

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

Институт ИК
Направление подготовки Машиностроение
Кафедра ТМСПР

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления фланца.

УДК 621.81-22.002:621.313.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Никифоров Игорь Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	Галин Н.Е.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент				

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент				

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

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

Институт кибернетики
Направление подготовки 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	Никифоров Игорь Сергеевич

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Фланец»	
Утверждена приказом директора Института кибернетики (дата, номер)	№1480 01.03.17

Срок сдачи студентом выполненной работы: (дата)	
-------------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования; документы конференции и отчеты НИИР; программное обеспечение).</i></p>	Чертеж детали, годовая программа выпуска
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования; разработка алгоритмов и программ; описание методов исследования обработки результатов; анализ полученных результатов; дополнительные разделы, подлежащие разработке; заключение по работе).</i></p>	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрутной карты операций, размерный анализ, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, технологический процесс изготовления детали, размерный анализ, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Галин Н.Е.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Гаврикова Н.А.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Галин Н.Е.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л31	Никифоров И.С.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 117 страниц, 8 рисунков, 5 таблиц, 7 источников, 10 приложения.

Ключевые слова: технологичность, базирование, операция, сверление, оснастка.

Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали типа фланец.

Цель дипломной работы: разработка технологического процесса изготовления детали типа фланец.

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение припусков, расчет режимов резания, расчет норм времени, конструирование оснастки, анализ полученных результатов.

В результате проектирования: были определены припуски, подобраны режимы резания и назначены нормы времени, а также сконструирована оснастка для сверления отверстий.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: Фланец используется для крепления электродвигателей при испытании на стенде.

Степень внедрения: технологический процесс изготовления детали типа фланец, трудоемкий процесс, который требует достаточно много времени на разработку, но вполне возможен для реализации на производстве

Область применения: технологический процесс изготовления детали типа фланец, будет представлять интерес перед производственными компаниями.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления данной детали, удовлетворяющий всем требованиям

В будущем планируется: доработка технологического процесса, и запуск производства.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Технологический процесс- это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда относят заготовки и изделия.

Операция- часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте

Установ - часть операции, выполняемая при одном закреплении заготовки или собираемого объекта

Технологическая оснастка- совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, транспортирования заготовок, полуфабрикатов, деталей или изделий.

Режущий инструмент- инструмент для обработки резанием, то есть инструмент для формирования новых поверхностей отделением поверхностных слоёв материала с образованием стружки

Позиционный допуск- Позиционный допуск наносят на чертежах для отверстий крепёжных деталей, отверстий, выполняющих функцию центрирования, а также для других координирующих осей данного типа. Поле позиционного допуска детали выбирается с учётом особенностей конструкции, позволяющей максимально обеспечить функциональное назначение изделия

Припуск- слой материала, подвергаемый снятию с заготовки при механической обработке

Размерная цепь- совокупность геометрических размеров, расположенных по замкнутому контуру, определяющих взаимоположение поверхностей (или осей) одной или нескольких деталей и непосредственно участвующих в решении поставленной задачи.

Список сокращений:

СНИП – строительные нормы и правила

ПЭВМ – персональная электронная вычислительная машина

СКЗ – средство коллективной защиты

1 Оглавление

Введение.....	9
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Техническое задание.....	11
1.2 Анализ технологичности детали.....	12
1.3 Определение типа производства.....	12
1.4 Разработка маршрута изготовления детали.....	16
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	26
1.5.1 Определение допусков на технологические размеры.....	26
1.5.2 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров.....	27
1.5.3 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	29
1.5.4 Расчет диаметральных технологических размеров.....	32
1.5.5 Расчет линейных технологических размеров.....	35
1.6 Расчет режимов и мощности резания.....	38
1.6.1 Заготовительная операция.....	39
1.6.2 Токарная операция.....	39
1.6.3 Токарная операция.....	48
1.6.4 Сверлильная операция.....	55
1.7 Нормирование технологических операций.....	59
1.7.1 Расчет основного время.....	61
1.7.2 Расчет вспомогательного времени.....	69
1.7.3 Расчет оперативного время.....	69
1.7.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места.....	70
1.7.5 Расчет времени на отдых.....	70
1.7.6 Определение подготовительно-заключительного времени.....	71
1.7.7 Штучное время.....	71
1.7.8 Штучно-калькуляционное.....	72
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	73
2.1 Расчёт крутящего момента и осевой силы.....	74
2.6.1 Сверление четырех отверстий $\varnothing 6,5$	74
2.6.2 Сверление трех отверстий $\varnothing 4,5$	76
2.6.3 Сверление трех отверстий $\varnothing 7,5$	78

2.7	Описание работы приспособления	80
3	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	83
3.1	Общие положения	85
3.2	Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»	86
3.3	Расчет затрат по статье «Покупные комплектующие и полуфабрикаты»	87
3.4	Расчет затрат по статье «Возвратные изделия и полуфабрикаты»	87
3.5	Расчет затрат по статье «Топливо и энергия на технологические цели»	88
3.6	Расчет затрат по статье «Основная заработная плата производственных рабочих»	88
	Разряды рабочих принять:	88
	1-я операция: рабочий 6-го разряда,	88
	2-я операция: рабочий 3-го разряда,	88
	3-я операция: рабочий 3-го разряда,	88
	4-я операция: рабочий 4-ого разряда.	88
3.7	Расчет затрат по статье «Дополнительная заработная плата производственных рабочих»	89
3.8	Расчет затрат по статье «Налоги, отчисления в бюджет и внебюджетные фонды»	89
3.9	Расчет затрат по статье «Погашение стоимости инструментов и приспособлений целевого назначения»	90
3.10	Расчет затрат по статье «Расходы по содержанию и эксплуатации машин и оборудования»	90
3.11	Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	95
3.12	Расчет затрат по статье «Технологические потери»	96
3.13	Расчет затрат по статье «Общехозяйственные расходы»	96
3.14	Расчет затрат по статье «Потери брака»	97
3.15	Расчет затрат по статье «Прочие производственные расходы»	97
3.16	Расчет затрат по статье «Расходы на реализацию»	97
3.17	Расчет прибыли	97
3.18	Расчет НДС	98
	Цена изделия	98
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	99
4.1	Описание рабочего места	102
4.2	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	102
4.2.1	Метеоусловия	103
4.2.2	Вредные вещества	104
4.2.3	Производственный шум	105
4.2.4	Освещенность	106
4.2.5	Электромагнитные поля	110

4.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	111
4.3.1	Факторы электрической природы.....	111
4.3.2	Факторы пожарной и взрывной природы	113
4.4	Охрана окружающей среды	115
4.5	Защита в ЧС	116
4.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	117
4.7	Графические материалы	118
	Список литературы	119

Введение

Машиностроение является ключевым элементом, когда рассматриваются такие вопросы как: ускорение технического прогресса, повышение производительности труда путем его модернизации, развитие многих отраслей промышленности и типов производств.

Важными задачами машиностроения являются: улучшение технологических процессов, внедрение автоматизации производства. Для достижения поставленных целей, а также их скорейшей реализации не стоит забывать и о том, что следует объединять достижения, полученные другими сферами. К примеру, следует уделять немало внимания к управлению персоналом, следить за нормами на производстве.

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали типа фланец. Для осуществления данной задачи необходимо будет рассчитать припуски, назначить режимы резания, выбрать оборудование, инструмент и приспособления, с помощью которых будет производиться обработка. Также нужно будет рассчитать нормы времени, требуемые для изготовления детали. Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Техническое задание

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

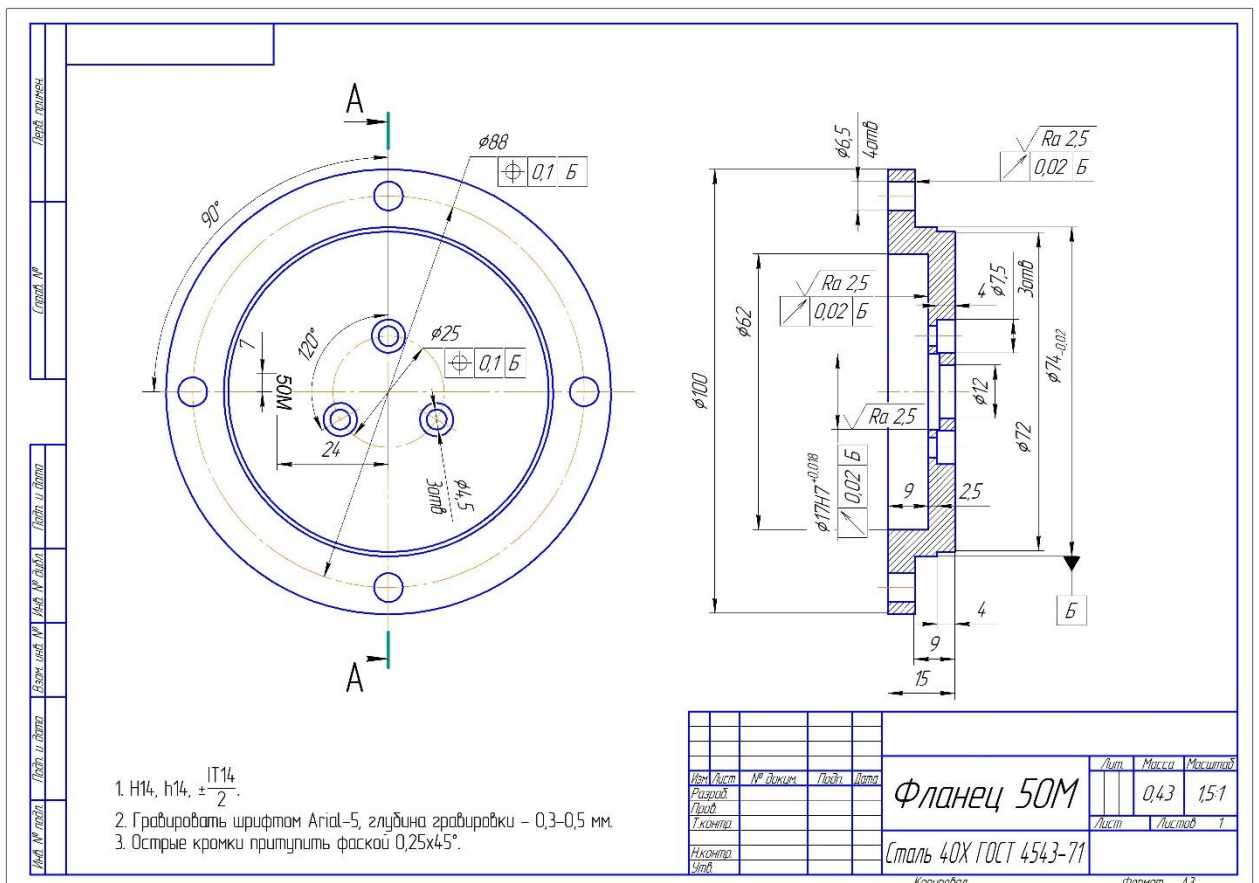


Рис. 1.1 Чертёж детали

1.2 Анализ технологичности детали

Анализируя параметры точности размеров детали, делаем вывод, что можно использовать обычное оборудование и простой измерительный инструмент, так как на размеры назначены относительно грубые допуски. Наличие поверхности с точностью размера $\varnothing 74_{-0,02}$ подразумевает добавление операции тонкого точения для обеспечения высокой точности данного размера. Так же имеются высокие требования к отверстию $\varnothing 17H7^{+0,018}$ и Ra 2,5, его мы будем получать следующим образом: сначала получим отверстие $\varnothing 12$ операцией сверления, далее будем производить черновое растачивания отверстия с последующим чистовым растачиванием. На чертеже детали мы можем наблюдать множество отверстий, которые имеют четко заданные допуски расположения, а именно 0,1 для получения данных требований, а также сокращения времени получения отверстий будет разработана технологическая оснастка.

Подводя итог можно сказать, что деталь является не технологической из-за наличия трудоёмких операций и точности расположения отверстий.

Также на чертеже обозначен материал Сталь 40Х. Имеются технические требования: Гравировать шрифтом Arial-5, глубина гравировки – 0,3...0,5 мм. Заготовку получаем из проката.

Программа выпуска деталей составляет 1000 штук

1.3 Определение типа производства

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

$$K_{3.0} = \frac{t_B}{T_{cp}}, (1)$$

где t_B – такт выпуска детали, мин.;

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

$$t_B = \frac{F_r}{N_r}, (2)$$

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

N_r – годовая программа выпуска деталей.

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

Тогда

$$t_B = \frac{F_r}{N_r} = \frac{1976 \cdot 60}{1000} = 118,56 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт.к i}}{n}, (3)$$

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 4 операции ($n=4$).

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

$$t_{шт.к i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi}, (4)$$

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): $\varphi_{к.3} = 1,75$;

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:

$$T_{00} = (0,19 \cdot D^2) \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

где D – наружный диаметр, мм;

Тогда:

$$T_{00} = (0,19 \cdot 105^2) \cdot 10^{-3} = 2,1 \text{ мин};$$

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

$$t_{шт.к i} = 1 \cdot 2,1 = 2,1 \text{ мин};$$

Основное технологическое время первой, токарной операции:

$$T_{01} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl) \quad (6)$$

где D – наружный диаметр, мм;

d – диаметр отверстия, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$\begin{aligned} T_{01} &= (0,037 \cdot (105^2 - 0^2) + 0,1 \cdot 105 \cdot 17,5 + 0,52 \cdot 75 \cdot 8,9 + 0,52 \cdot 72 \cdot 4 \\ &+ 0,52 \cdot 74,22 \cdot 8,97 + 0,52 \cdot 74 \cdot 9 + 0,52 \cdot 12 \cdot 17,5) \cdot 10^{-3} \\ &= (408 + 183,75 + 347,1 + 149,8 + 346,2 + 346,3 + 109,2) \\ &\cdot 10^{-3} = 1890,35 \cdot 10^{-3} = 1,89 \text{ мин}; \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по формуле (4):

$$t_{шт.к i} = 1,5 \cdot 1,89 = 2,84 \text{ мин};$$

Основное технологическое время второй, токарной операции:

$$T_{02} = (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,1dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl + 0,52dl$$

где D – наружный диаметр, мм;

d – диаметр отверстия, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$\begin{aligned} T_{02} &= (0,037 \cdot (105^2 - 12^2) + 0,1 \cdot 100 \cdot 2,5 + 0,1 \cdot 100 \cdot 6 + 0,52 \cdot 60,82 \\ &\quad \cdot 8,85 + 0,52 \cdot 62 \cdot 9 + 0,52 \cdot 16,46 \cdot 1,64 + 0,52 \cdot 17 \cdot 2,5) \cdot 10^{-3} \\ &= 364,67 + 25 + 60 + 279,9 + 290,2 + 14 + 22,1) \cdot 10^{-3} \\ &= 1055,87 \cdot 10^{-3} = 1,056 \text{ мин;} \end{aligned}$$

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

$$t_{шт.к i} = 1,5 \cdot 1,056 = 1,58 \text{ мин;}$$

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

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

где d – наружный диаметр, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда:

$$\begin{aligned} T_{03} &= (0,52 \cdot 6,5 \cdot 6 \cdot 4 + 0,52 \cdot 4,5 \cdot 6 \cdot 3 + 0,52 \cdot 7,5 \cdot 4 \cdot 3) \cdot 10^{-3} \\ &= 81,12 + 42,12 + 46,8) \cdot 10^{-3} = 170,04 \cdot 10^{-3} = 0,17 \text{ мин,} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции так же определяем по формуле (4):

$$t_{шт.к i} = 1,75 \cdot 0,17 = 0,3 \text{ мин;}$$

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

$$T_{\text{cp}} = \frac{T_{00} + T_{01} + T_{02} + T_{03}}{4} = \frac{2,1 + 2,84 + 1,58 + 0,3}{4} = \frac{6,82}{4} = 1,705 \text{ мин.}$$

Коэффициент закрепления операция определяем по формуле (1):

$$K_{3.0.} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{cp}}} = \frac{118,56}{1,705} = 69,5 \text{ мин.}$$

Так как $K_{3.0.} = 69,5 \geq 40$, то тип производства единичный.

1.4 Разработка маршрута изготовления детали

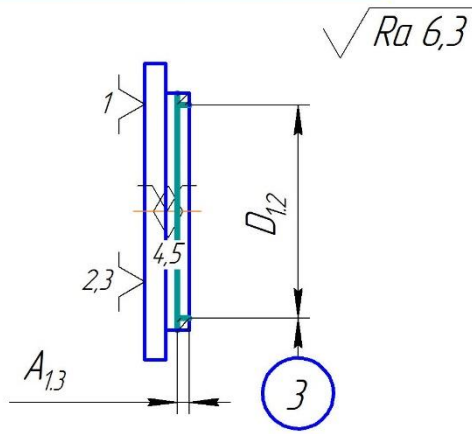
Маршрут технологии изготовления детали типа «фланец» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а также тексты переходов и их эскизы.

Таблица 1 - Маршрут обработки.

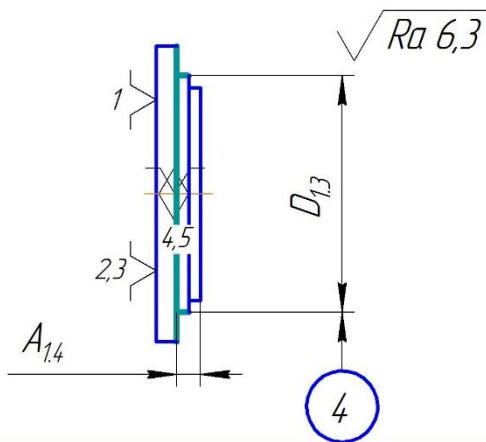
Перв. примен.			<p><i>0. Заготовительная</i></p> <p><i>1. Отрезать заготовку, выдержав размер $A_{0.1}$</i></p>		
	Справ. №		<p><i>1. Токарная</i></p> <p><i>1.1. Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{1.1}$</i></p>		
			<p><i>1.2. Точить поверхность 2, выдержав размеры $D_{1.1}$ и $A_{1.2}$</i></p>		
Подп. и дата	Инв. № дробл.	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата	
Инв. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.	Никифоров И.С.			
	Проб.				
	Т.контр.				
	Н.контр.				
	Утв.				
<p><i>Маршрут обработки</i></p>			Лит.	Масса	Масштаб
			Лист 1	Листов 7	1:2

Копировал

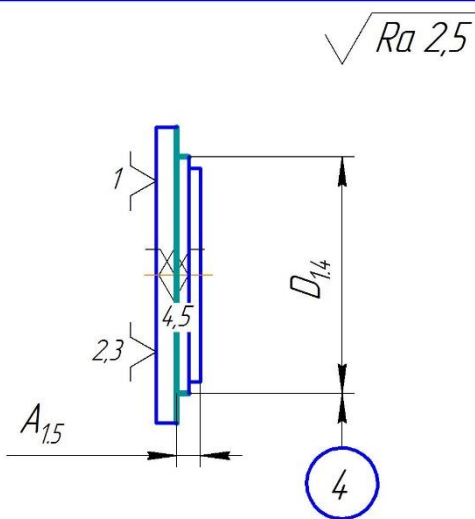
Формат А4



1.3. Точить поверхность 3, выдержав размеры D_{12} и A_{13}



1.4 Точить поверхность 4, выдержав размеры D_{13} и A_{14}



1.5 (чистовая) Точить поверхность 4, выдержав размеры D_{14} и A_{15}

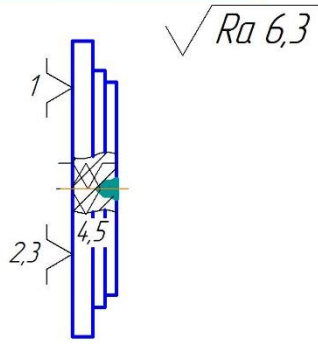
Инв. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

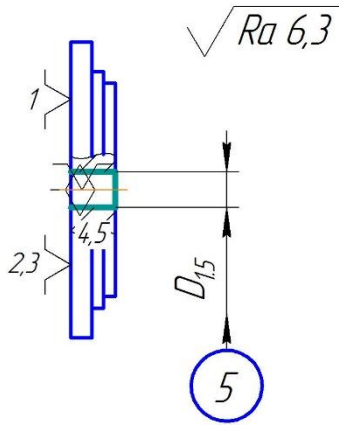
Лист 2

Копировал

Формат А4



1.6 Центровать торец



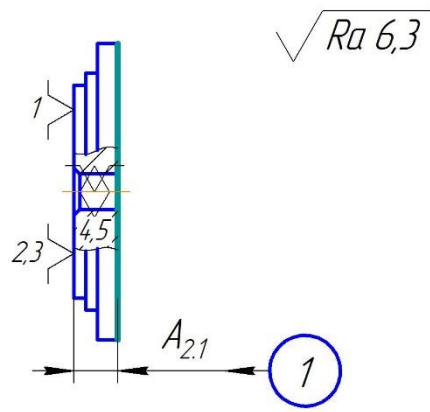
1.7 Сверлить отверстие 5, в размер D_{15}

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
							3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

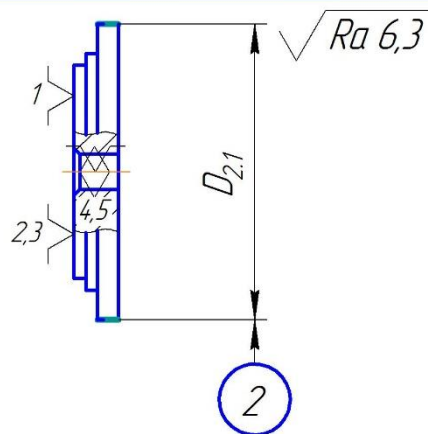
Копировал

Формат А4

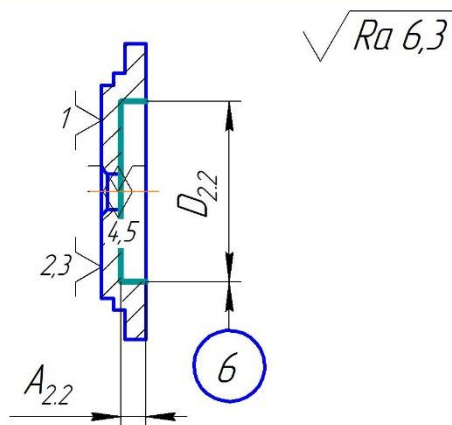
2. Токарная



2.1. Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{2.1}$



2.2. Точить поверхность 2, выдержав размер $D_{2.1}$



2.3 Расточить поверхность 6, выдержав размер $D_{2.2}$ и $A_{2.2}$

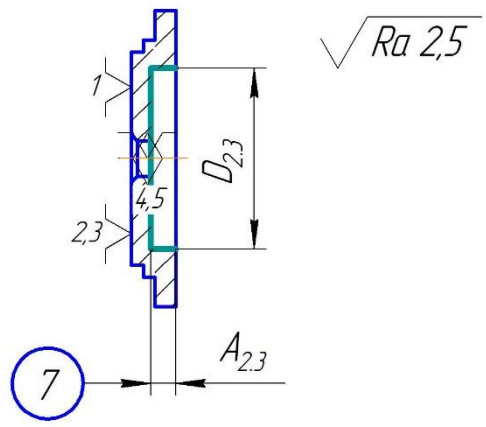
Инв. № подл. Подп. и дата
Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

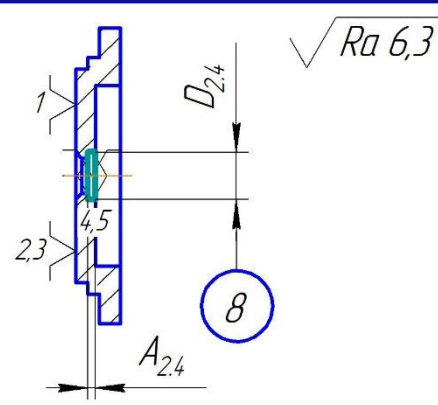
Лист
4

Копировал

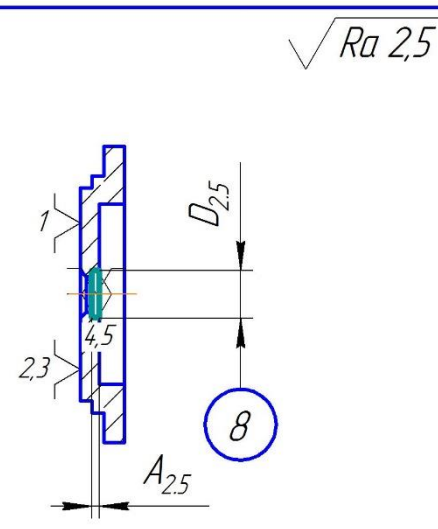
Формат А4



2.4 (чистовая) Расточить поверхность 7, выдержав размер $A_{2.3}$ и $D_{2.3}$



2.5 Расточить поверхность 8, выдержав размер $D_{2.4}$ и $A_{2.4}$



2.6 (чистовая) Расточить поверхность 8, выдержав размер $D_{2.5}$ и $A_{2.5}$

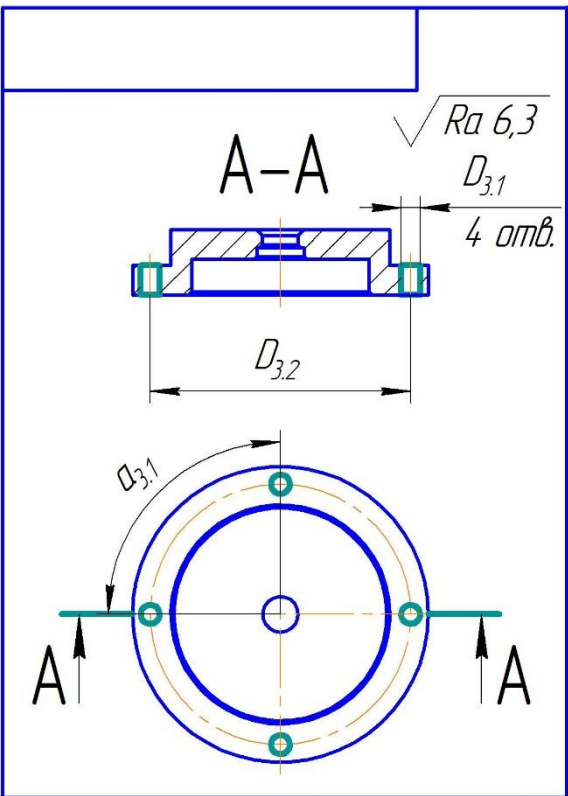
Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Лист	5
------	---

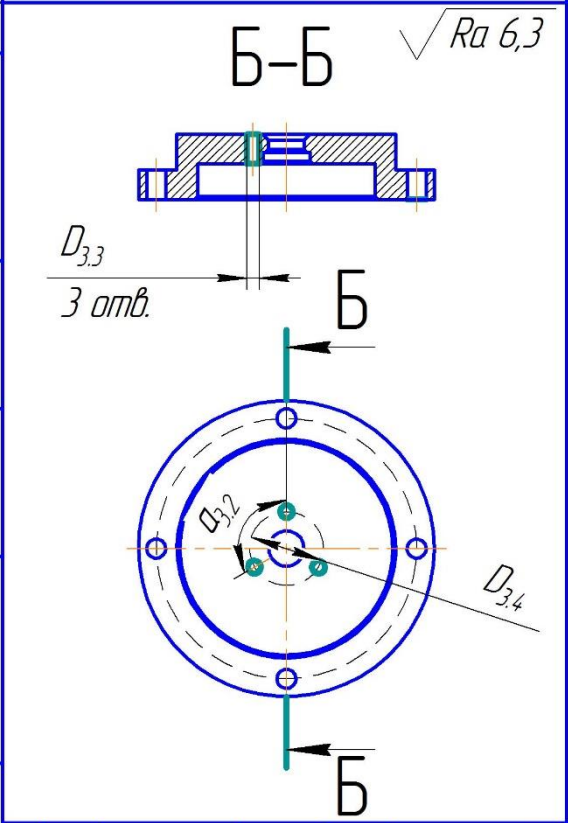
Копировал

Формат А4



3. Сверлильная

3.1 Сверлить отверстия
выдерживая размер $D_{3.1}$, $D_{3.2}$
и $a_{3.1}$



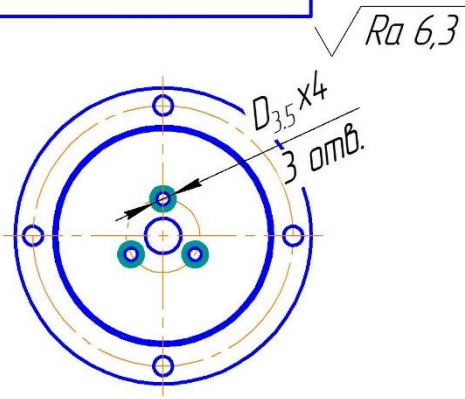
3.2 Сверлить отверстия
выдерживая размер
 $D_{3.3}$, $D_{3.4}$ и $a_{3.2}$

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

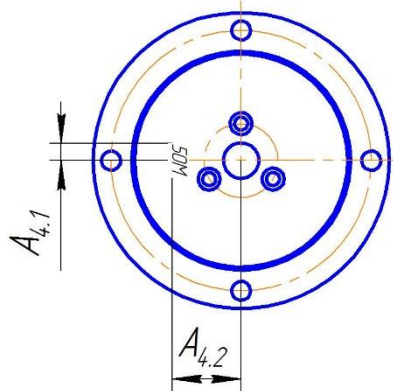
Лист
6

Копировал

Формат А4



3.3 Цековать отверстия
выдерживая размер $D_{3,5}$



4. Гравировка

4.1 Гравировать шрифтом
Arial-5,
глубина гравировки - 0,3...0,5мм.

5. Слесарная

Снять заусенцы
Острые кромки притупить
фаской.

Инв. № подл. Подп. и дата. Изм. № докл. Инв. № докл. Взам. инв. № Подп. и дата. Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Лист	7
------	---

Копировал

Формат А4

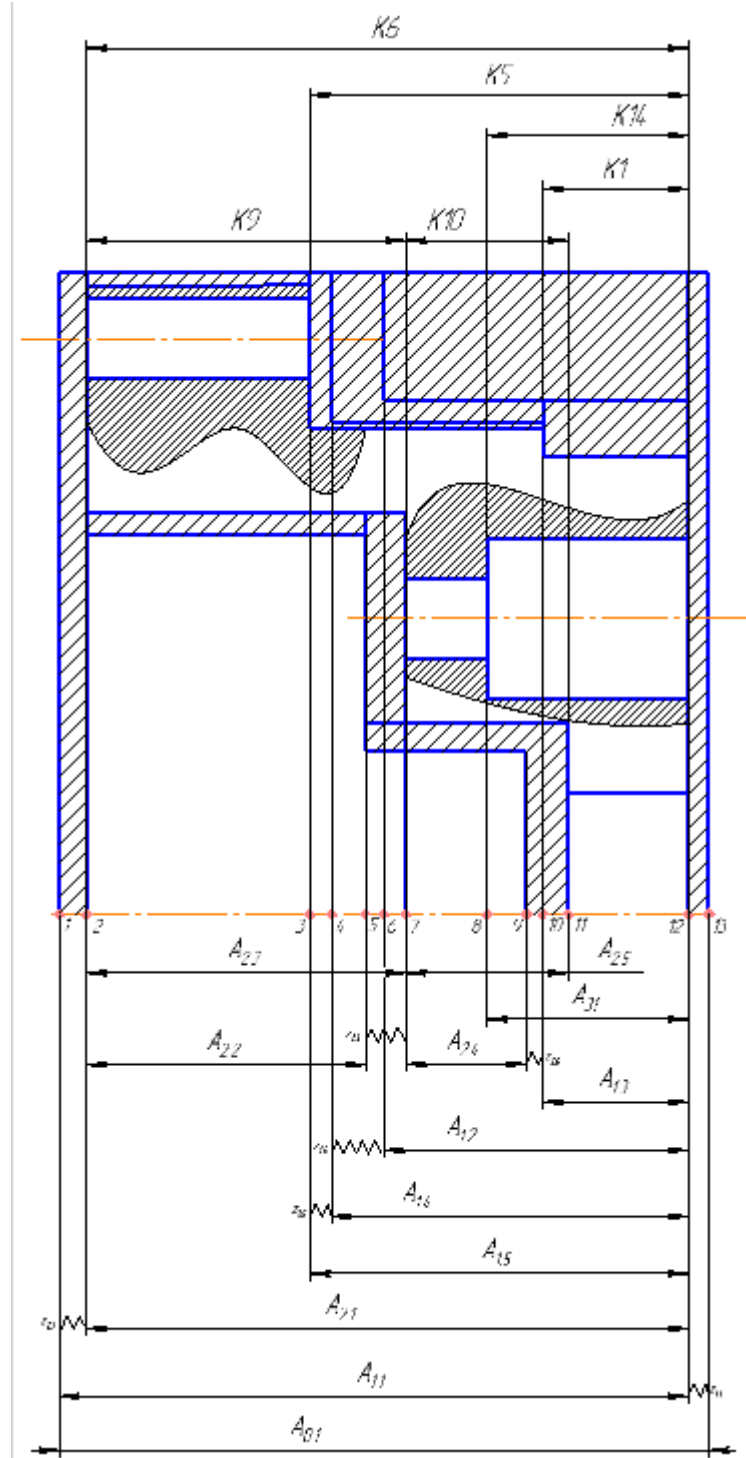


Рис. 1.2 Размерная схема (Линейны размеры)

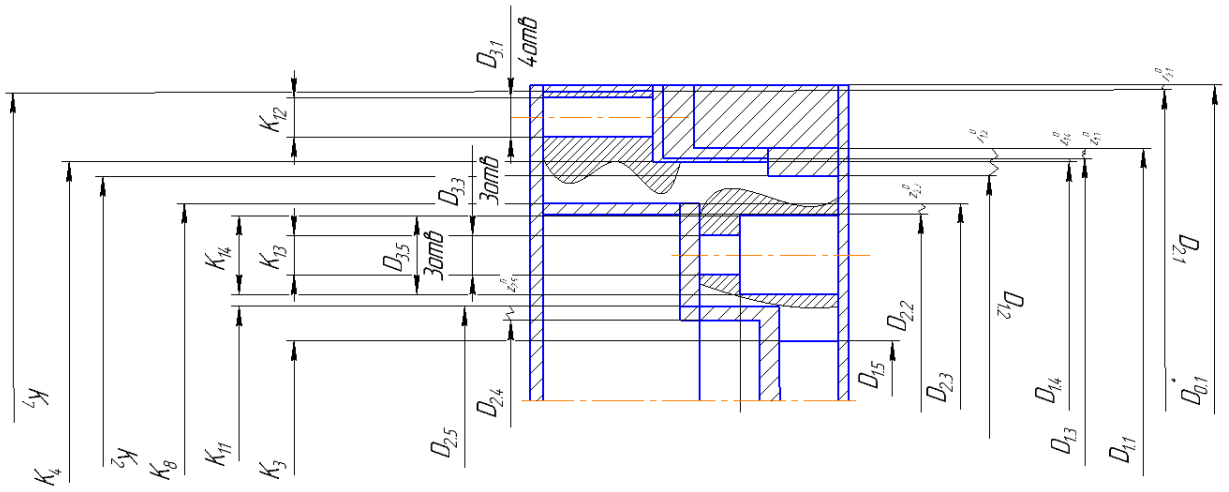


Рис. 1.3 Размерная схема (Диаметральные размеры)

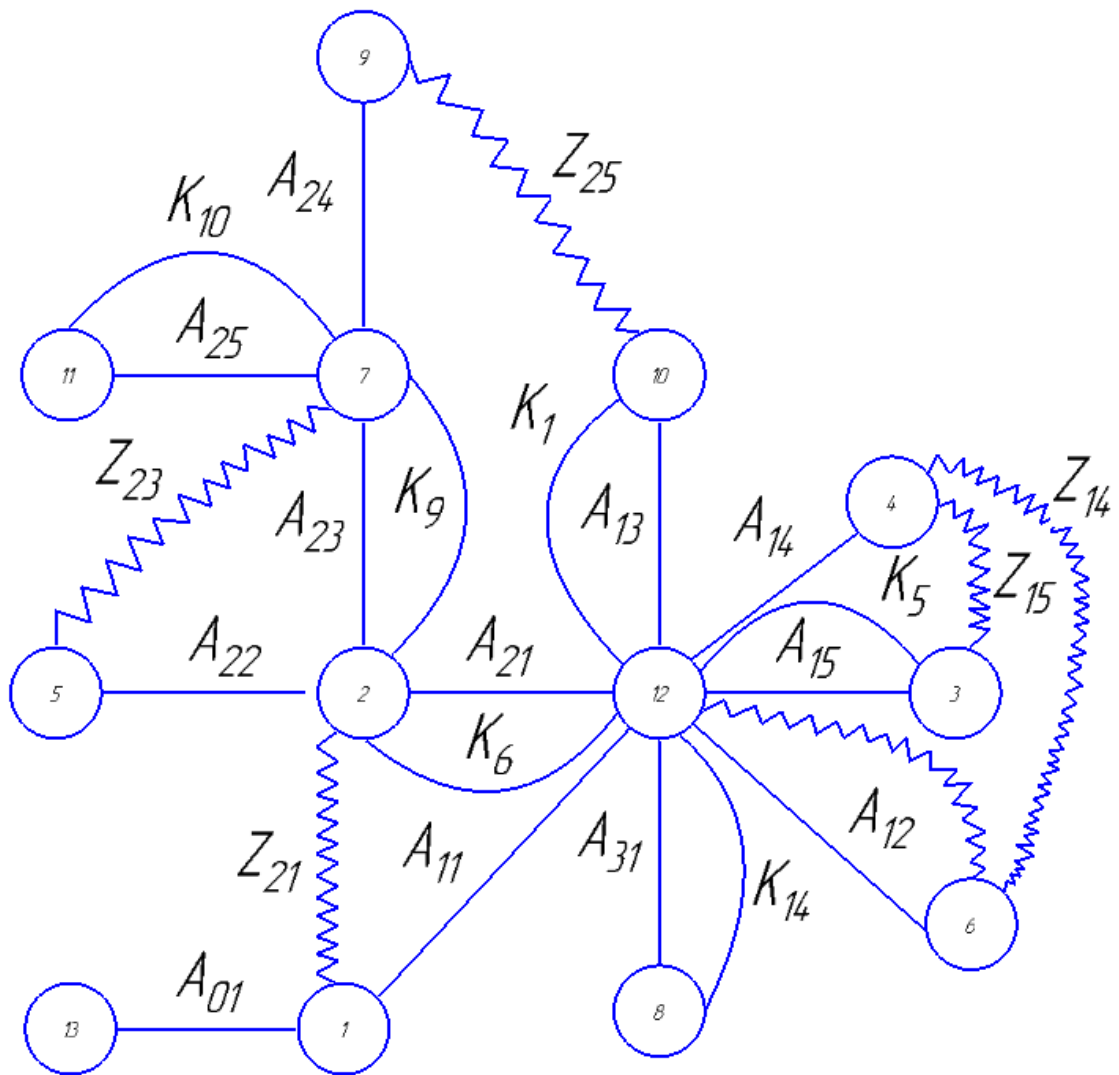


Рис. 1.4 Граф технологических размеров

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

$$TA_{01} = 3\text{мм}$$

$$TA_{11} = \omega_{11} + \rho_{i-1} = 0.3 + 1.5 = 1.8\text{мм}$$

$$TA_{12} = \omega_{12} = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{13} = \omega_{13} = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{14} = \omega_{14} = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{15} = \omega_{15} = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{21} = \omega_{21} + \rho_{i-1} = 0.3 + 0.09 = 0.39\text{мм}$$

$$TA_{22} = \omega_{22} = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{23} = \omega_{23} = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{24} = \omega_{24} = 0.3\text{мм}$$

$$TA_{25} = \omega_{25} = 0.12\text{мм}$$

$$TA_{31} = \omega_{31} = 0.1\text{мм}$$

$$TD_{01}^* = -0.14\text{мм}$$

$$TD_{11} = -0.12\text{мм}$$

$$TD_{12} = -0.12\text{мм}$$

$$TD_{13} = -0.12\text{мм}$$

$$TD_{14} = -0.02\text{мм}$$

$$TD_{15} = +0.07\text{мм}$$

$$TD_{21} = -0.14\text{мм}$$

$$TD_{22} = +0.12\text{мм}$$

$$TD_{23} = +0.12\text{мм}$$

$$TD_{24} = +0.07\text{мм}$$

$$TD_{25} = +0.018\text{мм}$$

$$TD_{31} = +0.15\text{мм}$$

$$TD_{32} = +0.15\text{мм}$$

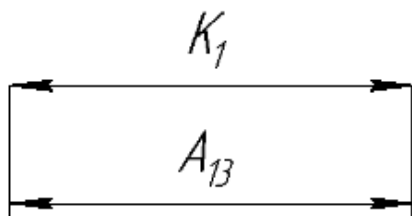
$$TD_{33} = +0.15\text{мм}$$

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 также конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающими звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

Конструкторские размеры, выдерживаемые непосредственно:

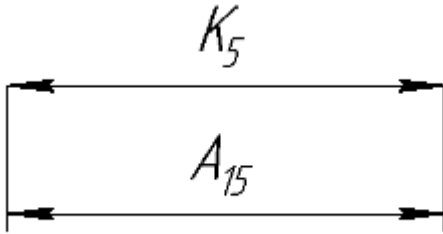
Проверка обеспечения точности конструкторских линейных размеров



1. $K_1 = A_{13}$

$$TK = 0.3\text{мм}$$

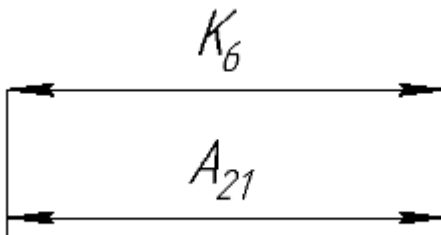
Выдерживается непосредственно.



2. $K_5 = A_{15}$

$TK = 0.3\text{мм}$

Выдерживается непосредственно.



3. $K_6 = A_{21}$

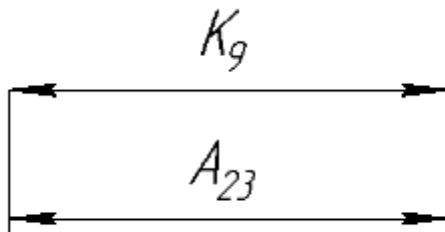
$TK = 0.39\text{мм}$

Выдерживается непосредственно

4. A_{22} и A_{12}

$$\sum TA_i = 0.18 + 0.18 = 0.36\text{мм}$$

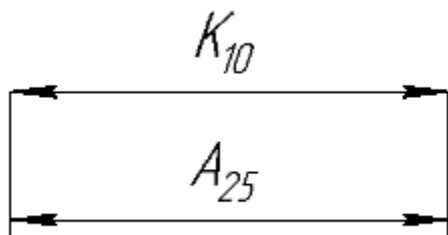
$0.39 > 0.36$ В данных условиях размер обеспечивается.



5. $K_9 = A_{23}$

$$TK = 0.12\text{мм}$$

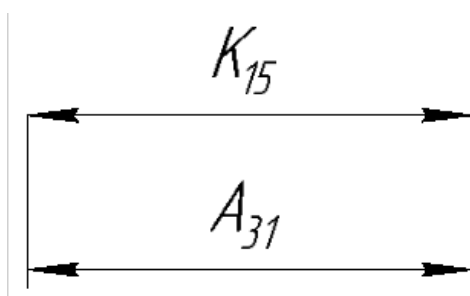
Выдерживается непосредственно.



$$6. K_{10} = A_{25}$$

$$TK = 0.12\text{мм}$$

Выдерживается непосредственно.



$$7. K_{15} = A_{31}$$

$$TK = 0.1\text{мм}$$

Выдерживается непосредственно.

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 [1].

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:

$$Z_{12}^D = 2 \left(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right), (7)$$

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).

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_p i-1^2}, (8)$$

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

$\rho_p i-1$ – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе.

Расчет минимальных значений для осевых припусков производим, пользуясь формулой:

$$z_i^{\min} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}, (9)$$

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).

$$z_{11_{\min}} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0.115 + 0.125 + 1.5 = 1.74 \text{ мм}$$

$$z_{14_{\min}} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0.115 + 0.075 + 0.11 = 0.3 \text{ мм}$$

$$z_{15_{\min}} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0.04 + 0.05 + 0.09 = 0.18 \text{ мм}$$

$$z_{21_{\min}} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0.115 + 0.125 + 0.09 = 0.33 \text{ мм}$$

$$z_{23_{\min}} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0.04 + 0.05 + 0.09 = 0.18 \text{ мм}$$

$$z_{25_{\min}} = R_{z i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0.04 + 0.05 + 0.09 = 0.18 \text{ мм}$$

$$Z_{12}^D = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \left(0.115 + 0.075 + \sqrt{0.062^2 + 0.44^2} \right) \\ = 1.27 \text{мм}$$

$$Z_{13}^D = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \left(0.04 + 0.05 + \sqrt{0.055^2 + 0.44^2} \right) \\ = 1.06 \text{мм}$$

$$Z_{14}^D = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \left(0.04 + 0.05 + \sqrt{0.015^2 + 0.25^2} \right) \\ = 0.24 \text{мм}$$

$$Z_{21}^D = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \left(0.115 + 0.125 + \sqrt{0.11^2 + 0.44^2} \right) \\ = 1.38 \text{мм}$$

$$Z_{23}^D = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \left(0.04 + 0.05 + \sqrt{0.55^2 + 0.44^2} \right) \\ = 1.06 \text{мм}$$

$$Z_{25}^D = 2 \left(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) = 2 \left(0.02 + 0.02 + \sqrt{0.042^2 + 0.44^2} \right) \\ = 0.47 \text{мм}$$

Окончательные значения допусков

$$TA_{01} = 3 \text{мм}$$

$$TA_{11} = \omega_{11} + \rho_{i-1} = 0.3 + 1.5 = 1.8 \text{мм}$$

$$TA_{12} = \omega_{12} = 0.18 \text{мм}$$

$$TA_{13} = \omega_{13} = 0.3 \text{мм}$$

$$TA_{14} = \omega_{14} = 0.3 \text{мм}$$

$$TA_{15} = \omega_{15} = 0.3 \text{мм}$$

$$TA_{21} = \omega_{21} + \rho_{i-1} = 0.3 + 0.09 = 0.39 \text{мм}$$

$$TA_{22} = \omega_{22} = 0.18 \text{мм}$$

$$TA_{23} = \omega_{23} = 0.12 \text{мм}$$

$$TA_{24} = \omega_{24} = 0.3 \text{мм}$$

$$TA_{25} = \omega_{25} = 0.12 \text{мм}$$

$$TA_{31} = \omega_{31} = 0.1 \text{мм}$$

$$TD_{01}^* = -0.14 \text{мм}$$

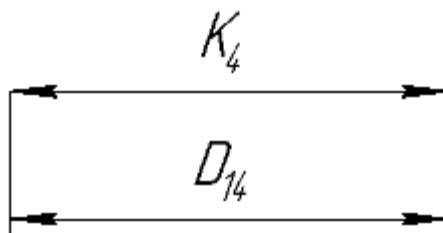
$$TD_{11} = -0.12 \text{мм}$$

$$TD_{12} = -0.12 \text{мм}$$

$$TD_{13} = -0.12 \text{мм}$$

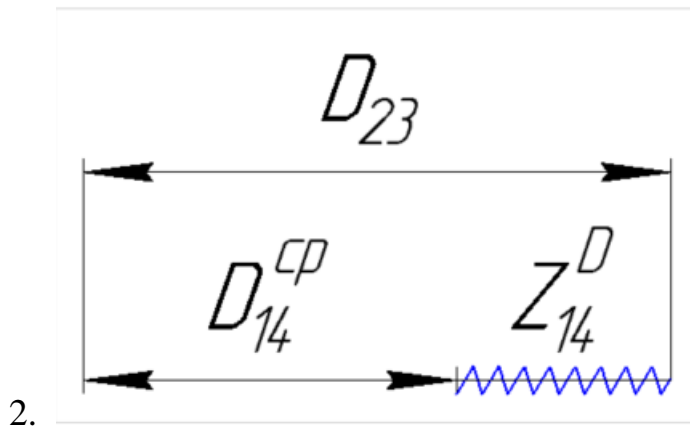
$$\begin{aligned}
TD_{14} &= -0.02\text{мм} \\
TD_{15} &= +0.07\text{мм} \\
TD_{21} &= -0.14\text{мм} \\
TD_{22} &= +0.12\text{мм} \\
TD_{23} &= +0.12\text{мм} \\
TD_{24} &= +0.07\text{мм} \\
TD_{25} &= +0.018\text{мм} \\
TD_{31} &= +0.15\text{мм} \\
TD_{32} &= +0.15\text{мм} \\
TD_{33} &= +0.15\text{мм}
\end{aligned}$$

1.5.4 Расчет диаметральных технологических размеров



$$1. D_{14} = K_4$$

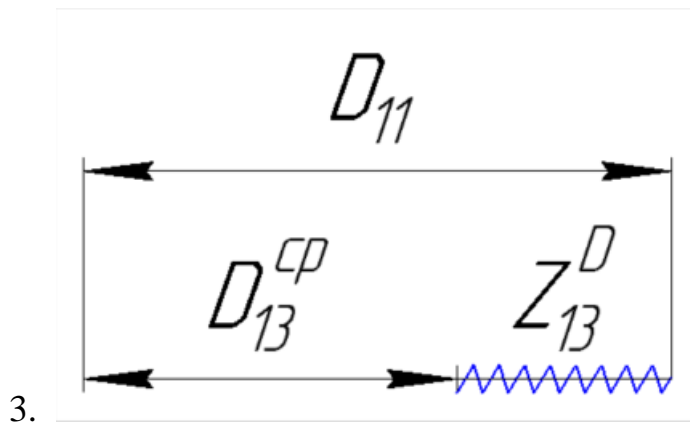
$$\begin{aligned}
Z_{14}^{D_{cp}} &= \frac{Z_{14min} + Z_{14max}}{2} = \frac{Z_{14min} + (Z_{14min} + \sum A_i)}{2} \\
&= \frac{0.24 + (0.24 - 0.02 - 0.12)}{2} = \frac{0.34}{2} = 0.17\text{мм}
\end{aligned}$$



$$D_{13}^{cp} = z_{14}^{cp} + D_{14}^{cp} = 0.17 + 73.99 = 74.16 \text{MM}$$

$$D_{13} = 74.22_{-0.12} \text{MM}$$

$$z_{14\phi}^D = D_{13} - D_{14} = 74.22_{-0.12} - 74_{-0.02} = 0.22_{-0.12}^{0.02} \text{MM}$$

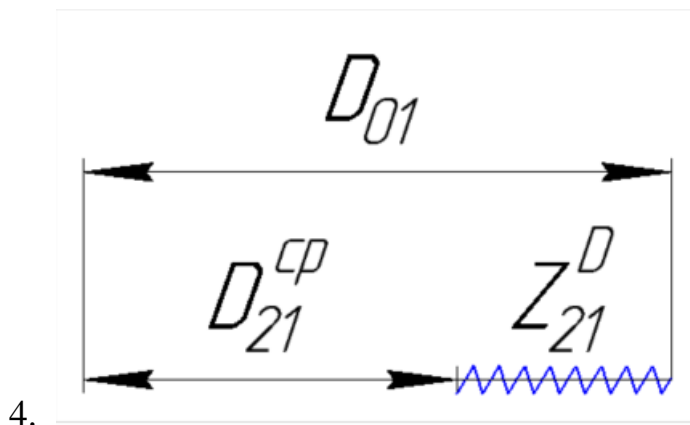


$$D_{11}^{cp} = z_{13}^{cp} + D_{13}^{cp} = 0.94 + 74.16 = 75.1 \text{MM}$$

$$z_{13}^{Dcp} = \frac{Z_{13min} + Z_{13max}}{2} = \frac{1.06 + (1.06 - 0.24)}{2} = 0.94 \text{MM}$$

$$D_{11} = 75.16_{-0.12} \text{MM}$$

$$z_{13\phi}^D = 75.16_{-0.12} - 74.22_{-0.12} = 0.94_{-0.12}^{+0.12} \text{MM}$$



$$D_{01}^{cp} = z_{21}^{cp} + D_{21}^{cp} = 1.24 + 99.93 = 101.17 \text{MM}$$

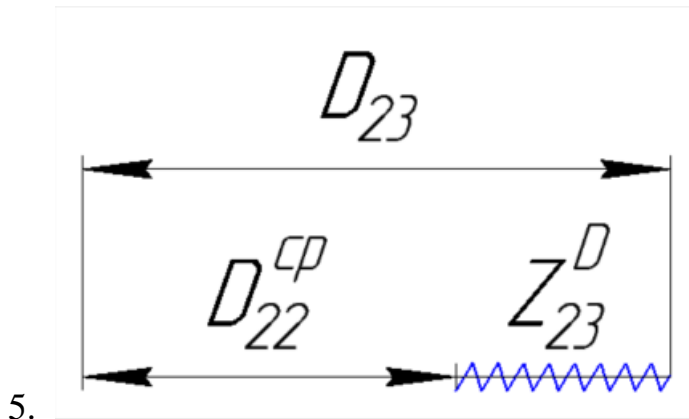
$$z_{21}^{D_{cp}} = \frac{1.38 + (1.38 - 0.28)}{2} = 1.24 \text{ мм}$$

$$D_{01}^* = 101.24_{-0.14} \text{ мм}$$

Значение $D_{01}^* = 105_{-1.7}^{+0.6}$ принимаем по таблице 1 [1, стр. 82].

$$z_{11\phi}^D = D_{01}^* - D_{11} = 105_{-1.7}^{+0.6} - 75.16_{-0.12} = 29.84_{-1.7}^{0.72} \text{ мм}$$

$$z_{21\phi}^D = D_{01}^* - D_{21} = 105_{-1.7}^{+0.6} - 100_{-0.12} = 5_{-1.7}^{+0.18}$$

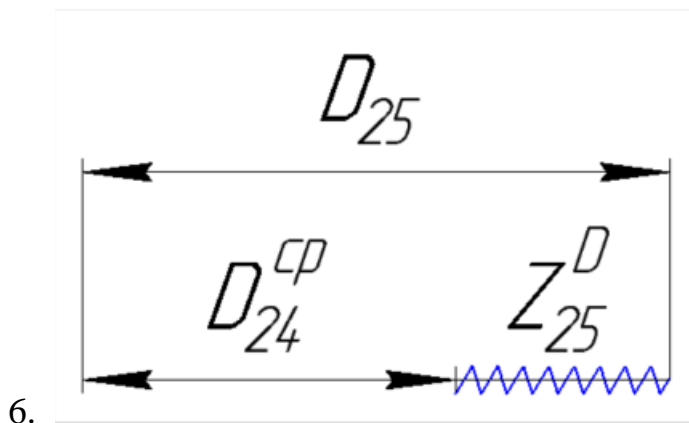


$$D_{22}^{cp} = D_{23}^{cp} - z_{23}^{D_{cp}} = 62.06 - 1.18 = 60.88 \text{ мм}$$

$$z_{23}^{D_{cp}} = \frac{1.06 + (1.06 + 0.24)}{2} = 1.18 \text{ мм}$$

$$D_{22} = 60.82_{-0.12}^{+0.12} \text{ мм}$$

$$z_{23\phi}^D = 62_{-0.12}^{+0.12} - 60.82_{-0.12}^{+0.12} = 1.18_{-0.12}^{+0.12} \text{ мм}$$



$$D_{24}^{cp} = D_{25}^{cp} - z_{25}^{D_{cp}} = 17.009 - 0.51 = 16.499 \text{ мм}$$

$$z_{25}^{D_{cp}} = \frac{0.47 + (0.47 + 0.088)}{2} = 0.51 \text{ мм}$$

$$D_{24} = 16.464_{-0.07}^{+0.07} \text{ мм}$$

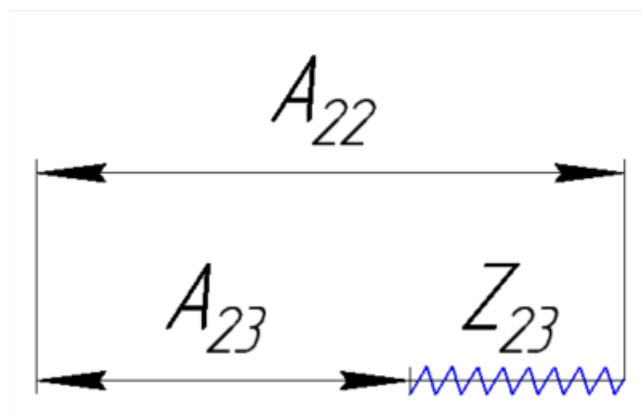
$$z_{12\phi}^D = D_{11} - D_{12} = 75.16_{-0.12} - 72_{-0.12} = 3.16_{-0.12}^{+0.12}$$

$$z_{22\phi}^D = D_{22} - D_{15} = 60.82^{+0.12} - 12^{+0.07} = 48.82_{-0.07}^{+0.12} \text{ мм}$$

$$z_{25\phi}^D = D_{25} - D_{24} = 17^{+0.018} - 16.464^{+0.07} = 0.54_{-0.07}^{+0.018} \text{ мм}$$

$$z_{24\phi}^D = D_{24} - D_{15} = 16.464^{+0.07} - 12^{+0.07} = 4.5_{-0.07}^{+0.07} \text{ мм}$$

1.5.5 Расчет линейных технологических размеров



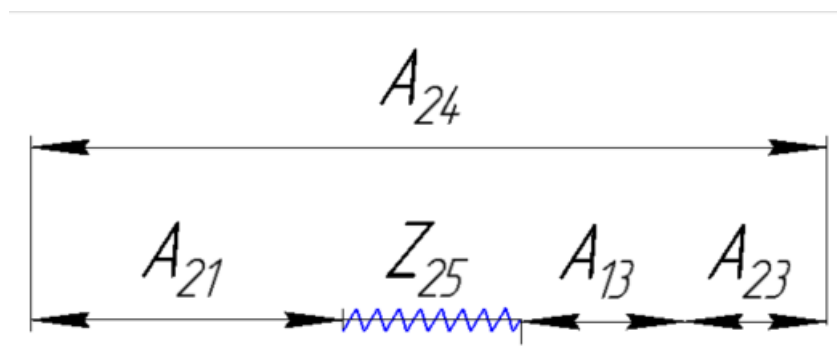
1.

$$A_{22min} = A_{23max} - z_{23min} = 9.12 - 0.18 = 8.94 \text{ мм}$$

$$A_{22} = 8.85^{+0.18} \text{ мм}$$

$$z_{23min}^{cp} = \frac{z_{23min} + z_{23max}}{2} = \frac{z_{23min} + (z_{23min} + \sum TA_i)}{2}$$

$$= \frac{0.18 + (0.18 + 0.3)}{2} = 0.24 \text{ мм}$$



2.

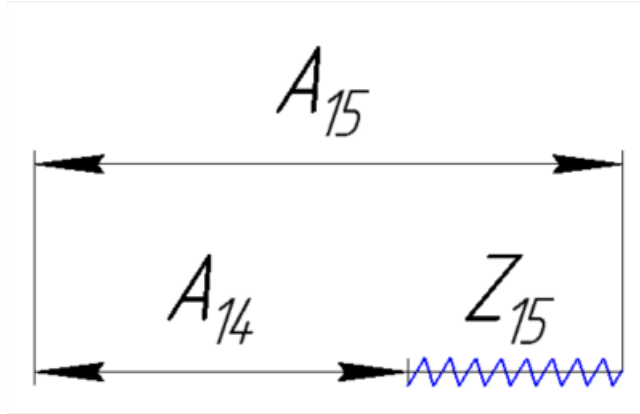
$$A_{24_{min}} = A_{21_{max}} - A_{13_{min}} - A_{23_{min}} - z_{25_{min}}$$

$$= 15.39 - 4.3 - 9.12 - 0.18 = 1.79\text{MM}$$

$$A_{24} = 1.64^{+0.3}\text{MM}$$

$$z_{25_{min}}^{cp} = \frac{z_{25_{min}} + z_{25_{max}}}{2} = \frac{z_{25_{min}} + (z_{25_{min}} + \sum TA_i)}{2} = \frac{0.18 + 1.41}{2}$$

$$= 0.795\text{MM}$$

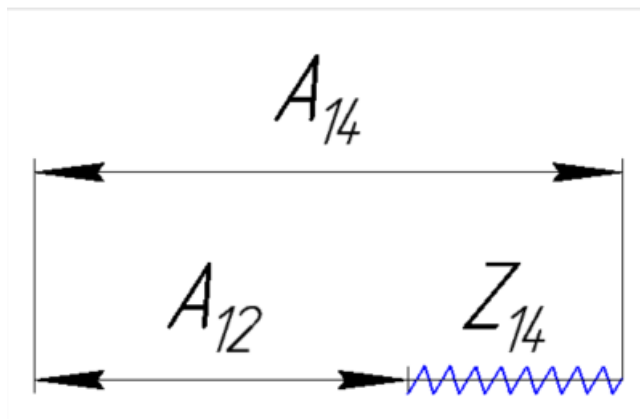


$$A_{14_{min}} = A_{15_{max}} - z_{15_{min}} = 9.3 - 0.18 = 9.12\text{MM}$$

$$A_{14} = 8.97^{+0.3}\text{MM}$$

$$z_{15_{min}}^{cp} = \frac{z_{15_{min}} + z_{15_{max}}}{2} = \frac{z_{15_{min}} + (z_{15_{min}} + \sum TA_i)}{2} = \frac{0.18 + 0.6}{2}$$

$$= 0.39\text{MM}$$

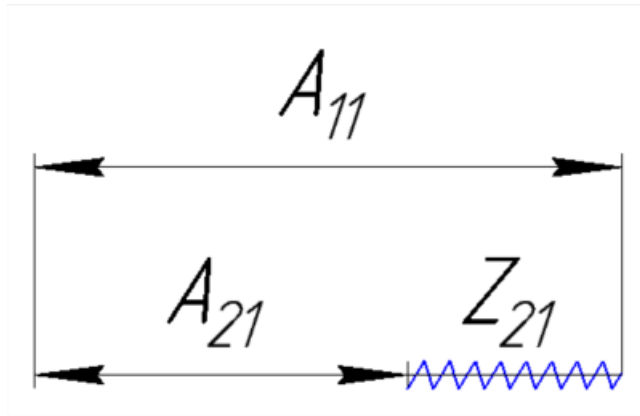


$$A_{12_{min}} = A_{14_{max}} - z_{14_{min}} = 9.27 - 0.3 = 8.97\text{MM}$$

$$A_{12} = 8.88^{+0.18}\text{MM}$$

$$z_{14_{min}}^{cp} = \frac{z_{14_{min}} + z_{14_{max}}}{2} = \frac{z_{14_{min}} + (z_{14_{min}} + \sum TA_i)}{2} = \frac{0.3 + 0.48}{2}$$

$$= 0.39\text{MM}$$

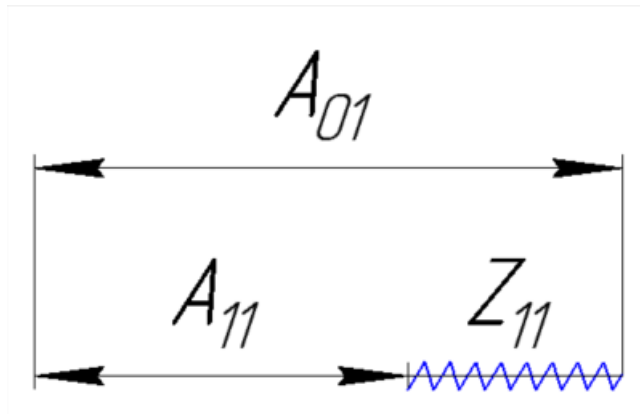


5.

$$A_{11min} = A_{21max} + z_{21max} = 15.39 + 2.19 = 17.58\text{MM}$$

$$A_{11} = 17.49^{+0.18}\text{MM}$$

$$z_{21min}^{cp} = \frac{z_{21min} + z_{21max}}{2} = \frac{z_{21min} + (z_{21min} + \sum TA_i)}{2} = \frac{0.33 + 2.19}{2} = 1.26\text{MM}$$



6.

$$A_{01min} = A_{11max} + z_{11max} = 17.67 + 2.65 = 20.3\text{MM}$$

$$A_{01} = 18.8^{+0.3}\text{MM} \approx 19^{+0.3}\text{MM}$$

$$z_{11min}^{cp} = \frac{z_{11min} + z_{11max}}{2} = \frac{z_{11min} + (z_{11min} + \sum TA_i)}{2} = \frac{0.3 + 4.8}{2} = 2.65\text{MM}$$

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 J-349V

Максимальный диаметр заготовки _____ 150 мм
Длина отрезаемой заготовки максимальная _____ 125мм
Потребляемая мощность _____ 1 кВт

Универсальный токарный станок PROMA SPF-1000PHS

Макс. диаметр точения _____ 510 мм
Макс. длина точения _____ 1000 мм
Мощность _____ 7500 Вт
Размер инструментов _____ 25x25мм

Радиально-сверлильный станок PROMA RV-32V

Макс. диаметр сверления _____ 25 мм
Расстояние от торца шпинделя до поверхности стола _____ 260-
1000мм
Скорость вращения шпинделя _____ 75-1200
об/мин
Мощность главного двигателя _____ 2.2 кВт
Ход шпинделя _____ 200 мм

Фрезерно-гравировальный станок с ЧПУ DeKart 3030B

Рабочее поле по осям X,Y	_____	300*300
мм		
Ход шпинделя по оси	_____	100-200
мм		
Точность позиционирования по осям X,Y,Z	_____	±0.03
мм		
Частота вращения шпинделя	_____	0-24000
Мощность шпинделя	_____	1.5 кВт

1.6.1 Заготовительная операция

Для данной операции выбираем ленточнопильный станок JET HBS-916W

Назначаем подачу и скорость резания в соответствии с данными таблиц 108,109 [2, стр.425].

Подача: $S_m = 50\text{мм/мин}$

Скорость резания: $V = 12\text{м/мин}$

1.6.2 Токарная операция

Для данной операции выбираем универсальный токарный станок PROMA SPF-1000PHS.

1.1. Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{1.1}$.

Глубину резания принимаем равной припуску на обработку. Назначаем подачу в соответствии с данными таблицы 11 [2, стр.365].

Глубина резания: $t = 1,5\text{мм}$

Подача: $s = 0,697\text{мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v \quad (10)$$

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.

Значение стойкости T принимают 30-60 мин. Значение коэффициента C_v , показателей степени x, y, m приведены в таблице 17 [2, стр.367].

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Назначаем $K_{MV} K_{ПV} K_{ИV}$ в соответствии с данными таблиц 1,5,6 [2, стр.358-361].

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 1^{0.45}} \cdot 0.9 = 108 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 108}{3.14 \cdot 105.6} = \frac{32606}{\text{мин}} \quad (11)$$

где d_{max} – наибольший диаметр обрабатываемой поверхности.

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 105.6 \cdot 326}{1000} \approx 108 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z, P_y, P_x

Сила резания рассчитывается по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (12)$$

Значение коэффициента C_p , показателей степени x, y, n приведены в таблице 22 [2, стр.372].

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{r p} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86 \quad (13)$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0.86$$

Назначаем $K_{Mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\alpha p} K_{r p}$ в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 108^{-0.15} \cdot 0.86 = 1896 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0.9} \cdot 1^{0.6} \cdot 108^{-0.3} \cdot 0.86 = 722 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0,5} \cdot 108^{-0,4} \cdot 0,86 = 656H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (14)$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1896 \cdot 108}{1020 \cdot 60} = 3,4 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}} \quad (15)$$

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

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

1.2. Точить поверхность 2, выдерживая размеры $D_{1,1}$

Количество проходов $i=11$, тогда глубина резания:

$$t_{1-15} = 2 \text{ мм} \quad t_{16} = 0,56 \text{ мм}$$

Глубина резания: $t=30,56 \text{ мм}$

Подача: $s = 0,35 \text{ мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,9$

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 20^{0,15} \cdot 1^{0,45}} \cdot 0,9 = 104 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя по формуле 11:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 75,16} = 441 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 75,16 \cdot 441}{1000} \approx 104 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. $P_z \cdot P_y \cdot P_x$

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0.86$$

Назначаем K_{Mp} $K_{\varphi p}$ $K_{\gamma p}$ $K_{\alpha p}$ K_{rp} в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 104^{-0.15} \cdot 0.86 = 2580H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2^{0.9} \cdot 1^{0.6} \cdot 104^{-0.3} \cdot 0.86 = 993H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2^1 \cdot 1^{0.5} \cdot 104^{-0.4} \cdot 0.86 = 933H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{2580 \cdot 104}{1020 \cdot 60} = 4.4 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

1.3. Точить поверхность 3, выдерживая размеры $D_{1,2}$

Количество проходов i-2, тогда глубина резания:

$$t_{1-2} = 0,79 \text{ мм}$$

Глубина резания: $t=3,16 \text{ мм}$

Подача: $s = 0,35 \text{ мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{Mv} \cdot K_{\Pi v} \cdot K_{Иv} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0.79^{0.15} \cdot 1^{0.35}} \cdot 0.9 = 119 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя по формуле 11:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 119}{3.14 \cdot 75.16} = 504 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 75.16 \cdot 504}{1000} \approx 119 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z . P_y . P_x

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\alpha_p} \cdot K_{r_p} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{M_p} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0.86$$

Назначаем K_{M_p} K_{φ_p} K_{γ_p} K_{α_p} K_{r_p} в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.79^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 119^{-0.15} \cdot 0.86 = 1019 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0.79^{0.9} \cdot 1^{0.6} \cdot 119^{-0.3} \cdot 0.86 = 418 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0.79^1 \cdot 1^{0.5} \cdot 119^{-0.4} \cdot 0.86 = 369 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1019 \cdot 119}{1020 \cdot 60} = 2 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}$$

1.4. Точить поверхность 4, выдерживая размеры $D_{1,3}$

Глубина резания $t_1 = 0,47\text{мм}$

Глубина резания: $t=0.94\text{мм}$

Подача: $s = 0,35\text{мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 0,47^{0.15} \cdot 1^{0.45}} \cdot 0.9 = 127\text{м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 127}{3.14 \cdot 75.16} = 538\text{об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 75.16 \cdot 538}{1000} \approx 127\text{м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z, P_y, P_x

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{gp} \cdot K_{ap} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0.75} = 0.86$$

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 127^{-0.15} \cdot 0.86 = 1238\text{Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1^{0.9} \cdot 1^{0.6} \cdot 127^{-0.3} \cdot 0.86 = 481\text{Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1^1 \cdot 1^{0.5} \cdot 127^{-0.4} \cdot 0.86 = 437\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1238 \cdot 127}{1020 \cdot 60} = 2.6 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

1.5. Точить поверхность 4, выдерживая размеры $D_{1.4}$

Глубина резания $t_{1-2} = 0.11 \text{ мм}$

Глубина резания: $t=0.22 \text{ мм}$

Подача при чистовом точении: $s = 0.16 \cdot 0.45 = 0.09 \text{ мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 0.11^{0.15} \cdot 1^{0.2}} \cdot 0.9 = 219 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 219}{3.14 \cdot 74.22} = 940 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 74.22 \cdot 940}{1000} \approx 219 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z, P_y, P_x

Сила резания рассчитывается по формуле:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0.86$$

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.11^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 219^{-0.15} \cdot 0.86 = 1290H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0.11^{0.9} \cdot 1^{0.6} \cdot 219^{-0.3} \cdot 0.86 = 73H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0.11^1 \cdot 1^{0.5} \cdot 219^{-0.4} \cdot 0.86 = 437H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1290 \cdot 154}{1020 \cdot 60} = 3.25 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

1.6. Сверлить отверстие 5, в размер $D_{1.5}$

При сверлении глубина резания рассчитывается по формуле:

$$t = 0.5D, (15)$$

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot 12 = 6 \text{ мм}$

Подачу принимают максимально допустимую по прочности сверла по таблице 35 [2, стр.381].

Подача: $S = 0.17 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, (16)$$

Значение коэффициента C_V , показателей степени x, y, m, n приведены в таблице 38 [2, стр.383], а значение периода стойкости T в таблице 40 [2, стр.384].

Поправочный коэффициент: $K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV} = 1.2 \cdot 1 \cdot 0.9 = 1.08$

Назначаем $K_{MV} K_{IV} K_{iV}$ в соответствии с данными таблиц 1,6,41 [2, стр.358-385].

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \frac{750}{610} = 1.2$$

Скорость резания:

$$V = \frac{7 \cdot 12^{0.4}}{20^{0.2} \cdot 0.17^{0.7}} \cdot 1.08 = 41 \text{ м/мин}$$

Частота вращения инструмента n определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, (17)$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 41}{3.14 \cdot 12} = 1088 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 12 \cdot 1088}{1000} \approx 41 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам:

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M D^q s^y K_p, (18)$$

$$P_o = 10 C_p D^q s^y K_p, (19)$$

Значение коэффициентов C_M и C_p , показателей степени приведены в таблице 42 [2, стр.385]. Коэффициент K_p в данном случае зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением $K_p = K_{\text{мр}}$. Значение коэффициента $K_{\text{мр}}$ приведены в таблице 9 [2, стр.362].

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 12^2 \cdot 0.17^{0.8} \cdot 0.86 = 10.2 \text{ Нм}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 12^1 \cdot 0.17^{0.7} \cdot 0.86 = 954 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по формуле:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, (20)$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{10.2 \cdot 1088}{9750} = 1.1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}$

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 2.2 \cdot 0.9 = 1.98$$

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

1.6.3 Токарная операция

Для данной операции выбираем универсальный токарный станок PROMA SPF-1000PHS.

- **Подрезать торец 1, выдержав размер $A_{2.1}$.**

Глубина резания: $t = 1,5\text{мм}$

Подача: $s = 0,697\text{мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 1^{0.45}} \cdot 0.9 = 108\text{м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 108}{3.14 \cdot 105.6} = 326\text{об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{действ.} = \frac{\pi \cdot d_{max} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 105.6 \cdot 326}{1000} \approx 108\text{м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z . P_y . P_x

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{фp} \cdot K_{γp} \cdot K_{αp} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0.75} = 0.86$$

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0.75} \cdot 108^{-0.15} \cdot 0.86 = 1896H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 1,5^{0.9} \cdot 1^{0.6} \cdot 108^{-0.3} \cdot 0.86 = 722H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 1,5^1 \cdot 1^{0.5} \cdot 108^{-0.4} \cdot 0.86 = 656H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1896 \cdot 108}{1020 \cdot 60} = 3.4\text{кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

- **Точить поверхность 2, выдерживая размеры $D_{2.1}$**

Количество проходов i-2, тогда глубина резания:

$$t_{1-2} = 2.5\text{мм}$$

Глубина резания: $t = 5\text{мм}$

Подача: $s = 0,35\text{мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 2.5^{0.15} \cdot 0,35^{0.45}} \cdot 0.9 = 161\text{м/ми}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 161}{3.14 \cdot 105.6} = 486 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 105.6 \cdot 326}{1000} \approx 161 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z . P_y . P_x

Сила резания рассчитывается по формуле:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2.5^1 \cdot 0.35^{0.75} \cdot 161^{-0.15} \cdot 0.86 = 1483 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2.5^{0.9} \cdot 0.35^{0.6} \cdot 161^{-0.3} \cdot 0.86 = 637 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2.5^1 \cdot 0.35^{0.5} \cdot 161^{-0.4} \cdot 0.86 = 656 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1483 \cdot 161}{1020 \cdot 60} = 3.9 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

$$N_{\text{см}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 7.5 \cdot 0.9 = 6.75 \text{ кВт}$$

- **Точить поверхность 6, выдерживая размеры $D_{2.2}$**

Количество проходов $i=17$, тогда глубина резания:

$$t_{1-20} = 2,44 \text{ мм}$$

Глубина резания: $t=48.82 \text{ мм}$

Подача: $s = 0.35 \text{ мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x s^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{Mv} \cdot K_{\Pi v} \cdot K_{Иv} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 2,44^{0.15} \cdot 1^{0.45}} \cdot 0.9 = 100 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 100}{3.14 \cdot 60.82} = 524 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 62.12 \cdot 524}{1000} \approx 100 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z . P_y . P_x

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0.86$$

Назначаем K_{Mp} $K_{\varphi p}$ $K_{\gamma p}$ $K_{\alpha p}$ K_{rp} в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,44^1 \cdot 0,35^{0.75} \cdot 100^{-0.15} \cdot 0.86 = 1448 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,44^{0.9} \cdot 0,35^{0.6} \cdot 100^{-0.3} \cdot 0.86 = 618 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2,44^1 \cdot 0,35^{0.5} \cdot 100^{-0.4} \cdot 0.86 = 640 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1448 \cdot 100}{1020 \cdot 60} = 2.4 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}$$

- **Точить поверхность 7, выдерживая размер $D_{2.3}$**

Количество проходов $i=2$, тогда глубина резания

Глубина резания $t_{1-2} = 0.59\text{мм}$

Глубина резания: $t=1.18\text{мм}$

Подача при чистовом точении: $s = 0.2 \cdot 0.45 = 0.09\text{мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 0.3^{0.15} \cdot 0.246^{0.2}} \cdot 0.9 = 210\text{м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 210}{3.14 \cdot 62.82} = 1064\text{об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 62.82 \cdot 1064}{1000} \approx 210\text{м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. $P_z \cdot P_y \cdot P_x$

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{r p} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0.75} = 0.86$$

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.59^1 \cdot 0.246^{0.75} \cdot 210^{-0.15} \cdot 0.86 = 266\text{Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0.59^{0.9} \cdot 0.246^{0.6} \cdot 210^{-0.3} \cdot 0.86 = 139\text{Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0.59^1 \cdot 0.246^{0.5} \cdot 210^{-0.4} \cdot 0.86 = 129\text{Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{266 \cdot 210}{1020 \cdot 60} = 0.9 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

- **Точить поверхность 8, выдерживая размеры $D_{2.4}$**

Количество проходов $i=2$, тогда глубина резания:

$$t_{1-2} = 2.23 \text{ мм}$$

Глубина резания: $t=4.46 \text{ мм}$

Подача: $s = 0,35 \text{ мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{290}{60^{0.2} \cdot 2.23^{0.15} \cdot 0,35^{0.45}} \cdot 0.9 = 161 \text{ м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 161}{3.14 \cdot 16.53} = 3102 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 16.57 \cdot 3102}{1000} \approx 161 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z, P_y, P_x

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{ap} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0.75} = 0.86$$

Назначаем K_{Mp} $K_{фp}$ $K_{γp}$ $K_{αp}$ K_{rp} в соответствии с данными таблиц 9,10,23 [2, стр.362-374].

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2.23^1 \cdot 0,35^{0.75} \cdot 161^{-0.15} \cdot 0.86 = 1323H$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2.23^{0.9} \cdot 0,35^{0.6} \cdot 161^{-0.3} \cdot 0.86 = 570H$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 2.23^1 \cdot 0,35^{0.5} \cdot 161^{-0.4} \cdot 0.86 = 585H$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{1323 \cdot 161}{1020 \cdot 60} = 3.5\text{кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

- **Точить поверхность 8, выдерживая размер $D_{2.5}$**

Количество проходов i-2, тогда глубина резания

Глубина резания $t_{1-2} = 0.27\text{мм}$

Глубина резания: $t=0.54\text{мм}$

Подача при чистовом точении: $s = 0.2 \cdot 0.45 = 0.09\text{мм/мин}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 10:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v$$

Поправочный коэффициент: $K_v = K_{MV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{ИV} = 1 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.9$

Скорость резания:

$$V = \frac{350}{60^{0.2} \cdot 0.27^{0.15} \cdot 0,246^{0.2}} \cdot 0.9 = 223\text{м/мин}$$

Число оборотов шпинделя:

$$n_{\text{расч.}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{\text{max}}} = \frac{1000 \cdot 223}{3.14 \cdot 17.02} = 4176 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{max}} \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 17.02 \cdot 4176}{1000} \approx 223 \text{ м/мин}$$

Силу резания принято раскладывать на составляющие силы. P_z . P_y . P_x

Сила резания рассчитывается по формуле 12:

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

Поправочный коэффициент:

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{rp} = 0.86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0.86$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0.75} = 0.86$$

Находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0.27^1 \cdot 0.246^{0.75} \cdot 223^{-0.15} \cdot 0.86 = 107 \text{ Н}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0.27^{0.9} \cdot 0.246^{0.6} \cdot 223^{-0.3} \cdot 0.86 = 162 \text{ Н}$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0.27^1 \cdot 0.246^{0.5} \cdot 223^{-0.4} \cdot 0.86 = 47 \text{ Н}$$

Мощность резания рассчитывается по формуле 14:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{107 \cdot 223}{1020 \cdot 60} = 0.4 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{см}}$$

1.6.4 Сверлильная операция

Для данной операции выбираем радиально-сверлильный станок PROMA RV-32V

- **Сверлить отверстия, выдерживая размер $D_{3.1}$**

При сверлении глубина резания рассчитывается по формуле 15:

$$t = 0.5D$$

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot 6.5 = 3.25$ мм

Подача: $S = 0.1$ мм/об

Скорость резания рассчитывается по формуле 16:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

Поправочный коэффициент: $K_V = K_{MV} \cdot K_{iV} \cdot K_{iV} = 1.2 \cdot 1 \cdot 0.9 = 1.08$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \frac{750}{610} = 1.2$$

Скорость резания:

$$V = \frac{7 \cdot 6.5^{0.4}}{15^{0.2} \cdot 0.17^{0.7}} \cdot 1.08 = 35 \text{ м/мин}$$

Частота вращения инструмента n определяется по формуле 17:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 35}{3.14 \cdot 6.5} = 1716 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 6.5 \cdot 1716}{1000} \approx 35 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам 18 и 19:

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

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

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 6.5^2 \cdot 0.1^{0.8} \cdot 0.86 = 2.5 \text{ Нм}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6.5^1 \cdot 0.1^{0.7} \cdot 0.86 = 760 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по формуле 20:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{2.5 \cdot 1716}{9750} = 0.44 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{рез} \leq N_{ст}$

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 2.2 \cdot 0.9 = 1.98$$

- **Сверлить отверстия, выдерживая размер $D_{3.2}$**

При сверлении глубина резания рассчитывается по формуле 15:

$$t = 0.5D$$

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot 4.5 = 2.25 \text{ мм}$

Подача: $S = 0.08 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 16:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

Поправочный коэффициент: $K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV} = 1.2 \cdot 1 \cdot 0.9 = 1.08$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \frac{750}{610} = 1.2$$

Скорость резания:

$$V = \frac{7 \cdot 4.5^{0.4}}{8^{0.2} \cdot 0.08^{0.7}} \cdot 1.08 = 50 \text{ м/мин}$$

Частота вращения инструмента n определяется по формуле 17:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 50}{3.14 \cdot 4.5} = 3539 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{действ} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 4.5 \cdot 3539}{1000} \approx 50 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам 18 и 19:

$$M_{кр} = 10C_M D^q s^y K_p$$

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

Крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 4.5^2 \cdot 0.1^{0.8} \cdot 0.86 = 0.96 \text{ Нм}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 4.5^1 \cdot 0.1^{0.7} \cdot 0.86 = 526 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по формуле 20:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{0.96 \cdot 3539}{9750} = 0.34 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности:

$$N_{рез} \leq N_{ст}$$

$$N_{ст} = N_{дв} \cdot \eta = 2.2 \cdot 0.9 = 1.98$$

- **Рассверливать отверстия, выдерживая размер $D_{3.3}$**

При сверлении глубина резания рассчитывается по формуле:

$$t = 0.5(D - d), (21)$$

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot (7.5 - 4.5) = 1.75 \text{ мм}$

Подача: $S = 0.6 \text{ мм/об}$

Скорость резания рассчитывается по формуле 16:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V$$

Поправочный коэффициент: $K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{iV} = 1.2 \cdot 1 \cdot 0.9 = 1.08$

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = \frac{750}{610} = 1.2$$

Скорость резания:

$$V = \frac{16.2 \cdot 7.5^{0.4}}{25^{0.2} \cdot 1.75^{0.2} \cdot 0.6^{0.5}} \cdot 1.08 = 22 \text{ м/мин}$$

Частота вращения инструмента n определяется по формуле 17:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot 22}{3.14 \cdot 7.5} = 934 \text{ об/мин}$$

Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \cdot 7.5 \cdot 934}{1000} \approx 22 \text{ м/мин}$$

Крутящий момент и осевая сила рассчитываются по формулам 18 и 19:

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

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

Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0.09 \cdot 7.5^1 \cdot 0.6^{0.8} \cdot 0.86 = 3.8 \text{ Нм}$$

Осевая сила:

$$P_o = 10 \cdot 67 \cdot 7.5^1 \cdot 0.6^{0.8} \cdot 0.86 = 2852 \text{ Н}$$

Мощность резания определяют по формуле 20:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{3.8 \cdot 2852}{9750} = 1.1 \text{ кВт}$$

Проверка по мощности: $N_{\text{рез}} \leq N_{\text{ст}}$

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 2.2 \cdot 0.9 = 1.98$$

1.7 Нормирование технологических операций

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

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

$$t_0 = \frac{(L \cdot i)}{(S \cdot n)}, \text{ мин}; \quad (22)$$

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:

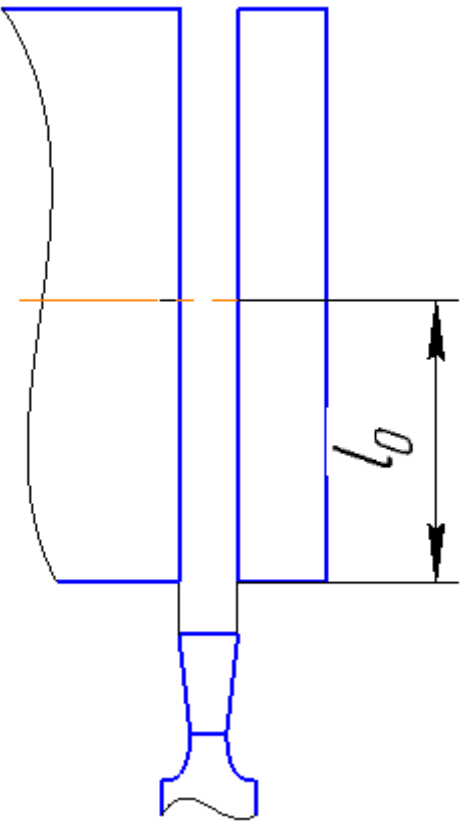
$$l_2 = \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi};$$

где t – глубина резания, мм;

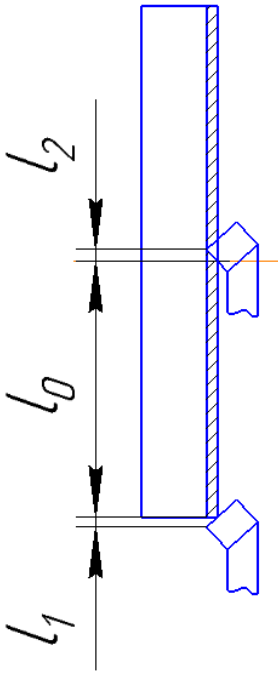
φ - угол в плане.

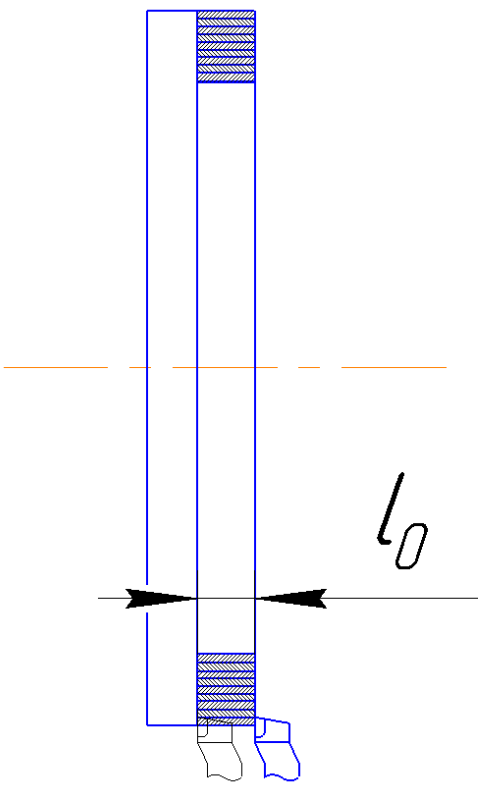
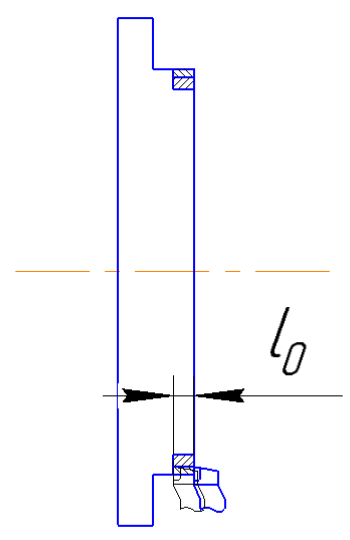
1.7.1 Расчет основного время

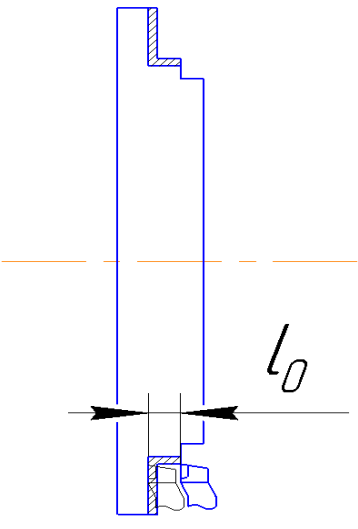
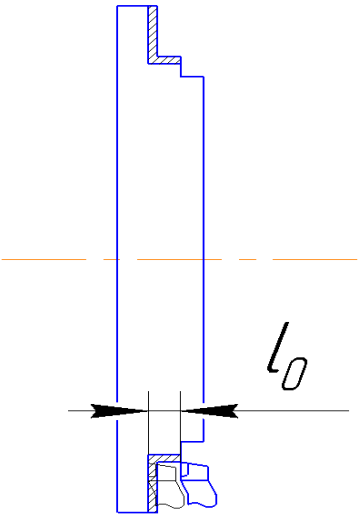
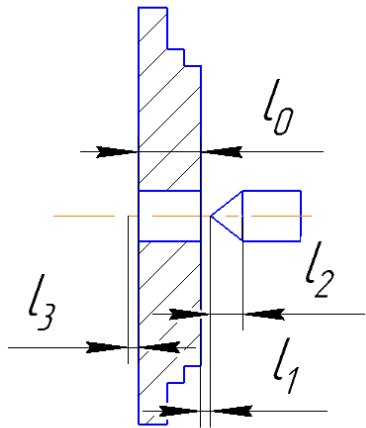
1) Заготовительная операция

	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ <p>где:</p> <p>L - длина обработки, мм; S - подача, мм/об; n - частота вращения шпинделя, мин-1; i - число рабочих ходов (проходов).</p> $t_0 = \frac{52.8}{50 \cdot 0.2} = 5.28 \text{ мин}$
------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2) Токарная операция 1 установ

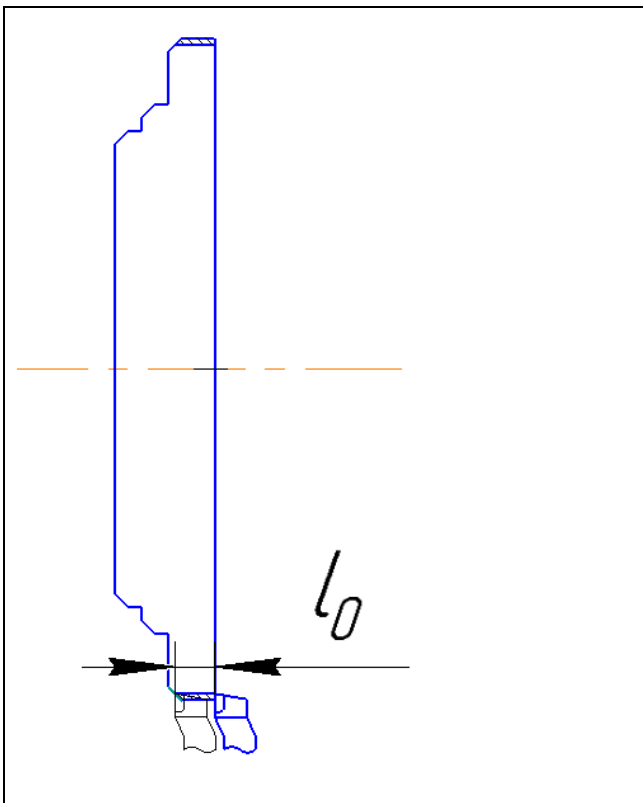
<p>1) Подрезать торец</p> 	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $L = l_1 + l_0 + l_2$ $l_1 = t \cdot ctg\varphi = 1,5 \cdot ctg45 = 1,5$ $l_2 \approx (2 \dots 5)S = 2 \cdot 0,697 \approx 1,394$ $L = 1,5 + 52,8 + 1,394 = 55,7$ $t_0 = \frac{55,7}{0,697 \cdot 326} = 0,25 \text{ мин}$
<p>2) Проточить поверхность</p>	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$

	$t_0 = \frac{8.9 \cdot 15}{0,35 \cdot 441} = 0.87 \text{мин}$
<p>3) Проточить поверхность</p> 	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $t_0 = \frac{4 \cdot 4}{0,35 \cdot 504} = 0.09 \text{мин}$
<p>4) Проточить поверхность</p>	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$

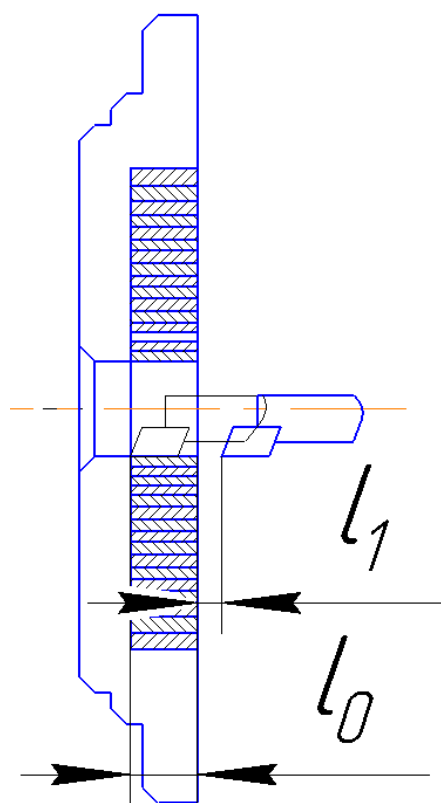
	$t_0 = \frac{4.97 \cdot 2}{0,35 \cdot 538} = 0.05 \text{мин}$
<p>5) Проточить поверхность (чистовое)</p> 	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $t_0 = \frac{5 \cdot 2}{0.144 \cdot 940} = 0.07 \text{мин}$
<p>б) Сверлить отверстие</p> 	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $= \frac{(l_0 + l_1 + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n}$ $= \frac{(17.49 + 2 + \frac{6}{1.7} + 2) \cdot 1}{0.17 \cdot 1088}$ $= 0.14 \text{мин}$

3) Токарная операция 2 установ

<p>1) Подрезать торец</p>	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $L = l_1 + l_0 + l_2$ $l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi = 1,5 \cdot \operatorname{ctg} 45 = 1,5$ $l_2 \approx (2 \dots 5)S = 2 \cdot 0,697 \approx 1,394$ $L = 1,5 + 52,8 + 1,394 = 55,7$ $t_0 = \frac{55,7}{0,697 \cdot 281} = 0,25 \text{ мин}$
<p>2) Точить поверхность</p>	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $t_0 = \frac{(6 + 2) \cdot 2}{0,35 \cdot 486} = 0,094 \text{ мин}$



3) Расточить поверхность

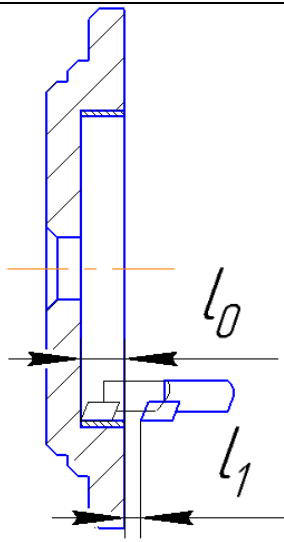


$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$$

$$t_0 = \frac{(8.82 + 2) \cdot 20}{0,35 \cdot 524} = 1.18 \text{ мин}$$

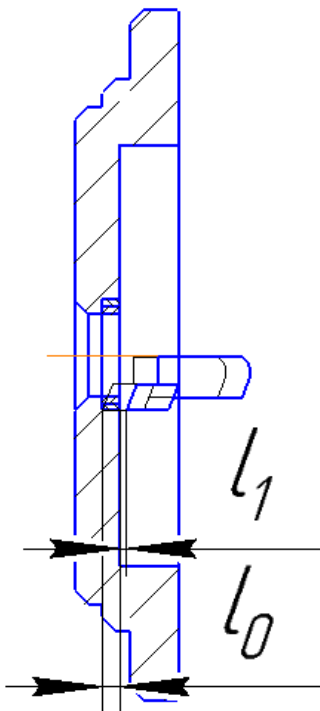
4) Расточить отверстие (чистовое)

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



$$t_0 = \frac{(9 + 2) \cdot 2}{0,246 \cdot 1064} = 0.084 \text{мин}$$

5) Расточить отверстие



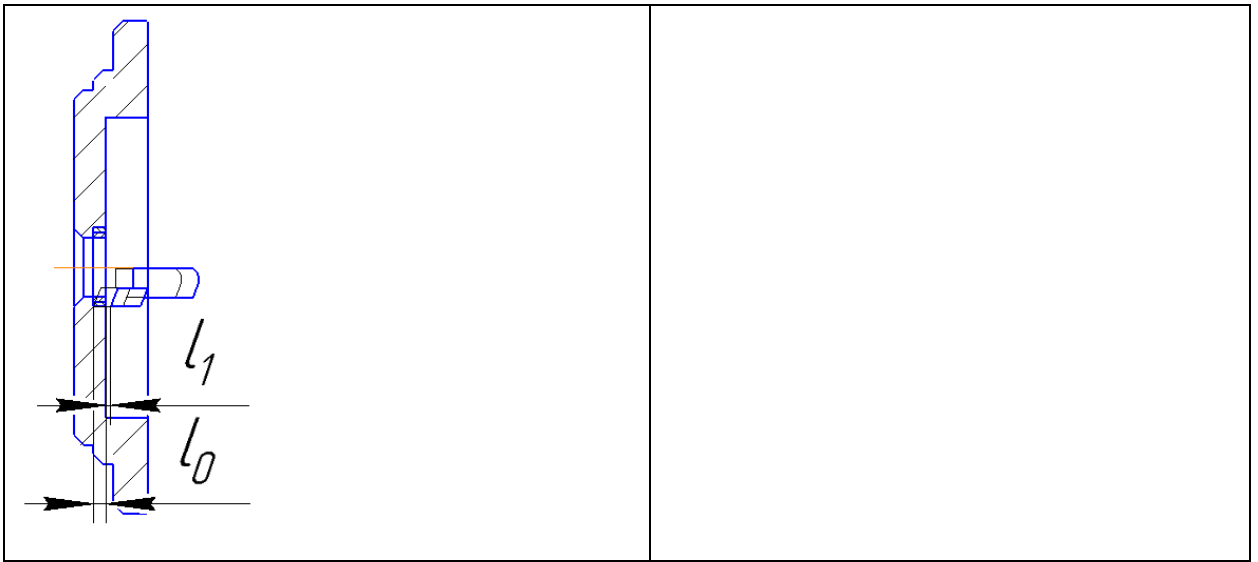
$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$$

$$t_0 = \frac{(1.64 + 2) \cdot 2}{0,35 \cdot 3102} = 0.007 \text{мин}$$

6) Расточить отверстие (чистовое)

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

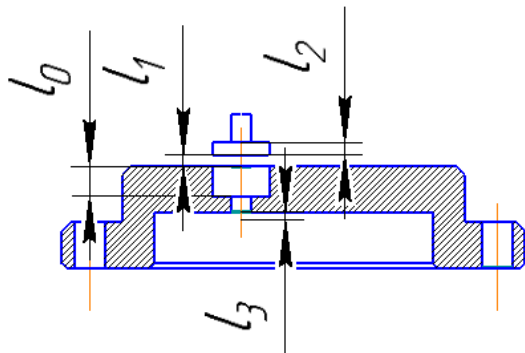
$$t_0 = \frac{(2.5 + 2) \cdot 2}{0.09 \cdot 4176} = 0.024 \text{мин}$$



4) Сверление

<p>1) Сверлить отверстия</p> <p>Diagram showing a drill bit drilling a hole in a part. The dimensions are labeled: l_0 (total length of the part), l_1 (length of the hole), l_2 (length of the drill bit), and l_3 (length of the drill bit's cutting edge). A small software interface is visible at the bottom right of the diagram.</p>	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $= \frac{(l_0 + l_1 + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n}$ $= \frac{(6 + 2 + \frac{3.25}{1.7} + 2) \cdot 4}{0.1 \cdot 1716}$ $= 0.28 \text{ мин}$
<p>2) Сверлить отверстия</p> <p>Diagram showing a drill bit drilling a hole in a part. The dimensions are labeled: l_0 (total length of the part), l_1 (length of the hole), l_2 (length of the drill bit), and l_3 (length of the drill bit's cutting edge).</p>	$t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $t_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n}$ $= \frac{(l_0 + l_1 + \frac{t}{\text{tg}\varphi} + l_3) \cdot i}{S \cdot n}$ $= \frac{(6 + 2 + \frac{2.25}{1.7} + 2) \cdot 3}{0.08 \cdot 3539}$ $= 0.12 \text{ мин}$

3) Цековать отверстия



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

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

$$= \frac{\left(l_0 + l_1 + \frac{t}{\operatorname{tg} \varphi} + l_3 \right) \cdot i}{S \cdot n}$$

$$= \frac{(4 + 2 + \frac{1.75}{1} + 2) \cdot 3}{0.6 \cdot 934}$$

$$= 0.05 \text{ мин}$$

1.7.2 Расчет вспомогательного времени

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

- 1) Заготовительная операция

$$t_B = 0.15 \cdot t_0 = 0.15 \cdot 5.28 = 0.792 \text{ мин, (23)}$$

- 2) Токарная операция 1 установ

$$t_B = 0.15 \cdot \sum t_0 = 0.15 \cdot (0.25 + 0.87 + 0.09 + 0.05 + 0.07 + 0.14) = 0.22 \text{ мин, (24)}$$

- 3) Токарная операция 2 установ

$$t_B = 0.15 \cdot \sum t_0 = 0.15 \cdot (0.25 + 0.094 + 1.18 + 0.084 + 0.007 + 0.024) = 0.25 \text{ мин}$$

- 4) Сверлильная операция

$$t_B = 0.15 \cdot \sum t_0 = 0.15 \cdot (0.28 + 0.12 + 0.05) = 0.07 \text{ мин}$$

1.7.3 Расчет оперативного время

1) Заготовительная операция

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} \cdot t_{\text{в}} = 5.28 \cdot 0.792 = 4.18 \text{мин}, (25)$$

2) Токарная операция 1 установ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} \cdot t_{\text{в}} = 1.43 \cdot 0.22 = 0.31 \text{мин}$$

3) Токарная операция 2 установ

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} \cdot t_{\text{в}} = 1.639 \cdot 0.25 = 0.41 \text{мин}$$

4) Сверлильная операция

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{очн}} \cdot t_{\text{в}} = 0.45 \cdot 0.07 = 0.0315 \text{мин}$$

1.7.4 Расчет времени на обслуживание рабочего места

1) Заготовительная операция

$$t_{\text{обс}} = \alpha \cdot t_{\text{оп}} = 0.03 \cdot 4.18 = 0.125 \text{мин}, (26)$$

2) Токарная операция 1 установ

$$t_{\text{обс}} = \alpha \cdot t_{\text{оп}} = 0.03 \cdot 0.31 = 0.0093 \text{мин}$$

3) Токарная операция 2 установ

$$t_{\text{обс}} = \alpha \cdot t_{\text{оп}} = 0.03 \cdot 0.41 = 0.012 \text{мин}$$

4) Сверлильная операция

$$t_{\text{обс}} = \alpha \cdot t_{\text{оп}} = 0.02 \cdot 0.0315 = 0.00063 \text{мин}$$

1.7.5 Расчет времени на отдых

1) Заготовительная операция

$$\beta \cdot t_{\text{оп}} = 0.04 \cdot 4.18 = 0.167 \text{мин}, (27)$$

2) Токарная операция 1 установ

$$\beta \cdot t_{\text{оп}} = 0.04 \cdot 0.31 = 0.0124 \text{мин}$$

3) Токарная операция 2 установ

$$\beta \cdot t_{\text{оп}} = 0.04 \cdot 0.41 = 0.0164 \text{мин}$$

4) Сверлильная операция

$$\beta \cdot t_{\text{оп}} = 0.04 \cdot 0.0315 = 0.00126 \text{мин}$$

1.7.6 Определение подготовительно-заключительного времени

1) Заготовительная операция

$$t_{пз} = 3 \text{мин}$$

2) Токарная операция 1 установ

$$t_{пз} = 10 \text{мин}$$

3) Токарная операция 2 установ

$$t_{пз} = 10 \text{мин}$$

4) Сверлильная операция

$$t_{пз} = 9 \text{мин}$$

1.7.7 Штучное время

1) Заготовительная операция

$$\begin{aligned} t_{шт} &= \sum t_o + t_b + t_{обс} + t_{отд} = 5.28 + 0.792 + 0.125 + 0.167 \\ &= 6.364 \text{мин, (28)} \end{aligned}$$

2) Токарная операция 1 установ

$$\begin{aligned} t_{шт} &= \sum t_o + t_b + t_{обс} + t_{отд} = 1.43 + 0.22 + 0.0093 + 0.0124 \\ &= 1.6717 \text{мин} \end{aligned}$$

3) Токарная операция 2 установ

$$\begin{aligned} t_{шт} &= \sum t_o + t_b + t_{обс} + t_{отд} = 1.639 + 0.25 + 0.012 + 0.0164 \\ &= 1.9174 \text{мин} \end{aligned}$$

4) Сверлильная операция

$$\begin{aligned} t_{шт} &= \sum t_o + t_b + t_{обс} + t_{отд} = 0.45 + 0.07 + 0.00063 + 0.00126 \\ &= 0.52189 \text{мин} \end{aligned}$$

1.7.8 Штучно-калькуляционное

1) Заготовительная операция

$$t_{\text{шт.к}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N} = 6.364 + \frac{3}{1000} = 6.367 \text{мин}, (29)$$

2) Токарная операция 1 установ

$$t_{\text{шт.к}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N} = 1.6717 + \frac{10}{1000} = 1.6817 \text{мин}$$

3) Токарная операция 2 установ

$$t_{\text{шт.к}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N} = 1.9174 + \frac{10}{1000} = 1.9274 \text{мин}$$

4) Сверлильная операция

$$t_{\text{шт.к}} = \sum t_{\text{шт}} + \frac{\sum t_{\text{пз}}}{N} = 0.522 + \frac{9}{1000} = 0.531 \text{мин}$$

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

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

Разрабатываем приспособление для сверлильных операций, сверление четырех отверстий, сверление 3 отверстий с последующим рассверливанием.

2.1 Расчёт крутящего момента и осевой силы

2.6.1 Сверление четырех отверстий Ø6,5

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

1. Глубина резания t (мм):

Глубина резания при сверлении определяется по формуле 15, где D диаметр получаемого отверстия.

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 6,5 = 3,25\text{мм}$$

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.

$$K_v = K_{mv} K_{uv} K_{lv} \quad (30)$$

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

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

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

$$K_{uv} = 1 - \text{Р6М5}$$

$$K_{lv} = 1$$

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

$$V = \frac{36,3 \cdot 1,59}{1,67 \cdot 0,68} \cdot 0,8 = \frac{57,7}{1,14} \cdot 0,8 = 40,5 \text{ м/мин,}$$

4. Крутящий момент (Нм) и осевая сила (Н) по формулам 18 и 19:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p$$

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

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;

$C_M = 0,0345; q=2; y=0,8 C_P = 68$ (осевая сила $q=1; y=0,7$)

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 42,25 \cdot 0,57 \cdot 1 = 8,3 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,5 \cdot 0,62 \cdot 1 = 2740,4 \text{ Н}$$

5. Мощность резания:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 40,5}{3,14 \cdot 6,5} = 1984,3 \approx 1900 \text{ об/мин}$$

Где, n - частота вращения инструмента.

$$V_{действ} = \frac{\pi d_3 n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,5 \cdot 1900}{1000} = 38,8 \approx 39 \text{ м/мин}$$

$$N_B = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{8,3 \cdot 1900}{9750} = 1,62 \text{ кВт}$$

Для сверления четырех отверстий мощности станка хватит так как выходная мощность, приведённая в паспорте, составляет 2,5 кВт, а для сверления требуется 1,62кВт.

2.6.2 Сверление трех отверстий $\varnothing 4,5$

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.

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 4,5 = 2,25 \text{ мм}$$

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.

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

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

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

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

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

$$K_{lv} = 1$$

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

$$V = \frac{36,3 \cdot 1,46}{1,67 \cdot 0,68} \cdot 0,8 = \frac{53}{1,14} \cdot 0,8 = 37,2 \text{ м/мин,}$$

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;

$C_M = 0,0345$; q=2; y=0,8 $C_p = 68$ (осевая сила q=1; y=0,7)

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20,25 \cdot 0,57 \cdot 1 = 3,98 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 4,5 \cdot 0,62 \cdot 1 = 1897,2 \text{ Н}$$

5. Мощность резания:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 37,2}{3,14 \cdot 4,5} = 2632,7 \approx 2600 \text{ об/мин}$$

Где, n - частота вращения инструмента.

$$V_{действ} = \frac{\pi d_3 n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4,5 \cdot 2600}{1000} = 36,7 \approx 37 \text{ м/мин}$$

$$N_B = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{3,98 \cdot 2600}{9750} = 1,06 \text{ кВт}$$

Для сверления четырех отверстий мощности станка хватит так как выходная мощность, приведённая в паспорте, составляет 2,5 кВт, а для сверления требуется 1,06кВт.

2.6.3 Сверление трех отверстий $\varnothing 7,5$

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

6. Глубина резания t (мм):

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

$$t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 7,5 = 3,75 \text{ мм}$$

7. 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:

$$S = 0,5 \text{ мм/об.}$$

8. 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.

$$K_V = K_{MV} K_{IV} K_{LV}$$

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: $C_V = 36,3$; $m = 0,125$; $q = 0,25$; $y = 0,55$

$$K_V = K_{MV} K_{IV} K_{LV}$$

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

$$K_{IV} = 1 - \text{Р6М5}$$

$$K_{LV} = 1$$

$$K_V = K_{MV} K_{IV} K_{LV} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$V = \frac{36,3 \cdot 1,39}{1,67 \cdot 0,68} \cdot 0,8 = \frac{50,5}{1,14} \cdot 0,8 = 35,4 \text{ м/мин,}$$

9. 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;

$C_M = 0,0345$; $q=2$; $y=0,8$ $C_p = 68$ (осевая сила $q=1$; $y=0,7$)

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 56,25 \cdot 0,57 \cdot 1 = 11,06 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 7,5 \cdot 0,62 \cdot 1 = 3162 \text{ Н}$$

10. Мощность резания:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 35,4}{3,14 \cdot 7,5} = 1503,2 \approx 1500 \text{ об/мин}$$

Где, n - частота вращения инструмента.

$$V_{\text{действ}} = \frac{\pi d_3 n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7,5 \cdot 1500}{1000} = 35,3 \approx 35 \text{ м/мин}$$

$$N_{\text{в}} = \frac{M_{\text{кр}} n}{9750} = \frac{11,06 \cdot 1500}{9750} = 1,7 \text{ кВт}$$

Для сверления четырех отверстий мощности станка хватит так как выходная мощность, приведённая в паспорте, составляет 2,5 кВт, а для сверления требуется 1,7кВт.

2.7 Описание работы приспособления

Сконструированное приспособление (Рис.2.1) служит для сверления отверстий в детали «фланец»

Приспособление состоит из корпуса 1, который устанавливается на стол станка. В корпусе запрессована опора (центровик) 2 для обрабатываемой детали 3. Деталь 3 устанавливается на опору 2 так, чтобы оси просверливаемых отверстий расположились вертикально направлению рабочей подачи. Сверху устанавливается накладной кондуктор 4, в котором запрессованы кондукторные втулки 5. Фиксируется кондуктор сверху и снизу (под корпусом 1) шайбой 6 и гайкой 7.

Приспособление крепится к столу станка с помощью болтов 8.

Опора 2 имеет углубление, по диаметру, для исключения врезания сверла при обработке детали.

Приспособление имеет два исполнения накладного кондуктора, а именно исполнение А и исполнение Б. Отличие состоит в расположении кондукторных втулок, которые служат для получения отверстий с заданной точностью позиционного допуска.

Достоинство данного приспособления является в простоте изготовления.
Также данное приспособление значительно сократит время на наладку
оборудования.

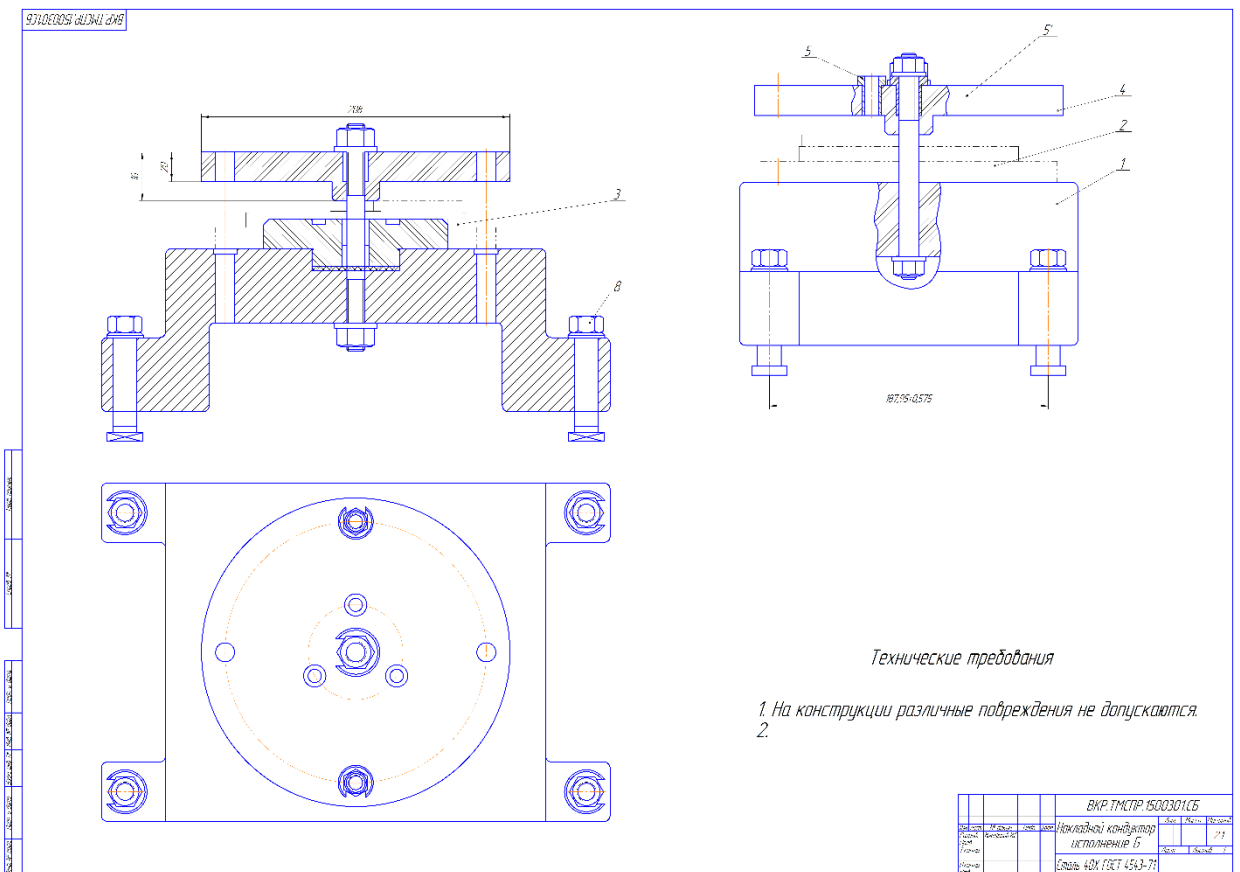
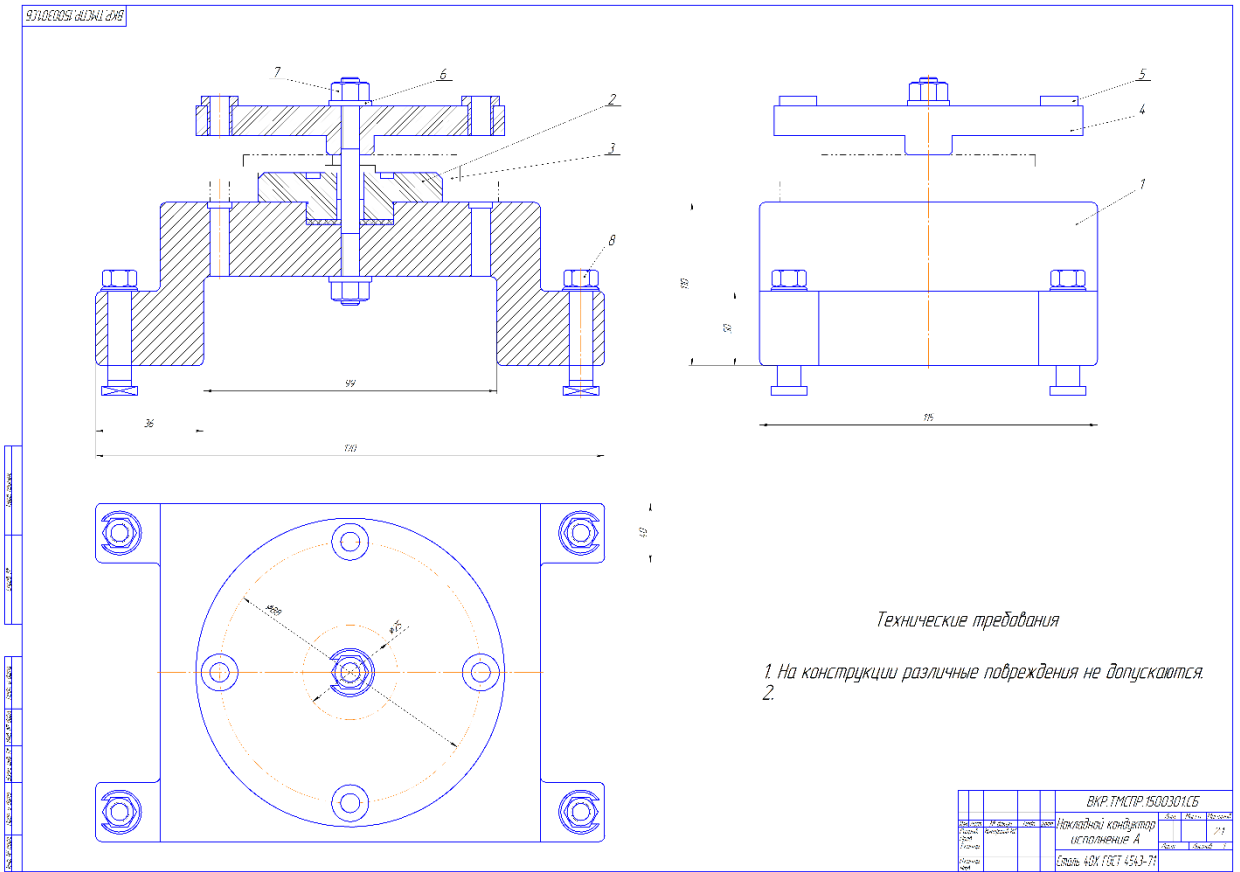


Рис.2.1-Спроектированное приспособление

3 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Никифорову Игорю Сергеевичу

Институт	ИК	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	...
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	...
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	...
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	...
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	...

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гаврикова Надежда Александровна	ст. преп. Каф. мен.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛЗ1	Никифоров Игорь Сергеевич		

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 [9] (www.apex-metal.ru)

$$C_{MO} = N \cdot C = 1,31 \cdot 41,19 = 54 \text{руб. (31)}$$

Вспомогательные материалы на тех. Цели: примем 15% от стоимости материала

$$C_{MB} = C_{MO} \cdot 0,15 = 54 \cdot 0,15 = 8,1 \text{руб. (32)}$$

Транспортно-заготовительные расходы: примем 15% от стоимости материала

$$C_{ТРЗ} = C_{MO} \cdot 0,15 = 54 \cdot 0,15 = 8,1 \text{руб. (33)}$$

Полные затраты, включаемые в данную статью, равны сумме

$$C_M = C_{MO} + C_{MB} + C_{ТРЗ} = 54 + 8,1 + 8,1 = 70,2 \text{руб. (34)}$$

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. Расчет выполняем по формуле:

$$C_{от} = M_{от} \cdot Ц_{от} = (V_{чр} - V_{чст}) \cdot (1 - \beta) \cdot Ц_{от} \quad (35)$$

где $M_{от}$ – количество отходов в физических единицах, получаемых при изготовлении единицы продукции;

$Ц_{от}$ – цена отходов, руб/т. (7933);

$V_{чр}$ – масса заготовки, кг (1,31);

$V_{чст}$ – чистая масса детали, кг (0,43);

β – доля безвозвратных потерь (принять 0,02).

$$C_{от} = (1,31 - 0,43) \cdot (1 - 0,02) \cdot 7,9 = 6,81 \frac{\text{руб}}{\text{шт.}}$$

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

Затраты данного вида учитываются в п. 3.10.

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

$$C_{озп} = \sum_{i=1}^{K_0} \frac{t_i^{\text{шт.к}}}{60} \cdot \text{чтс}_i \cdot k_{np}, \quad (36)$$

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

K_0 – количество операций в процессе;

чтс_i – часовая тарифная ставка на i -й операции из таблицы [9],

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

Разряды рабочих принять:

1-я операция: рабочий 6-го разряда,

2-я операция: рабочий 3-го разряда,

3-я операция: рабочий 3-го разряда,

4-я операция: рабочий 4-ого разряда.

$$C_{озп1} = \frac{6,367}{60} \cdot 135 \cdot 1,4 = 20,1 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{озп2} = \frac{1,6817}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 2,55 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{озп3} = \frac{1,9174}{60} \cdot 65,05 \cdot 1,4 = 2,91 \text{ руб/шт.}$$

$$C_{\text{озп}_4} = \frac{0,522}{60} \cdot 82,96 \cdot 1,4 = 1,01 \text{ руб./шт.}$$

$$C_{\text{озп}} = 20,1 + 2,55 + 2,91 + 1,01 = 26,57 \frac{\text{руб}}{\text{шт}}$$

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

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}}, \quad (37)$$

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

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

При проектировании следует принять его равным 1,1.

$$C_{\text{дзп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{д}} = 26,57 \cdot 1,1 = 29,227$$

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,

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}}) \cdot \frac{(C_{\text{с,н}} + C_{\text{стр}})}{100} \quad (38)$$

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

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

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

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

$$C_H = (26,57 + 2,657) \cdot \frac{(30 + 0,7)}{100} = 8,97 \text{ руб.}$$

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

$$A_{\text{год}} = \sum_{i=1}^T \Phi_i \cdot H_{ai} + \sum_j^m \Phi_j \cdot H_{ai} \quad (39)$$

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;

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

$$\Phi_{jet\ j-349V} = 37000 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{SPF-1000PHS} = 1044000 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{RV-32V} = 432000 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{Dekart\ 3030B} = 175000 \text{ руб.}$$

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле

$$H_a = \frac{1}{T_{mu}} \quad (40)$$

$$H_{jet\ j-349V} = H_{PF-1000PHS} = H_{Dekart\ 3030B} = \frac{1}{10} = 0,1$$

$$H_{RV-32V} = \frac{1}{2} = 0,5$$

где T_{mu} – срок полезного использования, лет, принимаемый из прил. 4[9]

$$A_{PF-1000PHS} = 1044000 \cdot 0,1 = 104400 \text{ руб.}$$

$$A_{Dekart\ 3030B} = 432000 \cdot 0,1 = 43200 \text{ руб.}$$

$$A_{RV-32V} = 175000 \cdot 0,5 = 87500 \text{ руб.}$$

$$A_{общ} = 104400 + 43200 + 87500 = 235100 \text{ руб.}$$

Ожидаемая средняя загрузка используемого оборудования определяется с помощью величины

$$l_{кр} = \frac{N_B \cdot \sum_{i=1}^P t_i^{шт.к}}{\sum_{i=1}^P F_i} \quad (41)$$

где N_B – 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.

$$l_{\text{кр}} = \frac{1000 \cdot 10.5}{\frac{60}{3 \cdot 4029}} = 0.014,$$

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

$$C_a = \left(\frac{A_{\text{год}}}{N_{\text{в}}} \right) \cdot \left(\frac{l_{\text{кр}}}{\eta_{\text{з.н.}}} \right) = \left(\frac{235100}{1000} \right) \cdot \left(\frac{0.014}{0,85} \right) = 235,1 \cdot 0,016 = 3,76 \text{ руб.}$$

где $\eta_{\text{з.н.}}$ – 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 зарплате и отчислений от нее основных рабочих, занятых изготовлением данной продукции, т.е.

$$\begin{aligned} C_{\text{экс}} &= (C_{\text{озп}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{н}}) \cdot 0,4 = (26,57 + 2,657 + 8,97) \cdot 0,4 \\ &= 15,28 \text{ руб. (42)} \end{aligned}$$

стоимость материалов, расходуемых для обеспечения работы

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

$$C_{\text{мэкс}} = C_a \cdot 0,2 = 3,76 \cdot 0,2 = 0,75 \text{ руб. (43)}$$

- В ВКР учитываются только затраты на электроэнергию по формуле

$$C_{\text{эл.п}} = \Pi_{\text{э}} \cdot K_{\text{п}} \cdot \sum_{i=1}^P W_i \cdot K_{\text{в}i} \cdot t_i^{\text{шт.к}} \quad (44)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – тариф на электроэнергию ден. ед. / кВт.ч.; $K_{\text{п}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети (1,05); W_i – мощность электропривода оборудования, используемого на i -й операции; $K_{\text{м}i}$ – коэффициент загрузки оборудования по мощности (при невозможности определения с помощью расчета принимается равным 0,6–0,7);

$K_{\text{в}i}$ – коэффициент загрузки электропривода оборудования по времени, применяется при невозможности непосредственно определить $t_i^{\text{маш}}$ и принимается равным 0,6 – 0,7 от $t_i^{\text{шт.к}}$ (=10,5).

Тариф на электроэнергию примем $\Pi_{\text{тэ}} = 5,8$ руб/кВтч;

$$\begin{aligned} C_{\text{эл.п}} &= 5,8 \cdot 1,05 \cdot (3,82 + 7,57 + 8,67 + 0,7) = 5,8 \cdot 1,05 \cdot 20,76 \\ &= 27,6 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$W_0 \cdot K_{\text{в}0} \cdot t_0^{\text{шт.к.}} = 1 \cdot 0,6 \cdot 6,367 = 3,82, \quad (45)$$

$$W_1 \cdot K_{\text{в}1} \cdot t_1^{\text{шт.к.}} = 7,5 \cdot 0,6 \cdot 1,6817 = 7,57$$

$$W_2 \cdot K_{\text{в}2} \cdot t_2^{\text{шт.к.}} = 7,5 \cdot 0,6 \cdot 1,9274 = 8,67$$

$$W_3 \cdot K_{\text{в}3} \cdot t_3^{\text{шт.к.}} = 2,2 \cdot 0,6 \cdot 0,531 = 0,7 \quad (46)$$

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

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.

$$C_{\text{рем}} = C_{\text{озп}} \cdot 1,0 = 26,57 \cdot 1,0 = 26,57 \text{ руб.} \quad (47)$$

Элемент «д» (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

$$C_{\text{ИОН}} = \frac{(1 + k_{\text{ТЗ}}) \cdot \sum_{i=1}^P C_{\text{И}i} \cdot t_{\text{рез.}i} \cdot m_i}{T_{\text{ст.и.}i} \cdot n_i}, \quad (48)$$

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

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

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

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

n_i – возможное количество переточек (правок) инструмента, для отогнутых резцов 4; Оснащение со сроком эксплуатации более года и стоимостью менее 100 тыс. руб. $k_{\text{ТЗ}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($k_{\text{ТЗ}}=0,06$).

Наименование	Цена, руб.	Срок эксплуатации, лет	Затраты в год, руб.	Затраты на ед. продукции, руб.
Ленточнопильный станок	37000	5	7400	7,4
3-х кулачковый патрон:	8600	5	1720	1,72

Наименование инструмента	Время работы, мин	Стойкость, мин.	Цена, руб.	$\frac{C_{и} \cdot t_{рез.i} \cdot m_i}{T_{ст.и} \cdot n_i}$	Переточка (границы пластин)
Биметаллическое ленточное полотно	5,28	22	155	37,2	-
Сменная пластинка(проходного резца)	0,82	25	16.56	0,14	4
Сверло спиральное на 12 P6M5	0,14	30	220	0,34	3
Сменная пластинка(расточного резца)	0,424	20	42.7	0,3	3
Сверло спиральное на 6,5 P6M5	0,28	12	64	0,5	3
Сверло спиральное на 4,5 P6M5	0,12	12	32	0,11	3
Сверло спиральное на 7,5 P6M5	0,05	12	84	0,12	3

$$C_{ион} = (1 + 0,06) \cdot (37,2 + 0,14 + 0,34 + 0,3 + 0,5 + 0,11 + 0,12)$$

$$= 38,71 \frac{\text{руб}}{\text{шт}}$$

$$C_{аоб} = 7,4 + 1,72 = 9,12 \frac{\text{руб}}{\text{шт}}$$

Элемент «f» (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 $k_{оц}$, рассчитываемого отдельно по каждому цеху. При отсутствии конкретных

заводских данных его следует принять равным 50 – 80 %, от основной зарплаты производственных рабочих, т.е.

$$C_{\text{оп}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{оп}}; \quad k_{\text{оп}} = (0,5 - 0,8), \quad (49)$$

$$C_{\text{оп}} = 26,57 \cdot 0,6 = 15,94 \text{ руб.}$$

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 $k_{\text{ох}}$, устанавливающего нормативное соотношение между величиной данных затрат и основной зарплатой производственных рабочих. Рекомендуемое значение $k_{\text{ох}} = 0,5$, т.е.

$$C_{\text{ох}} = C_{\text{озп}} \cdot k_{\text{ох}} = 26,57 \cdot 0,5 = 13,285 \text{ руб.} \quad (50)$$

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.

$$\begin{aligned} C_{\text{вн}} &= \sum C_i \cdot 0,01 \\ &= (C_{\text{м}} + C_{\text{опз}} + C_{\text{дзп}} + C_{\text{к}} + C_{\text{а}} + C_{\text{экс}} + C_{\text{мэкс}} + C_{\text{эл.п.}} + C_{\text{рем}} + C_{\text{ион}} \\ &\quad + C_{\text{аоб}} + C_{\text{оп}} + C_{\text{ох}} - C_{\text{от}}) \cdot 0,01 \quad (50) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{внз}} &= (70,2 + 26,57 + 2,657 + 8,97 + 3,76 + 15,28 + 0,75 + 27,6 \\ &\quad + 26,57 + 38,71 + 9,12 + 15,94 + 13,285 - 6,81) \cdot 0,01 \\ &= 2,53 \text{ руб.} \end{aligned}$$

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.

$$C_{\text{пр}} = \sum C_i \cdot 0,2 \quad (51)$$

$$C_{\text{пр}} = (253,3 + 2,53) \cdot 0,2 = 51,16 \text{ руб.}$$

3.18 Расчет НДС

$$\text{НДС} = C_{\text{полн}} \cdot 0,18, \quad (52)$$

$$\text{НДС} = (255,8 + 51,16) \cdot 0,18 = 55,3 \text{ руб.}$$

Цена изделия

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС.

$$\text{ЦЕНА}_3 = 255,8 + 51,16 + 55,3 = 362,26 \text{ руб.}$$

4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛЗ1	Никифоров Игорь Сергеевич

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	машиностроение

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса изготовления фланца.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:
<p>Целью данной работы является создание модели технологического бюро и находящееся в нем оборудование (ПК)</p> <p>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);</p> <p>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);</p> <p>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;</p> <p>- 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).</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<p>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <p>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;</p> <p>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);</p> <p>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;</p> <p>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; 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</p> <p>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;</p> <p>б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;</p>

пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

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).

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

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);

Перечень графического материала:

1) Пути эвакуации

2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата

4.1 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.

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.

4.2 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.

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

Оптимальные и допустимые показатели 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 1 - Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	средняя	19 – 24	15 - 75	≤ 0.1
Теплый	средняя	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.

4.2.2 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.

4.2.3 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.

4.2.4 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:

$$S = A \cdot B, (53)$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 8 \cdot 6 = 48 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами, без штор $\rho_c = 50\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{п} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,5$. 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:

$$h = h_n - h_p, \quad (54)$$

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:

$$h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0 \text{ м.} \quad (55)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ м.} \quad (56)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{6}{2,2} = 2,72 \approx 3. \quad (57)$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{8}{2,2} = 3,6 \approx 4. \quad (58)$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12, \quad (59)$$

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

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2,2}{3} = 0,7 \text{ м.} \quad (60)$$

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

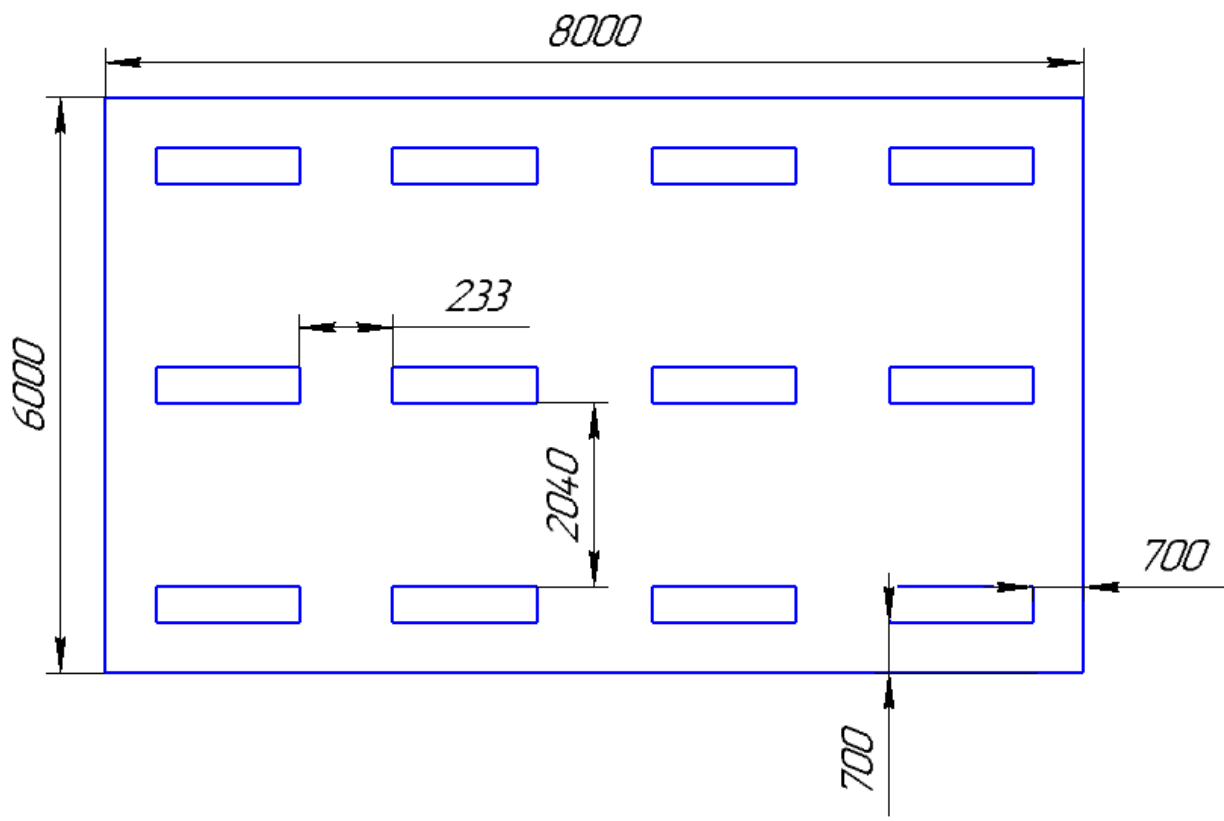


Рис. 1. План размещения светильников с люминесцентными лампами.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{8 \cdot 6}{2,0 \cdot (8 + 6)} = 1,7. \quad (61)$$

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 $i = 1,7$ равен $\eta = 0,47$.

Необходимое количество ламп найдем по формуле:

$$N = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{\Phi_{\text{П}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2700 \cdot 0,47} = 18,7 \quad (62)$$

тогда количество светильников $n = 18$

Световой поток равен:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{19 \cdot 0,47} = 2661 \text{ лм.}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%; \quad (63)$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2700 - 2661}{2700} \cdot 100\% = 1,4\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq 5,5\% \leq 20\%$, необходимый световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

4.2.5 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 видео дисплейный 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;

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.

4.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

4.3.1 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 статического 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 электротехническими 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 электротехнические средства в электроустановках:

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

4.3.2 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).

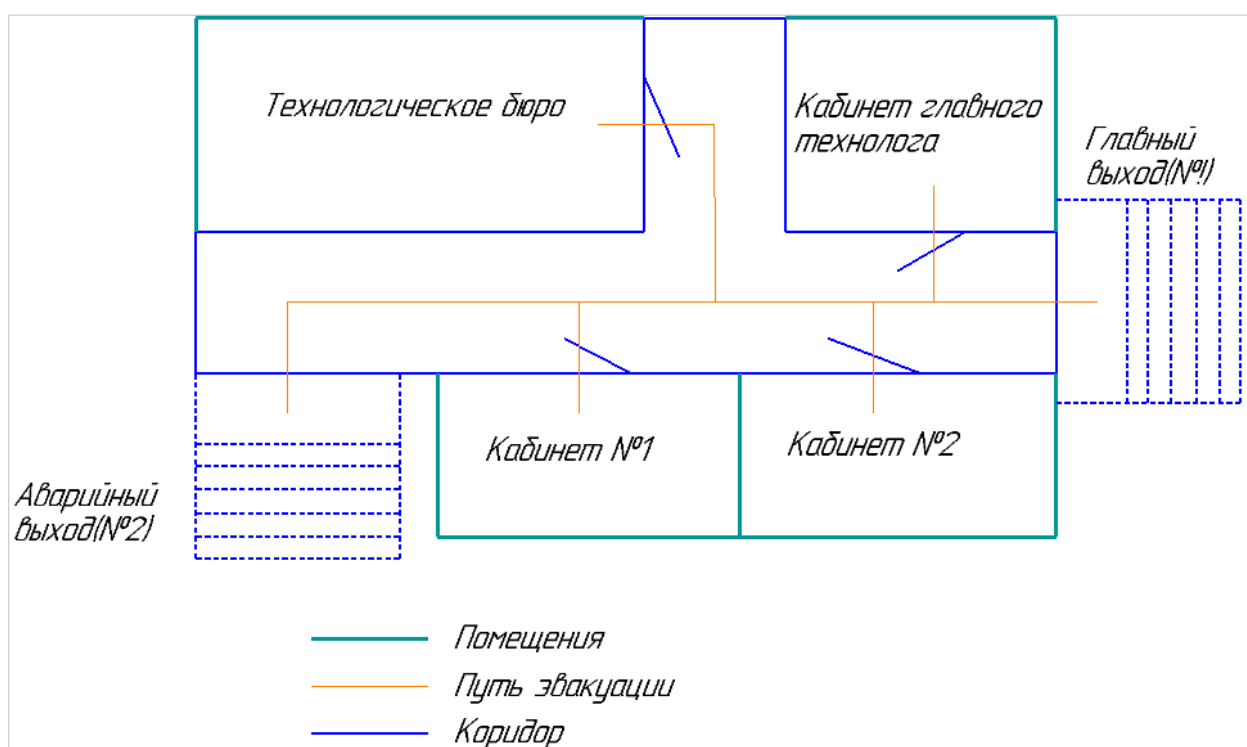


Рис. 2. План эвакуации

4.4 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.

Для перехода к безотходным производствам в лаборатории необходимо осуществлять сбор водорода в специальные емкости (в настоящее время он выпускается в воздух).

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика. Необходимо заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

В процессе производства, используют воду питьевого качества. Загрязняясь, она превращается в сточную воду и отводится в канализационную систему.

Очистке подлежат технологические и вентиляционные выбросы, загрязненные пылью и отходящими газами.

Существуют следующие методы очистки : сухая механическая, мокрая механическая, электрическая, химическая, термическая, каталитическая и др.

При выборе способов и методов очистки воздуха следует учитывать следующие факторы: характер технологического процесса, вид технологической аппаратуры, которая снабжается пылеуловителем, вид производства, гигроскопичность, горючесть, токсичность улавливаемой среды.

4.5 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.

Заклучить договоры с транспортными компаниями, что переложит ответственность в случае 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.

4.6 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"

4.7 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. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
3. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010.- 220 с.
4. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
5. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
6. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Мн.: Выш. Школа, 1983. – 256 с.
7. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.