
3.5 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели».....	72
3.6 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»	72
3.7 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»	73
3.8 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»	74
3.9 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»	74
3.10 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»	75
3.11 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	81
3.12 Расчет затрат по статье «Технологические потери»	81
3.13 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы».....	82
3.14 Расчет затрат по статье «Потери брака»	82
3.15 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы».....	82
3.16 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»	82
3.17 Расчет прибыли	83
3.18 Расчет НДС	83
3.19 Цена изделия.....	83
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	84
Описание рабочего места	87
1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	87
1.1 Метеоусловия	88
1.2 Вредные вещества	89
1.3. Производственный шум	90
1.4 Освещенность	92
1.5 Электромагнитные поля	95
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	97
2.1 Факторы электрической природы.....	97
2.2 Факторы пожарной и взрывной природы	99
3 Охрана окружающей среды.....	102
4 Защита в ЧС	103
5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	104
Графические материалы	105
Список литературы	106

Введение

Машиностроение играет основополагающую роль в ускорении научно-технического прогресса, в повышении производительности труда, в переводе экономики на интенсивный путь развития, создает условия, определяющие развитие многих видов производства и отраслей промышленности.

Важными задачами машиностроения являются совершенствование технологических процессов, внедрение автоматизации производства и точечной механизации. Необходимо так же использовать достижения науки, совершенствовать методы управления персоналом, следить за нормами охраны труда, отдыхом, организацией питания персонала.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «Шнек AVR». Для этого необходимо рассчитать припуски, режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо рассчитать время, требуемое для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Техническое задание

Разобрать технологический процесс изготовления детали «Шнек AVR». Чертёж детали представлен на рис. 1.1. Годовая программа выпуска: 1000шт.

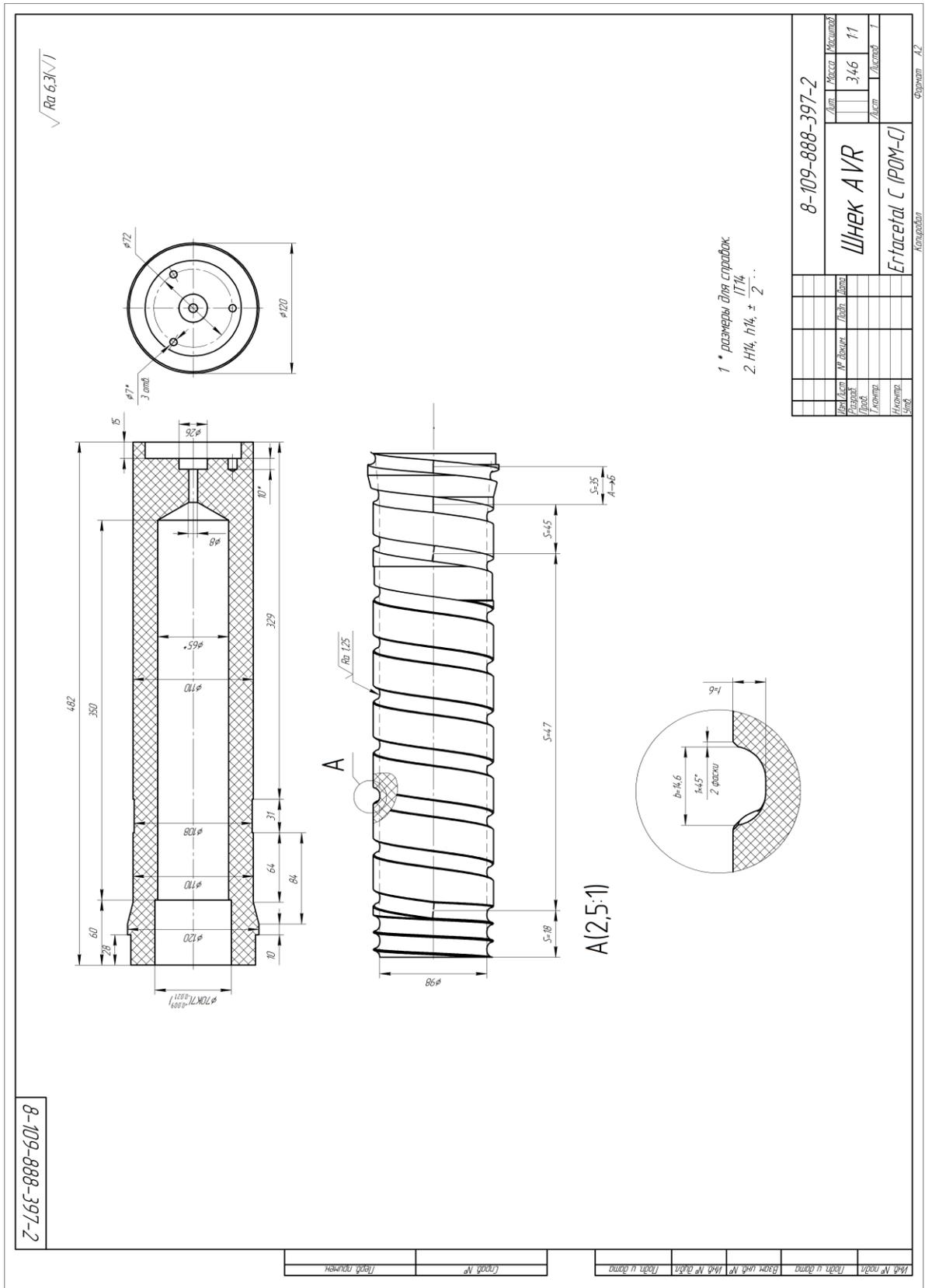


Рис. 1.1 Чертёж детали

1.1 Анализ технологичности детали

Анализируя параметры точности размеров детали, можно заметить, что на поверхности назначены относительно грубые допуски, что позволяет использовать обычное оборудование и простой измерительный инструмент. Наличие точного отверстия $\varnothing 70K7_{-0,021}^{-0,009}$ и Ra 1,25 подразумевает использование операции, а именно тонкого точения для обеспечения высокой точности размера. Так же будет сверлиться три резьбовых отверстия, расположенных на определённом расстоянии друг от друга, что подразумевает сверления с помощью специальной оснастки (многошпиндельной головки). Наличие глубокого отверстия (410мм) усложняет создание изделия, так как формируется за несколько операций, таких как сверление, рассверливание, растачивание. Это заметно увеличит время создания. Винтовая канавка с определённым профилем самая не производительная операция. Так как требует высокой точности и сложности изготовления.

Подводя итог можно сказать, что деталь является средне технологичной из-за наличия трудоёмких операций.

Также на чертеже обозначен материал POM-C. Заготовку получаем отрезкой из круга. Программа выпуска деталей составляет 1000 штук

1.2 Определение типа производства

Для определения типа производства на этапе проектирования технологического процесса необходимо рассчитать коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_v}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где t_v – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_6 = \frac{F_2}{N_2},$$

где F_T – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_T – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [5,стр.22] при односменном режиме работы: $F_T = 1976$ ч.

Тогда

$$t_6 = \frac{F_2}{N_2} = \frac{1976 \times 60}{1000} = 118,56 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, \quad (2)$$

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операции ($n=6$).

Штучно – калькуляционное время i - ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [5,стр.147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \quad (3)$$

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

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

Для нулевой операции (заготовительная): $\varphi_{к.0} = 1$;

Для первой операции (токарная): $\varphi_{к.1} = 1,5$;

Для второй операции (токарная): $\varphi_{к.2} = 1,5$;

Для третьей операции (сверление): $\varphi_{к.3} = 1,75$;

Для четвертой операции (токарная с ЧПУ) $\varphi_{к.4} = 2,14$;

Для пятой операции (фрезерная операция) $\varphi_{к.5} = 2,75$;

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [5, стр.146], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Основное технологическое время заготовительной операции определяем:

$$T_{00} = (0,19 \cdot D^2) \cdot 10^{-3}$$

где D – наружный диаметр, мм;

Тогда:

$$T_{00} = (0,19 \cdot 130^2) \cdot 10^{-3} = 15,21 \text{ мин};$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к0} = \varphi_{к.0} \cdot T_{о.0} = 15,21 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время первой, токарной операции (см. чертеж детали):

$$T_{01} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,1dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,18dl) \cdot 10^{-3}$$

где D – наружный диаметр, мм;

d – диаметр отверстия, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$T_{01} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,1dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,18dl) \cdot 10^{-3} = 5,13$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к1} = \varphi_{к.1} \cdot T_{о.1} = 1,5 \cdot 5,13 = 7,7 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для второй, токарной с ЧПУ операции (см. чертеж детали):

$$T_{02} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + (0,1dl) + 4l) \cdot 10^{-3} = 9,8$$

где D – наружный диаметр, мм;

d – диаметр отверстия, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Штучно – калькуляционное время данной операции рассчитываем по формуле (3):

$$T_{ш.к.2} = \varphi_{к.2} \cdot T_{o.2} = 1,5 \cdot 9,8 = 13,77 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для четвертой, сверлильной операции (см. чертеж детали):

$$T_{04} = (0,52 \cdot dl) \cdot 10^{-3} = 0,8$$

где d – наружный диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{o.4} = 1,75 \cdot 0,8 = 1,46 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (2):

Основное технологическое время первой, токарной операции (см. чертеж детали):

$$T_{05} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,1dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,18dl) \cdot 10^{-3} = 18,44$$

где D – наружный диаметр, мм;

d – диаметр отверстия, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к5} = \varphi_{к5} \cdot T_{о.1} = 2,14 \cdot 18,44 = 39,46 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для четвертой, сверильной операции (см. чертеж детали):

$$T_{о4} = (0,52 \cdot dl) \cdot 10^{-3} = 2,33$$

где d – наружный диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле (3):

$$T_{ш.к4} = \varphi_{к4} \cdot T_{о.4} = 2,75 \cdot 2,33 = 6,42 \text{ мин.}$$

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.кi}}{n} = \frac{T_{ш.к0} + T_{ш.к1} + T_{ш.к2} + T_{ш.к3} + T_{ш.к4} + T_{ш.к5}}{6} = \frac{16,56 + 7,7 + 13,77 + 1,46 + 39,46 + 6,42}{6} = 14,23$$

мин.

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{з.о.} = \frac{t_{в}}{T_{cp}} = \frac{118,56}{14,23} = 8,33 \text{ мин.}$$

Так как $K_{з.о} = 8,33 \leq 20$, то тип производства среднесерийное.

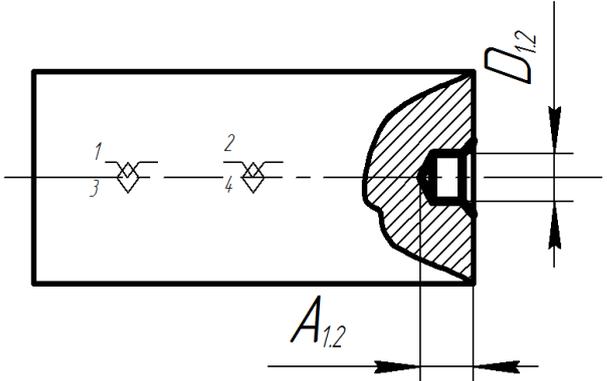
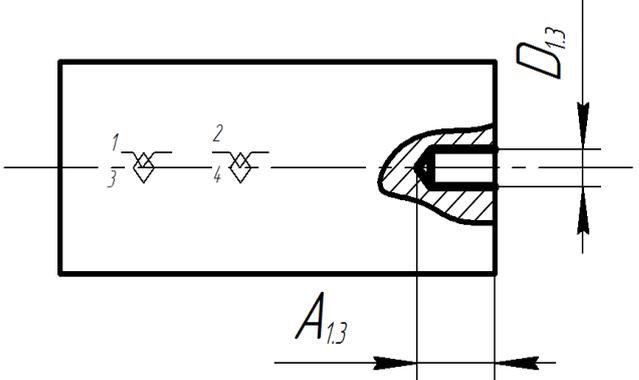
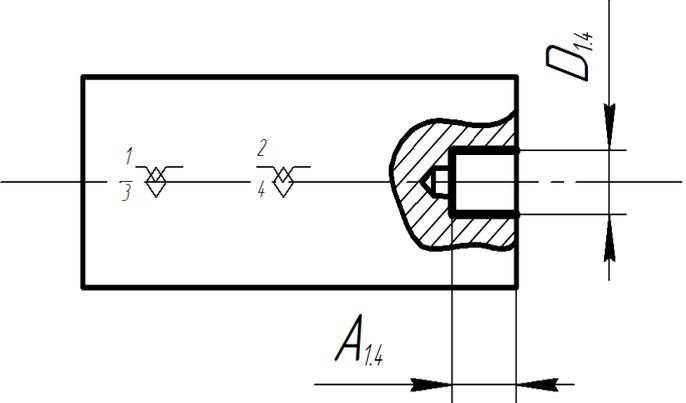
1.3 Разработка маршрута изготовления детали

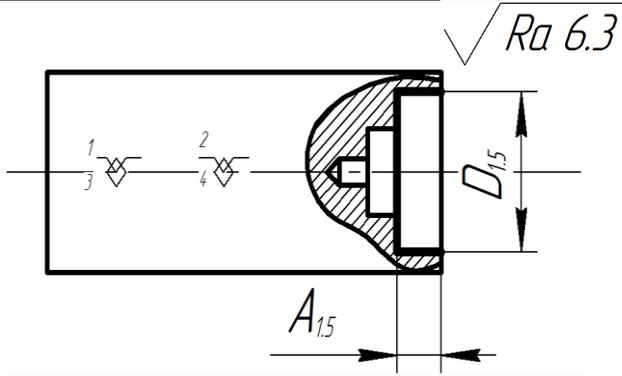
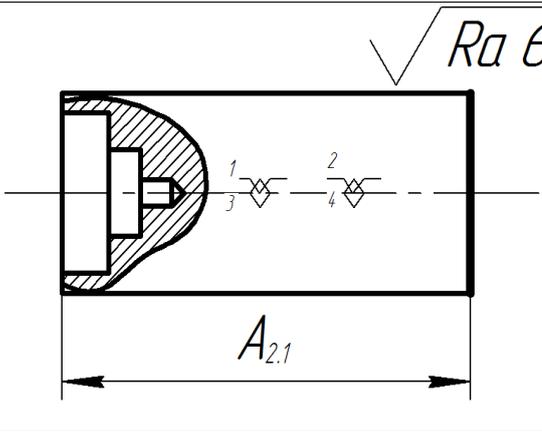
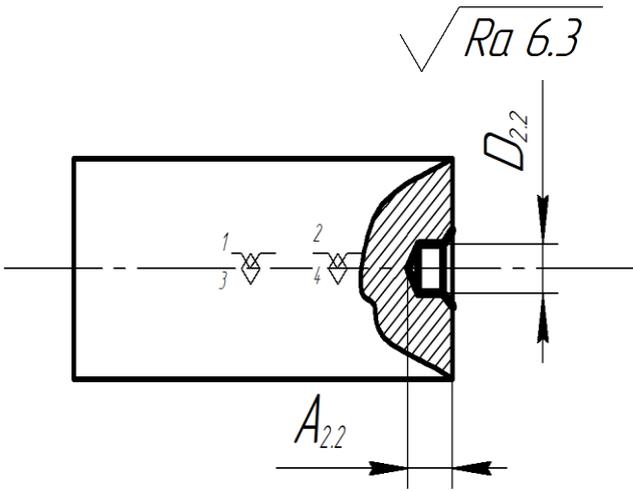
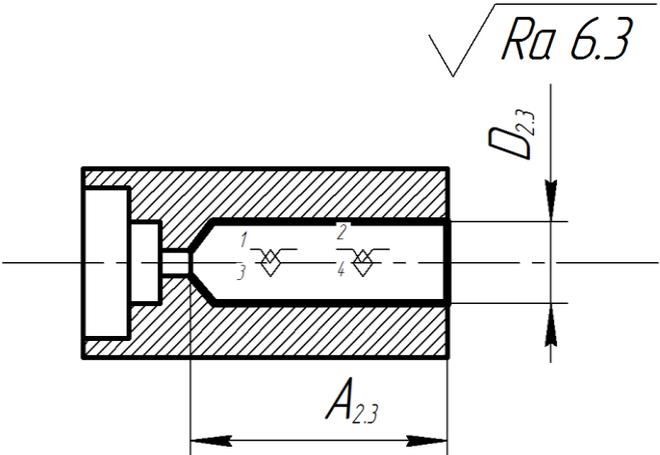
Маршрут технологии изготовления детали типа «Шнек AVR (заготовка)» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы

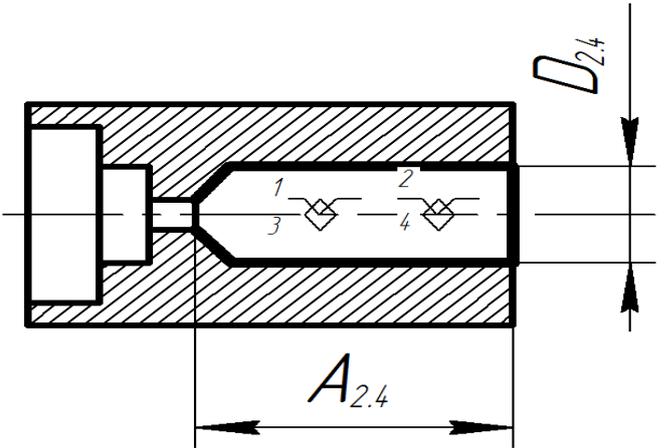
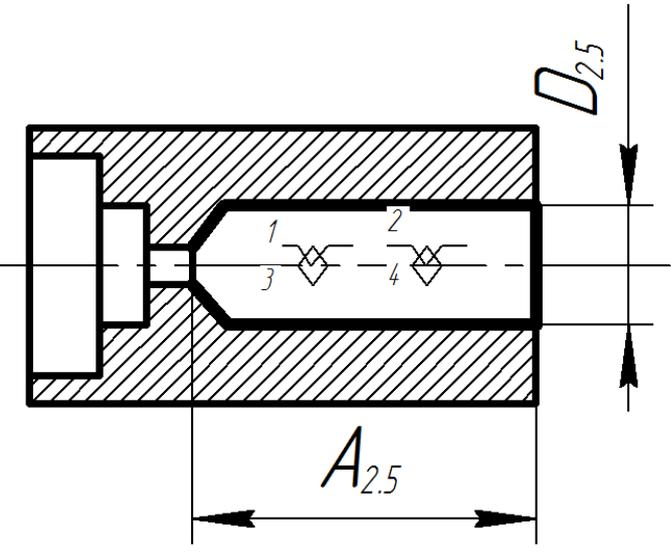
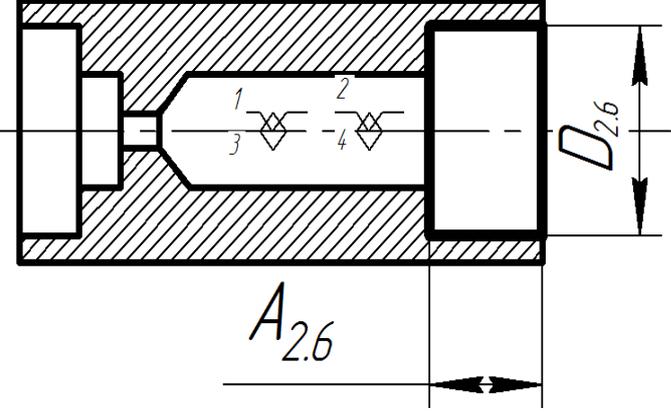
базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

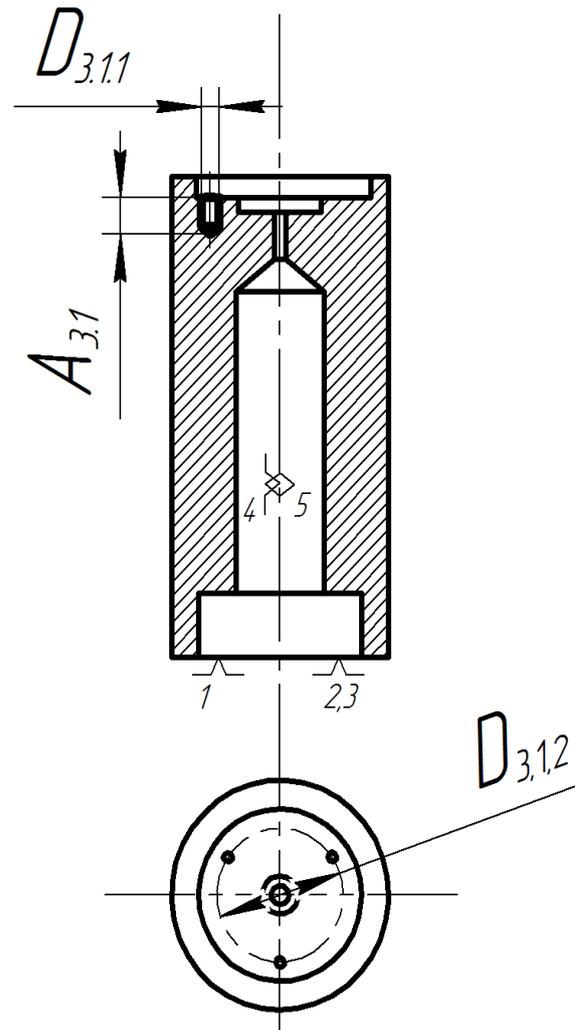
Таблица 1 - Маршрут обработки.

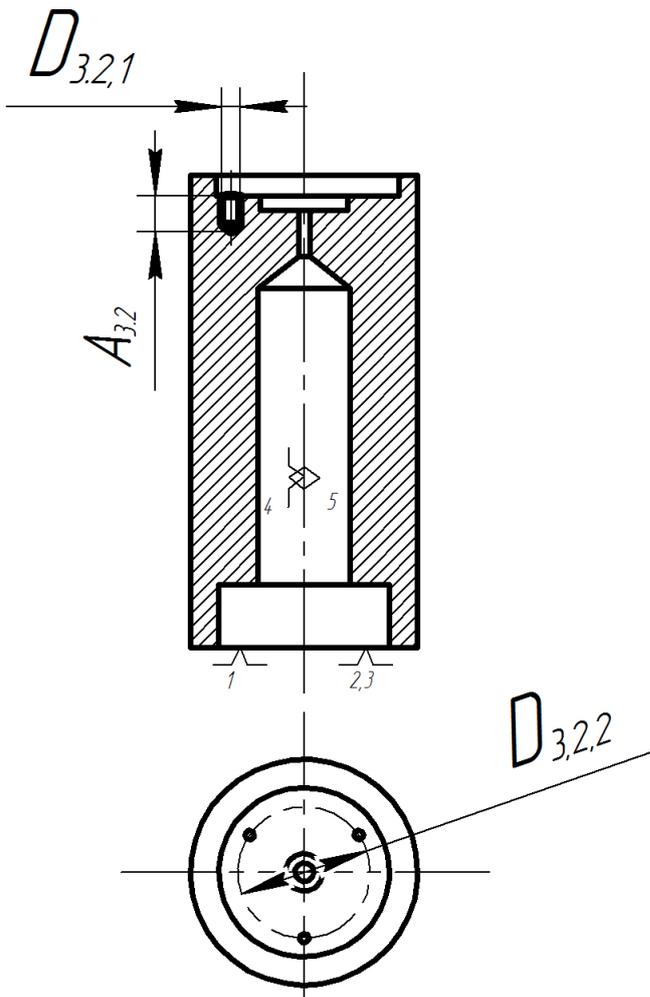
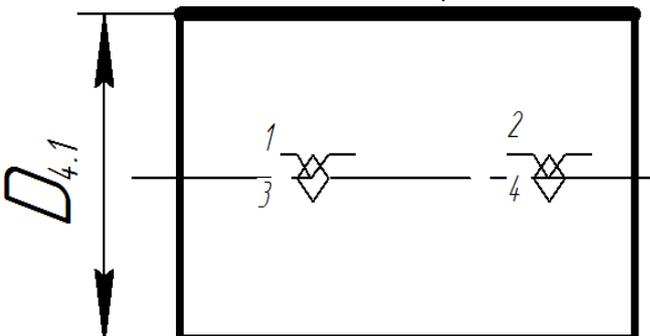
Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операции	Переход		
1	2	3	4
0	A I	Ленточно-отрезная Установить и снять заготовку. Отрезать, выдерживая размер $A_{0.1}$	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p>
1	A I	Токарно-винторезная Установить и снять заготовку. Подрезать торец, выдерживая размер $A_{1.1}$	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p>

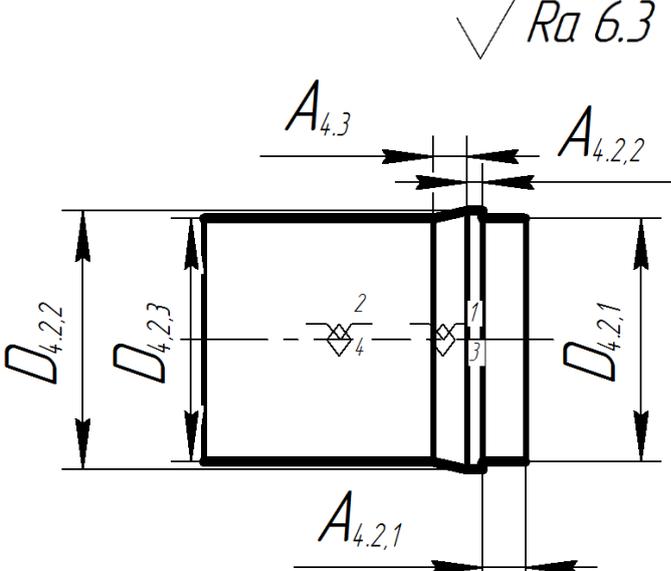
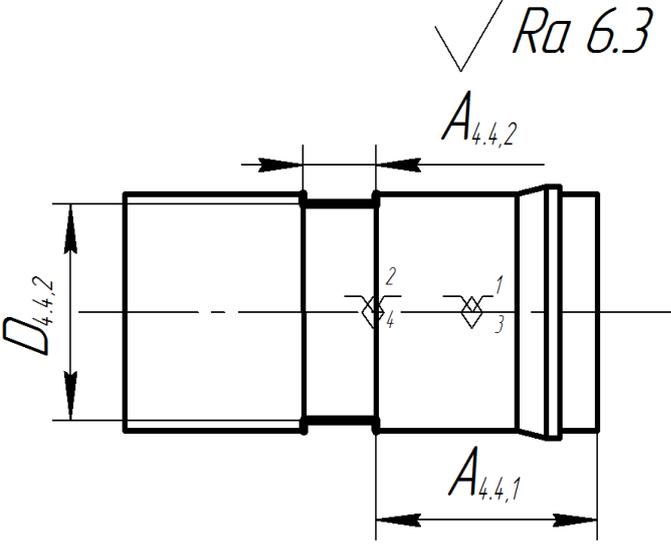
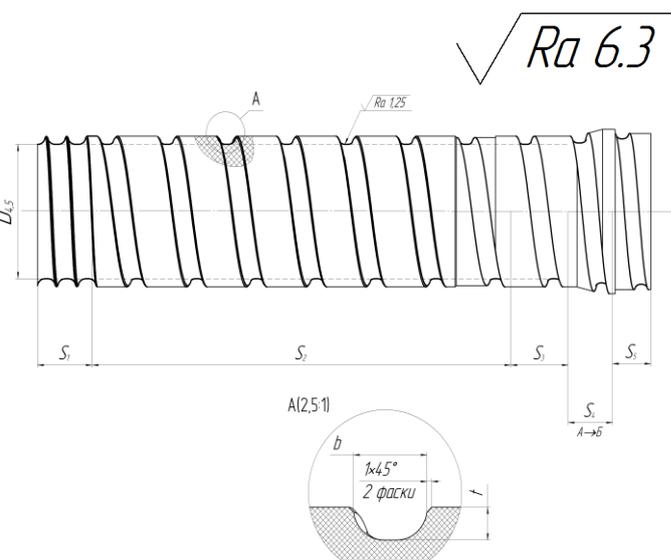
	2	<p>Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры $D_{1,2}, A_{1,2}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
	3	<p>Сверлить, выдерживая размеры $A_{1,3}, D_{1,3}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
	4	<p>Расточить, выдерживая размеры $D_{1,4}, A_{1,4}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 

	5	<p><i>Расточить, выдерживая размеры $A_{1.5}, D_{1.5}$</i></p>	
2	A 1	<p><i>Токарно-винторезная</i> <i>Установить и снять заготовку.</i> <i>Подрезать торец, выдерживая размер $A_{2.1}$</i></p>	
	2	<p><i>Сверлить центровое отверстие, выдерживая размеры $A_{2.2}, D_{2.2}$.</i></p>	
	3	<p><i>Сверлить, выдерживая размеры $A_{2.3}, D_{2.3}$.</i></p>	

4	<p><i>Расверлить, выдерживая размеры $A_{2.4}$, $D_{2.4}$.</i></p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
5	<p><i>Расверлить, выдерживая размеры $A_{2.5}$, $D_{2.5}$.</i></p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
6	<p><i>Расточить, выдерживая размер $A_{2.6}$, $D_{2.6}$.</i></p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 

3		<p>Вертикально-сверлильная</p> <p>A Установить и снять заготовку.</p> <p>I Сверлить 3 отверстия выдерживая размеры $A_{3.1}$, $D_{3.1.1}$, $D_{3.1.2}$.</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
---	--	---	---

<p>2</p>	<p><i>Нарезать резьбу в отверстиях, выдерживая размеры $A_{3.2}, D_{3.2.1}, D_{3.2.2}$.</i></p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
<p>4</p>	<p>А <i>Токарно-фрезерная с ЧПУ</i> <i>Установить и снять заготовку.</i></p> <p>1 <i>Точить поверхность, выдерживая размер $D_{4.1}$</i></p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 

2	<p>Точить по контуру, выдерживая размеры $D_{4.2}$, $D_{4.2.1}$, $A_{4.3}$, $A_{4.2.2}$, $D_{4.2.2}$, $D_{4.2.3}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
3	<p>Точить, выдерживая размеры $D_{4.4.2}$, $A_{4.4.2}$, $A_{4.4.1}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 
4	<p>Фрезеровать, выдерживая размеры, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, $D_{4.5}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 6.3}$</p> 

1.4 Построение размерных схем и размерного графа

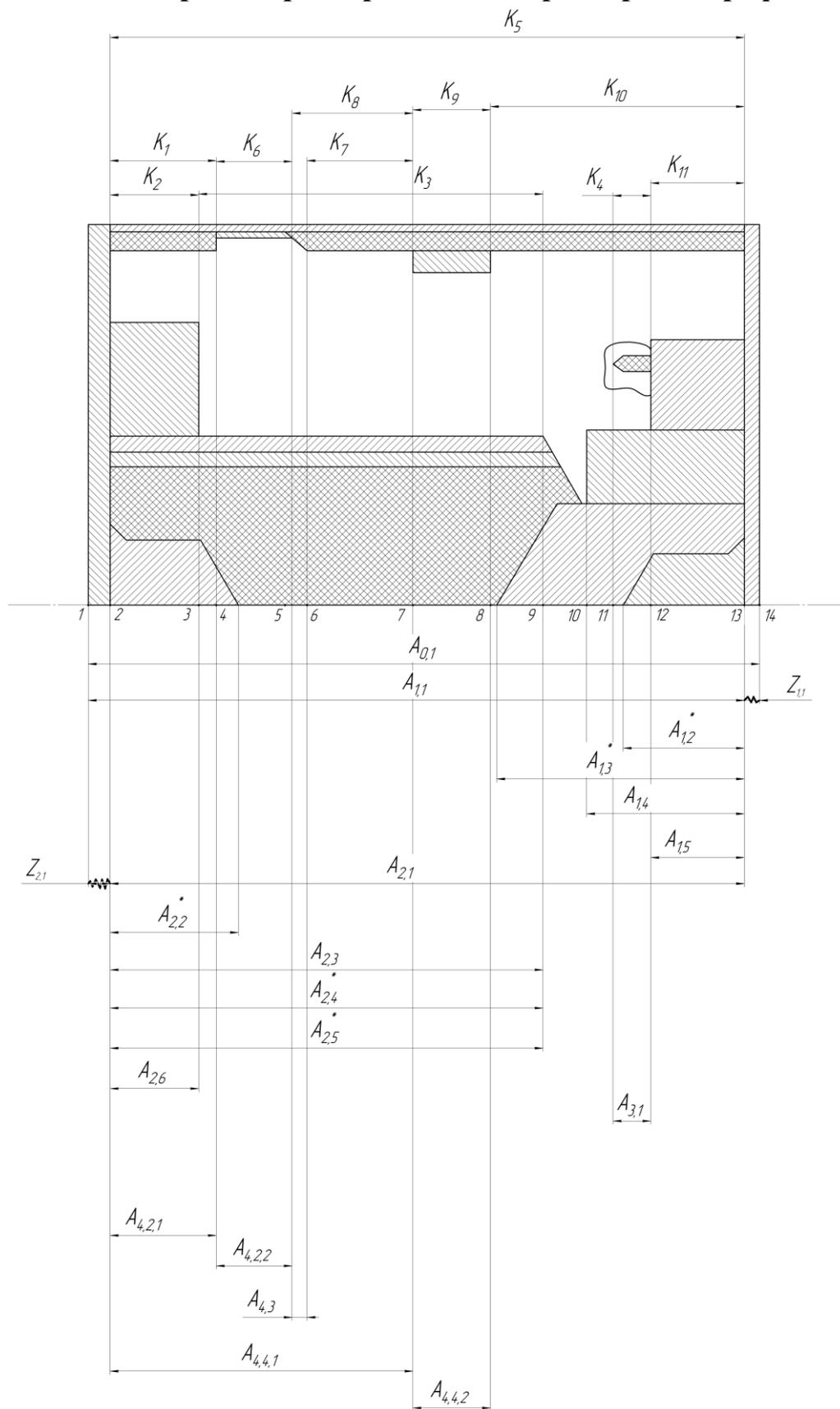


Рис. 1.2 Размерная схема (Линейные размеры)

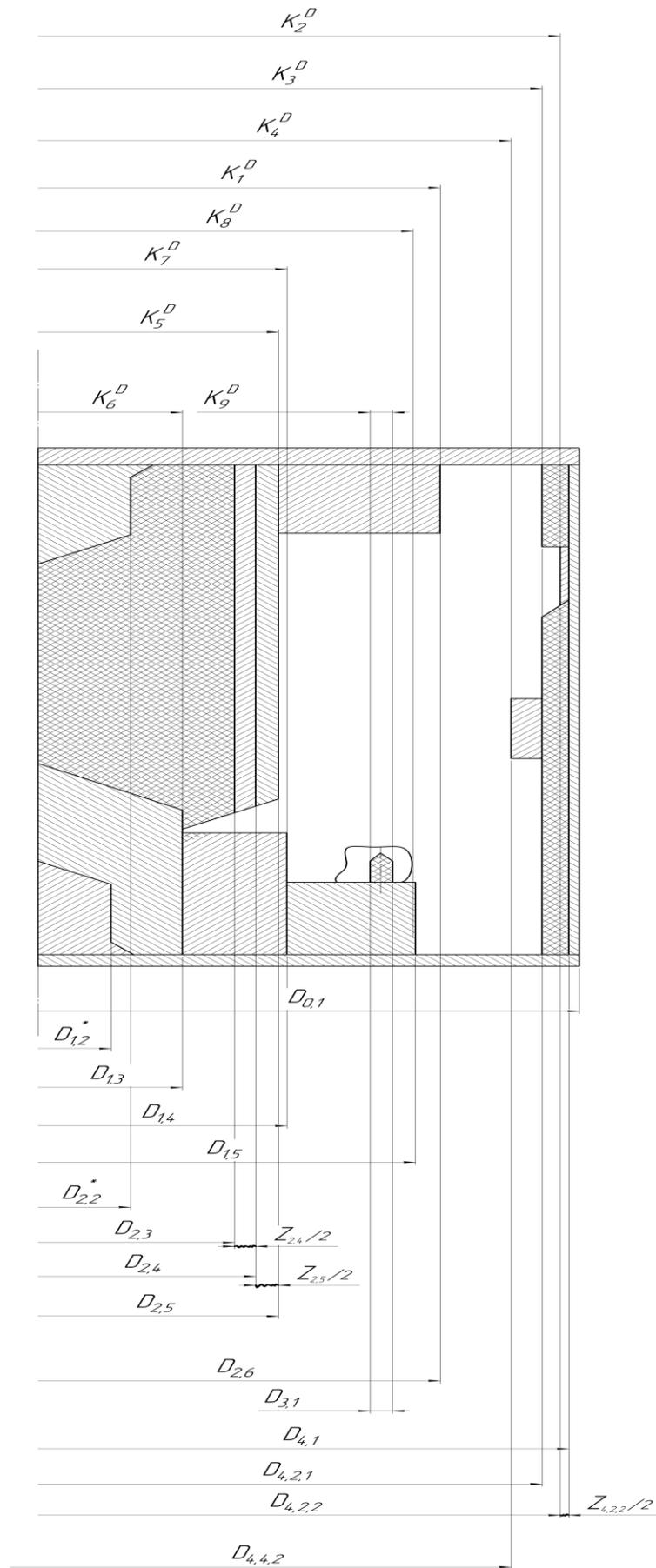


Рис. 1.3 Размерная схема (Диаметральные размеры)

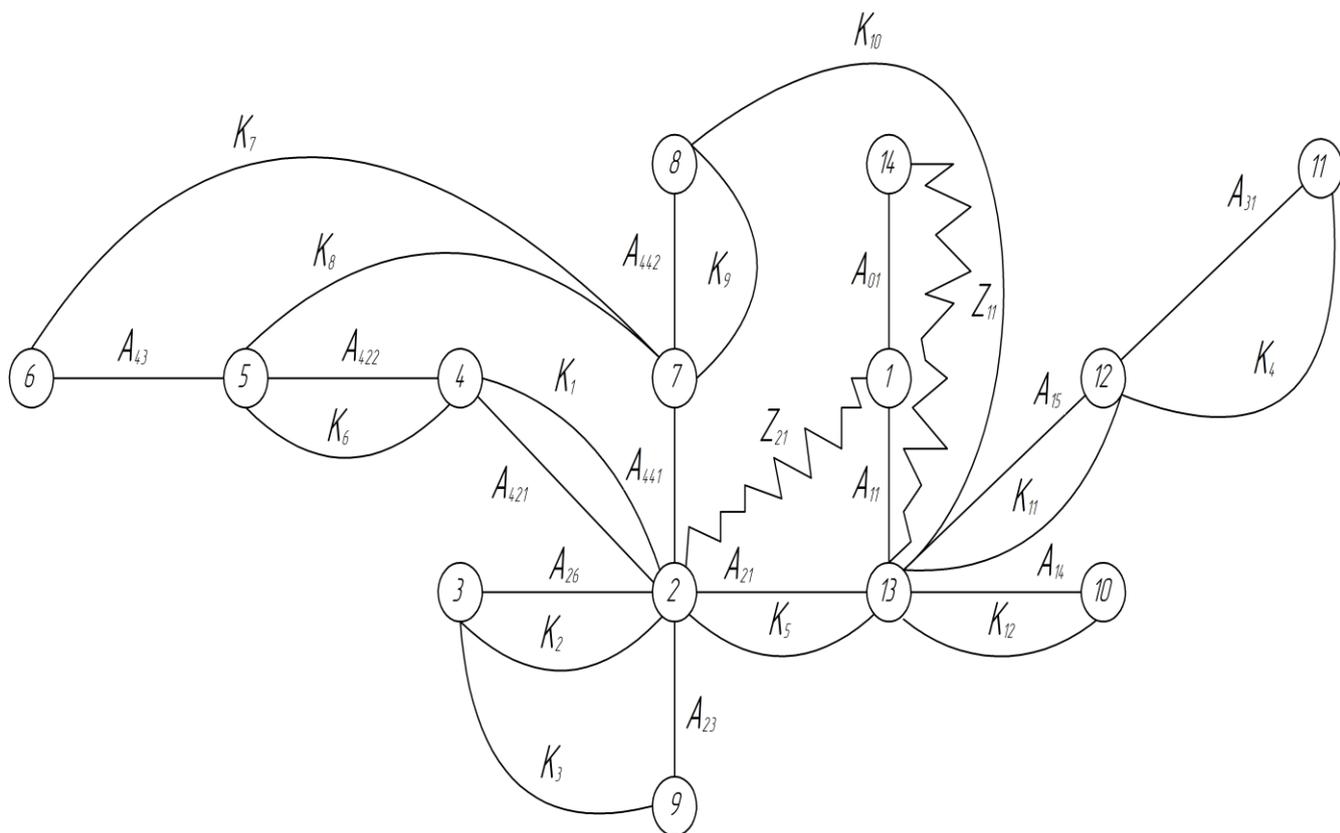


Рис. 1.4 Граф технологических размеров

1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

1.5.1 Определение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности. Эти таблицы включают в себя статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допуска непосредственно зависит от вида и метода обработки, используемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

Назначаем допуски

$$TA_{01} = \omega_{01} = 4 \text{ мм}$$

$$TD_{01} = \omega_{01} = 2 \text{ мм}$$

$$TA_{11} = \omega_{11} + \rho_{i-1} = 0,5 + 1 = 3 \text{ мм}$$

$$TD_{12} = \omega_{12} = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{12} = \omega_{12} = 2 \text{ мм}$$

$$TD_{13} = \omega_{13} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{13} = \omega_{13} = 2 \text{ мм}$$

$$TD_{14} = \omega_{14} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{14} = \omega_{14} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TD_{15} = \omega_{15} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{15} = \omega_{15} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TD_{22} = \omega_{22} = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{21} = \omega_{21} + \rho_{i-1} = 0,5 + 0,75 = 1,25 \text{ мм}$$

$$TD_{23} = \omega_{23} = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{22} = \omega_{22} = 2 \text{ мм}$$

$$TD_{24} = \omega_{24} = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{23} = \omega_{23} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{25} = \omega_{25} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{24} = \omega_{24} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{26} = \omega_{26} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TA_{25} = \omega_{25} = 0,3 \text{ мм}$$

$$TD_{31} = \omega_{31} = {}^+ 0,14 \text{ мм}$$

$$TA_{26} = \omega_{26} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TD_{41} = \omega_{41} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{31} = \omega_{31} = 0,15 \text{ мм}$$

$$TD_{421} = \omega_{421} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{421} = \omega_{421} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{422} = \omega_{422} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{422} = \omega_{422} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{423} = \omega_{423} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{43} = \omega_{43} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TD_{442} = \omega_{442} = 0,25$$

$$TA_{441} = \omega_{441} = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{442} = \omega_{442} = 0,12 \text{ мм}$$

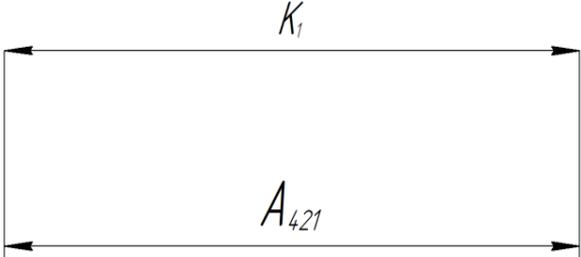
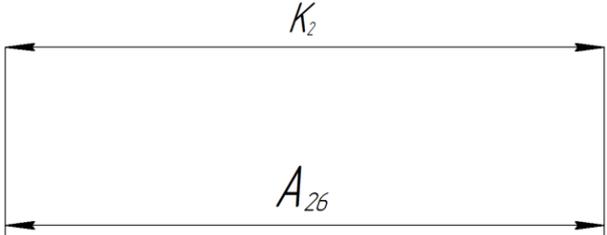
1.5.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

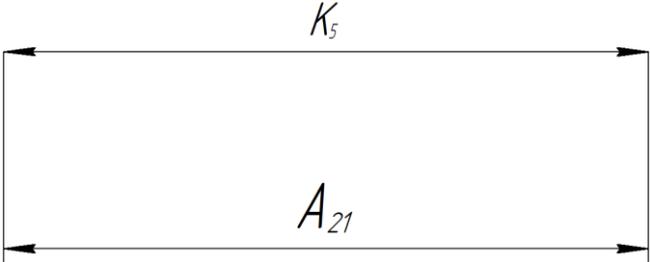
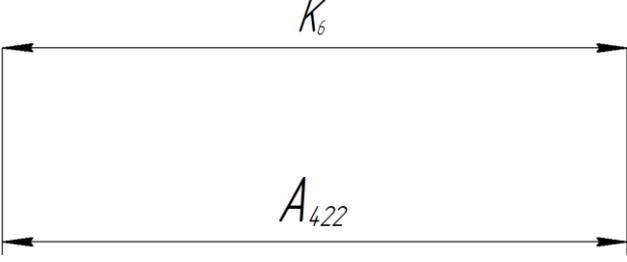
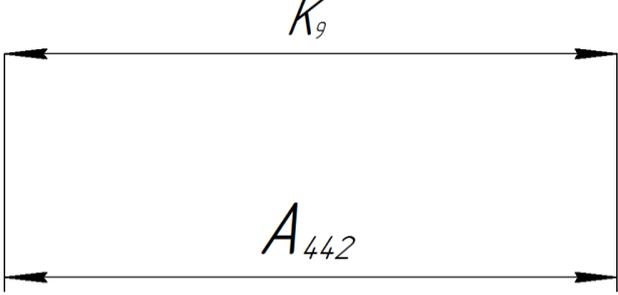
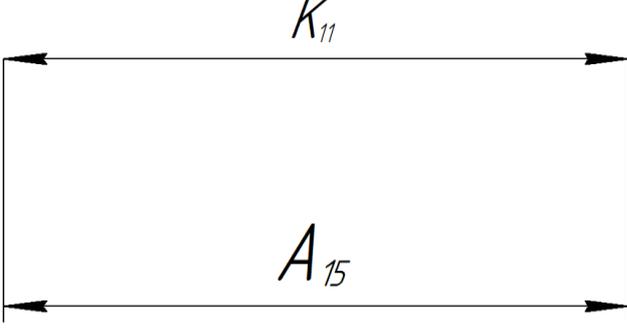
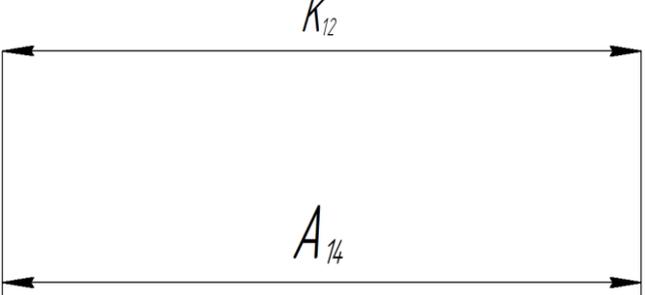
Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На данную схему наносят все технологические размеры, припуски на обработку, а так же конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающимися звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

Конструкторские размеры выдерживаемые непосредственно:

Проверка обеспечения точности конструкторских линейных размеров

Таблица 2

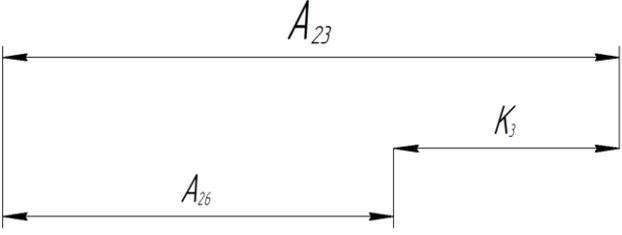
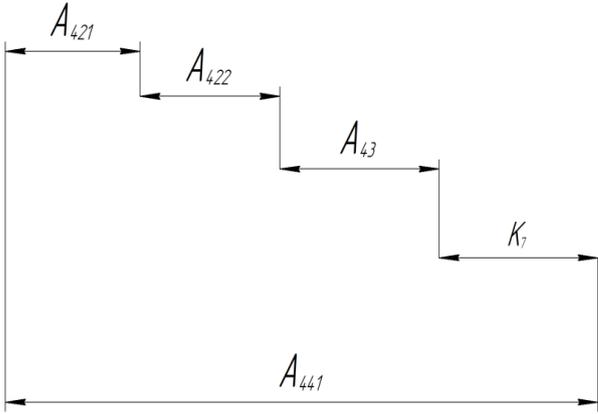
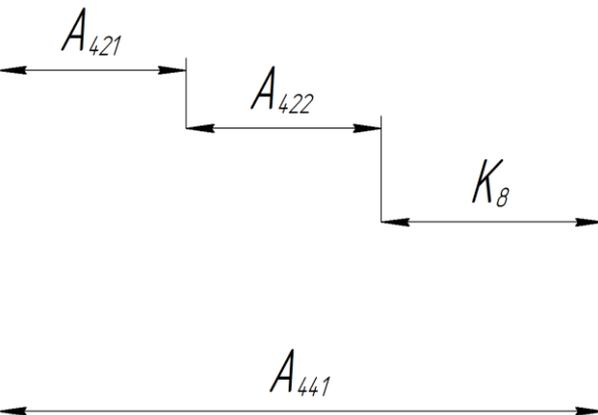
№	Проверка обеспечения точности конструкторских линейных размеров	Размерная схема
1	$K_1 = 28^{+0,26}$ $TK = 0,52$ $\sum TA_i = 0,12$ $0,52 \geq 0,12$	
2	$K_2 = 60^{+0,37}$ $TK = 0,74$ $\sum TA_i = 0,15$ $0,74 \geq 0,15$	

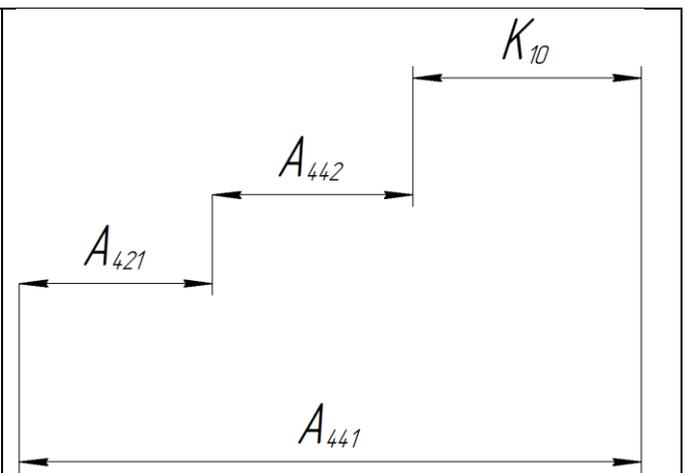
<p>5</p>	$K_5 = 482_{-0,775}^{+0}$ $TK = 1,55$ $\sum TA_i = 1,25$ $1,55 \geq 1,25$	
<p>6</p>	$K_6 = 10_{-0,215}^{+0}$ $TK = 0,43$ $\sum TA_i = 0,12$ $0,43 \geq 0,12$	
<p>9</p>	$K_9 = 31_{-0,31}^{+0}$ $TK = 0,62$ $\sum TA_i = 0,12$ $0,62 \geq 0,12$	
<p>11</p>	$K_{11} = 15_{-0,215}^{+0}$ $TK = 0,43$ $\sum TA_i = 0,15$ $0,43 \geq 0,15$	
<p>12</p>	$K_{12} = 25_{-0,26}^{+0}$ $TK = 0,52$ $\sum TA_i = 0,15$ $0,52 \geq 0,15$	

При расчете размерных цепей методом максимума-минимума допуск замыкающего звена равен сумме допусков составляющих звеньев.

Конструкторские размеры не выдерживаемые непосредственно:

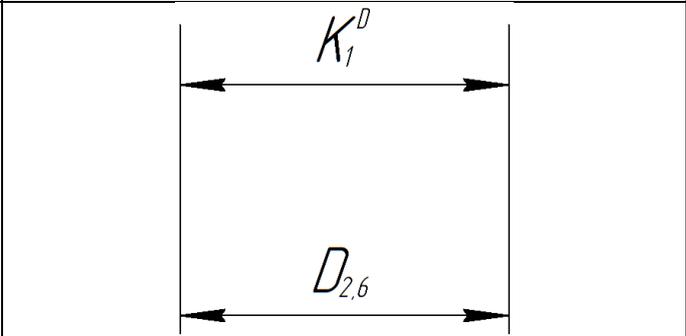
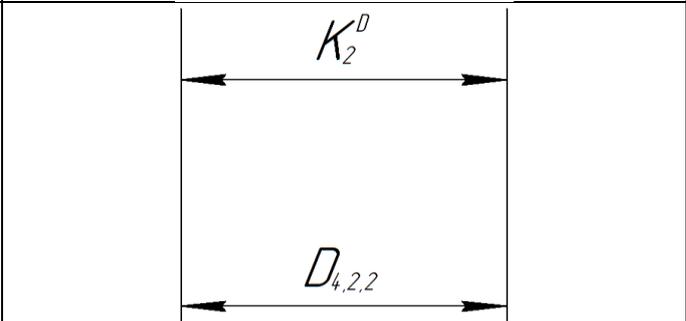
Таблица 3

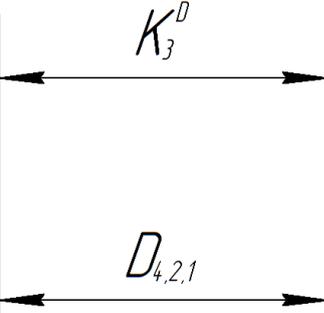
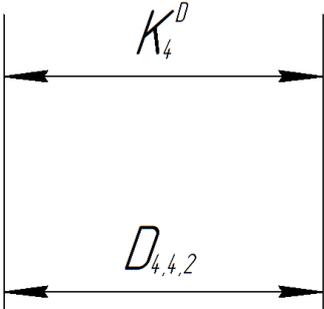
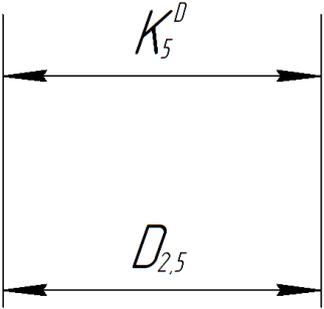
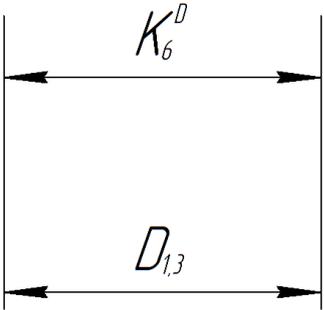
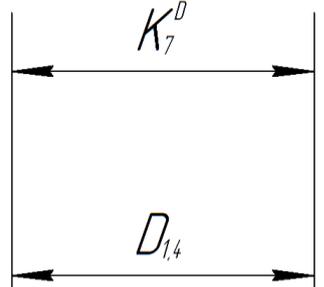
№	Проверка обеспечения точности конструкторских линейных размеров	Размерная схема
3	$K_3 = 350_{-0,7}^{+0,7}$ $TK = 1,4$ $\sum TA_i = 0,3 + 0,15 = 0,45$ $1,4 \geq 0,45$	
7	$K_7 = 64_{-0,37}^{+0,37}$ $TK = 0,74$ $\sum TA_i = 0,12 + 0,12 + 0,12 + 0,12 = 0,48$ $0,74 \geq 0,48$	
8	$K_8 = 84_{-0,435}^{+0,435}$ $TK = 0,87$ $\sum TA_i = 0,12 + 0,12 + 0,12 = 0,36$ $0,87 \geq 0,36$	

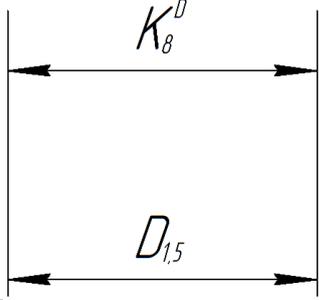
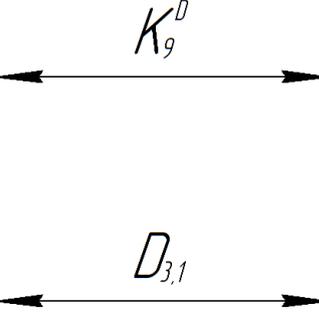
<p>10</p>	$K_{10} = 329^{+0,7}$ $TK = 1,4$ $\sum TA_i = 0,12 + 0,12 + 0,12 = 0,36$ $1,4 \geq 0,36$	 <p>The diagram shows a stepped shaft with three diameters. The diameters are labeled from left to right as A_{421}, A_{442}, and A_{441}. The total length of the shaft is labeled as K_{10}. The dimensions are indicated by horizontal arrows pointing to the right.</p>
------------------	---	---

Проверка обеспечения точности конструкторских диаметральных размеров

Таблица 4

№	Проверка обеспечения точности конструкторских диаметральных размеров	Размерная схема
<p>1</p>	$K_1^D = 70^{+0,009}_{-0,021}$ $TK = 0,03$ $\sum TD_i = 0,029$ $0,3 \geq 0,029$	 <p>The diagram shows a single diameter $D_{2,6}$ and a total length K_1^D. The dimensions are indicated by horizontal arrows pointing to the right.</p>
<p>2</p>	$K_2^D = 120^{+0,5}$ $TK = 0,5$ $\sum TD_i = 0,25$ $0,5 \geq 0,1$	 <p>The diagram shows a single diameter $D_{4,2,2}$ and a total length K_2^D. The dimensions are indicated by horizontal arrows pointing to the right.</p>

<p>3</p>	$K_3^D = 110^{+0,435}$ $TK = 0,87$ $\sum TD_i = 0,25$ $0,87 \geq 0,25$	
<p>4</p>	$K_4^D = 108^{+0,435}$ $TK = 0,87$ $\sum TD_i = 0,35$ $0,87 \geq 0,35$	
<p>5</p>	$K_5^D = 65^{+0,35}$ $TK = 0,35$ $\sum TD_i = 0,15$ $0,35 \geq 0,15$	
<p>6</p>	$K_6^D = 8^{+0,18}$ $TK = 0,18$ $\sum TD_i = 0,15$ $0,18 \geq 0,15$	
<p>7</p>	$K_7^D = 25^{+0,26}$ $TK = 0,26$ $\sum TD_i = 0,15$ $0,26 \geq 0,15$	

<p>8</p>	$K_8^D = 88^{+0,87}$ $TK = 0,87$ $\sum TD_i = 0,15$ $0,87 \geq 0,15$	
<p>9</p>	$K_9^D = 7^{+0,18}$ $TK = 0,18$ $\sum TD_i = 0,14$ $0,18 \geq 0,14$	

Таким образом, проверка показала что данная технология обеспечивает точность всех конструкторских размеров.

1.5.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков

Существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический [6].

При нормативном методе значения $z_{i \min}$ находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе $z_{i \min}$ находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений для диаметральных припусков производим, пользуясь формулой:

$$2z_i^{D \min} = 2 \cdot \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (4)$$

где: $z_{\min i}^D$ – 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;

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

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi\ i-1}^2 + \rho_{p\ i-1}^2} \quad , \quad (5)$$

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

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

$$Z_{24}^D = 2(R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(150 + 100 + \sqrt{20^2 + 200^2}) = 0,9 \text{ мм}$$

$$Z_{25}^D = 2(R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(30 + 50 + \sqrt{50^2 + 140^2}) = 0,46 \text{ мм}$$

$$Z_{422}^D = 2(R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(6,3 + 30 + \sqrt{80^2 + 200^2}) = 0,5 \text{ мм}$$

Расчет минимальных значений для осевых припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z\ i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, \quad (6)$$

где: $z_{\min i}^D$ – 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;

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

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi\ i-1} + \rho_{p\ i-1}, \quad (7)$$

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

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

$$z_{11\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{y_i} = 160 + 150 + 2000 + 140 = 2,45 \text{ мм};$$

$$z_{21\min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{y_i} = 160 + 150 + 750 + 140 = 1,2 \text{ мм}.$$

1.5.4 Расчет диаметральных технологических размеров

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера:

Таблица 5

№	Расчет диаметральных технологических размеров	Размерная схема
1	$z_{24}^{Dcp} = D_{24}^{cp} - D_{23}^{cp}$ $z_{24}^{Dcp} = \frac{z_{24\min} + z_{24\max}}{2} = \frac{z_{24\min} + (z_{24\min} + \sum A_i)}{2} =$ $= \frac{0,9 + (0,9 + 1 + 1)}{2} = 1,9 \text{ мм}$ $D_{23}^{cp} = D_{24}^{cp} - z_{24}^{Dcp} = 64,4 - 1,9 = 62,5 \text{ мм}$ $D_{23} = 62^{+1} \text{ мм}$	
2	$z_{25}^{Dcp} = D_{25}^{cp} - D_{24}^{cp}$ $z_{25}^{Dcp} = \frac{z_{25\min} + z_{25\max}}{2} = \frac{z_{25\min} + (z_{25\min} + \sum A_i)}{2} =$ $= \frac{0,46 + (0,46 + 1 + 1)}{2} = 1,46 \text{ мм}$ $D_{24}^{cp} = D_{25}^{cp} - z_{24}^{Dcp} = 65,74 - 1,46 = 64,3 \text{ мм}$ $D_{24} = 63,8^{+1} \text{ мм}$	
3	$z_{422}^{Dcp} = D_{41}^{cp} - D_{422}^{cp}$ $z_{422}^{Dcp} = \frac{z_{422\min} + z_{422\max}}{2} = \frac{z_{422\min} + (z_{422\min} + \sum A_i)}{2} =$ $= \frac{0,5 + (0,5 + 0,25 + 0,25)}{2} = 0,75 \text{ мм}$ $D_{41}^{cp} = D_{41}^{cp} - z_{422}^{Dcp} = 121 - 0,75 = 120,25 \text{ мм}$ $D_{41} = 120^{+0,5} \text{ мм}$	

1.5.5 Расчет осевых технологических размеров

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера:

Таблица 6

№	Расчет осевых технологических размеров	Размерная схема
1	$z_{21\min} = A_{11\min} - A_{21\max}$ $A_{11\min} = z_{21\min} + A_{21\max} = 1,2 + 483,55 = 484,75 \text{ мм}$ $A_{11} = 484,75^{+0,75} \approx 485,5^{+1,5} \text{ мм}$	
2	$z_{11\min} = A_{01\min} - A_{11\max}$ $A_{01\min} = z_{11\min} + A_{11\max} = 2,45 + 485,5 = 487,95 \text{ мм}$ $A_{01} = 487,95^{+1} \approx 488^{+1} \text{ мм}$	

Технологические размеры

- | | |
|--|---|
| 1) $A_{4.4.2} = 31^{+0,12} \text{ мм}$ | 16) $A_{1.1} = 485,5_{-0,75} \text{ мм}$ |
| 2) $A_{4.4.1} = 122^{+0,12} \text{ мм}$ | 17) $A_{0.1} = 488_{-1} \text{ мм}$ |
| 3) $A_{4.3} = 20^{+0,12} \text{ мм}$ | 18) $D_{2.6} = 70^{+0,009}_{-0,021} \text{ мм}$ |
| 4) $A_{4.2.2} = 10^{+0,12} \text{ мм}$ | 19) $D_{4.2.2} = 120^{+0,5} \text{ мм}$ |
| 5) $A_{4.2.1} = 28^{+0,12} \text{ мм}$ | 20) $D_{4.2.1} = 110_{-0,75} \text{ мм}$ |
| 6) $A_{4.2.2} = 10^{+0,12} \text{ мм}$ | 21) $D_{4.4.2} = 108_{-0,75} \text{ мм}$ |
| 7) $A_{3.1} = 10^{+0,15} \text{ мм}$ | 22) $D_{2.5} = 65^{+0,35} \text{ мм}$ |
| 8) $A_{2.6} = 60^{+0,15} \text{ мм}$ | 23) $D_{1.3} = 8^{+0,18} \text{ мм}$ |
| 9) $A_{2.5} = A_{2.4} = A_{2.3} = 410^{+0,3} \text{ мм}$ | 24) $D_{1.4} = 25^{+0,26} \text{ мм}$ |
| 10) $A_{2.2} = 10^{+2} \text{ мм}$ | 25) $D_{1.5} = 88^{+0,75} \text{ мм}$ |
| 11) $A_{2.1} = 482^{+1,25} \text{ мм}$ | 26) $D_{3.1} = 7^{+0,18} \text{ мм}$ |
| 12) $A_{1.5} = 15^{+0,15} \text{ мм}$ | 27) $D_{2.3} = 62^{+0,1} \text{ мм}$ |
| 13) $A_{1.4} = 25^{+0,15} \text{ мм}$ | 28) $D_{2.4} = 63,8^{+0,1} \text{ мм}$ |
| 14) $A_{1.3} = 132^{+2} \text{ мм}$ | 29) $D_{4.1} = 120_{-0,5}$ |
| 15) $A_{1.2} = 10^{+2} \text{ мм}$ | |

1.6 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка [6].

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

Ленточнопильный станок JET HBS-916W

Максимальный диаметр заготовки _____ 225 мм

Длина отрезаемой заготовки максимальная _____ 335мм

Потребляемая мощность _____ 1,1 кВт

Токарный станок SPF-1000PHS

Макс. диаметр точения _____ 510 мм

Макс. длина точения _____ 305 мм

Диаметр патрона _____ 735 мм

Характеристика шпинделя _____ 7,5 кВт

Размер инструментов _____ 25x25мм

Сверлильный станок JEY JDP-15 (настольный по металлу)

Макс. диаметр сверления _____ 22 мм

Частота вращения шпинделя, 12 _____ 210-2580 об/мин

Вылет шпинделя _____ 190 мм

Диаметр стойки _____ 73 мм

Выходная мощность _____ 0,52 кВт

Потребляемая мощность _____ 0,9 кВт

Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ STERLITAMAКС-
800V

Размер рабочей поверхности стола _____ 800 x 1600мм
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола _____ 1130мм
Пределы частот вращения шпинделя _____ 0...8000 об/минуту
Номинальный крутящий момент на шпинделе _____ 95,5 Нм
Мощность двигателя главного привода _____ 15кВт

1.6.1 Токарная операция

1. Подрезка торцов

Для данной операции выбираем токарный станок SPF-1000PHS

Черновое точение

1. Глубина резания t (мм)

$$t = 3,25 \text{ мм}$$

2. Подача S (мм/об)

$$S = 0,1 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания V (м/мин)

$K_{mv} = 1$ коэффициент учитывающий состояние поверхности

$K_{mv} = 0,9$ - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки
(Алюминий)

$K_{iv} = 1$ -коэффициент учитывающий материал инструмента (BK8)

$$K_v = K_{mv} K_{mv} K_{iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$V_{расч.} = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{485}{15^{0,28} \cdot 3,25^{0,12} \cdot 0,1^{0,25}} \cdot 0,72 = 158,72 \approx 159 \text{ м/мин}$$

где T - стойкость инструмента, мин; t - глубина резания, мм; S - подача, мм/об;

C_V - постоянный коэффициент; m, x, y - показатели степени;

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

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 159}{3,14 \cdot 130} = 388,83 \approx 380 \text{ об/мин}$$

$$V_{\text{дейст.}} = \frac{\pi d_3 n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 380}{1000} = 155,116 \approx 150 \text{ м/мин}$$

4. Силы резания

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

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

где K_p – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания.

Сила P_z :

$$K_{mp} = 2$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 2 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,78$$

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 40 \cdot 3,25^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 150^0 \cdot 0,8 = 960 \text{ Н}$$

5. Мощность резания N (кВт)

$$N = \frac{P_z V_{\text{дейст.}}}{1020 \cdot 60} = \frac{960 \cdot 150}{1020 \cdot 60} = 2,4 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$N_{\text{ст}}$ - мощность на шпинделе станка;

$N_{\text{дв}}$ - мощность двигателя главного движения станка;

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$2,4 < 6,75$$

Чистовое точение

1. Глубина резания t (мм)

$$t = 1 \text{ мм}$$

2. Подача S (мм/об)

$$S = 0,07 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания V (м/мин)

$$K_{mv} = 0,8$$

$$K_{mv} = 0,9 \text{ - Алюминий}$$

$$K_{uv} = 1 \text{ - ВК8}$$

$$K_v = K_{mv} K_{mv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$V_{\text{расч.}} = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{382}{15^{0,28} \cdot 0,07^{0,12} \cdot 1^{0,25}} \cdot 0,72 = 168,2 \approx 160 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 160}{3,14 \cdot 130} = 334,8 \approx 330 \text{ об/мин}$$

$$V_{\text{дейст.}} = \frac{\pi d_3 n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 130 \cdot 330}{1000} = 134,7 \approx 130 \text{ м/мин}$$

4. Силы резания

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

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = 2$$

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 2 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,78$$

$$P_z = 10 C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 40 \cdot 0,4^1 \cdot 0,07^{0,75} \cdot 130^0 \cdot 1,78 = 38,75 \text{ Н}$$

5. Мощность резания N (кВт)

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{38,75 \cdot 130}{1020 \cdot 60} = 0,08 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,08 < 6,75$$

1.6.2 Растачивание отверстия диаметром 88мм

Для данной операции выбираем токарный станок SPF-1000PHS

1. Глубина резания t (мм)

$$t = 1 \text{ мм}$$

2. Подача S (мм/об)

$$S = 0,12 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания V (м/мин)

$$K_{mv} = 0,8$$

$$K_{mv} = 0,9 \text{ - Алюминий}$$

$$K_{uv} = 1 \text{ - ВК8}$$

$$K_v = K_{mv} K_{uv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$V_{\text{расч.}} = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{382}{15^{0,28} \cdot 1^{0,12} \cdot 0,12^{0,25}} \cdot 0,72 = 215,2 \approx 210 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 210}{3,14 \cdot 88} = 778,08 \approx 770 \text{ об/мин}$$

$$V_{\text{дейст.}} = \frac{\pi d_3 n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 88 \cdot 770}{1000} = 214,88 \approx 210 \text{ м/мин}$$

4. Силы резания

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

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = 2$$

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} = 2 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,78$$

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p = 10 \cdot 40 \cdot 1^1 \cdot 0,12^{0,75} \cdot 210^0 \cdot 1,78 = 145,2 \text{ Н}$$

5. Мощность резания N (кВт)

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{145,2 \cdot 210}{1020 \cdot 60} = 0,498 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}$$

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6,75 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,498 < 6,75$$

1.6.3 Сверление 3-х отверстия диаметром 7мм.

Для данной операции выбираем токарный станок сверлильный станок
JEY JDP-15

1. Глубина резания t (мм):

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 7 = 3,5 \text{ мм}$$

2. Подача S (мм/об):

$$S = 0,5 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания (м/мин):

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

$$K_v = K_{mv} K_{lv} K_{uv}$$

$$K_{mv} = 0,8$$

$$K_{lv} = 1 - \text{Р6М5}$$

$$K_{uv} = 1$$

$$K_v = K_{mv} K_{lv} K_{uv} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$V_{\text{расч.}} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{36,3 \cdot 7^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,5^{0,55}} \cdot 0,8 = 40,7 \approx 40 \text{ м/мин}$$

4. Крутящий момент (Нм) и осевая сила (Н):

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

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

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = 1$$

$$M_{kp} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,005 \cdot 7^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 1 = 1,41 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 9,8 \cdot 7 \cdot 0,5^{0,7} \cdot 1 = 422,3 \text{ Н}$$

5. Мощность резания:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 7} = 1851 \approx 1800 \text{ об/мин}$$

$$V_{\text{дейст.}} = \frac{\pi d_s n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 1800}{1000} = 39,564 \approx 39 \text{ м/мин}$$

$$N_e = \frac{M_{kp} n}{9750} = \frac{1,41 \cdot 1800}{9750} = 0,26 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,26 < 6$$

1.6.4 Резьбонарезание

Для данной операции выбираем токарный станок сверлильный станок
JEY JDP-15

1. Глубина резания t (мм)

$$t = H = 0,87 \cdot p = 1,0875 \text{ мм}$$

2. Подача S (мм/об)

$$S = p = 1,25 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания V (м/мин) для метрической резьбы нарезаемой метчиком

$$K_{mv} = 0,8$$

$$K_{mv} = 1 - \text{Алюминий}$$

$$K_{uv} = 1 - \text{Р6М5}$$

$$K_v = K_{mv} K_{mv} K_{cv} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$V_{расч.} = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{20 \cdot 8^{1,2}}{30^{0,9} \cdot 1,25^{0,5}} 0,8 = 8,4 \approx 8 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 8}{3,14 \cdot 8} = 318,5 \text{ об/мин}$$

$$V_{дейст.} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 318,5}{1000} = 8 \text{ м/мин}$$

4. Силы резания

$$M_{кр} = 10 C_M D^q p^y K_p$$

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = 1$$

$$K_p = K_{mp} = 1$$

$$M_{kp} = 10C_M D^q P^y K_p = 10 \cdot 0,0022 \cdot 8^{1,8} \cdot 1,25^{1,5} \cdot 1 = 1,3 \text{ Нм};$$

5. Мощность резания N (кВт)

$$N = \frac{Mn}{975} = \frac{1,3 \cdot 318,5}{975} = 0,42 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}};$$

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,42 < 6$$

1.6.5 Фрезерование винтовой канавки

Для данной операции выбираем токарный станок вертикальный фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ 800V

1. Глубина резания t (мм)

$$t = 6 \text{ мм};$$

2. Ширина фрезерования (мм)

$$B = 6 \text{ мм};$$

3. Подача S (мм/об)

$$S_z = 0,2 \text{ мм/зуб};$$

$$z = 4;$$

$$S = 0,8 \text{ мм/об};$$

z-число зубьев фрезы;

4. Скорость резания V (м/мин)

$$K_{mv} = 0,8$$

$$K_{mv} = 0,9 - \text{Алюминий}$$

$$K_{uv} = 2,7 - \text{P6M5}$$

$$K_v = K_{mv} K_m K_{uv} = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,72$$

$$V_{расч.} = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{133,5 \cdot 12^{0,45}}{60^{0,33} \cdot 6^{0,3} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 6^{0,1} \cdot 4^{0,1}} 0,72 = 65,1 \approx 60 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 60}{3,14 \cdot 12} = 1592,3 \approx 1500 \text{ об/мин}$$

$$V_{дейст.} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 1500}{1000} = 56,52 \approx 55 \text{ м/мин}$$

5. Силы резания

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

$$K_p = K_{mp} K_{\phi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$$

Сила P_z :

$$K_{mp} = 2 \text{ -Алюминий}$$

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^n}{D^q n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 6^{0,86} \cdot 0,2^{0,72} \cdot 6^1}{12^{0,86} \cdot 1500^0} 2 = 464,9 \text{ Н}$$

6. Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{464,9 \cdot 12}{200} = 27,9 \text{ Нм}$$

7. Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{464,9 \cdot 55}{61200} = 0,42 \text{ кВт.}$$

$$N_{рез} \leq N_{ст};$$

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 7,5 \cdot 0,9 = 6 \text{ кВт}$$

Примем минимальное значение КПД станка $\eta = 0,9$.

$$0,42 < 6$$

Таблица 7

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Режимы резания		
Операции	Переход		t, мм	S, мм/об	n, об/мин
1	2	3	4	5	6
0	1	Заготовительная Отрезать круг	0,9	40	-
1	1	Токарно-винторезная Подрезать торец	1	0,07	330
	2	Сверлить центровое отверстие	3,5	0,5	1800
	3	Сверлить отверстие	3,5	0,5	1800
	4	Расточить отверстие	1	0,12	770
	5	Расточить отверстие	1	0,12	770
2	1	Токарно-винторезная Подрезать торец	1	0,07	330
	2	Сверлить центровое отверстие	3,5	0,5	1800

	4	Расверлить отверстие	3,5	0,5	1800
	5	Расверлить отверстие	3,5	0,5	1800
	6	Расверлить отверстие	3,5	0,5	1800
	7	Расточить отверстие	1	0,12	770
3	1	Вертикально-сверлильная Сверлить отверстие	3,5	0,5	1800
	2	Нарезать резьбу	1,0875	1,25	318,5
4	1	Токарно-фрезерная с ЧПУ Точить поверхность	1	0,07	330
	2	Точить по контору	1	0,07	330
	3	Точить	1	0,07	330
	4	Фрезеровать	6	0,8	1500

1.7 Нормирование технологических операций

1.7.1 Расчет основного времени

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

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

$$t_0 = \frac{(L \cdot i)}{(S \cdot n)}, \text{ мин}; \quad (8)$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i - число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

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

здесь l – размер детали на данном переходе, мм;

l_1 - величина подвода инструмента, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм.

l_3 – величина перебега инструмента, мм.

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

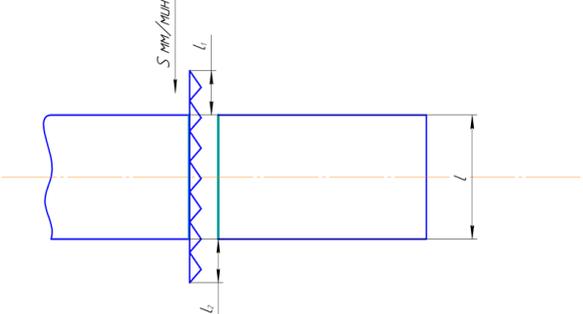
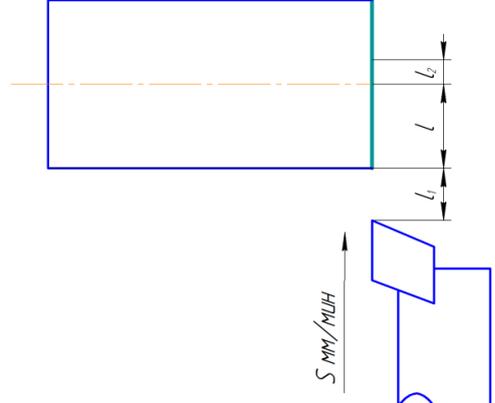
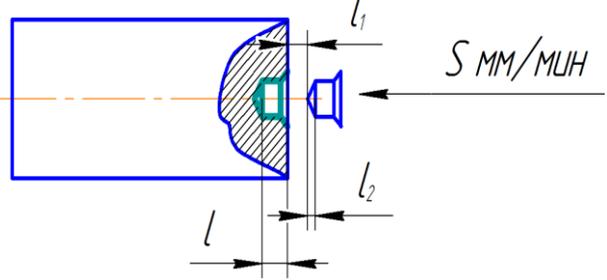
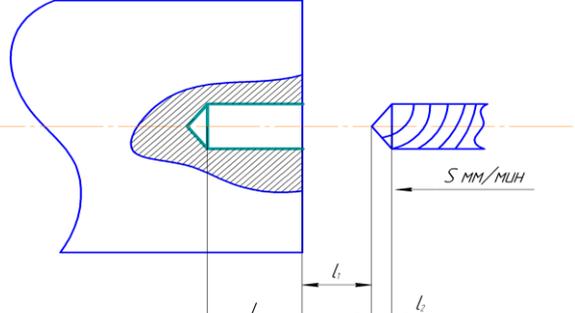
Величина врезания инструмента в каждом конкретном случае определяется как:

$$l_2 = \frac{t}{\text{tg} \varphi};$$

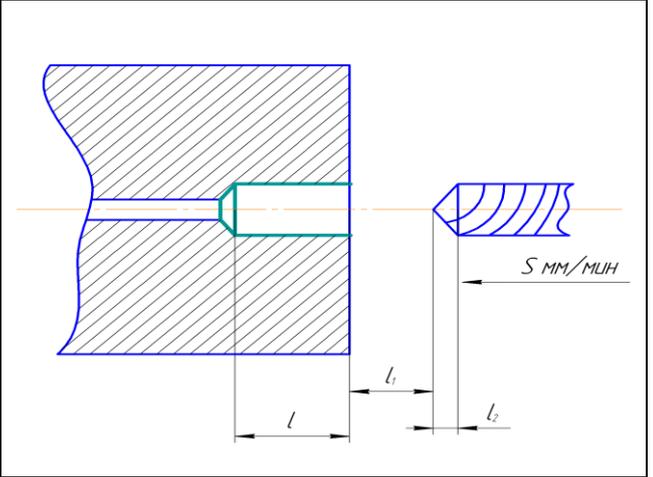
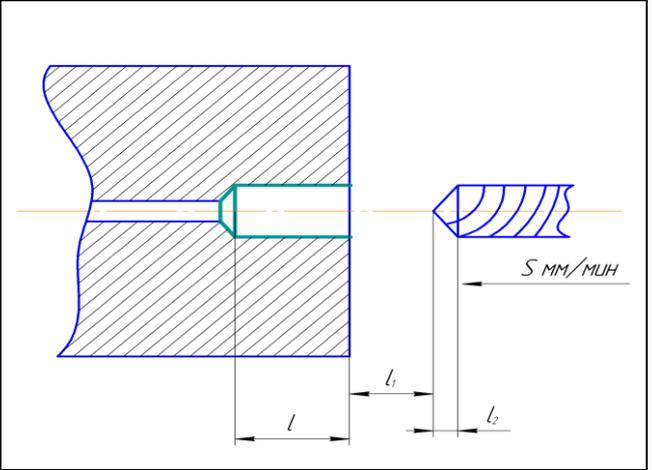
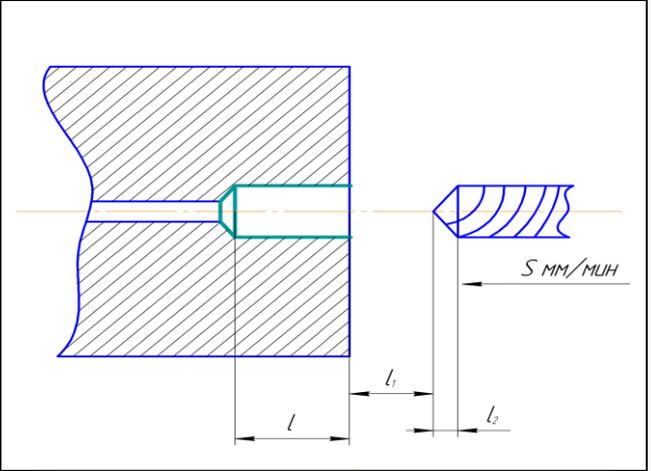
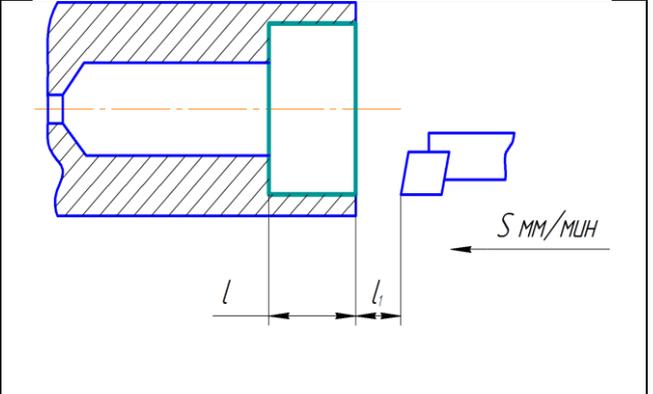
где t – глубина резания, мм;

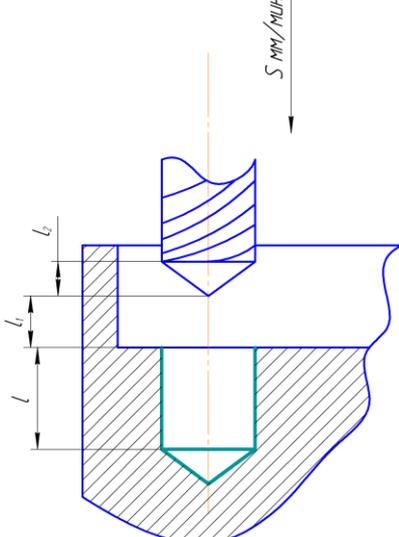
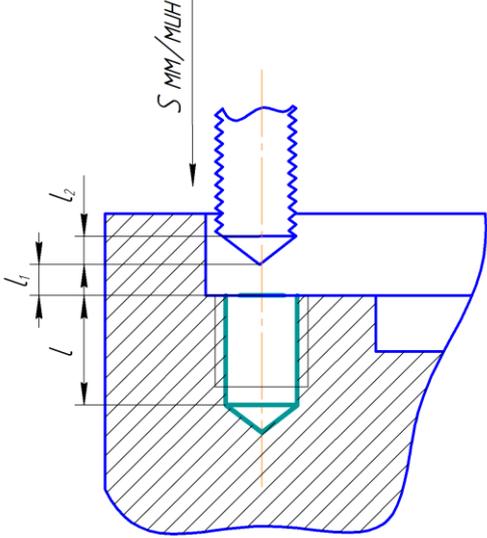
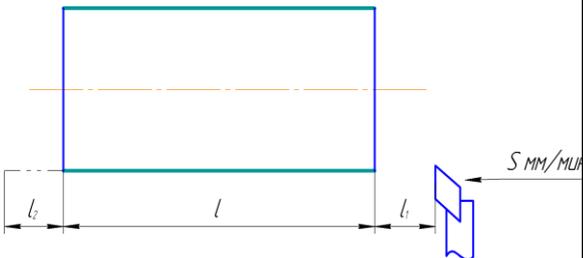
φ - угол в плане.

Таблица 8

Операция	Расчет основного времени	Схема
0.Заготовительная	<p>Отрезать пруток.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l + l_2) \cdot i}{S} =$ $= \frac{132}{40} = 3,3 \text{ мин.}$	
1.Токарная	<p>1. Подрезать торец 1.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l_2 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1+1+67) \cdot 2}{0,1 \cdot 380} = 3,52 \text{ мин.}$	
	<p>2. Центровать.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1+3+12,8) \cdot 1}{0,5 \cdot 1800} = 0,02 \text{ мин.}$	
	<p>3. Сверлить отверстие диаметром 8 мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1+2,4+30) \cdot 1}{0,5 \cdot 1800} = 0,04 \text{ мин.}$	

	<p>4. Расточить отверстия до диаметра 25 мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 25) \cdot 6}{0,12 \cdot 770} = 1,7 \text{ мин.}$	
	<p>5. Расточить отверстия до диаметра 88 мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 15) \cdot 7}{0,12 \cdot 770} = 1,21 \text{ мин.}$	
<p>2. Токарная операция</p>	<p>1. Подрезать торец 2.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l_2 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 1 + 67) \cdot 2}{0,1 \cdot 380} = 3,52 \text{ мин.}$	
	<p>2. Центровать.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 3 + 12,8) \cdot 1}{0,5 \cdot 1800} = 0,02 \text{ мин.}$	

<p>3. Сверлить глубокое отверстие диаметром 25 мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 7,5 + 410) \cdot 7}{0,5 \cdot 1800} = 3,2 \text{ мин.}$	
<p>4. Рассверлить отверстие до диаметра 45 мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 13,5 + 410) \cdot 5}{0,5 \cdot 1800} = 2,35 \text{ мин.}$	
<p>5. Рассверлить отверстие до диаметра 65 мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 19,5 + 410) \cdot 4}{0,5 \cdot 1800} = 1,9 \text{ мин.}$	
<p>6. Расточить отверстия до диаметра $70K7 \begin{pmatrix} -0,009 \\ -0,021 \end{pmatrix}$ мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 60) \cdot 2}{0,12 \cdot 770} = 1,32 \text{ мин.}$	

<p>3.Сверлильная операция.</p>	<p>1. Сверлить 3 отверстия диаметром 7 мм.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 2,1 + 10) \cdot 1}{0,5 \cdot 1800} = 0,014 \text{ мин.}$	
	<p>2. Нарезать резьбу М8.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 2,1 + 10) \cdot 1}{1,25 \cdot 318,5} = 0,033 \text{ мин.}$	
<p>4. Токарная с ЧПУ</p>	<p>1. Точить поверхность.</p> $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l_2 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1 + 1 + 482) \cdot 2}{0,1 \cdot 380} = 25,5 \text{ мин.}$	

2. Точить поверхность.

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{(1 + 28) \cdot 1}{0,1 \cdot 380} = 0,8 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{l \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{10 \cdot 1}{0,1 \cdot 380} = 0,3 \text{ мин.}$$

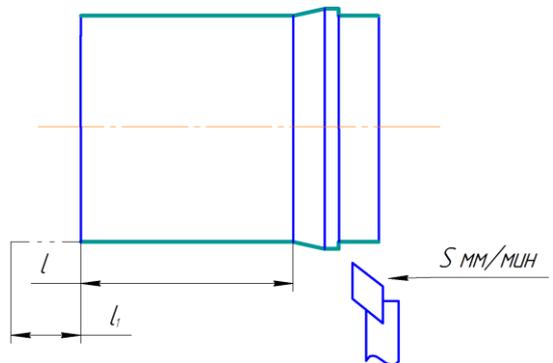
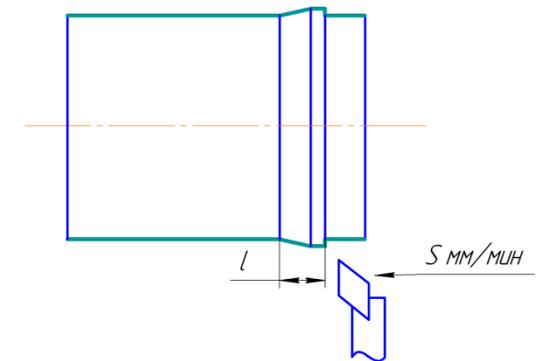
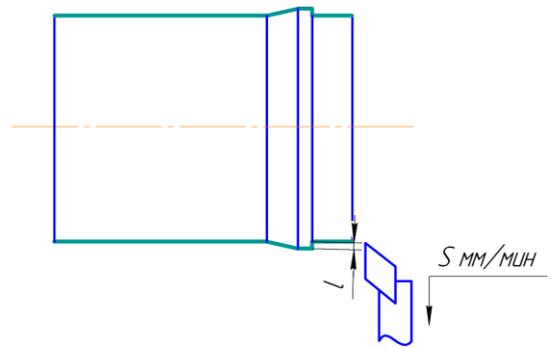
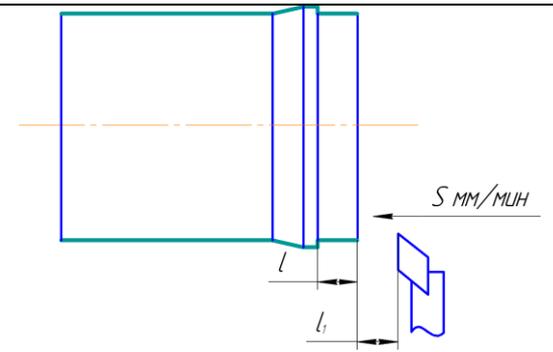
$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{l \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{30 \cdot 1}{0,1 \cdot 380} = 0,8 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_2 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$$

$$= \frac{(1 + 424) \cdot 2}{0,1 \cdot 380} = 11,2 \text{ мин.}$$

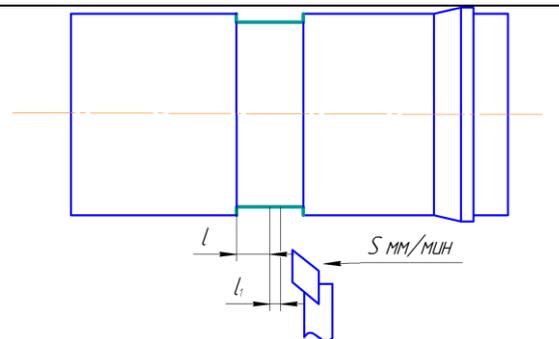
$$t_{\text{общ}} = 12,3 \text{ мин.}$$

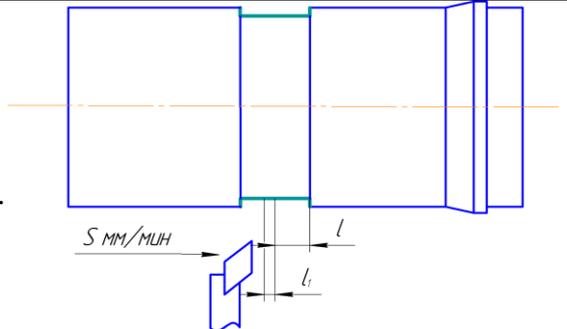
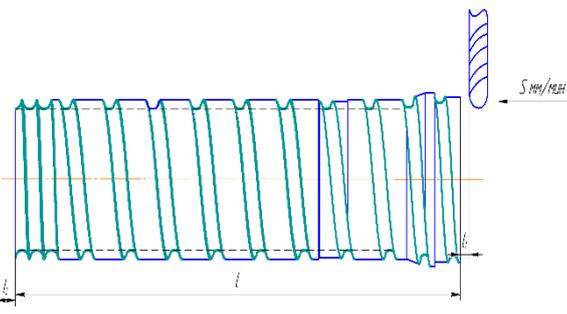


3. Точить канавку 2-мя резцами.

Правый:

$$t_0 = \frac{(l + l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14,5 + 1) \cdot 1}{0,1 \cdot 380} = 0,4 \text{ мин.}$$



	<p>Левый:</p> $t_0 = \frac{(l+l_1) \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(14,5+1) \cdot 1}{0,1 \cdot 380} = 0,4 \text{ мин.}$ $t_{\text{общ}} = 0,8 \text{ мин.}$	
4.Фрезеровать	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(l_1 + l_2 + l) \cdot i}{S \cdot n} =$ $= \frac{(1+1+482) \cdot 4}{0,2 \cdot 1500} = 4,84 \text{ мин.}$	

1.7.2 Расчет вспомогательного времени

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

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} \quad (9)$$

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

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

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

Заготовительная операция.

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

Токарная операция.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,2 + 0,23 + 0,29 = 0,72 \text{ мин.}$$

Токарная операция.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,2 + 0,23 + 0,29 = 0,72 \text{ мин.}$$

Сверлильная операция.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,4 + 0,06 + 0,29 = 0,75 \text{ мин.}$$

Токарная с ЧПУ.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,13 + 0,23 + 0,29 = 0,65 \text{ мин.}$$

Фрезерная.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{упр}} + t_{\text{изм}} = 0,18 + 0,21 + 0,29 = 0,68 \text{ мин.}$$

1.7.3 Расчет оперативного времени

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} \tag{10}$$

0. Заготовительная.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 3,57 + 0,53 = 4,1 \text{ мин.}$$

1. Токарная операция.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 6,36 + 0,64 = 7 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 10 + 0,64 = 10,64 \text{ мин.}$$

3. Сверлильная.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 3,1 + 0,85 = 3,95 \text{ мин.}$$

4. Токарная с ЧПУ операция

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 2,5 + 0,6 = 3,1 \text{ мин.}$$

5. Фрезерная операция.

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{осн}} + t_{\text{в}} = 12 + 0,57 = 12,57 \text{ мин.}$$

1.7.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{он} \quad (11)$$

0. Заготовительная.

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{он} = 0,03 \cdot 4,1 = 0,12 \text{ мин.}$$

1. Токарная операция.

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{он} = 0,03 \cdot 7 = 0,21 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция.

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{он} = 0,03 \cdot 10,64 = 0,32 \text{ мин.}$$

3.Сверлильная.

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{он} = 0,02 \cdot 3,95 = 0,08 \text{ мин.}$$

4. Токарная с ЧПУ операция.

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{он} = 0,03 \cdot 3,1 = 0,09 \text{ мин.}$$

5. Фрезерная операция.

$$t_{обс} = \alpha \cdot t_{он} = 0,03 \cdot 12,57 = 0,4 \text{ мин.}$$

1.7.5 Расчет времени на отдых

$$t_{обс} = \beta \cdot t_{он} \quad (12)$$

0. Заготовительная.

$$t_{обс} = \beta \cdot t_{он} = 0,04 \cdot 4,1 = 0,16 \text{ мин.}$$

1. Токарная операция.

$$t_{обс} = \beta \cdot t_{он} = 0,04 \cdot 7 = 0,28 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция.

$$t_{обс} = \beta \cdot t_{он} = 0,04 \cdot 10,64 = 0,42 \text{ мин.}$$

3.Сверлильная.

$$t_{обс} = \beta \cdot t_{он} = 0,04 \cdot 3,95 = 0,16 \text{ мин.}$$

4. Токарная с ЧПУ операция

$$t_{обс} = \beta \cdot t_{он} = 0,04 \cdot 3,1 = 0,12 \text{ мин.}$$

5. Фрезерная операция.

$$t_{обс} = \beta \cdot t_{он} = 0,04 \cdot 12,57 = 0,5 \text{ мин.}$$

1.7.6 Определение подготовительно-заключительного времени.

0. Заготовительная.

$$t_{нз} = 3 \text{ мин.}$$

1. Токарная операция.

$$t_{нз} = 7 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция.

$$t_{нз} = 7 \text{ мин.}$$

3. Сверлильная.

$$t_{нз} = 9 \text{ мин.}$$

4. Токарная с ЧПУ операция

$$t_{нз} = 12 \text{ мин.}$$

5. Фрезерная операция.

$$t_{нз} = 10 \text{ мин.}$$

1.7.7 Расчет штучного времени

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} \quad (13)$$

0. Заготовительная.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 16,56 \text{ мин.}$$

1. Токарная операция.

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{в} + t_{обс} + t_{отд} = 7,7 \text{ мин.}$$

2. Токарная операция.

$$t_{ум} = t_{осн} + t_в + t_{обс} + t_{отд} = 13,77 \text{ мин.}$$

3. Сверлильная.

$$t_{ум} = t_{осн} + t_в + t_{обс} + t_{отд} = 1,46 \text{ мин.}$$

4. Токарная с ЧПУ операция

$$t_{ум} = t_{осн} + t_в + t_{обс} + t_{отд} = 39,46 \text{ мин.}$$

5. Фрезерная операция.

$$t_{ум} = t_{осн} + t_в + t_{обс} + t_{отд} = 6,42 \text{ мин.}$$

1.7.8 Расчет штучно-калькуляционного времени

$$t_{шт.к} = \sum t_{ум} + \frac{\sum t_{нз}}{N} = 85,37 + \frac{57}{1000} = 85,43 \text{ мин,} \quad (14)$$

Где N-объем партии

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Целью конструкторской части является разработка приспособления для сверлильной операций, расчёт крутящего момента и определение осевой силы.

Разрабатываем приспособление для сверлильной операции, в которой сверлятся три отверстия, в которых после нарезается резьба М8.

2.1 Расчёт крутящего момента и осевой силы

Рассчитываем крутящий момент и осевую силу возникающую при сверлении трёх отверстий.

1. Глубина резания t (мм):

Глубина резания при сверлении определяется по формуле: $t = 0,5D$, где D диаметр получаемого отверстия.

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 7 = 3,5 \text{ мм}$$

2. Подача S (мм/об):

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу. Для сверла из быстро режущей стали выбрана подача :

$$S = 0,5 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания (м/мин):

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

где T - стойкость инструмента, мин

C_v - постоянный коэффициент; m , q , y - показатели степени;

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

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv}$$

где K_{MV} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки,

K_{IV} - коэффициент учитывающий материал инструмента,

K_{LV} - коэффициент учитывающий глубину сверления.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 60$ мин.

Значения коэффициентов: $C_v = 36,3$; $m = 0,125$; $q = 0,25$; $y = 0,55$

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv}$$

$$K_{mv} = 0,8$$

$$K_{uv} = 1 - \text{P6M5}$$

$$K_{lv} = 1$$

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$V_{расч.} = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m S^y} K_v = \frac{36,3 \cdot 7^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,5^{0,55}} \cdot 0,8 = 40,7 \approx 40 \text{ м/мин};$$

4. Крутящий момент (Нм) и осевая сила (Н):

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p$$

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

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

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = 1$$

C_M, C_p - постоянный коэффициент; q, y - показатели степени;

$$C_M = 0,005 ; q=2; y=0,8$$

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,005 \cdot 7^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 1 = 1,41 \text{ Нм}$$

$$C_p = 9,8; q=1; y=0,7$$

$$P_o = 10C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 9,8 \cdot 7 \cdot 0,5^{0,7} \cdot 1 = 422,3 \text{ Н}$$

5. Мощность резания:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 7} = 1851 \approx 1800 \text{ об/мин}$$

Где, n - частота вращения инструмента.

$$V_{дейст.} = \frac{\pi d_3 n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7 \cdot 1800}{1000} = 39,564 \approx 39 \text{ м/мин}$$

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{1,41 \cdot 1800}{9750} = 0,26 \text{ кВт.}$$

Для сверления трёх отверстий мощности станка хватит так как выходная мощность приведённая в паспорте составляет 0,52 кВт, а для сверления требуется 0,26кВт.

2.2 Описание работы приспособления

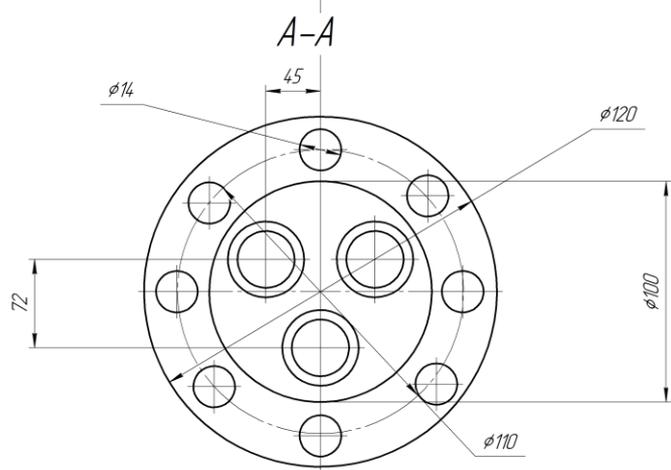
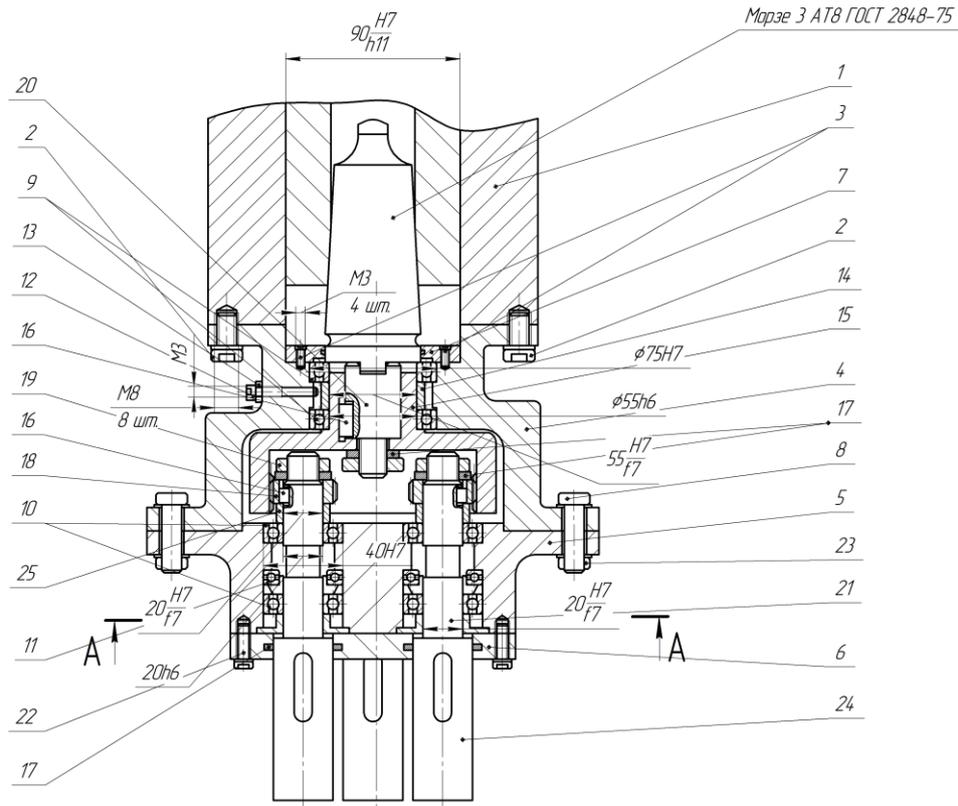
Сконструированное приспособление (Рис.2.1) служит для сверления трёх отверстий в «Шнеке AVR»

Приспособление представляет собой редуктор с внутренним зацеплением.

При помощи которого вращение передаётся на три вала.

Принцип работы данного устройства заключается в следующем:

Передача вращения от привода станка осуществляется через конус морзе на вал 20. Вращение вала передаётся на зубчатое колесо 4 через шпонку, далее колесо вращает шестерни 19, которые вращают валы 21, крутящий момент передаётся через шпонку. Вращение передаётся на инструмент, закреплённом в оснастке 24.



Технические характеристики:
 1. Наибольший диаметр сверления по стали 45 50 мм.
 2. Число оборотов шпинделя $n = 20 - 1800$ об/мин.
 3. Мощность привода гладкого движения $N = 0,26$ кВт.
 5. Максимальный момент на шпинделе $M = 1,41$ Н·м.

1* Размер для справок.
 2. Внутреннюю полость головки заполнить консистентной смазкой циатим-201 ГОСТ 6267-59;

Исполн.	Лавров
Спроект.	№
Сверл.	№
Вектор шп.	№
Голов.	№
Порт.	№
Шп.	№
Черт.	

ВКР.ТМС.ПР.15.03.01.003					
Имен. лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разработ.	Засорин М.А.			4	14
Проб.	Бажанов А.О.				
Контр.					
Н.контр.					
Черт.					
Многошпиндельная сверлильная головка				Лист	Листов 1
				ТПУ ИК	
				Группа 8/131	
Копировал				Формат А2	

Рис.2.1-Спроектированное приспособление.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Засорин Михаил Александрович

Институт	Кибернетики	Кафедра	Технология машиностроения и промышленной робототехники
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

<p>1. Стоимость ресурсов для изготовления детали «Шнек AVR»</p>	<p>1. Стоимость основных материалов определить на основе данных прайс-листов организаций-продавцов материалов</p> <p>2. Часовые тарифные ставки по разрядам работ:</p> <p>1 разряд - 40 руб./час. 2 разряд - 51 руб./час. 3 разряд - 65 руб./час. 4 разряд - 82,96 руб./час. 5 разряд - 105,81 руб./час. 6 разряд - 135 руб./час.</p> <p>Разряды работ определить исходя из ЕТКС, раздел «Механическая обработка металлов и других материалов»</p> <p>3. Тариф на электроэнергию - 5.8 руб/кВт.ч.</p>
<p>3. Нормы и нормативы расходования ресурсов</p>	<p>Для расчетов принять следующие пределы нормативов расходования ресурсов:</p> <p>-коэффициент транспортно-заготовительных расходов - 0.06</p> <p>-затраты на содержание рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования, непосредственно не занятых изготовлением продукции - 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих</p> <p>-затраты на материалы, расходуемых для обеспечения работы оборудования, принимается - 20% от величины амортизации</p> <p>-затраты на ремонт оборудования -100-120% от основной зарплаты основных рабочих.</p> <p>-общецеховые расходы - 50 - 80 %, от основной зарплаты основных рабочих</p> <p>-общехозяйственные расходы -50% от основной зарплаты основных рабочих.</p> <p>-расходы на реализацию - 1% от производственной себестоимости</p>
<p>4. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</p>	<p>Ставка отчислений на социальные нужды - 30% от ФОТ</p> <p>Ставка отчислений в фонд социального страхования от несчастных случаев на производстве - 0.7% от ФОТ</p> <p>Налог на добавленную стоимость - 18% от</p>

	цены изделия.
--	---------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Расчет себестоимости изготовления детали «Шнек AVR»	<p>1.Провести расчет затрат на основные и вспомогательные материалы (за вычетом возвратных отходов)</p> <p>2.Провести расчет затрат на основную и дополнительную заработную плату основных производственных рабочих, отчислений на социальные нужды.</p> <p>3.Провести расчет величины расходов на содержание и эксплуатацию оборудования.</p> <p>4. Провести расчет величины общецеховых, общехозяйственных, внепроизводственных расходов.</p> <p>5.Провести расчет себестоимости.</p>
2. Расчет цены детали «Шнек AVR» с НДС	Расчет произвести с использованием нормативного метода ценообразования. Норму рентабельности принять в пределах 5-20%

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Калькуляция себестоимости детали «Шнек AVR»

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гаврикова Н.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Засорин Михаил Александрович		

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Цель раздела– расчет себестоимости и цены изделия, изготавливаемого согласно разработанному технологическому процессу в типовых производственных условиях.

3.1 Общие положения

Себестоимость продукции представляет собой интегральную стоимостную оценку используемых при ее изготовлении сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых и природных ресурсов, основных средств (оборудование, производственные площади, сооружения), нематериальных активов, а также других затрат на ее производство и реализацию.

При расчете себестоимости используется группировка затрат по статьям калькуляции. Помимо решения комплекса задач технико-экономического анализа и планирования работы предприятия, калькуляция себестоимости единицы продукции необходима для расчета цены и рентабельности продукции. Объектом калькулирования при выполнении ВРК является деталь, изготавливаемая серийно или на однопредметной поточной линии, т. е. в условиях массового производства.

Для промышленных предприятий рекомендуется следующая группировка калькуляционных статей:

1. Сырье и материалы;
2. Покупные комплектующие изделия, полуфабрикаты и услуги производственного характера;
3. Возвратные отходы (вычитаются);
4. Топливо и энергия на технологические цели;
5. Основная заработная плата производственных рабочих;
6. Дополнительная заработная плата производственных рабочих;
7. Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды;

8. Расходы на подготовку и освоение производства;
9. Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения;
10. Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
11. Общецеховые расходы;
12. Технологические потери;
13. Общехозяйственные расходы;
14. Потери от брака;
15. Прочие производственные расходы;
16. Расходы на реализацию.

В зависимости от полноты охвата данных статей на предприятии рассчитываются следующие виды себестоимости:

- цеховая, включающая статьи с 1-й по 12-ю;
- производственная, включающая статьи с 1-й по 15-ю, т.е. исчисляемая как цеховая с добавлением ряда статей, учитывающих затраты, носящие общезаводской характер;
- полная, включающая все 16 статей.

При выполнении ВКР следует опустить статьи:

- расходы на подготовку и освоение производства, т.к. задание на ВКР не предполагает подготовку нового вида продукции;
- технологические потери, т.к. они не характерны для разрабатываемых процессов;
- потери от брака, т.к. они не учитываются в плановых и нормативных калькуляциях;
- прочие производственные расходы, т.к. они связаны со спецификой производства на конкретных предприятиях.

3.2 Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Статья включает стоимость основных материалов, входящих непосредственно в состав изготавливаемого изделия (детали), а также вспомогательных материалов, используемых на технологические цели. Стоимость материалов определяется по нормам их расхода и ценам приобретения с учетом наценок и надбавок на единицу материала в натуральном выражении. Транспортно-заготовительные расходы прибавляются к стоимости сырья, материалов, а также покупных изделий, полуфабрикатов и топлива.

Затраты на основные материалы для каждого (i -го) вида в отдельности рассчитываются по формуле [10]

$$C_{MOi} = w_i \cdot \Pi_{Mi} \cdot (1 + k_{ТЗ})$$

где w_i – норма расхода материала i -го вида на изделие (деталь), кг/ед;

Π_{Mi} – цена материала i -го вида, ден. ед./кг., $i = 1$;

$k_{ТЗ}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{ТЗ} = 0,06$).

Цена материалов Π_i взята с сайта производителя [9]

Расчет нормы расходного материала

$$w = Vp = \pi \cdot \left(\frac{D_{01}^{cp}}{2}\right)^2 \cdot A_{01}^{cp} \cdot p = 3,14 \cdot \left(\frac{0,13}{2}\right)^2 \cdot 0,488 \cdot 0,00141 = 9,12 \text{ кг},$$

где V – объем заготовки, м³;

p – плотность материала РОМ-С, $p = 0,00141 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; [8]

Примем цену материала $\Pi_{Mi} = 420 \frac{\text{руб}}{\text{кг}}$, с учетом НДС;

Тогда затраты на основной материал будут равны

$$C_{MO} = 9,12 \cdot 420 \cdot (1 + 0,06) = 4060,22 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на вспомогательные материалы каждого (j -го) вида C_{MBj} выполняется по формуле

$$C_{MOi} = w_i \cdot C_{Mi} \cdot (1 + k_{TЗ}),$$

где H_{MBj} – норма расхода j -го вспомогательного материала на изделие (деталь), кг;

C_{MBj} – цена j -го вспомогательного материала, ден. ед./кг.

При отсутствии данных для расчета по формуле можно приближенно принять

$$C_{MB} = C_{MO} \cdot 0,02 = 4060,22 \cdot 0,02 = 81,2 \text{ руб.}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_M = C_{MO} + C_{MB} = 4060,22 + 81,2 = 4141,42 \text{ руб.}$$

3.3 Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»

Данная статья не применяется для калькулирования. Разработанный технологический процесс не предусматривает приобретение полуфабрикатов.

3.4 Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»

Данная статья включает стоимость отходов по цене их реализации на сторону, данная величина исключается из производственной себестоимости продукции. Поскольку в работе представлен материал идущий на утилизацию, следовательно расчётов для данного раздела не будет.

3.5 Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели»

Затраты данного вида отсутствуют.

3.6 Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»

В данную статью включаются затраты на оплату труда рабочих, непосредственно связанных с изготовлением продукции.

Расчет следует произвести по формуле

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{шт.к}}{60} \cdot чмс_i \cdot k_{пр} ,$$

где $t_i^{шт.к}$ – штучное время выполнения i -й операции, мин;

K_0 – количество операций в процессе;

$ЧМС_i$ – часовая тарифная ставка на i -й операции из таблицы [9], для 1-го, 4-го, 6-го разрядов,

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий доплаты, выплаты и премии, предусмотренные законодательством о труде. При проектировании следует принять его равным 1,4.

Заготовительная, сверлильная: 2-ой разряд;

Токарная: 4-й разряд;

Токарная с ЧПУ, фрезерная: 6-ой разряд.

$$C_{озп} = \frac{16,56 + 1,46}{60} \cdot 51 \cdot 1,4 = 21,44 \text{ руб.}$$

$$C_{озп} = \frac{7,7 + 13,77}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 = 41,56 \text{ руб.}$$

$$C_{озп} = \frac{39,46 + 6,42}{60} \cdot 135 \cdot 1,4 = 144,5 \text{ руб.}$$

$$C_{озп_{общ}} = 21,44 + 41,56 + 144,5 = 207,5 \text{ руб.}$$

3.7 Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»

В данной статье учитываются предусмотренные законодательством о труде выплаты за непроработанное на производстве время: оплата очередных, дополнительных и учебных отпусков; оплата времени, связанного с прохождением медицинских осмотров и выполнением государственных обязанностей и т.п. Расчет дополнительной зарплаты выполняется по формуле

$$C_{дзн} = C_{озп} \cdot k_{д},$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата, руб.;

$k_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату.

При проектировании следует принять его равным 0,1.

$$C_{дзн} = C_{озп} \cdot k_{д} = 21,44 \cdot 0,1 = 2,14 \text{ руб.}$$

$$C_{дзн} = C_{озп} \cdot k_{д} = 41,56 \cdot 0,1 = 4,16 \text{ руб.}$$

$$C_{дзн} = C_{озп} \cdot k_{д} = 144,5 \cdot 0,1 = 14,45 \text{ руб.}$$

$$C_{дзн_{общ}} = 2,14 + 4,16 + 14,45 = 20,75 \text{ руб.}$$

3.8 Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»

Сюда включаются отчисления по установленным законодательством нормам в пенсионный фонд, в фонд социальной защиты населения, на обязательное медицинское страхование, на другие социальные нужды. Затраты по данной статье выполняются по формуле

$$C_n = (C_{озп} + C_{дзп}) \cdot (C_{с.н.} + C_{стр}) / 100,$$

где $C_{озп}$ – основная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{дзп}$ – дополнительная зарплата производственных рабочих, руб.;

$C_{с.н.}$ – ставка социального налога (принять 30 %);

$C_{стр}$ – ставка страховых взносов по прочим видам обязательного страхования (принять 0,7%);

$$C_n = (C_{озп} + C_{дзп}) \cdot (C_{с.н.} + C_{стр}) / 100 = (207,5 + 20,75) \cdot \frac{(30 + 0,7)}{100} = 68,63 \text{ руб.}$$

3.9 Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»

В данной статье отражается переносимая на изделие в процессе его изготовления стоимость специальных инструментов и приспособлений, а также моделей, кокилей, опок, штампов и пресс-форм, предназначенных для производства строго определенных изделий. Расчет выполняется по специальной упрощенной методике. При выполнении ВКР эта статья рассчитывается только в том случае, если разрабатываемый технологический процесс предусматривает изготовление специальной оснастки. Затраты на оснастку общего назначения принято относить на следующую статью калькуляции.

3.10 Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»

Эта статья является комплексной и включает следующие виды расходов:

- a.** амортизация оборудования и ценного инструмента (оснастки), обозначение C_a ;
- b.** эксплуатация оборудования (кроме расходов на ремонт);
- c.** ремонт оборудования;
- d.** внутризаводское перемещение грузов;
- e.** погашение стоимости инструментов и приспособлений общего назначения;
- f.** прочие расходы.

Элемент «а» .Амортизация оборудования определяется на основе норм амортизации и балансовой стоимости соответствующего оборудования, для расчета ее годовой величины используется следующая формула

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot N_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot N_{aj},$$

где Φ_i – первоначальная (балансовая) стоимость единицы оборудования i -го типа, $i = 1, \dots, T$;

T – количество типов используемого оборудования;

Φ_j – то же для j -го типа оснастки $j=1, \dots, m$;

m – количество типов используемой оснастки;

$N_{обi}$ и $N_{оснj}$ – соответствующие нормы амортизации.

$$\Phi_{JETHBS-961W} = 224400 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{SPF-1000PHS} = 1219230 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{STERLITAMAKS-800V} = 5510000 \text{ руб.}$$

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{пи}}}$$

$$H_{a\text{JETHBS-961W}} = H_{a\text{SPF-1000PHS}} = H_{a\text{JEYJDP-15}} = H_{a800V} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$H_{a.\text{оправкафрезы}} = \frac{1}{3} = 0,33$$

где $T_{\text{пи}}$ – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4[9]

$$A_{\text{зод}} = 224400 \cdot 0,1 + 1219230 \cdot 0,1 + 5510000 \cdot 0,1 = 695363 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{в}} \sum_{i=1}^P t_i^{\text{шт.к}}}{\sum_{i=1}^P F_i},$$

где $N_{\text{в}}$ – годовой объем выпуска изделия (детали), шт.;

P – количество операций в технологическом процессе;

$t_i^{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время на i -й операции процесса, $i = 1, \dots,$

P ; F_i – действительный годовой фонд времени работы оборудования, используемого на i -й операции с учетом принятого количества рабочих смен.

Для металлорежущих станков 1–30 категорий ремонтной сложности при двухсменном режиме работы $F_i = 4029$ часов, при более высокой сложности – 3904 часа.

$$l_{кр} = \frac{1000 \cdot \frac{16,56 + 7,7 + 13,77 + 1,46 + 39,46 + 6,42}{60}}{4029 \cdot 6} = 0,06,$$

Так как, получившиеся $l_{кр} < 0,6$, то

$$C_a = \left(\frac{A_{год}}{N_в} \right) \cdot \left(\frac{l_{кр}}{\eta_{з.н.}} \right) = \left(\frac{695363}{1000} \right) \cdot \left(\frac{0,06}{0,85} \right) = 48,67 \text{ руб.}$$

где $\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования. В зависимости от типа производства для него следует принять значения: массовое и крупносерийное – 0,7; среднесерийное – 0,8; мелкосерийное – 0,85.

Элемент «в» (эксплуатация оборудования) включает в себя:

- полные затраты на содержание (основная зарплата + дополнительная зарплата + все виды отчислений) рабочих занятых обслуживанием машин и оборудования (слесарей, наладчиков, электромонтеров и др. категорий), непосредственно не занятых изготовлением продукции; Принимается в размере 40 % от полной зарплаты и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$C_{экс} = (C_{озн} + C_{дзн} + C_n) \cdot 0,4 = (207,5 + 20,75 + 68,63) \cdot 0,4 = 118,75 \text{ руб.}$$

стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы

оборудования, принимается в размере 20% от величины амортизации, т.е.

$$C_{мэкс} = C_a \cdot 0,2 = 48,67 \cdot 0,2 = 9,7 \text{ руб.}$$

- Стоимость электроэнергии, затраченную на технологические цели.

где $\Pi_{тэ}$ – тариф единицы ресурса, руб;

$P_{тэ}$ – расход энергии на единицу продукции, кВт;

Расход энергии равен сумме затрачиваемой мощности всех переходов умноженной на штучное время. Данные для расчета потребляемой мощности взяты из раздела - «Расчеты режимов резания».

$$P_{мэ} = 16,56 \cdot \frac{1,1}{60} + 7,7 \cdot \frac{0,08}{60} + 13,7 \cdot \frac{0,498}{60} + 1,46 \cdot \frac{0,26}{60} + 39,46 \cdot \frac{0,42}{60} + 6,42 \cdot \frac{0,42}{60} = 0,7547 \text{ кВт}.$$

Тариф на электроэнергию взяты на сайте $\text{Ц}_{тэ} = 5,8$ руб/кВтч;

$$C_{эл.п} = \text{Ц}_{э} \cdot K_{п} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{вi} \cdot t_i^{\text{шт.к}},$$

где $\text{Ц}_{тэ}$ – тариф единицы ресурса, руб;

$P_{тэ}$ – расход энергии на единицу продукции, кВт;

$K_{вi}$ – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, принимается равным 0,6 – 0,7 от $t_i^{\text{шт.к}}$.

$K_{п}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05)

$$C_{мэ} = 5,8 \cdot 1,05 \cdot 0,7547 \cdot 0,7 = 3,22 \text{ руб}.$$

Элемент «с» (ремонт оборудования) включает затраты на заработную плату и отчисления от нее в бюджет и внебюджетные фонды для рабочих, занятых ремонтом оборудования; затраты на материалы, потребляемые в процессе выполнения ремонтных работ; услуги ремонтных цехов предприятия и сторонних организаций. Они определяются укрупнено на основе норматива затрат – 100% от основной зарплаты основных производственных рабочих, т.е.

$$C_{рем} = C_{озп} \cdot 1,0 = 207,5 \cdot 1,0 = 207,5 \text{ руб}.$$

Элемент «d» (перемещение грузов) включает расходы на содержание и эксплуатацию транспортных средств: стоимость горючего, запчастей,

смазочных и прочих материалов, оплату труда занятых на транспортных операциях рабочих, стоимость транспортных услуг других подразделений предприятия и сторонних организаций. При выполнении ВКР эти затраты допускается не учитывать, т.к. это потребовало бы дополнительных данных о производственном процессе, а их доля в себестоимости как правило невелика (менее 1%).

Элемент «е» (погашение стоимости инструментов и ...), в эту группу включаются все виды технологического оснащения универсального характера со сроком службы менее одного года. Расчет производится по формуле

$$C_{\text{ион}} = \frac{(1 + k_{\text{ТЗ}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i},$$

где $C_{\text{и}i}$ – цена инструмента, используемого на i -й операции, $i = 1, \dots, P$;

$t_{\text{рез.и}}$ – время работы инструмента, применяемого на i -й операции, мин.;

m_i – количество одновременно используемых инструментов, ($m_i=1$);

$T_{\text{ст.и.и}}$ – период стойкости инструмента (время резания между переточками), мин., (см. прил. 5);

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4;

$k_{\text{ТЗ}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{ТЗ}}=0,06$).

Таблица 9.

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин	Цена, руб	$\frac{C_{\text{и}} \cdot t_{\text{рез.и}} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}} \cdot n_i}$
Сверло центровочное 10 мм Р6М5 тип А	0,1	45	153,3	0,36

Сверло 7 мм Р6М5, цилиндрический хвостовик	0,014	60	20,23	0,01
Сверло 8 мм Р6М5, цилиндрический хвостовик	0,04	60	29,0	0,02
Сверло 25 мм Р6М5, конический хвостовик	3,2	60	428,4	8,1
Сверло 45 мм Р6М5, конический хвостовик	2,35	60	2284,8	23,7
Сверло 65 мм Р6М5, конический хвостовик	1,9	60	7440,0	62,4
Метчик м/р М 8,0 × 1,25	0,033	30	58,55	0,2
Фреза концевая 12 мм, Р6М5, цельная, 4-перая, цилиндрический хвостовик	4,84	60	333,6	28,5
Резец проходной ВК8 25 × 16 × 140 мм	25,5	15	214,8	55,3
Резец расточной ВК8 16 × 16 × 170 мм	1,32	15	102,0	1,4

$$C_{\text{ион}} = (1 + 0,06) \cdot (0,36 + 0,01 + 0,02 + 8,1 + 23,7 + 62,4 + 0,2 + 28,5 + 55,3 + 1,4) = 190,79 \text{ руб.}$$

Таблица 10.

Название оборудования/ приспособления	Срок эксплуатации, лет	Стоимость, руб	Затраты в год	Затраты на единицу продукции
JEY JDP-15	7	44220	6317,14	6,317
Многошпиндельная головка для сверления	4	31700	7925	7,925
Итого:				14,24

$$C_{\text{ион}_{\text{общ}}} = 190,79 + 14,24 = 205 \text{ руб.}$$

Элемент «ф» (прочие расходы) включает такие затраты, которые не вошли в состав вышерассмотренных элементов. При выполнении ВКР они *не рассчитываются*.

3.11 Расчет затрат по статье «Общеховые расходы»

Данная статья учитывает затраты на содержание руководителей и специалистов аппарата управления цехом; амортизацию и затраты на содержание и ремонт зданий, сооружений и инвентаря общехового назначения; затраты на мероприятия по обеспечению нормальных условий труда и техники безопасности и другие расходы цеха, связанные с управлением и обслуживанием производства. Общеховые расходы распределяются между выпускаемыми изделиями пропорционально основной зарплате производственных рабочих с помощью нормативного коэффициента $k_{\text{оц}}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{он}} = C_{\text{озн}} \cdot k_{\text{он}} = 207,5 \cdot 0,8 = 166,24 \text{ руб.}$$

3.12 Расчет затрат по статье «Технологические потери»

К данной статье относится стоимость полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц изделий, не соответствующих нормативной документации при условии, что это несоответствие возникает вследствие неполного знания физических и химических процессов, несовершенства технологического оборудования и измерительной аппаратуры. Такие потери предусматриваются технологическим процессом. Они допускаются в электронном, оптико-механическом, литейном, кузнечном, термическом, гальваническом и некоторых других производствах. При выполнении ВКР статья *не рассчитывается*.

3.13 Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»

На данную статью относятся затраты по общему управлению предприятием, не связанные непосредственно с процессом производства и включающие в себя затраты на содержание административно-управленческого персонала; амортизационные отчисления и расходы на содержание и ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения (офисного оборудования, зданий и сооружений); расходы на отопление, освещение и оплату предприятия; плату за воду и землю и т.д. Расчет производится с помощью коэффициента k_{ox} , устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{ox} = 0,5$, т.е.

$$C_{ox} = C_{озн} \cdot k_{ox} = 207,5 \cdot 0,5 = 103,75 \text{ руб.}$$

3.14 Расчет затрат по статье «Потери брака»

Статья учитывает стоимость окончательно забракованной продукции, а также затраты по исправлению брака, она учитывается только в отчетных калькуляциях. В ВКР эти затраты *не рассчитываются*.

3.15 Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»

На данную статью относятся непредвиденные расходы, расходы на гарантийное обслуживание продукции и др. В ВКР эти затраты также *не рассчитываются*.

3.16 Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»

Статья включает затраты, связанные с реализацией изготовленной продукции: на хранение и упаковку на складах готовой продукции; на доставку продукции на станции и в порты отправления; на рекламу и сбытовую сеть; на комиссионные сборы посреднических организаций и пр.

Данные расходы рекомендуется принять равными 1% от производственной себестоимости, т.е. от суммы затрат по всем предыдущим статьям.

$$C_{\text{плз}} = \sum C_i \cdot 0,01 = (4141,42 + 207,5 + 20,75 + 68,63 + 48,67 + 118,75 + 9,7 + 3,22 + 207,5 + 207,5 + 205 + 166,24 + 103,75) \cdot 0,01 = 55,09 \text{ руб.}$$

3.17 Расчет прибыли

Прибыль от реализации изделия в зависимости от конкретной ситуации может определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере 5÷20 % от полной себестоимости проекта.

$$П = \sum C_i \cdot 0,15 = (4141,42 + 207,5 + 20,75 + 68,63 + 48,67 + 118,75 + 9,7 + 3,22 + 207,5 + 207,5 + 205 + 166,24 + 103,75) \cdot 0,15 = 826,3 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{полн}} = 5508,63 \text{ руб.}$$

3.18 Расчет НДС

$$\text{НДС} = C_{\text{полн}} \cdot 0,18 = 5508,63 \cdot 0,18 = 991,55 \text{ руб.}$$

3.19 Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{Цена} = C_{\text{полн}} + \text{НДС} + П = 5508,63 + 991,55 + 826,3 = 7326,45 \text{ руб.}$$

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Засорин Михаил Александрович

Институт	Кибернетики	Кафедра	Технология машиностроения и промышленной робототехники
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

**Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления
детали типа «Шнек AVR».**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящегося в нем оборудования (ПК)

Описание рабочего места на предмет возникновения:
вредных проявлений факторов производственной среды
(для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, исключить контакт с вредными, токсичными веществам., которые могут образовываться в процессе работы оборудования, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от станков, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от ПК);
опасных проявлений факторов производственной среды
(в связи с присутствием электричества для питания ПК и освещенности лаборатории, наличии горючих (СО) материалов необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности);
необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную среду используемых энергетических проявлений и образующихся отходов: электромагнитные поля от оборудования, парниковые и токсичные газы, «черновые» листы бумаги, отработанные картриджи, принтеры и др. оргтехника;
- необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия (рассмотреть минимум 2 ЧС – 1 природную, 1 техногенную).

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:

а) приводится перечень всех используемых в работе вредных веществ, их агрегатное состояние, класс опасности (токсичности), механизм воздействия их на организм человека, единицы измерения количества (концентрации); приводится перечень средств коллективной и индивидуальной защиты персонала, а также защиты окружающей среды;

б) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, расчет потребного воздухообмена на рабочем месте, расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала);

в) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;

г) приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ;

<p>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>
<p>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ; б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожарообнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка; пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).</p>
<p>Охрана окружающей среды: организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации оборудования, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</p>
<p>Защита в чрезвычайных ситуациях: а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</p>
<p>Перечень графического материала: 1) Пути эвакуации 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Проф.каф.ЭБЖ	Федорчук Ю.М.	Доктор тех.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
	Засорин Михаил Александрович		

Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрена экспериментальная установка для исследований процессов базирования деталей при дорновании снизу, которая была спроектирована в технологическом бюро.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

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 технологического бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как цех находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения.

1.1 Метеоусловия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды кожи расширяются, происходит повышенный приток крови к поверхности тела, и выделение тепла в окружающую среду значительно увеличивается. При низкой температуре окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются, приток крови к поверхности тела замедляется, и теплоотдача конвекцией и излучением уменьшается. Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне.

Повышенная влажность воздуха ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию организма, т.к. происходит снижения испарения пота, а пониженная влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха 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 средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения. В теплый период года необходимо предусмотреть защиту от попадания прямых солнечных лучей.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, относящаяся к инженерам – разработчикам, относится к категории легких работ. Допустимые значения микроклимата для этого случая даны в таблице 1.

Таблица 11 - 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	20 - 28	15 - 75	≤ 0.2

Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

1.2 Вредные вещества

Среди химических веществ, выделяющихся при работе оргтехники, наибольший вред приносят краски копиров и принтеров. Эти краски называются тонерами. Представляют они собой мелкодисперсную смесь, в состав которой входят композитные полимеры или уголь. Во время печати, копирования выделяются всевозможные (нередко токсичные) органические вещества.

Наиболее опасное вещество, которое выделяется при работе оргтехники и компьютеров это озон.

Большое количество озона выделяется во время работы копировальной техники. Небольшое содержание этого газа в воздухе оказывает благоприятный эффект на организм человека. Только при работе копиров озона выделяется намного больше, чем после грозы. В больших

концентрациях озон очень опасен. Дело в том, что озон – сильный окислитель. Поступая в избыточном количестве в организм человека, этот газ ускоряет окислительные процессы, происходящие в клетках. Неправильное развитие клеток может стать толчком к возникновению новообразований. Длительное воздействие больших доз озона способствует преждевременному старению.

Согласно гигиеническим нормативам "Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны ГН 2.2.5.1313-03", утвержденным Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 27 апреля 2003 г, озон относится к 1-му классу опасности (1 класс - чрезвычайно опасные), величина ПДК = 0,1 мг/м³, а преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства – пар и/или газ.

1.3. Производственный шум

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (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, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

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 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;
- использование специальных материалов, например, мягкие материалы для изоляции. Их основу составляет вата, стекловата, войлок либо джут. Коэффициент поглощения – 70 %.

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

1.4 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в технологическом бюро, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 300 Лк.

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.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 7$ м, ширина $B = 6$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \cdot B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 7 \cdot 6 = 42 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{II} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_3 = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2700$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой 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:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м.}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{6}{2,2} = 2,72 \approx 3.$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{7}{2,2} = 3,2 \approx 3.$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 3 = 9.$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м.}$$

Размещаем светильники в два ряда. На рисунке 1 изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

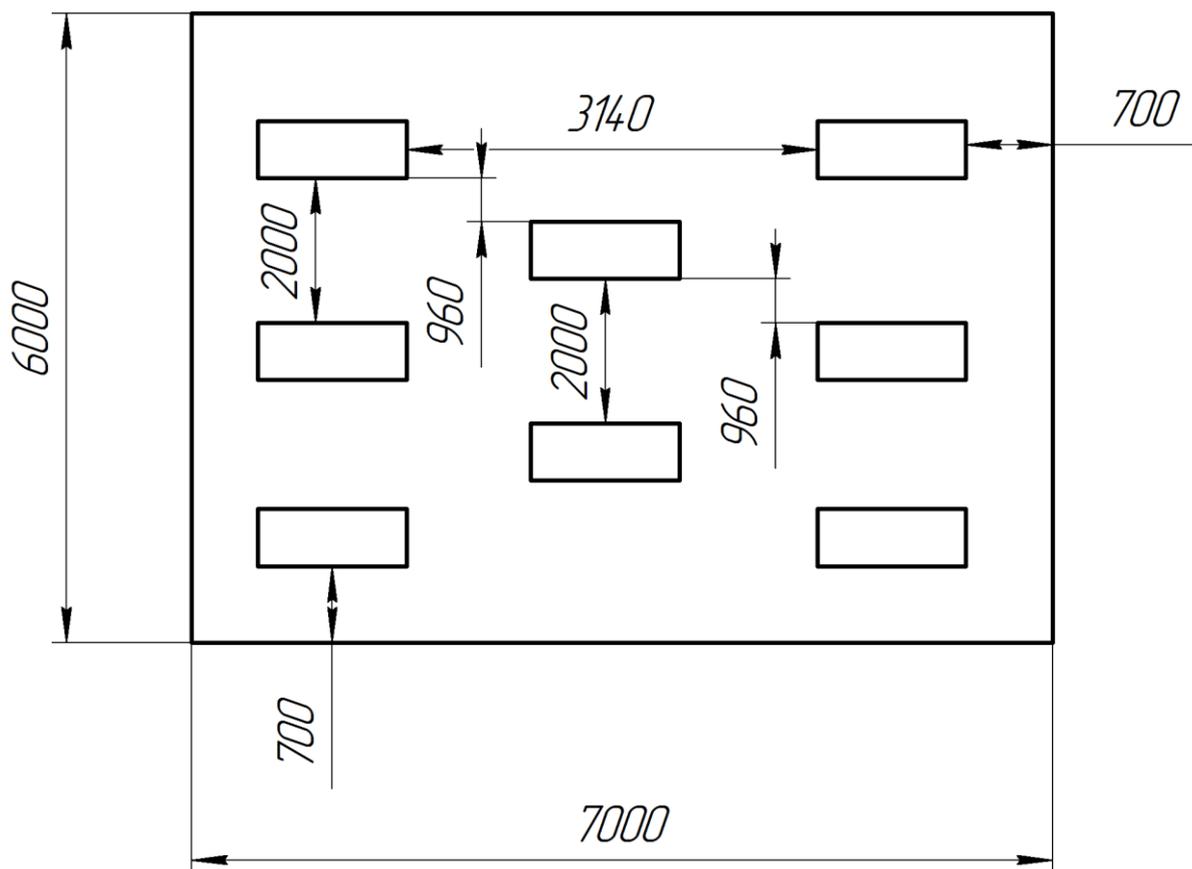


Рис. 1. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{7 \cdot 6}{2,0 \cdot (7 + 6)} = 1,6.$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70\%$, $\rho_{\text{С}} = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,6$ равен $\eta = 0,47$.

Необходимое количество ламп найдем по формуле:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{П}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2700 \cdot 0,47} = 16,$$

тогда количество светильников $n = 8$

Световой поток равен:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,47} = 2764,6 \text{ лм.}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2700 - 2764,6}{2700} \cdot 100\% = 2,4\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 2,4\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

1.5 Электромагнитные поля

В технологическом бюро используются электроприборы, которые создают электромагнитные поля.

Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей на организм человека.

Основным источником неблагоприятных воздействий на организм является видеодисплейный терминал (ВДТ), который также называют дисплеем или монитором.

Для предотвращения неблагоприятного влияния на здоровье человека вредных факторов производственной среды и трудового процесса при работе с ПЭВМ необходимо руководствоваться Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы", разработанными в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании".

Мощность экспозиционной дозы мягкого рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 0,05 м от экрана и корпуса ВДТ (на электронно-лучевой трубке) при любых положениях регулировочных устройств не должна превышать 1 мкЗв/ч (100 мкР/ч).

Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

Конструкция ВДТ должна предусматривать регулирование яркости и контрастности.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

СКЗ:

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

Например Экранирующие навесы. Экранирующие навесы изготавливаются из параллельных проводников (диаметр 3 – 5 мм, расстояние между ними 20 см) и располагаются на высоте 2,5 м над пешеходными дорожками.

Экранирующие козырьки. Экранирующие козырьки, используемые в качестве защиты, изготавливаются в виде сеток из такого же материала с размером ячеек 5 – 10 см.

Экранирующие ограждения. Для прохода людей, проезда автомашин, сельскохозяйственной техники под высоковольтными линиями электропередач организуют приспособления, относящиеся к коллективным средствам защиты. В частности, к ним относятся сокращение расстояний между опорами, применение экранирующих тросов, навесов, натянутых на заземленных опорах. В ряде случаев на установках 400 и 500 кВ на расстоянии 4,5 м и 750 кВ на расстоянии 6 м до токоведущих частей устанавливаются экраны.

СИЗ:

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от

вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным 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:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: 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.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Бюро относится к помещению без повышенной опасности поражения электрическим током. В помещении применяются следующие меры защиты от поражения электрическим током: недоступность токоведущих частей для случайного прикосновения, все токоведущие части изолированы и

ограждены. Недоступность токоведущих частей достигается путем их надежной изоляции, применения защитных ограждений (кожухов, крышек, сеток и т.д.), расположения токоведущих частей на недоступной высоте.

Основными электробезопасными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

Дополнительные электробезопасные средства в электроустановках:

- Дополнительными электробезопасными средствами являются диэлектрические галоши (боты), сапоги, диэлектрические резиновые коврики, дорожки и изолирующие подставки.
- Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.
- Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.
- Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

Безопасные номиналы: $U = 12-36\text{В}$, $I = 0,1\text{ А}$, $R_{\text{заз}} = 4\text{ Ом}$.

2.2 Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

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

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например, ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рис. 2).

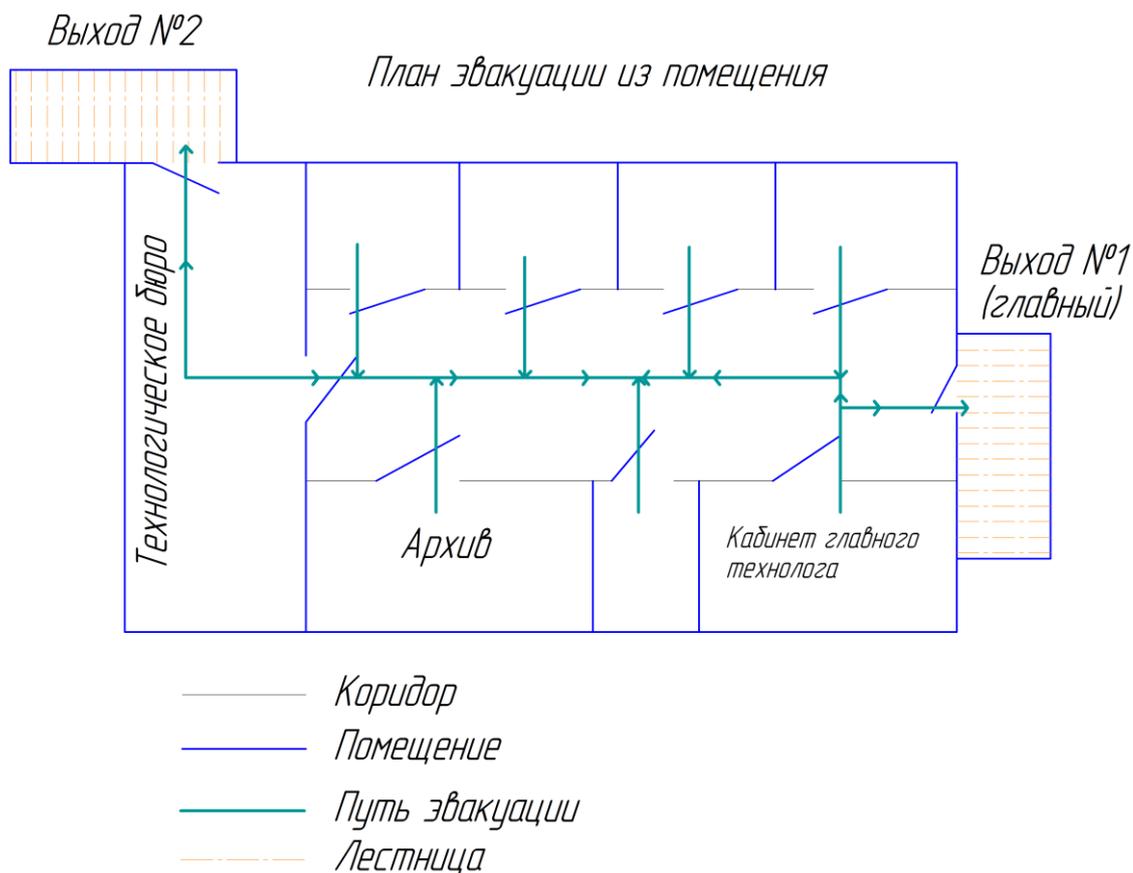


Рис. 2. План эвакуации

3 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Металлическую стружку необходимо спрессовывать и пересылать на новокузнецкий Новокузнецкий металлургический комбинат. Для защиты от абразивной пыли устанавливается установка для очистки воздуха от абразивной пыли, после чего абразивная пыль идет на переработку. СОЖ после истечения эксплуатационных свойств фильтруют, смешивают с эмульсией в пропорциях, указанных на таре.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Все эти бытовые отходы необходимо расфасовывать только по бытовому характеру. В отдельные мусорные баки, которые установлены на специальной площадке около здания. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

4 Защита в ЧС

Производство находится в городе Томске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. В случаи обрыва линий электропередач должны быть предусмотрены электрогенераторы, которые и будем использовать для электрообогревателей и другого вида оборудования. Нужно иметь запасы воды для сотрудников и для технических нужд. Заключить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случаи ЧС на них

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще.

Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Графические материалы

- 1) Освещенность на рабочем месте
- 2) Пути эвакуации

Список литературы

1. ГОСТ 15.101-98. Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок выполнения научно-исследовательских работ [Текст]. - Введ. 2000-07-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
2. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
3. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000-364с.
4. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
5. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
6. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
7. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.
8. [Электронный ресурс] <https://www.varyag-plus.ru/catalog/149/>
9. [Электронный ресурс] <http://www.plastspb.ru/index.php/materialy/poliatsetal-pom/12-ertacetal-c-pom-c>
10. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение» / сост. В.Ю.

Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета,

2015. – 22 с.

11. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.