

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



Институт кибернетики
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы			
Проектирование технологического процесса изготовления ступицы лебедки и оснастки УДК 621.864-254.64-047.84.001.63			
Студент			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Панчев Олег Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Ю.И.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.т.н., профессор		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой ТМСИР	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Вильин А.Д.			

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



Институт электронного обучения
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ 17.02.2017г. Вильин А.Д.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л22	Панчеву Олегу Александровичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления ступицы и приспособления для сверления отверстий.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.04.2017г. №2771/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертеж детали, годовая программа выпуска.</p>
---	--

<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, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута, размерный анализ технологического процесса, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и нормирование операций технологического процесса, конструирование станочного приспособления.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>3D модель детали, чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологический	Коротков Владимир Сергеевич
Конструкторский	Коротков Владимир Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Социальная ответственность	Федорчук Юрий Митрофанович

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	17.02.2017г.
--	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Коротков В.С.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8J22	Панчев Олег Александрович		

Содержание

Введение.....	6
1. Проектирование технологического процесса	7
1.1 Исходные данные. Назначение детали и её конструкторско – технологическое описание.....	7
1.2 Химический состав и особенности материала.....	8
1.3 Определение типа производства, форм и методов организации.....	10
1.4 Выбор типового технологического процесса изготовления детали «ступица».....	14
1.5 Анализ технологичности конструкции детали.....	16
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали «ступица».....	18
1.7 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций.....	29
1.8 Размерный анализ технологического процесса: расчёт допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки.....	31
1.9 Расчет режимов резания	38
1.10 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	67
1.11 Нормирование технологического процесса.....	70
2. Проектирование станочного приспособления.....	73
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.....	73
2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления.....	75
2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления.....	76
2.4 Точностной расчёт приспособления.....	76

2.5	Выбор и определение сил зажима и на исходном звене.....	78
2.6	Проектирование технологии сборки приспособления	79
3.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	81
3.1	Потенциальные потребители результатов исследования.....	83
3.2	Анализ конкурентных технических решений.....	84
3.3	Планирование комплекса работ на создание проекта.....	85
3.4	Определение трудоемкости выполнения работ	86
3.5	Разработка графика проведения научного исследования.....	88
3.6	Бюджет разработки технологического процесса (ТП) изготовления детали «ступица».....	90
3.7	Определение эффективности исследования.....	95
4.	Социальная ответственность.....	97
4.1	Общие понятия.....	98
4.1.1	Производственная безопасность.....	99
4.1.2	Метеоусловия.....	100
4.1.3	Повышенная запыленность.....	101
4.1.4	Производственный шум.....	103
4.1.5	Освещенность.....	106
4.1.6	Повышенный уровень вибрации.....	106
4.1.7	Движущиеся машины и механизмы.....	107
4.1.8	Поражение электрическим током.....	109
4.2	Анализ выявленных опасных факторов.....	110
4.2.1	Факторы электрической природы.....	110
4.2.2	Факторы пожарной и взрывной природы.....	114
4.3	Охрана окружающей среды.....	115
4.4	Безопасность при чрезвычайных ситуациях.....	
4.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	
	Заключение.....	121
	Список использованных источников.....	122

Введение

В нефтегазовой отрасли применяют различные механизмы, в том числе и грузовые лебедки. Улучшение качества изготовления комплектующих деталей повышает надежность и долговечность механизмов в целом.

Деталь ступица используется в конструкции грузовой лебедки выпускаемой ООО «Сибирская машиностроительная компания»

Выпускная квалификационная работа состоит из четырех частей: технологической, конструкторской, финансового менеджмента (ресурсоэффективность и ресурсосбережение) и социальной ответственности.

В технологической части определен тип производства, выполнен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс изготовления детали «Ступица», проведен размерный анализ технологического процесса.

В конструкторской части спроектировано станочное приспособления для сверлильной операции.

В части финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение выполнен расчет затрат на выполнение проекта.

В части социальная ответственность произведен анализ вредных факторов и разработаны меры по обеспечению благоприятных для творческой работы инженера-технолога условий труда.

1 Проектирование технологического процесса

1.1 Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Ступица в общем случае — это центральная часть детали с отверстием (маховика, шкива, зубчатого колеса и т. д.) для насадки на вал или ось. Отверстие ступицы обычно имеет шпоночный паз или шлицевый профиль. Если же деталь свободно вращается на оси, то в отверстие ступицы запрессовывают заглушки или подшипники качения.

Для обеспечения прочности наружный диаметр ступицы принимают равным 1,5—2,0 диаметра отверстия, для предотвращения перекоса детали на валу длина ступицы должна быть не менее диаметра отверстия.

Деталь имеет габаритные размеры: длина – 66,5мм., диаметр – 182 мм.

Самые точные поверхности:

- посадочный диаметр – $\varnothing 120h6_{(-0,022)}$ мм. с шероховатостью Ra 0,80.

Наружный контур состоит из четырех ступеней $\varnothing 58h7_{(-0,03)}$, $\varnothing 120h6_{(-0,022)}$, $\varnothing 150h10_{(-0,16)}$, $\varnothing 182$. На левом торце имеется шпоночный паз шириной $16H8^{(+0,027)}$ и глубиной 14мм, на котором расположены два глухих отверстия на расстоянии 43мм от центральной оси $\varnothing 4,95^{(+0,2)}$. На правом торце детали $\varnothing 182 - 12$ резьбовых отверстий М12-6Н. На $\varnothing 150h10_{(-0,16)}$ - фаска под углом $7,5 \times 45^\circ$.

Наружные угловые поверхности скруглены. Радиусы скруглений – R0,3, R1, R3.

Базовая поверхность - $\varnothing 150h10_{(-0,16)}$. Шероховатость

базовой поверхности Ra 0,40 - поверхность полируется. Неуказанная шероховатость Ra 6,3.

Материал детали “ступица” - Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

1.2 Химический состав и особенности материала

Химический состав в % материала Сталь 40Х

Таблица 1

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

Температура критических точек материала 40Х

$$A_{c1} = 743, \quad A_{c3}(A_{cm}) = 782, \quad A_{r3}(A_{rcm}) = 730, \quad A_{r1} = 693$$

Технологические свойства материалов 40Х

Таблица 2

Свариваемость:	трудносвариваемая.
Флокеночувствительность:	чувствительна.
Склонность к отпускной хрупкости:	склонна.

Механические свойства при $T=20^{\circ}\text{C}$

Таблица 3

Сортамент	Размер	Напр.	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	КСУ	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Трубы, ГОСТ 8731-87			657		9			
Трубы холоднодеформир., ГОСТ 8733-74			618		14			
Прутки, ГОСТ 4543-71	Ø 25		980	785	10	45	590	Закалка 860°C, масло, Отпуск 500°C, вода,

Физические свойства материала

Таблица 4

Т	Е 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	С	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.14			7820		210
100	2.11	11.9	46	7800	466	285
200	2.06	12.5	42.7	7770	508	346
300	2.03	13.2	42.3	7740	529	425
400	1.85	13.8	38.5	7700	563	528
500	1.76	14.1	35.6	7670	592	642
600	1.64	14.4	31.9	7630	622	780
700	1.43	14.6	28.8	7590	634	936
800	1.32		26	7610	664	1100
900			26.7	7560		1140
1000			28	7510		1170
1100			28.8	7470		120
1200				7430		1230
Т	Е 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ	С	R 10 ⁹

Механические свойства :

- σ_в - Предел кратковременной прочности , [МПа]
- σ_Т - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]
- δ₅ - Относительное удлинение при разрыве , [%]
- ψ - Относительное сужение , [%]
- КСУ - Ударная вязкость , [кДж / м²]
- НВ - Твердость по Бринеллю , [МПа]

Физические свойства :

- Т - Температура, при которой получены данные свойства , [Град]
- Е - Модуль упругости первого рода , [МПа]
- α - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20° - Т) , [1/Град]
- λ - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала) , [Вт/(м·град)]

ρ - Плотность материала , [кг/м³]

C - Удельная теплоемкость материала (диапазон 20° - Т), [Дж/(кг·град)]

R - Удельное электросопротивление, [Ом·м]

Свариваемость :

**ограниченно
свариваемая** - сварка возможна при подогреве до 100-120 град. и
последующей термообработке

40Х-сталь конструкционная легированная

1.3 Определение типа производства

Тип производства определяется коэффициентом закрепления операций по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_e}{T_{cp}},$$

где t_e - такт выпуска детали, мин./шт.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_e = \frac{60 \cdot F_D}{N},$$

где F_D - действительный годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N - годовая программа выпуска деталей, $N=2000$ шт/год.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определяем по формуле:

$$F_D = F_H - 3\% \cdot F_H,$$

где F_H - номинальный годовой фонд рабочего времени при работе в одну смену составляет 1946 час. в 2017 году;

3% - потери рабочего времени.

$$F_D = 1946 - 1946 \cdot 0,03 = 1887,6 \text{ час.}$$

Тогда, такт выпуска составит:

$$t_g = \frac{60 \cdot F_d}{N} = \frac{60 \cdot 1887,6}{2000} = 56,6 \text{ мин.}$$

Среднее штучно - калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса (среднюю трудоёмкость) определяем по формуле

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ум.кi}}{n},$$

где $T_{ум.кi}$ - штучно - калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;
 n - количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 8 операций техпроцесса ($n=8$).

Основное технологическое время T_o на операционные переходы определяем по укрупнённым нормативам (см.табл.1).

Таблица 5. Формулы для укрупнённого расчёта основного времени T_o

Переход	Расчетная формула [2,с.366-367]
Разрезание дисковой пилой	$T_o = 0,011 \cdot D$
Черновое подрезание торца	$T_o = 0,0000224 \cdot D^2$
Чистовое подрезание торца	$T_o = 0,000011 \cdot D^2$
Точение черновое	$T_o = 0,000075 \cdot D \cdot L$
Точение чистовое	$T_o = 0,000175 \cdot D \cdot L$
Фрезерование чистовое	$T_o = 0,00482 \cdot L$
Сверление отверстий диаметром до 20 мм	$T_o = 0,00056 \cdot D \cdot L$
Рассверливание отверстий диаметром 20-70 мм	$T_o = 0,000423 \cdot D \cdot L$
Полирование	$T_o = 0,000327 \cdot D \cdot L$
Примечание: D -диаметр заготовки, детали, мм; L -длина заготовки, ступени, мм.	

Расчёт основного времени (T_o) по переходам операций базового (заводского) техпроцесса

005 Отрезная :

$$T_0 = 0,011 \cdot D = 0,011 \cdot 190 = 2,09 \text{ мин.}$$

010 Токарная:

Переход 2:

$$T_0 = 0,000011 \cdot D^2 = 0,000011 \cdot 190^2 = 0,4 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$T_0 = 0,000075 \cdot D \cdot L = 0,000075 \cdot 182,5 \cdot 55 = 0,75 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$T_0 = 0,000075 \cdot D \cdot L = 0,000075 \cdot 150,7 \cdot 50,5 = 0,57 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$T_0 = 0,000075 \cdot D \cdot L = 0,000075 \cdot 120 \cdot 26 = 0,234 \text{ мин.}$$

Переход 7:

$$T_0 = 0,000075 \cdot D \cdot L = 0,000075 \cdot 58,7 \cdot 4 = 0,017 \text{ мин.}$$

015 Токарная

Переход 3:

$$T_0 = 0,000011 \cdot D^2 = 0,000011 \cdot 182,5^2 = 0,37 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$T_0 = 0,000075 \cdot D \cdot L = 0,000075 \cdot 182,5 \cdot 16,5 = 0,226 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$T_0 = 0,000175 \cdot D \cdot L = 0,000175 \cdot 57 \cdot 40,2 = 0,4 \text{ мин.}$$

Переход 6:

$$T_0 = 0,000175 \cdot D \cdot L = 0,000175 \cdot 114 \cdot 25,8 = 0,515 \text{ мин.}$$

Переход 7:

$$T_0 = 0,000175 \cdot D \cdot L = 0,000175 \cdot 139,2 \cdot 11,5 = 0,28 \text{ мин.}$$

025 Фрезерная

Переход 2:

$$T_0 = 0,000482 \cdot L = 0,000482 \cdot 16 = 0,007 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$T_0 = 0,00056 \cdot D \cdot L = 0,00056 \cdot 2 \cdot (4,95 \cdot 18) = 0,098 \text{ мин.}$$

035 Фрезерная

Переход 5:

$$T_0 = 0,00056 \cdot D \cdot L = 0,00056 \cdot 9 \cdot 11 = 0,055 \text{ мин.}$$

Переход 6:

$$T_0 = 0,00056 \cdot D \cdot L = 0,00056 \cdot 12 \cdot (10,2 \cdot 10) = 0,684 \text{ мин.}$$

Переход 7:

$$T_0 = 0,00056 \cdot D \cdot L = 0,00056 \cdot 6 \cdot (13 \cdot 36) = 1,572 \text{ мин.}$$

080 Токарная

Переход 2:

$$T_0 = 0,000011 \cdot D^2 = 0,000011 \cdot 58^2 = 0,37 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$T_0 = 0,000175 \cdot D \cdot L = 0,000175 \cdot 150 \cdot 51 = 1,339 \text{ мин.}$$

Переход 4:

$$T_0 = 0,000175 \cdot D \cdot L = 0,000175 \cdot 120 \cdot 22,5 = 0,473 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$T_0 = 0,000175 \cdot D \cdot L = 0,000175 \cdot 58 \cdot 4 = 0,04 \text{ мин.}$$

085 Токарная

Переход 2:

$$T_0 = 0,000011 \cdot D^2 = 0,000011 \cdot 182^2 = 0,37 \text{ мин.}$$

Переход 3:

$$T_0 = 0,000175 \cdot D \cdot L = 0,000175 \cdot 140 \cdot 11 = 0,269 \text{ мин.}$$

Переход 5:

$$T_0 = 0,000011 \cdot D^2 = 0,000011 \cdot 114^2 = 0,143 \text{ мин.}$$

090 Токарная

Переход 2:

$$T_0 = 0,000327 \cdot D \cdot L = 0,000327 \cdot 150 \cdot 20 = 0,981_{\text{мин.}}$$

Штучно – калькуляционное время i -ой основной операции определяем по формуле:

$$T_{\text{шт.к } i} = T_{oi} \cdot \varphi_{\text{к.}i}$$

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

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

Для мелкосерийного производства:

$\varphi_{\text{к}} = 2,14$ (токарные станки),

$\varphi_{\text{к}} = 1,72$ (фрезерные станки)

Таблица 6. Основное (T_o) и штучно-калькуляционное время ($T_{\text{шт-к}}$) для основных операций базового техпроцесса

Наименование операций	$\sum T_o, \text{мин.}$	$\sum T_{\text{шт-к}}, \text{мин.}$
005 Отрезная	2,09	4,473
010 Токарная	1,971	4,218
015 Токарная	1,791	3,833
025 Фрезерная	0,105	0,181
030 Фрезерная	2,311	3,975
080 Токарная	2,222	4,755
085 Токарная	0,782	1,674
090 Токарная	0,981	2,1

Среднее штучно - калькуляционное время:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт-к i}}{n} = \frac{T_{шт-к}^{005} + T_{шт-к}^{010} + T_{шт-к}^{015} + T_{шт-к}^{020} + T_{шт-к}^{025} + T_{шт-к}^{035} + T_{шт-к}^{050} + T_{шт-к}^{055}}{8} =$$

$$\frac{4,473 + 4,218 + 3,833 + 0,181 + 3,975 + 4,755 + 1,674 + 2,1}{8} = 2,79_{мин.}$$

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{t_в}{T_{cp}} = \frac{56,6}{2,79} = 20,23.$$

В соответствии с ГОСТ 3.1108-74 при $K_{з.о} = 20 - 40$ - производство является мелкосерийным.

Определяем размер партии деталей:

$$П = \frac{N}{\Phi} \cdot a,$$

где Φ - количество рабочих дней в году, $\Phi = 247$ раб. дн. в 2017 году;

a - число дней запаса, в течение которых должны быть заготовлены детали, принимаем $a = 5$.

$$П = \frac{2000}{247} \cdot 5 = 41_{шт}$$

Объём выпуска деталей - 41шт/день.

1.4 Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

Первоочередной этап маршрута – это выбор исходной заготовки.

Для изготовления детали приведенной на рис. 1. в качестве исходной заготовки выбираем круглый прокат нормальной точности. Эскиз заготовки представлен на рис. 1.

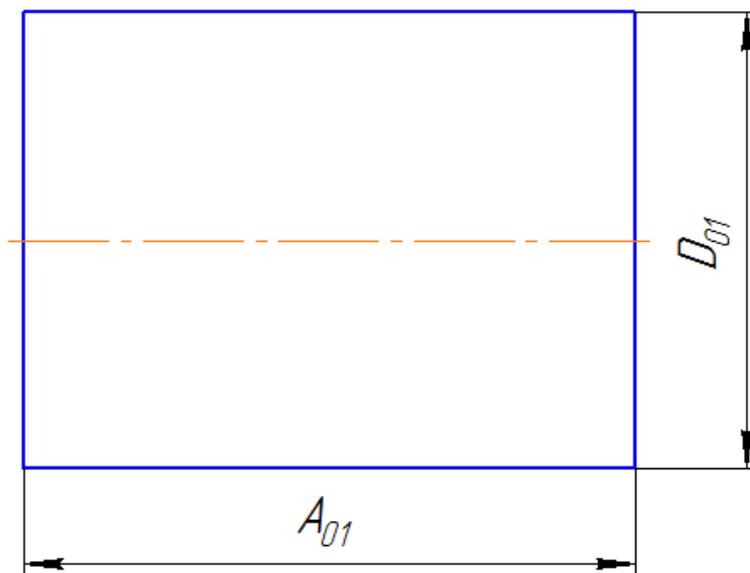


Рис. 1. Эскиз заготовки

1.5 Анализ технологичности конструкции детали

Деталь достаточно проста и технологична.

Деталь имеет следующие достоинства в отношении технологичности:

- конструкция детали позволяет вести обработку в трёхкулачковом патроне;
- допуски на размеры и формы поверхностей достаточно велики;
- центральное отверстие простой формы;
- контролируемые размеры доступны для непосредственного измерения.

Деталь имеет следующие недостатки в отношении технологичности:

- в конструкции детали нарушен принцип единства баз; технологические базы в течение всего хода технологического процесса изменяются, что не позволяет избежать дополнительных погрешностей;
- допуски на радиальное и торцевое биение составляют 0,04мм., что делает необходимым вести токарную обработку наружных поверхностей в расточных кулачках;
- все поверхности детали подвергаются механической обработке;
- полирование наружной поверхности детали и закруглений.

Конструкция детали и её материал позволяет получить заготовку из круглого проката.

Деталь изготавливается из стального прутка.

1.6 Технологический процесс изготовления детали “ступица”

Номер операции	Наименование и краткое содержание операций	Модель станка	Технологические базы
1	2	3	4
005	Ленточно (проволочно) - отрезная 1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 71 ± 1 .	Ленточнопильный станок Hercules FMV320	Поверхность $\varnothing 190$ и торец
010	Токарная 1. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне в расточенных кулачках. 2. Подрезать торец начисто, выдерживая размер 69 ± 1 . 3. Точить $\varnothing 182,5 \pm 0,2$ (в чертеже $\varnothing 182$) на длину 55мм. 4. Точить $\varnothing 150,7 \pm 0,2$ (в чертеже $\varnothing 150$), с подрезкой торца в размер $50,5 \pm 0,2$ (в чертеже 66,5-15,5), выдерживая R3. 5. Точить $\varnothing 120,7 h8_{-0,063}$ (в чертеже $\varnothing 120$), с подрезкой торца в размер $26 \pm 0,2$ (в чертеже 22,5+4). 6. Точить фаску 8 x45° (в чертеже 7,5 x45°). 7. Точить $\varnothing 58,7 \pm 0,2$ (в чертеже $\varnothing 58$), с подрезкой торца в размер $3,5 \pm 0,2$ (в чертеже 4).	Токарный станок HASS ST-30	Поверхность $\varnothing 190$ и торец

1	2	3	4
	<p>8. Сверлить отверстие Ø30 на проход.</p> <p>9. Расточить отверстие Ø52 на проход.</p> <p>10. Притупить острые кромки фаской 0,3x45° max.</p> <p>11. Контролировать размеры операции по переходам.</p>		
015	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне в расточных кулачках.</p> <p>2. Контролировать биение заготовки по Ø182,5.</p> <p>3. Подрезать торец, выдерживая размер 67±1 (в чертеже 66,5).</p> <p>4. Точить Ø182,5±0,2 (в чертеже Ø182) на проход.</p> <p>5. Расточить отверстие Ø57, с подрезкой торца в размер 40,2±0,1 (в чертеже 14+26).</p> <p>6. Расточить отверстие Ø114H10^(+0,14), с подрезкой торца в размер 25,8±0,2 (в чертеже 26±0,1).</p> <p>7. Расточить отверстие Ø139,2±0,2 (в чертеже Ø140), с подрезкой торца в размер 11,5±0,2.</p>	Токарный станок HASS ST-30	Поверхность Ø120,7 и торец

1	2	3	4
	8. Притупить острые кромки фаской 0,3x45° max.		
020	Контроль Контроль размеров операций № 010-015.		

025	<p style="text-align: center;">Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне в расточных кулачках. 2. Фрезеровать паз, выдерживая размеры $16H8^{(+0,027)}$, $14,2\pm 0,1$ (в чертеже 14) и $\sqrt{R_a} 1,6$, с фрезеровкой фасок $0,5\times 45^\circ$ (на пересечении стенок паза 16 с $\varnothing 52$ и $\varnothing 120$). 3. Центровать отверстие М6-6Нх14-18 по чертежу. 4. Сверлить отверстия $\varnothing 4,95^{+0,2}$ (в чертеже М6-6Н), выдерживая размеры 18 и 43. 5. Зенковать фаску $1\times 45^\circ$ в отв. $\varnothing 4,95$ (М6) 	<p>Фрезерный станок HAAS VF-3</p>	<p>Поверхность $\varnothing 182,5$ и торец</p>
-----	--	---------------------------------------	---

1	2	3	4
030	<p style="text-align: center;">Сверлильная</p> <p>Приспособление сверлильное.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить заготовку на оправку. 2. Выполнить привязку инструмента от правого торца (от верха заготовки). 3. Центровать отверстия $\text{Ø}10\text{H}7$ и $\text{M}12$, выдерживая размер $\text{R}82\pm 0,025$. 4. Центровать отверстия $\text{Ø}13$ по чертежу. 5. Сверлить отверстия $\text{Ø}9$ (в чертеже $\text{Ø}10\text{H}7$), выдерживая размер 11 (в чертеже 10). 6. Сверлить отверстие $\text{Ø}10,2^{+0,27}$ (в чертеже $\text{M}12\text{-}6\text{H}$), выдерживая размер $\text{R}82\pm 0,18$ и угловое расположение по чертежу. 7. Сверлить отверстия $\text{Ø}13$, выдерживая размер $\text{R}45,5\pm 0,18$ и угловое расположение по чертежу. 8. Цековать отверстия $\text{Ø}20$, выдерживая размер 21,2 (в чертеже 21). 	Сверлильный станок	

1	2	3	4
035	<p style="text-align: center;">Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Фрезеровать внутренний контур, выдерживая $15,9d9\left(\begin{smallmatrix} -0,05 \\ -0,093 \end{smallmatrix}\right)$, R68, R6, Ø88 и $26,7\pm 0,1$ (в чертеже 26,5).</p> <p>2. Фрезеровать отверстие Ø9,7 (в чертеже Ø10H7), выдерживая размер 10.</p> <p>3. Фрезеровать фаску $0,5\times 45^\circ$ (в отв. Ø10H7).</p> <p>4. Фрезеровать фаску $1,6\times 45^\circ$ (в отв. M12).</p> <p>5. Расточить отверстие Ø10H7^(+0,015) на глубину 10.</p>	<p>Фрезерный станок HAAS VF-3</p>	<p>Поверхность Ø120,7 и торец. Фиксация- паз 16H8.</p>
040	<p style="text-align: center;">Слесарная</p> <p>1. Притупить острые кромки по контуру шлицов 15,9 фаской $0,3\times 45^\circ$ max.</p> <p>2. Притупить острые кромки в отв. Ø20.</p> <p>3. Нарезать резьбу M6-6Hx14-18, выдерживая размер 14.</p>		

1	2	3	4
045	<p style="text-align: center;">Резьбонарезная</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне в расточных кулачках.</p> <p>2. Нарезать резьбу М12-6Н в 12 отв. на проход по чертежу.</p>		Поверхность Ø120,7 и торец.
050	<p style="text-align: center;">Промывка</p> <p>1. Промыть деталь от загрязнений.</p> <p>2. Просушить детали сжатым воздухом.</p>		
055	<p style="text-align: center;">Контроль</p> <p>Контроль размеров операций № 025-045.</p>		
060	<p style="text-align: center;">Закалка</p> <p>1. Защитить резьбовые отверстия.</p> <p>2. Уложить заготовки в индивидуальную тару и обложить карбюризатором.</p> <p>3. Переместить заготовки с тарой в печь.</p> <p>4. Нагреть заготовки до температуры 840...860.</p> <p>5. Выдержать заготовки в течении 2 часов.</p> <p>6. Охладить детали в масле.</p>		

1	2	3	4
065	<p style="text-align: center;">Отпуск</p> <p>1. Выполнить отпуск в воздухе при температуре = 550-600°C, T=180мин., твердость = 24...28HRC.</p> <p>2. Измерить твердость 24...28HRC.</p> <p>Предварительно зачистить места контроля на глубину 0,1...0,3 мм, на торцах.</p>		
070	<p style="text-align: center;">Очистка пескоструйная</p> <p>1. Очистить от окалины.</p>		
075	<p style="text-align: center;">Контроль</p> <p>1. Контроль операций на твердость № 060-065.</p>		
080	<p style="text-align: center;">Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне в расточных кулачках.</p> <p>2. Подрезать торец начисто, выдерживая размер $66,7 \pm 0,1$.</p> <p>3. Точить диаметр $\varnothing 150h10_{(-0.16)}$, с подрезкой торца в размер $51 \pm 0,1$ (в чертеже 66,5-15,5), выдерживая R3 и $\sqrt{R_a} 0,8$ (в чертеже $\sqrt{R_a} 0,4$).</p>	HASS ST-30	Поверхность $\varnothing 182$ и торец

1	2	3	4
	<p>4. Точить диаметр $\text{Ø}120\text{h}6_{(-0.022)}$, с подрезкой торца в размер 22,5, выдерживая $\sqrt{R_a}$ 0,8 и $\sqrt{R_a}$ 1,6 соответственно.</p> <p>5. Точить диаметр $\text{Ø}58\text{h}7_{(-0.03)}$, с подрезкой торца в размер 4, выдерживая $\sqrt{R_a}$ 0,8 и $\sqrt{R_a}$ 1,6 соответственно.</p> <p>6. Точить фаску $1 \times 45^\circ$ на $\text{Ø}120$.</p> <p>7. Точить фаску $0,5 \times 45^\circ$ на $\text{Ø}58$.</p> <p>8. Притупить острые кромки фаской $0,3 \times 45^\circ \text{ max}$.</p>		
085	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне в расточных кулачках.</p> <p>2. Подрезать торец, выдерживая размер 66,5, выдерживая $\sqrt{R_a}$ 1,6.</p> <p>3. Расточить отверстие $\text{Ø}140\text{H}7^{(+0.04)}$, с подрезкой торца в размер 11.</p> <p>4. Расточить отверстие фаску 30° в отв. $\text{Ø}140$, выдерживая размеры 2, R и $\sqrt{R_a}$ 1,6.</p> <p>5. Подрезать торец в отв. $\text{Ø}114\text{H}10$, выдерживая размер $26 \pm 0,1$.</p> <p>6. Притупить острые кромки фаской $0,3 \times 45^\circ \text{ max}$.</p>	HASS ST-30	Поверхность $\text{Ø}120$ и торец

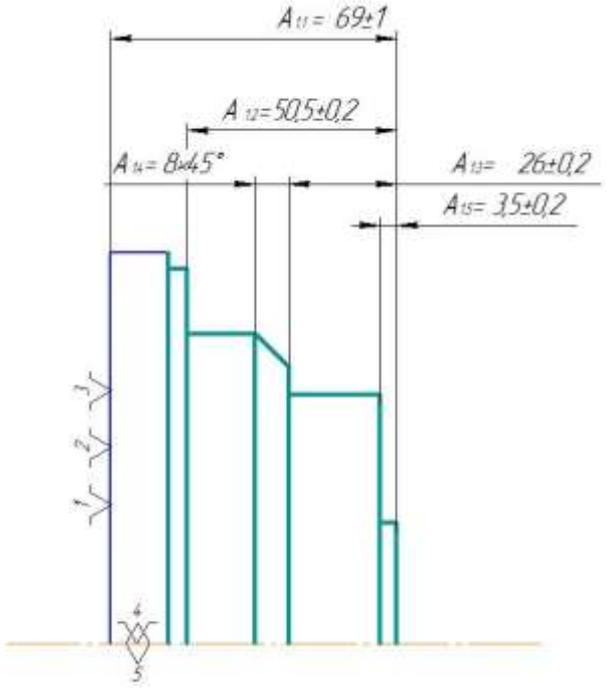
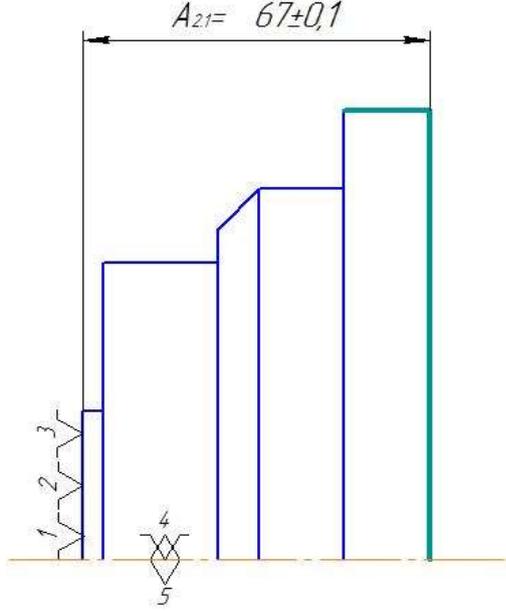
1	2	3	4
090	<p style="text-align: center;">Токарная</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку в трехкулачковом патроне в расточных кулачках.</p> <p>2. Полировать наружную поверхность $\varnothing 150h10_{(-0.16)}$, выдерживая $\sqrt{Ra} 0,4$.</p>	TUM35	Поверхность $\varnothing 182$ и торец
095	<p style="text-align: center;">Промывка</p> <p>1. Промыть деталь от загрязнений.</p> <p>2. Просушить детали сжатым воздухом.</p>		
100	<p style="text-align: center;">Слесарная</p> <p>1. Притупить острые кромки в отв. $\varnothing 20$ и отв. $\varnothing 13$ (со стороны левого торца).</p> <p>2. Притупить острые кромки в пазах 16H8.</p> <p>3. Притупить острые кромки в отв. M12 с двух сторон.</p> <p>4. Калибровать резьбу M12-6H.</p>		
105	<p style="text-align: center;">Контроль</p> <p>Контроль размеров операций № 080-090.</p>		
110	<p style="text-align: center;">Консервация смазыванием</p> <p>1. Нанести тонкий слой консервационной смазки на наружные и внутренние поверхности детали.</p>		

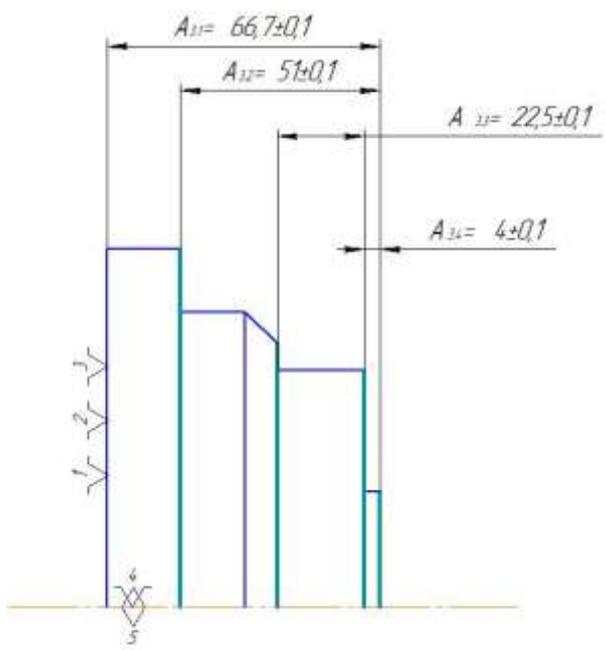
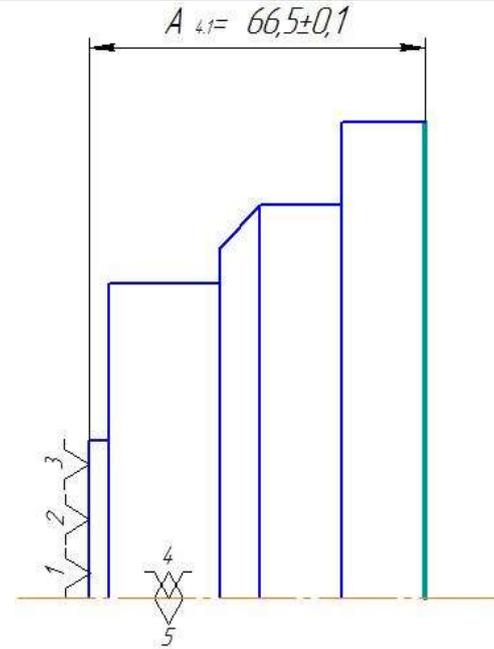
1	2	3	4
	2. Обернуть деталь оберточной бумагой. 3. Уложить в тару.		
115	Перемещение 1. Транспортировать детали на СГД (Склад готовых деталей)		

1.7 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки

Размерный анализ техпроцесса для основных размеров в продольном направлении выполним методом максимум- минимум на основании рекомендаций [1] .

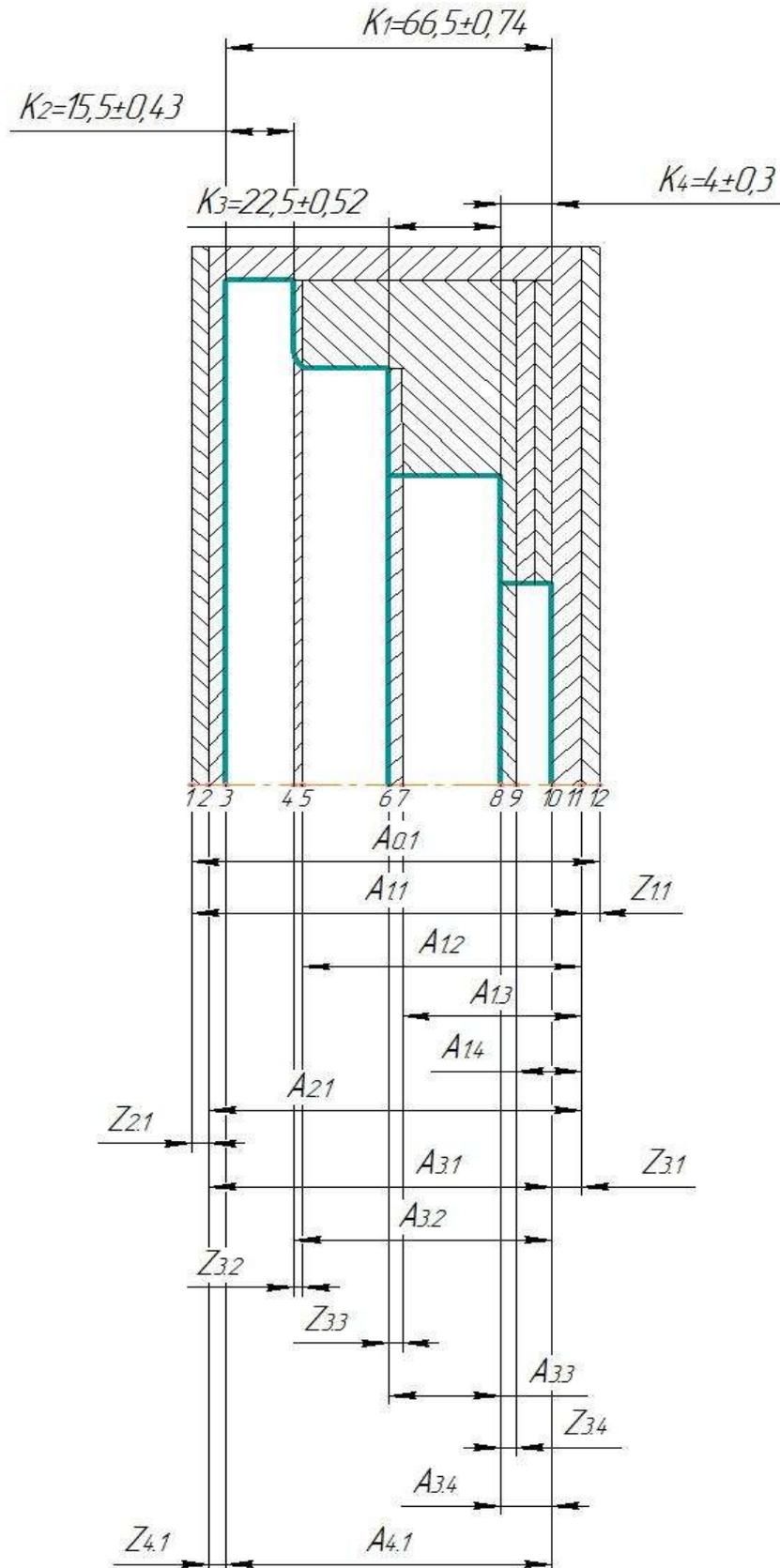
Эскизы обработки и перехода операций

Операция	Эскиз
<p>1.Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Подрезать торец начисто, выдерживая размер 69 ± 1.</p> <p>2. Подрезать торец в размер $50,5 \pm 0,2$.</p> <p>3. Подрезать торец в размер $26 \pm 0,2$.</p> <p>4. Точить фаску $8 \times 45^\circ$.</p> <p>5. Подрезать торец в размер $3,5 \pm 0,2$.</p>	 <p>The drawing shows a stepped shaft with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Total length: $A_{11} = 69 \pm 1$ Length of the second step from the left: $A_{12} = 50,5 \pm 0,2$ Length of the third step from the left: $A_{13} = 26 \pm 0,2$ Length of the fourth step from the left: $A_{14} = 3,5 \pm 0,2$ Chamfer angle: $A_{15} = 8 \times 45^\circ$ Operation markers 1, 2, 3, 4, and 5 are placed along the shaft to indicate the sequence of operations.
<p>2.Токарная с ЧПУ</p> <p>1.Подрезать торец в размер $67 \pm 0,1$.</p>	 <p>The drawing shows a stepped shaft with the following dimensions and features:</p> <ul style="list-style-type: none"> Total length: $A_{21} = 67 \pm 0,1$ Operation markers 1, 2, 3, 4, and 5 are placed along the shaft to indicate the sequence of operations.

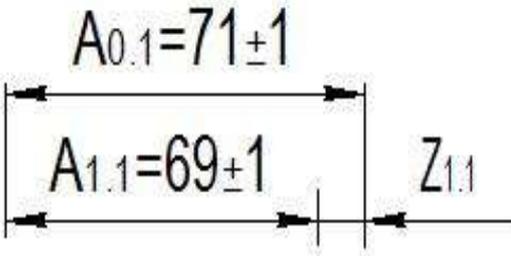
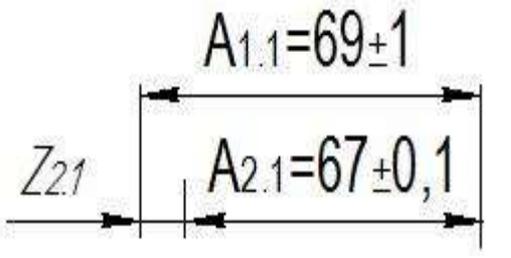
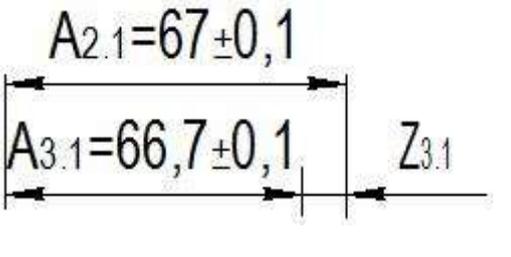
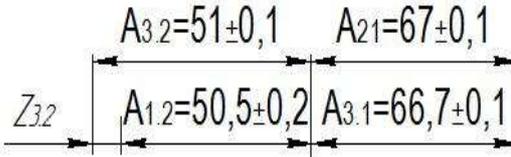
Операция	Эскиз
<p>3.Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец начисто в размер $66,7 \pm 0,1$. 2. Подрезать торец в размер $51 \pm 0,1$. 3. Подрезать торец в размер $22,5 \pm 0,1$. 4. Подрезать торец в размер $4 \pm 0,1$. 	
<p>4.Токарная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Подрезать торец в размер $66,5 \pm 0,1$. 	

1.8 Размерный анализ технологического процесса

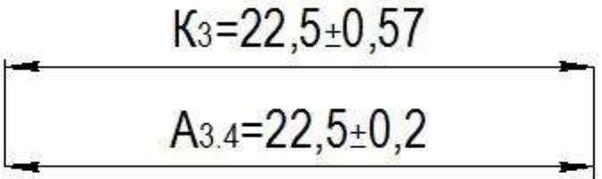
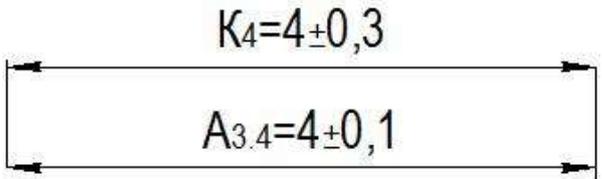
Размерная схема
технологического процесса в продольном направлении



Размерный анализ техпроцесса

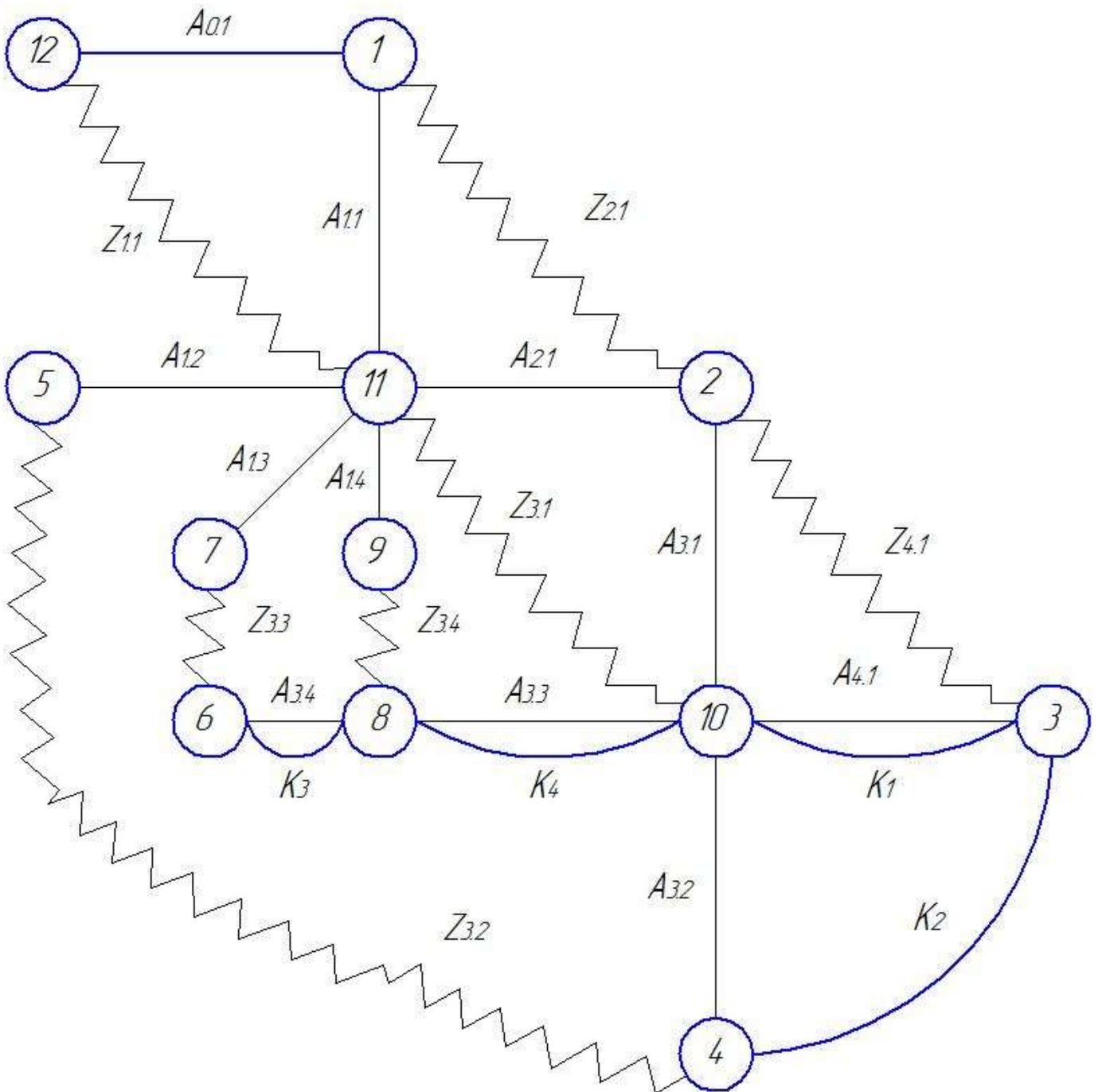
Проверяемые размеры	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев	Схемы размерных цепей
$Z_{1.1}$	$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1} = 71 \pm 1 - 69 \pm 1 = 2 \pm 0,5$	
$Z_{2.1}$	$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1} = 69 \pm 1 - 67 \pm 0,1 = 2 \pm 0,1$	
$Z_{3.1}$	$Z_{3.1} = A_{2.1} - A_{3.1} = 67 \pm 0,1 - 66,7 \pm 0,1 = 0,3 \pm 0,1$	
$Z_{3.2}$	$Z_{3.2} = A_{3.2} - A_{1.2} + A_{2.1} - A_{3.1} = 51 \pm 0,1 - 50,5 \pm 0,2 + 0,3 \pm 0,2 = 0,8 \pm 0,2$	

$Z_{3.3}$	$Z_{3.3} = A_{3.3} + A_{2.1} - A_{3.1} - A_{1.4} =$ $4 \pm 0,1 + 0,3 \pm 0,2 - 4 \pm 0,2 =$ $0,3 \pm 0,1$	
$Z_{3.4}$	$Z_{3.4} = A_{3.4} + A_{3.3} + A_{2.1} - A_{3.1} -$ $A_{1.3} = 4 \pm 0,1 + 22,5 \pm 0,2 + 0,3 \pm 0,2 -$ $26,5 \pm 0,2 = 0,3 \pm 0,1$	
$Z_{4.1}$	$Z_{4.1} = A_{3.1} - A_{4.1} = 66,7 \pm 0,1 -$ $66,5 \pm 0,1 = 0,2 \pm 0,1$	
K_1	$K_1 = A_{4.1} = 66,5 \pm 0,1$ <p>Размер выдерживается непосредственно</p>	
K_2	$K_2 = A_{4.1} - A_{3.2} = 66,5 \pm 0,1 -$ $51 \pm 0,1 = 15,5 \pm 0,2$ <p>Размер выдерживается непосредственно</p>	

K_3	$K_3 = A_{3.4} = 22,5 \pm 0,2$ Размер выдерживается непосредственно	 <p> $K_3 = 22,5 \pm 0,57$ $A_{3.4} = 22,5 \pm 0,2$ </p>
K_4	$K_4 = A_{3.4} = 4 \pm 0,1$ Размер выдерживается непосредственно	 <p> $K_4 = 4 \pm 0,3$ $A_{3.4} = 4 \pm 0,1$ </p>

Размеры K_1 , K_2 , K_3 , K_4 совпадают с технологическими размерами,
 т.е. выдерживаются непосредственно.

Граф-дерево технологических размеров



Определение допусков на конструкторские и технологические размеры

Допуски на конструкторские размеры:

$$TK_1 = 0,75 \text{ мм};$$

$$TK_2 = 0,63 \text{ мм};$$

$$TK_3 = 0,63 \text{ мм};$$

$$TK_4 = 0,26 \text{ мм};$$

Определение допусков на осевые технологические размеры

Допуски на осевые технологические размеры принимаем равными из [1, с. 36]:

$$TA_i = \omega_C + \rho_u;$$

где ω_C – статистическая погрешность, мм;

ρ_u – пространственное отклонения измерительной (технологической базы).

$$TA_{01} = \omega_C + \rho_u = 0,31 + 0,49 = 0,8 \text{ мм};$$

$$TA_{11} = \omega_C + \rho_u = 0,11 + 0,054 = 0,164 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = \omega_C + \rho_u = 0,29 + 0,05 = 0,34 \text{ мм};$$

Допуски на расстояния между поверхностями, обработанными с одной установки, могут быть приняты равными статистической погрешности;

$$TA_{12} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{13} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{14} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{21} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{31} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{32} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{33} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{34} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{41} = \omega_C = 0,13 \text{ мм};$$

Проверяем условия $TK \geq TA$

Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредственно:

$$TK_1 = 0,75 \geq TA_{21} = 0,13$$

$$TK_2 = 0,63 \geq TA_{22} = 0,13$$

$$TK_3 = 0,63 \geq TA_{24} = 0,13$$

$$TK_4 = 0,26 \geq TA_{23} = 0,13$$

Расчет припусков:

Определим минимальный припуск $z_{11 \min}$ на обработку

$$z_{11 \min} = R_z + h + \rho_i; \quad (1)$$

Принимаем $R_z=150$; $h=110$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_n; \quad (2)$$

Принимаем: $\rho_\phi = 25$; $\rho_n = 100$;

$$z_{21 \min} = R_z + h + \rho_i = 150 + 110 + 100 + 25 = 385 \text{ мкм};$$

Определим максимальный припуск $z_{11 \max}$ из технологической размерной цепи

$$z_{11 \max} = z_{11 \min} + TA_{21} + TA_{11} = 0,385 + 0,36 + 0,78 = 1,515 \text{ мм};$$

$$z_{21}^c = \frac{z_{21 \max} + z_{21 \min}}{2} = \frac{1,515 + 0,375}{2} = 0,945 \text{ мм};$$

Определим минимальный припуск $z_{21 \min}$ на обработку

$$z_{11 \min} = R_z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R_z=150$; $h=100$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_n;$$

Принимаем: $\rho_\phi = 25$; $\rho_n = 100$;

$$z_{11 \min} = R_z + h + \rho_i = 150 + 100 + 100 + 25 = 375 \text{ мкм};$$

Определим максимальный припуск $z_{21 \max}$ из технологической размерной цепи

$$z_{11 \max} = z_{11 \min} + TA_{11} + TA_{01} = 0,375 + 0,78 + 0,56 = 1,715 \text{ мм};$$

$$z_{11}^c = \frac{z_{11 \max} + z_{11 \min}}{2} = \frac{1,715 + 0,375}{2} = 1,045 \text{ мм};$$

Определяем минимальный припуск $z_{31 \min}$ на обработку по формуле (1):

$$z_{31 \min} = R_z + h + \rho_i;$$

Принимаем $R_z=50$; $h=60$;

$$\rho_i = \rho_\phi + \rho_n;$$

Принимаем: $\rho_\phi = 4$; $\rho_n = 10$;

$$z_{12 \min} = R_z + h + \rho_i = 50 + 60 + 10 + 4 = 124 \text{ мкм};$$

Определим максимальный припуск $z_{12 \max}$ из технологической размерной цепи

$$z_{31 \max} = z_{31 \min} + TA_{12} + TA_{31} = 0,124 + 0,173 + 0,12 = 0,417 \text{ мм};$$

$$z_{12}^c = \frac{z_{12 \max} + z_{12 \min}}{2} = \frac{0,417 + 0,124}{2} = 0,2705 \text{ мм}$$

1.9 Расчет режимов резания

Токарная операция (010)

1. Чистовая подрезка торца

Обрабатываемый материал сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 14) [3, с.366].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25 \text{ мм/об}$, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирическим формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$, состояние поверхности $K_{nv} = 1$, материал инструмента $K_{uv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 1 = 259,25 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 259,25}{3,14 * 190} = 1651,27 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 * 50 * 1400}{1000} = 219,8 \frac{м}{мин}$$

Определяем силы резания;

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

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 55 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 219,8^0 * 2,65 = 291,5 \text{ H}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{291,5 * 219,8}{1020 * 60} = 1,05 \text{ кВт.}$$

2. Черновое точение поверхности до $\phi 182,5$ мм;

Общая глубина резания $t = 5,5$ мм, делим t на два прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 3$ мм;

Второй проход $t_2 = 2,5$ мм;

Выбираем подачу равной $s = 0,5$ мм/об для чернового точения.

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.359], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 3^{0,15} * 0,5^{0,2}} * 1 = 173,27 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 173,27}{3,14 * 182,5} = 1103 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1050 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 182,5 * 1050}{1000} = 164,85 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

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

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp} K_{fp} K_{gp} K_{lp} K_{rp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 55 * 3^1 * 0,5^{0,66} * 164,85^0 * 2,65 = 2754,68 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{2754,68 * 164,85}{1020 * 60} = 7,42 \text{ кВт.}$$

3. Черновое точение поверхности до $\varnothing 150,7 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 4 \text{ мм}$, делим t на два прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 2 \text{ мм}$;

Второй проход $t_2 = 2 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,5 \text{ мм/об}$ для чернового точения, (табл. 11) [3. с.364].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 2^{0,15} * 0,5^{0,2}} * 1 = 184,21 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 184,21}{3,14 * 39} = 1504,25 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3.14 * 39 * 1400}{1000} = 171,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Черновое точение поверхности до $\varnothing 120 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 4 \text{ мм}$, делим t на два прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 2 \text{ мм}$;

Второй проход $t_2 = 2 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,5 \text{ мм/об}$ для черногого точения, (табл. 11) [3. с.364].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 2^{0,15} * 0,5^{0,2}} * 1 = 184,21 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 184,21}{3,14 * 39} = 1504,25 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 39 * 1400}{1000} = 171,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5. Черновое точение поверхности до $\varnothing 58,7 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 4 \text{ мм}$, делим t на два прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 2 \text{ мм}$;

Второй проход $t_2 = 2 \text{ мм}$;

Подача $s = 0,5 \text{ мм/об}$ для чернового точения, (табл. 11) [3. с.364].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 2^{0,15} * 0,5^{0,2}} * 1 = 184,21 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 184,21}{3,14 * 39} = 1504,25 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 39 * 1400}{1000} = 171,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Токарная операция (015)

1. Чистовая подрезка торца

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 14) [3, с.366].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25 \text{ мм/об}$, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирическим формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ [3. с.359], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ [3. С.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 1 = 259,25 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 259,25}{3,14 * 190} = 1651,27 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 190 * 1400}{1000} = 219,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

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

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 55 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 219,8^0 * 2,65 = 291,5 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{291,5 * 219,8}{1020 * 60} = 1,05 \text{ кВт.}$$

2. Черновое точение поверхности до $\varnothing 182,5 \text{ мм}$

Общая глубина резания $t = 3 \text{ мм}$, делим напуск на два прохода.

Тогда

Первый проход $t_1 = 1,5 \text{ мм}$;

Второй проход $t_2 = 1,5 \text{ мм}$;

Выбираем подачу равной $s = 0,5 \text{ мм/об}$ для чернового точения. (табл. 11) [3. с.364];

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.359], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 1,5^{0,15} * 0,5^{0,2}} * 1 = 193,37 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 193,37}{3,14 * 50} = 1227 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1050 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 50 * 1050}{1000} = 165,375 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Сверление отверстия $\varnothing 57 \text{ мм}$

Материал режущей части инструмента T15K6.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 25 = 12,5 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35) $s = 0,43 \text{ мм/об}$ [3. с. 381].

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

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

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,50$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 50 \text{ мин}$.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 4), [3. с. 360];

K_{uv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [3. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 1 * 1 * 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v = \frac{9,8 * 25^{0,4}}{50^{0,2} * 0,43^{0,5}} * 1 = 24,55 \frac{м}{мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 * 0,0345 * 25^2 * 0,43^{0,8} * 0,75 = 82,48 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_p = 10 * 68 * 25^1 * 0,43^{0,8} * 0,75 = 6502,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{82,48 * 350}{9750} = 2,96 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 24,55}{3,14 * 25} = 312,74 \frac{об}{мин}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{об}{мин}$.

4. Сверление отверстия $\varnothing 114 \text{ мм}$

Материал режущей части инструмента Т15К6.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 25 = 12,5 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35) $s = 0,43 \text{ мм/об}$ [3. с. 381].

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

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

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,50$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 50 \text{ мин}$.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 4), [3. с. 360];

K_{uv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [3. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 1 * 1 * 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^{m_s} s^y} * K_v = \frac{9,8 * 25^{0.4}}{50^{0.2} * 0.43^{0.5}} 1 = 24,55 \frac{м}{мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p = 10 * 0,0345 * 25^2 * 0.43^{0.8} * 0,75 = 82,48 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q s^y K_p = 10 * 68 * 25^1 * 0.43^{0.8} * 0,75 = 6502,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{82,48 * 350}{9750} = 2,96 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 24,55}{3,14 * 25} = 312,74 \frac{об}{мин}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{об}{мин}$.

5. Сверление отверстия $\varnothing 139,2 \text{ мм}$

Материал режущей части инструмента Т15К6.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 25 = 12,5 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35) $s = 0,43 \text{ мм/об}$ [3. с. 381].

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

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

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,50$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 50$ мин.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 4), [3. с. 360];

K_{uv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [3. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 1 * 1 * 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v = \frac{9,8 * 25^{0,4}}{50^{0,2} * 0,43^{0,5}} 1 = 24,55 \frac{м}{мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 * 0,0345 * 25^2 * 0,43^{0,8} * 0,75 = 82,48 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_p = 10 * 68 * 25^1 * 0,43^{0,8} * 0,75 = 6502,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{82,48 * 350}{9750} = 2,96 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 24,55}{3,14 * 25} = 312,74 \frac{об}{мин}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{об}{мин}$.

Фрезерная операция (025)

1. Фрезерование паза

Глубина резания $t = 3,5$ мм.

Подача на зуб $s_z = 0,08$ мм/об. (табл. 77), [3. с. 404].

Определяем скорость резания м/мин – окружная скорость фрезы:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v;$$

где C_v -коэффициент $C_v = 46,7$;

$D=12$ мм – диаметр фрезы;

s_z – подача на зуб, мм/об;

$z=4$ – число зубьев;

$B=7$ – ширина фрезы, мм;

m, x, y, q, u – показатели степени $m = 0,33$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $q=0,45$; $p=0,1$; $u=0,1$.

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 80 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$, состояние поверхности $K_{nv} = 0,1$, материал инструмента $K_{uv} = 1$.

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} * K_v = \frac{46,7 * 12^{0,45}}{80^{0,33} * 3,5^{0,5} * 0,08^{0,5} * 7^{0,1} * 4^{0,1}} * 1 = 46,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Определяем частоту вращения шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 46,1}{3,14 * 12} = 1223,46 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем частоту вращения шпинделя $n = 1000$ об/мин;

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 12 * 1000}{1000} = 37,68 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Сила резания. Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, Н.

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^m z}{D^q n^w} * K_{mp} = \frac{10 * 82,5 * 3,5^{0,95} * 0,08^{0,8} * 7^0 * 4}{12^{1,1} * 1000^0} = 91,71 \text{ Н};$$

Крутящий момент, Н*м, на шпинделе

$$M_z = \frac{P * D}{2 * 100} = \frac{91,71 * 12}{2 * 100} = 5,5 \text{ Н * м};$$

Мощность резания, кВт.

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{91,71 * 37,68}{1020 * 60} = 0,056 \text{ кВт}.$$

Токарная операция (030)

1. Сверление отверстия $\varnothing 9 \text{ мм}$

Материал режущей части инструмента Т15К6.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 25 = 12,5 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35) $s = 0,43 \text{ мм/об}$ [3. с. 381].

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} * K_v;$$

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,50$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 50 \text{ мин}$.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 4), [3. с. 360];

K_{uv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [3. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 1 * 1 * 1 = 1$$
$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v = \frac{9,8 * 25^{0.4}}{50^{0.2} * 0.43^{0.5}} 1 = 24,55 \frac{м}{мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 * 0,0345 * 25^2 * 0.43^{0.8} * 0,75 = 82,48 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_p = 10 * 68 * 25^1 * 0.43^{0.8} * 0,75 = 6502,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{82,48 * 350}{9750} = 2,96 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 24,55}{3,14 * 25} = 312,74 \frac{об}{мин}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{об}{мин}$.

2. Сверление отверстия $\varnothing 10, 2 \text{ мм}$

Материал режущей части инструмента Т15К6.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 10,2 = 5,1 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35) $s = 0,43 \text{ мм/об}$ [3. с. 381].

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

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

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,50$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 50$ мин.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 4), [3. с. 360];

K_{uv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [3. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 1 * 1 * 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} * K_v = \frac{9,8 * 10,2^{0.4}}{50^{0.2} * 0.43^{0.5}} 1 = 24,55 \frac{м}{мин};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 * 0,0345 * 10,2^2 * 0.43^{0.8} * 0,75 = 82,48 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_p = 10 * 68 * 25^1 * 0.43^{0.8} * 0,75 = 6502,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{82,48 * 350}{9750} = 2,96 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 24,55}{3.14 * 25} = 312,74 \frac{об}{мин}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{об}{мин}$.

3. Сверление отверстия $\varnothing 13$ мм

Материал режущей части инструмента Т15К6.

При сверлении глубина резания определяется по формуле:

$$t = 0,5D;$$

где D – диаметр сверла;

$$t = 0,5D = 0,5 * 25 = 12,5 \text{ мм};$$

При сверлении отверстия без ограничивающих факторов выбираем максимально допустимую по прочности сверла подачу (табл. 35) $s = 0,43 \text{ мм/об}$ [3. с. 381].

Определяем скорость резания м/мин, при сверлении:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} * K_v;$$

где C_v – коэффициент равный $C_v = 9,8$;

q, y, m – показатели степеней $q=0,40$; $y=0,50$; $m=0,20$;

T – среднее значение стойкости сверл, для быстрорежущей стали $T = 50 \text{ мин}$.

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактическое условия резания: K_{mv} - коэффициент на обрабатываемость материала, (табл. 4), [3. с. 360];

K_{uv} -коэффициент, учитывающий инструментальный материал, (табл. 6), [3. с. 361];

K_{lv} - коэффициент, учитывающий глубину сверления, (табл. 41), [3. с. 385].

$$K_v = K_{mv} * K_{uv} * K_{lv} = 1 * 1 * 1 = 1$$

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} * K_v = \frac{9,8 * 25^{0,4}}{50^{0,2} * 0,43^{0,5}} * 1 = 24,55 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Определяем крутящий момент и осевую силу по формуле:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q s^y K_p = 10 * 0,0345 * 25^2 * 0,43^{0,8} * 0,75 = 82,48 \text{ Нм}$$

$$P_o = 10 C_P D^q s^y K_p = 10 * 68 * 25^1 * 0,43^{0,8} * 0,75 = 6502,5 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} n}{9750} = \frac{82,48 * 350}{9750} = 2,96 \text{ кВт};$$

Определяем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 24,55}{3,14 * 25} = 312,74 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем частоту вращения $n = 350 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Токарная операция (080)

1. Чистовое точение поверхности до $\varnothing 150$

Глубина резания: $t = z_{31} = 1,08 \text{ мм}$, делим припуск на два прохода:

Первый проход: $t_1 = 0.4 \text{ мм}$;

Второй проход: $t_2 = 0.14 \text{ мм}$.

Подача $s = 0,07 \text{ мм/об}$ для чистового точения (табл. 14) [3. с.366].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 0,4^{0,15} * 0,07^{0,2}} * 1 = 307,02 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 307,02}{3,14 * 38} = 2572 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 * 38 * 2000}{1000} = 238,64 \frac{м}{мин}$$

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 14) [3, с.366].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25 \text{ мм/об}$, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирическим формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ [3. с.359], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ [3. С.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 1 = 259,25 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 259,25}{3,14 * 190} = 1651,27 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 190 * 1400}{1000} = 219,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

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

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 55 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 219,8^0 * 2,65 = 291,5 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{291,5 * 219,8}{1020 * 60} = 1,05 \text{ кВт}.$$

2. Чистовое точение поверхности до $\varnothing 120$

Глубина резания: $t = z_{31} = 1,08 \text{ мм}$, делим припуск на два прохода:

Первый проход: $t_1 = 0.4 \text{ мм}$;

Второй проход: $t_2 = 0.14 \text{ мм}$.

Подача $s = 0,07 \text{ мм/об}$ для чистового точения (табл. 14) [3. с.366].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 0,4^{0,15} * 0,07^{0,2}} * 1 = 307,02 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 307,02}{3,14 * 38} = 2572 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 38 * 2000}{1000} = 238,64 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 14) [3, с.366].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25 \text{ мм/об}$, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирическим формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ [3. с.359], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ [3. С.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 1 = 259,25 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 259,25}{3,14 * 190} = 1651,27 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi dn}{1000} = \frac{3.14 * 190 * 1400}{1000} = 219,8 \frac{м}{мин}$$

Определяем силы резания;

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

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 55 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 219,8^0 * 2,65 = 291,5 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{291,5 * 219,8}{1020 * 60} = 1,05 \text{ кВт.}$$

3. Чистовое точение поверхности до $\varnothing 58$

Глубина резания: $t = z_{31} = 1,08 \text{ мм}$, делим припуск на два прохода:

Первый проход: $t_1 = 0.4 \text{ мм}$;

Второй проход: $t_2 = 0.14 \text{ мм}$.

Подача $s = 0,07 \text{ мм/об}$ для чистового точения (табл. 14) [3. с.366].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60

мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 0,4^{0,15} * 0,07^{0,2}} * 1 = 307,02 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 307,02}{3,14 * 38} = 2572 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 38 * 2000}{1000} = 238,64 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 14) [3, с.366].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25 \text{ мм/об}$, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкости при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ [3. с.359], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ [3. С.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 1 = 259,25 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 259,25}{3,14 * 190} = 1651,27 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 190 * 1400}{1000} = 219,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

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

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp} K_{opp} K_{yp} K_{lp} K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{\varphi p}K_{\gamma p}K_{\lambda p}K_{rp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p =$$

$$= 10 * 55 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 219,8^0 * 2,65 = 291,5 \text{ H};$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{291,5 * 219,8}{1020 * 60} = 1,05 \text{ кВт.}$$

Токарная операция (085)

3. Чистовое точение поверхности до $\varnothing 140$

Глубина резания: $t = z_{31} = 1,08 \text{ мм}$, делим припуск на два прохода:

Первый проход: $t_1 = 0.4 \text{ мм}$;

Второй проход: $t_2 = 0.14 \text{ мм}$.

Подача $s = 0,07 \text{ мм/об}$ для чистового точения (табл. 14) [3. с.366].

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном продольном точении рассчитывается по эмпирической формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ (табл. 4) [3. с.360], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ (табл. 5) [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ (табл. 6) [3. 361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{60^{0,2} * 0,4^{0,15} * 0,07^{0,2}} * 1 = 307,02 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

65

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 307,02}{3,14 * 38} = 2572 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 38 * 2000}{1000} = 238,64 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Глубина резания $t = z_{11} = 1 \text{ мм}$.

При чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предыдущем проходе.

Припуск z_{11} делим на два прохода $t_1 = 0,5 \text{ мм}$, $t_2 = 0,5 \text{ мм}$.

Подача при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца (табл. 14) [3, с.366].

Назначаем подачу на подрезку торца: $s = 0,25 \text{ мм/об}$, шероховатость получаемая на данной операции $Rz = 20$.

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [2, с.178] – Т15К6

Определяем скорость резания v (м/мин). При наружном поперечном точении рассчитывается по эмпирическим формуле:

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

где C_v -коэффициент $C_v = 350$;

m, x, y – показатели степени $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$;

T – среднее значение стойкость при одно-инструментальной обработке 30-60 мин;

K_v – коэффициент является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки $K_{mv} = 1$ [3. с.359], состояние поверхности $K_{nv} = 1$ [3. с.361], материал инструмента $K_{uv} = 1$ [3. С.361].

$$K_v = K_{mv} * K_{nv} * K_{uv} = 1 * 1 * 1 = 1,$$

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{30^{0,2} * 0,5^{0,15} * 0,25^{0,2}} * 1 = 259,25 \text{ м/мин};$$

Определяем частоту вращения шпинделя;

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d},$$

где d – диаметр заготовки.

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d} = \frac{1000 * 259,25}{3,14 * 190} = 1651,27 \frac{\text{об}}{\text{мин}};$$

Принимаем частоту вращения $n = 1400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Тогда

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 * 190 * 1400}{1000} = 219,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определяем силы резания;

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

где K_p – поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов ($K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp}$), учитывающие фактические условия резания.

$$K_p = K_{mp}K_{fp}K_{gp}K_{lp}K_{rp} = 1,7 * 1 * 1,15 * 1 * 0,93 = 2,65$$

$$\begin{aligned} P_z &= 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = \\ &= 10 * 55 * 0,5^1 * 0,25^{0,66} * 219,8^0 * 2,65 = 291,5 \text{ Н}; \end{aligned}$$

Определяем мощность резания:

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{291,5 * 219,8}{1020 * 60} = 1,05 \text{ кВт}.$$

1.9 Выбор средств технологического оснащения

Ленточнопильный станок Hercules FMV320

Основные технические характеристики

Вес, кг	800
Габариты, м	1.0x2.4x1.6
Высота рабочего стола, мм	890
Размер пилы, мм	4120x34x1,1
Скорость пилы, м/мин	16-120
Мощность двигателя пилы, кВт	3
Насос СОЖ, кВт	0,06

Токарный станок с ЧПУ HASS ST-30

Макс. устанавливаемый диаметр над станиной, **806 мм**

Макс. устанавливаемый диаметр над кареткой, **527 мм**

Макс. обрабатываемый диаметр (зависит от револьвера), **464 мм**

Макс. длина обработки (без патрона), **660 мм**

Диаметр 3-х кулачкового патрона, **254 мм**

Макс. диаметр обрабатываемого прутка, **76 мм**

Диаметр отверстия в шпинделе, **88,9 мм**

Макс. частота вращения шпинделя, **3400 об/мин**

Максимальный крутящий момент, **407 Нм**

Максимальная мощность шпинделя, **22,4 кВт**

Перемещение по оси X, **318 мм**

Перемещение по оси Z, **660 мм**

Макс. осевое усилие, **22,7 кН**

Макс. скорость холостых подач, **24 м/мин**

Исполнение посадочного гнезда револьвера **VDI40**

Количество инструментальных гнезд в револьвере, **12 шт**

Макс. количество приводных станций, **12* шт**

Макс. скорость вращения приводного инструмента, **6000* об/мин**

Конус пиноли задней бабки, **№4***

Точность позиционирования, **±0,0050 мм**

Повторяемость, **±0,0025 мм**

Объем бака СОЖ, **208 л**

Вертикально- фрезерный центр HASS Vf3

Макс. перемещение по оси X, **1016 мм**

Макс. перемещение по оси Y, **508 мм**

Макс. перемещение по оси Z, **635 мм**

Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, **737 мм**

Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, **102 мм**

Длина стола, **1219 мм**

Ширина стола, **457 мм**

Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), **1588 кг**

Ширина Т-образных пазов, **16 мм**

Расстояние между Т-образными пазами, **80 мм**

Размер конуса шпинделя **40**

Максимальная частота вращения шпинделя, **8100 об/мин**

Макс. мощность шпинделя, **22,4 кВт**

Макс. крутящий момент, **122 кН**

Макс. осевое усилие, **18,7 кН**

Макс. скорость холостых подач, **25,4 м/мин**

Макс. рабочие подачи по осям XYZ, **16,5 м/мин**

Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, **20 шт**

Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), **89 мм**

Макс. масса инструмента, **5,4 кг**

Время смены инструмента (среднее), **4,2 сек**

Точность позиционирования, $\pm 0,0050$ мм

Повторяемость, $\pm 0,0025$ мм

Объем бака СОЖ, 208 л

2С125-01 Настольный вертикально-сверлильный станок

Технические характеристики

- Наибольший диаметр сверления, мм 25-31 мм
- Наибольшая высота заготовки на плите, мм 450 мм
- Размеры рабочей поверхности плиты, мм 320x320 мм
- Наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм 580 мм
- Расстояние от оси шпинделя до направляющих стойки, мм 320 мм
- Наибольшее перемещение шпиндельной головки, мм 400 мм
- Наибольшее перемещение пиноли шпинделя, мм 150 мм
- Частота вращения шпинделя, об/мин 90-1400 об/мин
- Количество скоростей шпинделя 9
- Наибольший допустимый крутящий момент, Нм 143 Нм
- Размер внутреннего конуса шпинделя Морзе 3
- Наибольшая допустимая сила подачи, 7000 Н
- Мощность, 1,5 кВт
- Масса, 400 кг
- Габаритные размеры, мм 800x430x1450

1.10 Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_s + l_{cx} + l_{nd}$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;
 l_g – величина врезания инструмента, мм;
 l_{cx} – величина схода инструмента, мм;
 l_{nd} – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{nd} = 1 \text{ мм}$.

Величина врезания инструмента:

$$l_g = \frac{t}{tg\varphi},$$

Где t – глубина резания, мм;
 φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S}$$

Основное время для первой токарной операции:

переход 1- подрезка торца (чистовая):

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + \frac{0,5}{tg45^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1400 \cdot 0,25} = 0,3 \text{ мин.}$$

переход 2 – точение поверхности (черновое).

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(39 + \frac{3}{tg90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1050 \cdot 0,5} = 0,17 \text{ мин.}$$

Переход 3 – точение поверхности (черновое):

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(35 + \frac{2}{tg90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1400 \cdot 0,5} = 0,11 \text{ мин}$$

Переход 4 – сверление отверстия

При сверлении на проход длину врезания определяют по формуле:

$$l_g = \frac{d}{2} \cdot ctg\varphi$$

$$T_{o1} = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(56,4 + \frac{25}{2} \cdot ctg59^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{350 \cdot 0,43} = 0,44 \text{ мин.}$$

Основное время для второй токарной операции:

Переход 1 – подрезка торца (чистовая)

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(50 + \frac{0,5}{\operatorname{tg}45^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1400 \cdot 0,25} = 0,3 \text{ мин.}$$

Переход 2 – точение поверхности (черновое)

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(44 + \frac{1,5}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1050 \cdot 0,5} = 0,18 \text{ мин}$$

Переход 3 – точение поверхности (черновое)

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(36 + \frac{2}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{1050 \cdot 0,5} = 0,15 \text{ мин}$$

Переход 4 – точение канавки

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(1,4 + \frac{1}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{1050 \cdot 0,1} = 0,042 \text{ мин}$$

Переход 5 – расточка отверстия

$$T_{o1} = \frac{(l + \frac{d_1}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(35 + \frac{30}{2} \cdot \operatorname{ctg}59^\circ + 1 + 1) \cdot 1}{350 \cdot 0,52} = 0,21 \text{ мин;}$$

Основное время для третьей токарной операции:

Переход 1 – точение поверхности (чистовое)

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{cx} + l_{nd}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(38 + \frac{0,4}{\operatorname{tg}90^\circ} + 1 + 1) \cdot 2}{2000 \cdot 0,07} = 0,58 \text{ мин}$$

Фрезерная операция

$$T_o = \frac{l + (\sqrt{t(D-t)} + 1) + 2}{S * n} * i = \frac{7 + (\sqrt{3.5(12-3.5)} + 1) + 2}{1000 * 0.08} * 1 = 0,18 \text{ мин}$$

2 Проектирование станочного приспособления

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

Техническое задание (ТЗ) на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [6, стр. 175].

ТЗ на проектирование специального приспособления для сверления отверстий в заготовке приведено в таблице 7.

Таблица 7 – Проектирование специального приспособления

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для сверления отверстий в заготовке диаметром 182мм сверлильном станке 2С125-01 (операция 030);
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки сверла;
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: - точную установку заготовки и надежное закрепление заготовки ступицы, а так же постоянное во времени положение заготовки относительно стола станка и режущего инструмента с целью получения необходимой точности размеров отверстий и их положения относительно других поверхностей заготовки; удобство установки, закрепления и снятия заготовки; - время установки заготовки не должно превышать 0,1мин; - рост производительности труда на данной операции на 10...15%.
Технические (тактико-технические)	Тип производства – мелкосерийный, программ выпуска деталей – 2000 ед. в год. Установочные и присоединительные размеры

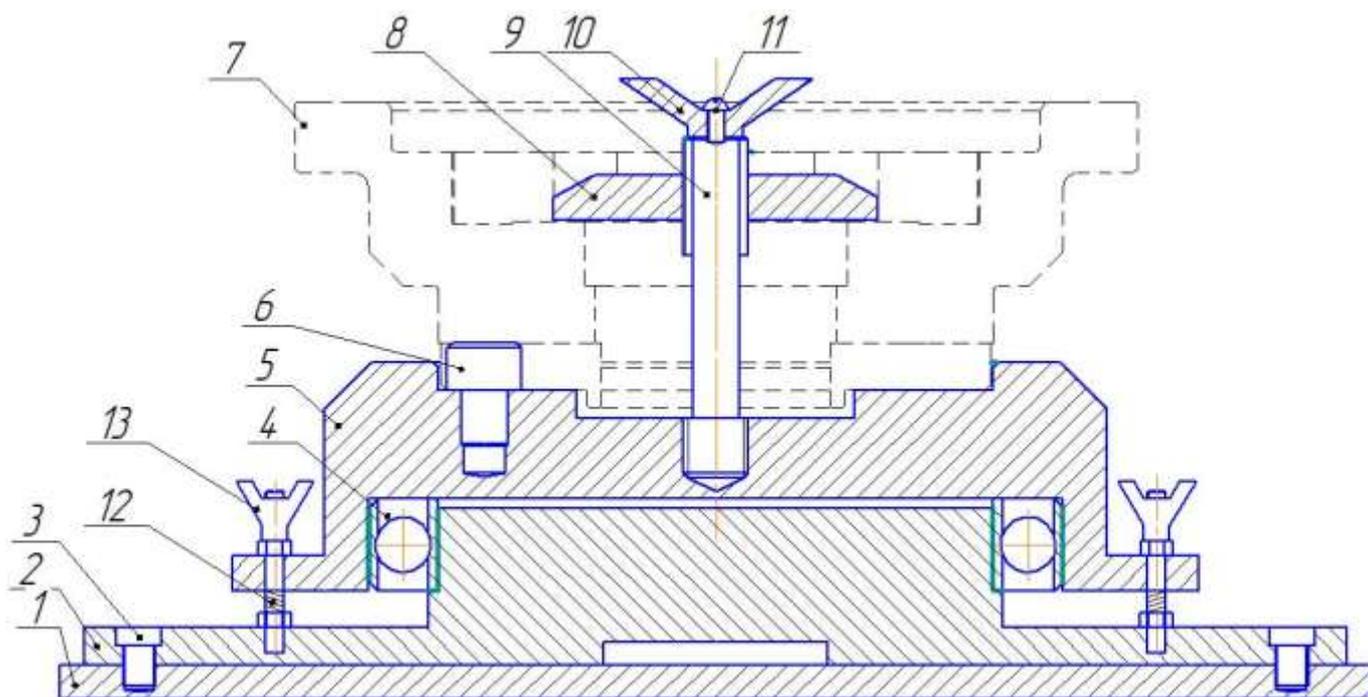
<p>требования</p>	<p>приспособления должны соответствовать станку 2С125-01.</p> <p>Регулирование конструкции приспособления не допускается.</p> <p>Время закрепления заготовки не более 0,1 мин.</p> <p>Уровень унификации и стандартизации деталей приспособления 70%.</p> <p>Приспособление обслуживается оператором 3го разряда.</p> <hr/> <p>Наибольший диаметр сверления, мм25-31мм Наибольшая высота заготовки на плите, мм450мм Размеры рабочей поверхности плиты, мм320х320мм Наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты, мм580мм Расстояние от оси шпинделя до направляющих стойки, мм320мм Наибольшее перемещение шпиндельной головки, мм400мм Наибольшее перемещение пиноли шпинделя, мм150мм Частота вращения шпинделя, об/мин90-1400об/мин Количество скоростей шпинделя 9 Наибольший допустимый крутящий момент, Нм143Нм Размер внутреннего конуса шпинделя Морзе 3 Наибольшая допустимая сила подачи, 7000 Н Мощность, 1,5кВт Масса, 400кг Габаритные размеры, мм800х430х1450</p>
<p>Документация, используемая при разработке</p>	<p>ЕСТПП. Правила выбора технологической оснастки. ГОСТ 14.305-73.</p> <p>ЕСТПП. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделий. ГОСТ 14.201-83.</p>
<p>Документация подлежащая разработке</p>	<p>Пояснительная записка (раздел – конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта приспособления для сверления отверстий, спецификация.</p>

Имея технические решения и исходные данные, представленные в ТЗ (табл.11), приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела –

создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

2.2 Выбор базовой конструкции, модернизация и описание работы приспособления

Конструкция сверлильного приспособления



Заготовка 7 устанавливается на стержень 9, центруется по диаметру $\varnothing 120$ и винтом-фиксатором 6. После чего на стержень 6 одевается кольцо 8 и зажимается ручкой 10. Приспособление фиксируется для сверления первого отверстия фиксаторами 13. После сверления первого отверстия, фиксаторы 13 оттягивают вверх и приспособление вместе с заготовкой поворачиваются благодаря подшипнику 4 на заданный угол до следующего положения, после происходит фиксация приспособления и сверление второго отверстия.

2.3 Назначение технических требований на изготовление, эксплуатацию и сборку приспособления

Для выбранного приспособления сформирует технические требования:

1. Поверхности трения смазать тонким слоем солидола Усс ГОСТ 4366-76.
2. После сборки приспособление проверить осевые люфты.

7. Маркировать: номер партии, товарный знак завода изготовителя.

Неработающие поверхности приспособления окрасить эмалью НЦ-246 серая У4ГОСТ 9825-73.

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

2.4 Расчет приспособления на точность

Заданная точность обработки заготовки в станочном приспособлении будет обеспечена, если соблюдается условие:

$$\varepsilon_z < IT$$

где ε_z - суммарная погрешность обработки;

IT- допуск на размер или на отклонение расположения обрабатываемой поверхности.

Запас точности, который необходим, в частности, для компенсации износа элементов приспособления:

$$\Delta_T = IT - \varepsilon_z$$

Межремонтный период приспособления

$$A = \frac{\Delta_T}{u}$$

и - износ элементов приспособления.

Суммарная погрешность обработки \mathcal{E}_z - следствие совокупного влияния различных факторов, порождающих потребности обработки:

$$\mathcal{E}_z = k \cdot \sqrt{\mathcal{E}_y^2 + \mathcal{E}_{cm}^2 + \mathcal{E}_{u.u}^2}$$

;

k - в зависимости от числа слагаемых $1 \div 1.2$.

\mathcal{E}_y - погрешность установки;

$$\mathcal{E}_y = \sqrt{\mathcal{E}_6^2 + \mathcal{E}_3^2 + \mathcal{E}_{пр}^2}$$

\mathcal{E}_6 - погрешность базирования;

\mathcal{E}_3 - погрешность закрепления;

$\mathcal{E}_{пр}$ - погрешность положения станочного приспособления.

В большинстве случаев эту погрешность установки и принимают за суммарную погрешность обработки и не учитывают дополнительных погрешностей :

$\mathcal{E}_{ст}$ - погрешность станка в ненагруженном состоянии (характеристики точности МРС).

$\mathcal{E}_{и.и}$ - погрешность, вызываемая размерным износом режущего инструмента.

$$\mathcal{E}_{и.и} \approx h_3 \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

h_3 - допустимый износ режущего инструмента по задней поверхности;

α - задний угол инструмента.

Принимаем:

$$\mathcal{E}_6 = \frac{\delta}{2} + \Delta;$$

где δ – допуск на отверстие, Δ – величина зазора, отсюда:

$$\varepsilon_{\delta} = \frac{\delta}{2} + \Delta = \frac{0,021}{2} + 0,017 = 0,0275 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_3 = 0,015$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,001 \text{ (по ГОСТ 24351-80)}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{пр}}^2} = \sqrt{0,0275^2 + 0,015^2 + 0,001^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_{\text{ст}} = 0,01 \text{ (по паспорту станка 1К62)}$$

$$\varepsilon_{\text{и.и}} = 0,01 \cdot \text{tg} 8^\circ$$

$$\varepsilon_z = k \cdot \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{ст}}^2 + \varepsilon_{\text{и.и}}^2} = 1 \cdot \sqrt{0,025^2 + 0,01^2 + (0,01 \cdot \text{tg} 8^\circ)^2} = 0,0269 \text{ мм.}$$

Заданная точность обработки обеспечивается, т.к

$$\varepsilon_z < IT$$

2.5 Выбор и определение сил зажима и на исходном звене

Уравнение равновесия:

$$\sum M = P_z \frac{d}{2} - (2F_{\text{тр}1} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + 2F_{\text{тр}2} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2})$$

$$F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2}$$

$$P_z \frac{d}{2} = 2F_{\text{тр}} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + 2F_{\text{тр}} \cdot d/2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{P_z \frac{d}{2}}{2 \frac{d}{2} \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{P_z}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{999}{2 \sin \frac{90}{2}} = 82,46 \text{ Н}$$

$$W = F_{\text{тр}} \cdot k/f$$

Где $k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ – коэффициент запаса [6, стр. 85]

k_0 – коэффициент гарантированного запаса, принимаем $k_0 = 1,5$;

k_1 – коэффициент учитывающий неравномерность сил резания связанных с изменением величины припуска, $k_1 = 1$;

k_2 – коэффициент возрастания силы резания вследствие затупления инструмента. При фрезеровании $k_1=1,6$;

k_3 – коэффициент учитывающий изменение силы резания при прерывистом резании. $k_3=1$;

k_4 – коэффициент учитывающий непостоянство развиваемых приводом усилий закрепления. При использовании пневмоцилиндров $k_4=1$;

k_5 – коэффициент учитывающий удобство расположения рукояток управления, $k_5=1$;

k_6 – коэффициент учитывающий неопределенность контакта заготовки с установочными элементами. $k_6=1,5$;

$$k = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 3,6$$

f – коэффициент трения, для материала стали по стали с высокой твердостью – $f=0,6$

$$W = F_{\text{тр}} \cdot \frac{k}{f} = 82,46 \cdot \frac{3,6}{0,6} = 494,8 \text{Н}$$

2.6 Проектирование технологии сборки приспособления

Составим технологическую карту сборки приспособления для сверлильной операции 030, табл.12

Таблица 12 – Маршрут технологического процесса сборки специального приспособления

№ операции	Название операции	Содержание
005	Сборка	1. Выставить плиту 2 на стол станка 1 с помощью болтов 3. 2. На плиту 2 запрессовать подшипник 4. 3. На подшипник 4 запрессовать плиту 5 и вкрутить в него фиксатор 6. 4. Вкрутить стержень 9 в плиту 5.

010	Контрольная	Проверить отклонение от параллельности плиты 5 относительно стола станка 1;
-----	-------------	---

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л22	Панчеву Олегу Александровичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроения»

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

:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя - 26300 руб. Оклад инженера - 17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премиальный коэффициент руководителя 30%; Премиальный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 40%; Доплаты и надбавки инженера 20%; Дополнительной заработной платы 14%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценочная карта конкурентных технических решений*
2. *График Гантта*
3. *Расчет бюджета затрат НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Панчев Олег Александрович		

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Умение рационально и эффективно использовать ресурсы является неотъемлемой частью ресурсоэффективности и ресурсосбережения финансового менеджмента.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является совершенствование технологического процесса изготовления детали «Ступица лебедки», отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Основными потребителями являются компании нефтегазовой и машиностроительной отрасли.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить потенциальных потребителей результатов исследования;
- проанализировать конкурентные технические решения;
- структурировать работу в рамках научного исследования;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения научного исследования;
- рассчитать бюджет научно-технического исследования.

3.2 Анализ конкурентных технических решений

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Производительность труда рабочего	0,15	85	100	0,85	0,1275
2. Время изготовления детали	0,14	97	100	0,97	0,1358
3. Качество изготовления детали	0,14	100	100	1	0,14
4. Вид получения заготовки детали	0,08	65	100	0,65	0,052
5. Уровень квалификации рабочего	0,1	94	100	0,94	0,094
6. Количество операция технологического процесса	0,07	52	100	0,52	0,0364
7. Гибкость технологического процесса	0,06	33	100	0,33	0,00198
8. Цена детали	0,11	35	100	0,35	0,0382
9. Уровень сложности изготовления детали	0,06	87	100	0,87	0,0522
10. Уровень автоматизации	0,09	70	100	0,70	0,063

технологического процесса					
Итого	1	718	100	7,16	0,74108

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i,$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{cp} = 12,75 + 13,58 + 14 + 5,2 + 9,4 + 3,64 + 0,198 + 3,82 + 5,22 + 6,3 = 74,108$$

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя P_{cp} получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая.

Значение $P_{cp} = 74,108$ показывает, что перспективность модернизации технологического процесса изготовления детали «Ступица лебедки» на рынке выше среднего.

3.3 Планирование комплекса работ на создание проекта

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 1.

Таблица 1- Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель, студент-дипломник
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Студент-дипломник
	3	Выбор моделей и способов анализа	Руководитель, Студент-дипломник
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Разработка моделей для исследования	Руководитель, студент-дипломник
	6	Поиск методов решения	Студент-дипломник
	7	Реализация моделей	Руководитель, Студент-дипломник
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник,
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник
Оформление отчета по НИР	10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник

3.4 Определение трудоемкости работ

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле:

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

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

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

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

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

Где: T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k$$

Где: T_{ki} - продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

T_{pi} - продолжительность одной работы, раб. дн.;

k - коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}},$$

Где: $T_{кг}$ - количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ - количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ - количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 102 - 16} = 1,48,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел.

Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2- Временные показатели проведения

№ Раб.	Исполнители	Продолжительность работ					$U_i, \%$	$\Gamma_I, \%$
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	T_p	T_k		
1	Руководитель, студент-дипломник	1	4	2,2	1,1	2	1,5	1,5
2	Студент-дипломник	15	30	21	21	32	29,3	30,85
3	Руководитель, студент-дипломник	3	6	4,2	2,1	4	2,9	33,75
4	Руководитель, студент-дипломник	2	6	3,6	1,8	3	2,5	36,3
5	Руководитель, студент-дипломник	15	40	25	12,5	19	17,45	53,75
6	Студент-дипломник	2	6	3,6	3,6	6	5	58,8
7	Руководитель, студент-дипломник	14	30	20,4	10,2	16	14,24	73
8	Студент-дипломник	1	5	2,6	2,6	4	3,6	76,65
9	Руководитель, студент-дипломник	2	10	5,2	2,6	4	3,6	80,28
10	Студент-дипломник	10	20	14	14	21	19,5	99,8
Итого						111		

3.5 Построение графика работ

Наиболее удобным и наглядным видом календарного плана работ является построение ленточного графика проведения НИР в форме диаграмм Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в рамках таблицы 3 с разбивкой по месяцам и неделям (7 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 3 - Календарный план проведения НИР

Этапы	Вид работы	Исполнители	t_k	Февраль	Март	Апрель	Май
1	Составление и утверждение задания НИР	Руководитель, студент-дипломник	2				
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Студент-дипломник	32				
3	Выбор моделей и способов анализа	Руководитель, студент-дипломник	4				
4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник	3				
5	Разработка моделей для исследования	Руководитель, студент-дипломник	19				
6	Поиск методов решения	Студент-дипломник	6				
7	Реализация моделей	Руководитель, студент-дипломник	16				
8	Анализ полученных результатов, выводы	Студент-дипломник	4				
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник	4				
10	Составление пояснительной записки	Студент-дипломник	21				

3.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (4.1)$$

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

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

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

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 4- Материальные затраты

Наименование	Еденица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм),руб
Бумага А4	лист	150	3	540
Бумага А1	лист	10	10	120
Картридж для принтера	шт.	2	1200	2880
Интернет	абонент. плата/месяц	4	350	1680
Ручка	шт.	5	20	120
Тетрадь	шт.	1	10	12
Дополнительная литература	шт.	4	250	1200
Итого:				6552

Основная заработная плата исполнителей темы

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

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы приводится в таблице 5.

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

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, (7)$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

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

$$З_{осн} = T_p \cdot З_{дн}, (8)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_M * M}{F_0}, (9)$$

где $З_M$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

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

Таблица 5 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	72
Действительный годовой фонд рабочего времени	199	175

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p, (10)$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от Z_{tc});

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

Таблица 6 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_{tc} , тыс. руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , тыс. руб.	$Z_{дн}$, тыс. руб.	Тр, раб. дн.	$Z_{осн}$, тыс. руб.
Руководитель	26,3	0,3	0,4	1,3	58,12	3,04	8	24,32
Студент	17,0	0,2	0,2	1,3	30,98	1,98	92	182,16
Итого $Z_{осн}$:								206,48

Основная заработная плата научного руководителя составила 24,32 тыс. рублей, заработная плата студента – 182,16 тыс. рублей. Общая основная заработная плата составила 206,48 тыс. рублей.

Дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (11)$$

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

Следовательно дополнительная заработная плата научного руководителя будет равной: $Z_{\text{доп}} = 0,14 * 24,32 = 3,405$ тыс. руб., а для студента $Z_{\text{доп}} = 0,14 * 182,16 = 25,502$ тыс. руб.

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2017 г.

в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Таблица 7 - Отчисления во внебюджетный фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб.	Дополнительная заработная плата, тыс. руб.
Руководитель	24,32	3,405
Студент	182,16	25,502
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого:	70,6	

По расчетам из таблицы 8 отчисления во внебюджетные фонды от научного руководителя –8317 рублей, от студента – 62299 рублей. Общие отчисления составляют 70 616 рублей.

Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = (\sum статей) \cdot k_{нр}, [13]$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, накладные расходы равны:

$$Z_{накл} = (6552+206480+28907+70616) * 0,16 = 50008,8 \text{ руб.}$$

Таблица 8 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат
1. Материальные затраты НТИ	6552	0,018
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	206480	0,57
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	28907	0,08
4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	70616	0,195
5. Накладные расходы	50008,8	0,138
6. Бюджет затрат НТИ	362563,8	1

Бюджет затрат на разработку ТП составил 362563,8 рублей.

3.7 Определение эффективности исследования

В результате выполнения работы будут достигнуты поставленные задачи по сокращению расходов на проектирование технологического процесса детали «Ступица лебедки».

Основными потребителями являются компании нефтегазовой и машиностроительной отрасли.

По технологии QuaD значение $P_{cp} = 74,108$ показывает, что перспективность модернизации технологического процесса изготовления детали «Ступица лебедки» на рынке выше среднего.

В рамках научного исследования работа состоит из 5 заданий:

- Разработка задания на НИР
- Выбор направления исследования

- Теоретические и экспериментальные исследования
- Обобщение и оценка результатов
- Оформление отчета по НИР

Разработка задания на НИР занимает 2 дня.

Выбор направления исследования занимает 39 дней.

Теоретические и экспериментальные исследования занимает 41 день.

Обобщение и оценка результатов занимает 8 дней.

Оформление отчета по НИР занимает 21 день

Бюджет затрат на выполнение проекта, которые составили 362563,8 рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л122	Панчеву Олегу Александровичу

Институт	ИНЭО	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема дипломной работы: Разработка технологического процесса производства детали: «Ступица лебедки», проектирования приспособления.

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»
<p>Целью данной работы является разработка технологического процесса производства детали: «Ступица лебедки на ООО Сибирская машиностроительная компания.</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 веществами – бензапирен, фенолы и др., которые могут образовываться в процессе работы установки, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от силового блока плазмореактора, вентиляции, обеспечить безопасные значения электромагнитных полей от силового блока плазмореактора);</p> <p>опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания энергоблока плазмореактора и освещенности лаборатории, наличии горючих (СО) и взрывоопасных газов (водород) 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 образующихся отходов: «черновые» листы бумаги, отработанные картриджи, принтеры и др. оргтехника, металлическая стружка, технологические жидкости; - 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 реагентов, 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</p>

(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
<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; пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).</p>
<p>¶ Охрана окружающей среды:</p> <p>организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации установки, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).</p>
<p>¶ Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>¶ Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</p>
<p>Перечень графического материала:</p> <p>1) Пути эвакуации</p> <p>2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	Доктор технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л22	Панчев Олег Александрович		

4.1 Общие понятия

В данном разделе ВКР объектом исследования является ООО «Сибирская машиностроительная компания» (далее «СМК»). Компания основана в 1999г. на базе научно-исследовательского института Технологии машиностроения и механообрабатывающего производства томского филиала Ракетно-космического агентства. Современное гибкое автоматизированное производство позволяет считать компанию «СМК» как одну из ведущих компаний Томской области в машиностроительном производстве.

В исследовании рассмотрим опасные и вредные производственные факторы производства, в частности производства детали «ступица лебедки», влияние этих факторов на работоспособность работников цеха. Выявим причины их возникновения и возможные методы защиты для минимизации воздействия фактора.

4.1.1 Производственная безопасность

В машиностроительном производстве присутствует целый ряд опасных и вредных факторов, которые негативно влияют на состояние здоровья человека, снижают производительность труда и качество выпускаемой продукции.

Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «поршень лебедки»

Таблица 1.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы».)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Закрытые производственные помещения. Небольшая территория. 2) двигатели приводов; - зубчатые передачи; - подшипники качения; - неуравновешенные вращающиеся части станка; - силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями; - установки кондиционирования и вентиляции воздуха 3) неуравновешенные силовые воздействия, соударение деталей; 4) производственный цех, отделение неразрушающих методов контроля, травления и	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте 3. Повышенный уровень вибрации 4. повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	5. Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; 6. Влияние напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	ГОСТ ИСО 8995-2002 «Освещение рабочих систем внутри помещений» ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.012-90 и СН № 3044-84 «Допустимые уровни общей вибрации» ГОСТ 12.2.003-74 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»

операции полировки, окрашивания;			
----------------------------------	--	--	--

4.1.2 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.

Таблица - 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.

4.1.3 Повышенная запыленность и загазованность воздуха

При изготовлении детали «ступица лебедки» наблюдается минимальная запыленность рабочей зоны. Обработка происходит на токарном станке HAAS ST-30, оснащённом защитным экраном с использованием СОЖ.

Машиностроительные заводы обязаны проводить мероприятия по очистке воздуха рабочей зоны.

Источниками загрязнения воздуха рабочей зоны в цехе являются непосредственно производственный цех, отделение неразрушающих методов контроля, травления и операции полировки, окрашивания. Так же в труднодоступных местах станков и установок скапливается достаточно пыли.

Исследования, проведенные на заводах машиностроения, показывают, что запыленность рабочих помещений колеблется в широких пределах в зависимости от характера производства, технологического процесса, состояния оборудования и технических мер борьбы с пылью.

В зависимости от указанных условий в воздухе рабочих помещений можно обнаружить количество пыли от $0,1 \text{ мг/м}^3$ и меньше до десятков миллиграмм и от десятков и сотен до десятков тысяч микроскопических пылевых частиц в 1 см^3 воздуха. Следует, однако, отметить, что запыленность воздуха рабочих помещений в настоящее время значительно ниже, чем была 10 лет назад. Объясняется это рационализацией технологических процессов и оборудования, а также совершенствованием и широким применением специальных технических мер по борьбе с пылью, о чем будет сказано, ниже.

Учитывая значительную агрессивность кварцевой пыли, Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (СН 245—71) устанавливают следующие предельно допустимые концентрации пыли в воздухе рабочих помещений: при содержании в пыли более 70% свободной двуокиси кремния— 1 мг/м^3 , при содержании ее от 10 до 70% — 2 мг/м^3 и при содержании меньше 10% — в пределах $3—4 \text{ мг/м}^3$.

Для пыли стеклянного и минерального волокна установлена предельно допустимая концентрация 4 мг/м^3 , для пыли искусственных абразивов (корунда, карборунда) — 6 мг/м^3 и т. д. Всего нормировано более двух десятков видов нетоксичной пыли.

Нормативные значения параметров микроклимата и требования к составу воздуха рабочей зоны определены «Санитарными нормами микроклимата производственных помещений № 4088-86» и СНИП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

№ п/п	Наименование вещества	№ по CAS	Формула	Величина ПДК, (мг/м ³)	Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Углерод оксид	630-08-0	CO	20	п	4	
2	Кремний диоксид кристаллический (кварц, кристобалит, тридимит) при содержании в пыли более 70 % (кварцит, динас и др.)			1*	а	3	Ф
3	Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 10 до 70 % (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др.) а) искусственное минеральное волокно			2* 2/0,5	а а	3 3	Ф Ф
4	Сероводород в смеси с углеводами C ₁ -C ₅			3	п	3	
5	Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)			5	п	3	
6	Азотная кислота +	7697-37-2	HNO ₃	2	а	3	
7	Серная кислота*	7664-93-9	H ₂ O ₄ S	1	а	2	
8	Азота диоксид	10102-44-0	NO ₂	2	п	3	О
9	Хлор диоксид*	10049-04-4	Cl O ₂	0,1	п	1	О

Одним из основных мероприятий является обеспечение надлежащего воздухообмена. Для этого предусмотрены местные отсасывающие устройства, обеспечивающие удаление избыточной температуры, абразивной пыли и вредных веществ, а также приточно-вытяжная общеобменная система вентиляции. В помещении в процессе работы периодически должно контролироваться содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Для их определения производят периодический отбор проб. Периодичность устанавливается органами санитарного надзора. Пробы воздуха берут на участке полирования и в отделении неразрушающих методов контроля в зоне дыхания при характерных производственных условиях.

4.1.4 Производственный шум

При изготовлении детали «ступица лебедки» основным источником шума является токарный станок HAAS ST-30.

Шум на производстве наносит большой ущерб, неблагоприятно действуя на организм человека и снижая производительность труда. При повышенных нормах шума происходит утомление рабочих, что приводит к увеличению числа ошибок при работе и способствует возникновению травм.

Основные источники шума при работе токарных станков:

- двигатели приводов;
- зубчатые передачи;
- подшипники качения;
- неуравновешенные вращающиеся части станка;
- силы инерции, возникающие из-за движения деталей механизмов станка с переменными ускорениями;
- установки кондиционирования и вентиляции воздуха.

Нормативным документом, регламентирующим допустимые уровни шума, является «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. № 3223-85». По ГОСТ 12.1.003-83 на рабочих местах и рабочих зонах в производственных помещениях допустимый эквивалентный уровень шума составляет 80 дБА (опасный для слуха уровень шума составляет 134 дБА).

При проектировании и установке производственного оборудования уделяется большое внимание к бесшумной работе механизмов, которые являются источниками шума.

Для уменьшения шума на рабочем месте предусмотрены следующие мероприятия:

- применение современных станков с ЧПУ;
- замена металлических деталей деталями из материалов с большим акустическим сопротивлением (пластмассы и др.);
- замена подшипников качения подшипниками скольжения;
- применение материалов с большим внутренним трением (резина, пластмасса, войлок и др.);
- установка экранов, звукоизолирующих кожухов, ограждений и звукоизолирующих покрытий;
- установка глушителей аэродинамических шумов, создаваемых вентиляторами и компрессорами; смазки трущихся поверхностей в сочленениях;
- применение СОЖ при обработке деталей.

Все условия на ООО «Сибирская машиностроительная компания» выполняются непосредственно за счет использования станков с ЧПУ.

В ходе исследования освещения участка рабочей зоны изготовления детали «поршень лебедки» выявлено, что при механической обработке на стане ЧПУ уровень шума не превышает допустимых значений, что благоприятно сказывается на продуктивной работе цеха в целом.

4.1.5 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в лаборатории, где происходит периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при постоянном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения не должна быть ниже 150 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 (факел плазмы в камере с катализатором) 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 150 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м;

B – ширина, м.

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}^2$$

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

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2600$ Лм.

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

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,1$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,3$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = h_n - h_p,$$

где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 3,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:
 $h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2,0$ м.

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

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

Число рядов светильников в помещении:

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

Число светильников в ряду:

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

Общее число светильников:

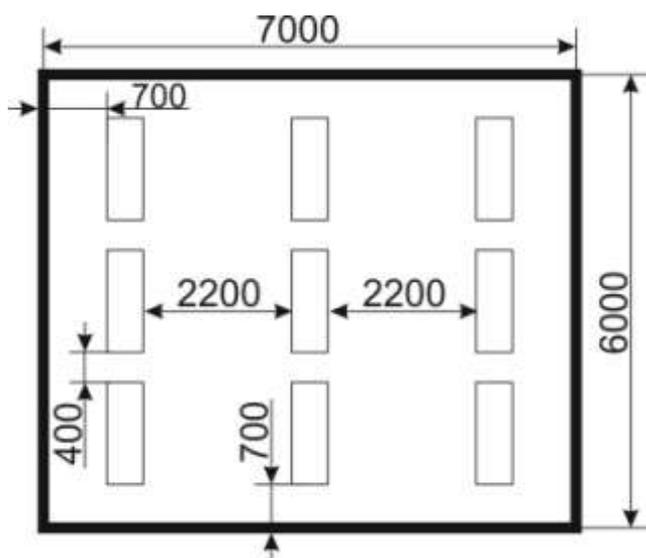
$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 3 = 9$$

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

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

Размещаем светильники в три ряда. На схеме изображен план помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.

План- схема помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами.



Индекс помещения определяется по формуле:

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

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

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_{\Pi} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{9 \cdot 0,47} = 2457,44 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

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

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,44}{2600} \cdot 100\% = 5,5\%.$$

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

4.1.6 Повышенный уровень вибрации

Причиной возникновения вибраций при изготовлении детали «поршень лебедки» могут являться возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия. В одних случаях их источниками являются возвратно-поступательно движущиеся детали в других случаях неуравновешенные вращающиеся массы. Иногда вибрации создаются ударами деталей. Наличие дисбаланса во всех случаях приводит к появлению неуравновешенных центробежных сил, вызывающих вибрацию. Причиной дисбаланса может явиться неоднородность материала вращающегося тела, несовпадение центра массы тела и оси вращения, деформация деталей от неравномерного нагрева при горячих и холодных посадках.

Влияние вибрации на организм человека

Таблица 3

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016-0,050	40-50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051-0,100	40-50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101-0,300	50-150	Возможное заболевание
0,101-0,300	150-250	Вызывает виброболлезнь

Основные виды вибрации:

Общепринятым является деление вибраций на общие и местные.

Общая вибрация — это колебание всего тела, передающееся с рабочего места.

Локальная вибрация (местная вибрация) — это приложение колебаний только к ограниченному участку поверхности организма.

На производстве распространены оба вида вибрации: локальная — через руки (чаще всего при работе с ручными машинами), общая (по всему телу) — при положении сидя или стоя на рабочем месте (у машины и технологического оборудования).

Для ослабления действия вибрации на организм человека приняты следующие меры по предупреждению распространения вибрации:

- уравнивание вращающихся масс.
- уменьшение технологических допусков на изготовление и сборку машин и инструментов.
- использование специальных виброизолирующих перчаток.
- исключение возможности охлаждения рук рабочего во время работы.
- уменьшение вибрации на пути её распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения (пористая резина, поролон, пенопласт, войлок и др.).
- ограничение времени воздействия вибрации на руки рабочего (ГОСТ 12.1.012-90 п.5).

На технологическом оборудовании и участке при производстве детали «поршень» вибрация находится в допустимых значениях. Это достигается за счет использования современных станков с ЧПУ, за счет мягкого материала детали (Бронза БраЖ9-4), низких подач и использовании вибропоглощающих материалов.

4.1.7 Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;

При изготовлении детали «ступица лебедки» следует учитывать все опасности, возникающие при проведении работ в автоматическом, ручном режимах и/или выполнении операций, требующих вмешательства оператора или другого персонала (например, наладка, уборка и ремонт). Анализ неисправностей и выхода из строя компонентов станка, включая повреждения элементов системы (систем) управления, является частью оценки риска. Указания по этим вопросам приведены в ЕН 954-1.

Из основных опасностей особое внимание уделяется следующим:

- выбросу режущих инструментов, элементов зажимных патронов, обрабатываемых деталей или их частей, включая стружку;

- захвату или наматыванию на вращающиеся части станка, в частности на зажимные патроны, режущие инструменты и обрабатываемые детали;
- отрезанию и раздавливанию между движущимися частями и неподвижными/движущимися частями станка.

Основными зонами риска являются:

- рабочие зоны с вращающимся шпинделем (шпинделями), устройства для крепления обрабатываемой детали (например, зажимной патрон), суппорт (суппорта), револьверная головка (головки), обрабатываемая деталь (детали), копировальное устройство (устройства), неподвижные люнеты, задняя бабка, стружка, устройство для удаления стружки (если оно встроено в станок);
- устройства для загрузки/выгрузки заготовок, в том числе устройства для подачи прутков в случае их применения, используемые в станках с горизонтальной компоновкой;
- задняя часть шпинделя;
- сменные зубчатые колеса;
- ходовой винт.

Источниками движущихся частей также являются транспортные устройства. Основной величиной характеризующей опасность подвижных частей является скорость их перемещения. Согласно ГОСТ 12.2.009-80 опасной скоростью перемещения подвижных частей оборудования, способных травмировать ударом, является скорость более 0,15 м/с.

Движущиеся части оборудования представляют опасность травмирования рабочего в виде ушибов, порезов, переломов и др., которые могут привести к потере трудоспособности.

В соответствии с ГОСТ 12.2.003-74 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности» движущие части производственного оборудования, если они являются источником опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых не допускается функциональным их назначением.

Одним из важных условий безопасного труда является недоступность подвижных частей оборудования, для рабочего, в ходе технологического процесса.

Для этого проводят следующие мероприятия:

- устанавливают защитные устройства (местные ограждения, крышки, кожуха и др.).
- крупногабаритные перемещающиеся части оборудования и транспортные устройства окрашивают чередующимися под углом 45° полосами желтого и черного цветов.
- на наружной стороне ограждений наносят предупреждающий знак опасности по ГОСТ 12.4.026-76.
- устанавливают предохранительные и блокирующие устройства предотвращающие поломку деталей станков, самопроизвольное опускание шпинделей, головок, бабок и др. частей.
- устанавливают тормозные устройства обеспечивающие остановку шпинделя в течение не более 5 сек. Для этого применяются колодочные тормозные устройства и торможение электродвигателя противовключением.

- при установке заготовок и снятии деталей применяются автоматические устройства (механические руки, револьверные приспособления и др.) для исключения соприкосновения рук станочников с движущимися приспособлениями и инструментом.

- контроль на станках размеров обрабатываемых заготовок и снятие деталей для контроля проводится лишь при отключенных механизмах вращения или перемещения заготовок, инструмента и приспособлений.

4.1.8 Поражение электрическим током.

Так как изготовление детали «ступица лебедки» происходит на автоматизированном токарном станке с ЧПУ. Возможны следующие основные причины поражения электрическим током:

1. Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением.
2. Появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования — корпусах, кожухах и т. п. — в результате повреждения изоляции и других причин.
3. Появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки.
4. Возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И НОМЕНКЛАТУРА ВИДОВ ЗАЩИТЫ.

Для защиты от поражения электрическим током в нормальном режиме должны быть применены по отдельности или в сочетании следующие меры защиты от прямого прикосновения:

- основная изоляция токоведущих частей;
- ограждения и оболочки;
- установка барьеров;
- размещение вне зоны досягаемости;
- применение сверхнизкого (малого) напряжения.

Приведем основные мероприятия по снижению уровней воздействия и устранению влияния опасных и вредных производственных факторов, применяемые на ООО «Сибирская машиностроительная компания»:

- Механизация и автоматизация производства.
- Оградительные средства защиты , препятствующие попаданию человека в опасную зону и распространению опасных и вредных факторов
- Предохранительные устройства защиты от возникновения аварийных режимов
- Устройства сигнализации, сообщающие персоналу о возникающих аварийных ситуациях.
- Знаки безопасности. Средства коллективной защиты персонала от опасных и вредных производственных факторов.
- Профилактика для уменьшения негативного воздействия вредных веществ на здоровье человека.

4.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

4.2.1 Факторы электрической природы

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Производственные помещения относятся к категории с особой опасностью 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 электрозащитными средствами в электроустановках напряжением выше 1000 В являются изолирующие штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, указатели напряжения, а также изолирующие устройства и приспособления для ремонтных работ (площадки, изолирующие звенья телескопических вышек и пр.).

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с

изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами — диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Изолирующие клещи применяют в электроустановках до 35 кВ для операций под напряжением с плавкими вставками трубчатых предохранителей, а также для надевания и снятия изолирующих колпаков на ножи однополюсных разъединителей.

При пользовании изолирующими клещами оператор должен надевать диэлектрические перчатки и быть изолированным от пола или грунта; при смене патронов трубчатых предохранителей он должен быть в очках. Клещи нужно держать в вытянутых руках.

Средства защиты работающих по характеру их применения подразделяют на две категории: средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты. Последние применяют в тех случаях, когда безопасность работающих не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией технологических процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

К средствам коллективной защиты относят средства, применяемые для защиты 2 чел и более. В зависимости от назначения эти средства подразделяются на 17 классов (ГОСТ 12.4.011—89):

- средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест — устройства для поддержания нормируемого уровня барометрического давления, вентиляции и очистки воздуха, кондиционирования воздуха, локализации вредных факторов, отопления, автоматического контроля и сигнализации, дезодорации воздуха;

- средства нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест — источники света, осветительные приборы, световые проёмы, светозащитные устройства, светофильтры;

- средства защиты от ионизирующих и инфракрасных излучений — оградительные и герметизирующие устройства, устройства для вентиляции и очистки воздуха, для транспортирования и хранения изотопов, емкости для радиоактивных отходов, защитные покрытия, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, знаки безопасности;

- средства защиты от ультрафиолетовых излучений — оградительные устройства, устройства для вентиляции воздуха, автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, знаки безопасности;

- средства защиты от электромагнитных излучений — оградительные и герметизирующие устройства, защитные покрытия, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления, знаки безопасности;

- средства защиты от магнитных и электрических полей — оградительные устройства, защитные заземления, экраны, изолирующие устройства и покрытия, знаки безопасности;

- средства защиты от излучения лазеров — оградительные устройства, знаки безопасности;

- средства защиты от шума, вибрации и ультразвука — оградительные, звукоизолирующие, звукопоглощающие, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие устройства, глушители шума, устройства автоматического контроля и сигнализации, дистанционного управления;

- средства защиты от поражения электрическим током — устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и зануления, автоматического отключения, выравнивания потенциалов и понижения напряжения, устройства дистанционного управления, предохранительные устройства, молниеотводы и разрядники, знаки безопасности;

- средства защиты от статического электричества — заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества;

- средства защиты от высоких и низких температур окружающей среды — устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, термоизолирующие, дистанционного управления, радиационного обогрева и охлаждения;

- средства защиты от воздействия механических факторов - устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации; предохранительные, дистанционного управления, тормозные, знаки безопасности труда;

- средства защиты от воздействия химических факторов — устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, герметизирующие, для вентиляции и очистки воздуха, для удаления токсичных веществ, дистанционного управления, знаки безопасности;

- средства защиты от воздействия биологических факторов — оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, стерилизации, дератизации, устройства герметизирующие для вентиляции и очистки воздуха, знаки безопасности.

Дополнительные электрозащитные средства в электроустановках. К дополнительным изолирующим электрозащитным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, резиновые коврики и дорожки, изолирующие подставки на фарфоровых изоляторах и переносные заземления.

Электрический ток, проходя через тело человека, может поразить отдельные участки тела в виде ожогов и металлизации кожи или воздействовать на нервную систему и мышцы, в результате чего могут произойти судороги мышц, остановка дыхания, фибриляция (беспорядочное подёргивание сердечной мышцы) и остановка сердца, что в свою очередь, может привести к смертельному исходу.

Влияние электрического тока на различных людей зависит от целого ряда условий. Так, сопротивляемость человеческого тела значительно понижается, когда он работает в условиях повышенной влажности и высоких температур (свыше +30 С), когда человек потный, когда кожа и одежда загрязнены металлической пылью или увлажнены, когда человек утомлён, расстроен, раздражён, находится в нетрезвом состоянии. Особенно опасно попадание под напряжение, людей страдающих нервными и сердечными болезнями, так как они имеют чрезвычайно пониженную сопротивляемость электрическому току.

Люди уравновешенные, со здоровым сердцем и нервной системой, сухим, чистым телом, а также в трезвом состоянии имеют большую сопротивляемость току .

Сопротивление сухой неповреждённой кожи человека может быть до 80 000 Ом, сопротивление внутренних органов составляет 800 - 1000 Ом, поэтому расчетное сопротивление человека электрическому току принимается равным 1000 Ом. (1 кОм).

Безопасным для организма человека можно считать переменный ток силой не выше 0,05 А ток силой более 0,05 - 0,1 А опасен и может вызвать смертельный исход.

Безопасным напряжением для человека считается напряжение 42В в нормальных условиях и 12В в условиях повышенной опасностью (сырость, высокая температура, металлические полы и др.).

Производственные помещения по наличию в них условий для поражения людей электротоком подразделяются на три категории: особо опасные, с повышенной опасностью и без повышенной опасности . Помещения особо опасные характеризуются наличием одновременно двух или более признаков: высокой влажностью, высокой температурой (более 30 С), токопроводящей пыли, токопроводящих полов, стен и др. Помещения с повышенной опасностью характеризуются одним из вышеперечисленных признаков . В помещениях без повышенной опасности указанные признаки отсутствуют.

Поражение человека электрическим током возможно в следующих случаях:

- а) когда человек прикоснулся к конструкциям, находящимся под напряжением, или к одному проводнику электрического тока, а сам стоит на земле или токопроводящей конструкции;
- б) когда человек прикоснулся руками или другими частями тела одновременно к двум проводникам электрического тока, независимо от того стоит ли он на токопроводящей конструкции. Прикосновение к токопроводящим частям, находящимся под напряжением, вызывает судорожное сокращение мышц, в следствии этого пальцы пострадавшего, держащего провод руками могут так сильно сжиматься, что высвободить провод из его рук становится невозможным

Всё электрическое оборудование и электрические приёмники, металлические корпуса рубильников и распределительных пунктов, ящиков должны иметь надёжное защитное заземление .

Токоведущие части электрического оборудования, рубильников, распределительных щитов должны иметь надёжные кожуха, двери, не имеющие открытых отверстий, щелей и закрывающиеся на запорное устройство

Электропроводка должна выполняться изолированными проводами и подвешиваться на высоте не менее 2,5 метров, если рабочее напряжение в

Освобождение пострадавшего от действия тока напряжением свыше 1000 В может быть произведено только одним способом. Это отключение соответствующей части электрической установки специально обученными людьми. Пострадавшему следует оказать посильную доврачебную помощь.

4.2.2 Факторы пожарной и взрывной природы

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_{1n} , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 производственные помещения относятся к категории Г - негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива

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.

План-схема эвакуации

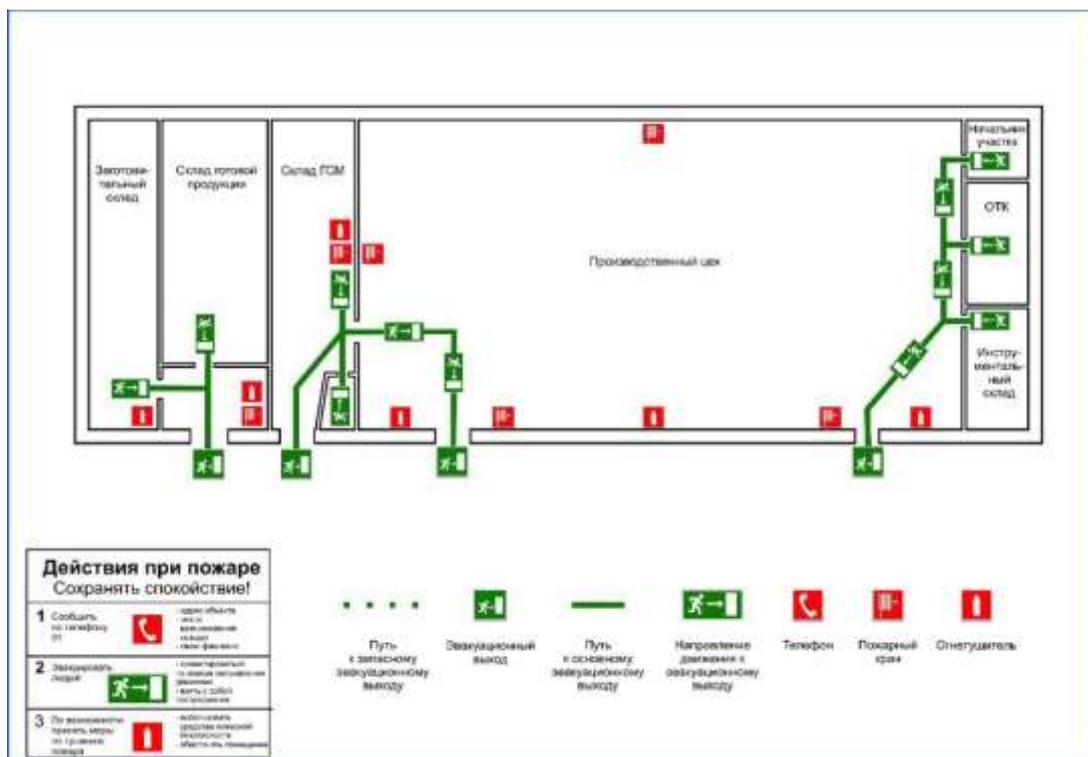


Рис. Пути эвакуации.

4.3 Охрана окружающей среды

В современных условиях одной из важнейших задач является защита окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий, энергетических систем и транспорта в атмосферу, водоемы и недра земли на данном этапе развития достигли таких размеров, что в ряде крупных промышленных центров, уровни загрязнений существенно превышают допустимые санитарные нормы.

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений. В процессе шлифования и полирования выделяется большое количество мелкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30 - 40 % состоит из материала обрабатываемого круга, на 60 - 70 % из материала изделия. Вредные вещества выделяются и в период нанесения покрытия, а также при его высыхании.

Для восстановительных целей (охлаждение деталей и узлов технологического оборудования: промывка, обогащение и чистка исходных материалов или продукции) на машиностроительных предприятиях используется вода. На основе

анализа систем водоснабжения определено количество воды, потребляемое и сбрасываемое машиностроительными предприятиями. При обработке металлов вода используется для охлаждения инструмента, на промывке деталей, при этом сточные воды загрязняются минеральными маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами. Основное загрязнение вносят смазочно-охлаждающие жидкости, применяемые при обработке на металлорежущих станках. Вода используется также для приготовления растворов электролитов, промывочных операций перед нанесением покрытий и перед сушкой деталей, наполнения ванн улавливания загрязненных веществ, а также промывки деталей после нанесения гальванических покрытий. Из всех видов сточных вод машиностроительных предприятий стоки гальванических цехов загрязнены в большей степени ядовитыми химическими веществами, при этом концентрации загрязнений существенно зависят от вида технологического процесса нанесения гальванических покрытий.

Твердые отходы в машиностроении образуются в процессе продукции в виде амортизационного лома (модернизация оборудования, оснастки, инструментов); стружки и опилок (древесных и металлических); шлаков и золы; осадков и пыли (отходы системы очистки воздуха). Отходы в основном образуются при: производстве проката (обдирочная стружка, опилки, окалина); механической обработке (высечки, обрезки). В соответствии с ГОСТ1639 - 78 на предприятиях организуется сбор лома цветных металлов.

Основными источниками вибраций в окружающей среде служат: технологическое оборудование (молоты, штампы и прессы); мощные энергетические установки (насосы, двигатели, компрессоры), а также некоторые транспортные системы. Во всех случаях вибраций, распространяются они по грунту и достигают фундаментов общественных жилых зданий.

При передаче вибраций через фундаменты и грунты опасность представляет неравномерная осадка фундаментов и грунта, что может привести к разрушению расположенных на них инженерных и строительных конструкций. Допустимые уровни вибраций в жилых домах, условия и правила их измерения и оценки регламентируются "Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах" №1304 - 75.

Наиболее активной формой защиты от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий на окружающую среду является безотходная технология - комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до минимума количества вредных выбросов, что уменьшает воздействие отходов на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят:

- Создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием минимального количества отходов;
- Разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод;
- Разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы (стружка, СОЖ);

Существует и множество других мероприятий по защите окружающей среды:

- Механизация и автоматизация производственных процессов.
- Применение технологических процессов и оборудования, исключающих появление вредных факторов.
- Устройство и оборудование вентиляции и отопления.
- Применение средств воздухоочистки.
- Предотвращение выброса вредных веществ в окружающую среду.
- Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.

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

4.4 Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях.

Устойчивость работы объектов экономики в чрезвычайных ситуациях определяется их способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. В условиях чрезвычайных ситуаций промышленные предприятия должны сохранять способность выпускать продукцию, а транспорт, средства связи линии электропередачи и прочие объекты, не производящие материальные ценности, — нормальное выполнение своих задач.

Для того чтобы объект сохранил устойчивость в условиях чрезвычайных ситуаций, проводят комплекс инженерно-технических, организационных и других мероприятий, направленных на защиту персонала от воздействия опасных и вредных факторов, возникающих при развитии чрезвычайной ситуации, а также населения, проживающего вблизи объекта. Необходимо учесть возможность вторичного образования токсичных, пожароопасных, взрывоопасных систем и др.

Кроме того, проводится анализ уязвимости объекта и его элементов в условиях чрезвычайных ситуаций. Разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости объекта и его подготовке к восстановлению в случае повреждения.

С целью защиты работающих на тех предприятиях, где в процессе производства используют взрывоопасные, токсичные и радиоактивные вещества, строят убежища, а также разрабатывают специальный график работы персонала в условиях заражения вредными веществами. Должна быть подготовлена система оповещения персонала и населения, проживающего вблизи объекта, о возникшей на нем чрезвычайной ситуации. Персонал объекта должен уметь выполнять конкретные работы по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в очаге поражения.

На устойчивость работы объекта в условиях чрезвычайных ситуаций оказывают влияние следующие факторы:

- район расположения объекта;
- внутренняя планировка и застройка территории объекта;

- специфика технологического процесса (используемые вещества, энергетические характеристики оборудования, его пожаро- и взрывоопасность и др.);
- надежность системы управления производством и др.
- Район расположения объекта определяет величину, а также вероятность воздействия поражающих факторов природного происхождения (землетрясения, наводнения, ураганы, оползни и проч.). Существенное влияние на последствия чрезвычайных ситуаций могут оказывать метеорологические условия района (количество выпадающих осадков, направление господствующих ветров, минимальные и максимальные температуры воздуха, рельеф местности).
- Внутренняя планировка и плотность застройки территории объекта оказывают значительное влияние на вероятность распространения пожара, разрушения, которые может вызвать ударная волна, образующаяся при взрыве, на размеры очага поражения при выбросе в окружающую среду токсичных веществ и др.

Рассмотрим теперь пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных видов технических систем и объектов.

Системы водоснабжения представляют собой крупный комплекс зданий и сооружений, удаленных друг от друга на значительные расстояния. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения целесообразно размещать ниже поверхности земли, что повышает их устойчивость. Следует предусмотреть возможность ремонта данных систем без их остановки и отключения водоснабжения других потребителей.

Весьма важной является система водоотведения загрязненных (сточных) вод (система канализации). В результате ее разрушения создаются условия для развития болезней и эпидемий. Скопление сточных вод на территории объекта затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ. Повышение устойчивости системы канализации достигается созданием резервной сети труб, по которым может отводиться загрязненная вода при аварии основной сети. Должна быть разработана схема аварийного выпуска сточных вод непосредственно в водоемы. Насосы, используемые для перекачки загрязненной воды, комплектуются надежными источниками электропитания.

В разных чрезвычайных ситуациях системы электроснабжения (электрические сооружения и сети) могут получить различные разрушения и повреждения. Их наиболее уязвимыми частями являются наземные сооружения (электростанции, подстанции, трансформаторные станции), а также воздушные линии электропередачи. В современных крупных энергосистемах применяются различные автоматические устройства, способные практически мгновенно отключить поврежденные электроисточники, сохраняя работоспособность системы в целом.

Для повышения ее устойчивости в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередачи на 1 кабельные (подземные) сети,

использовать резервные сети для запитки потребителей, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта (передвижные электрогенераторы).

Весьма важно обеспечить устойчивость **системы газоснабжения**, так как при ее разрушении или повреждении возможно возникновение пожаров и взрывов, а также выход газа в окружающую среду, что значительно затрудняет проведение аварийно-спасательных и восстановительных работ.

Основные мероприятия по увеличению устойчивости систем газоснабжения следующие:

- сооружение подземных обводных газопроводов (бассейнов), обеспечивающих подачу газа в аварийных условиях;
- использование устройств, обеспечивающих возможность работы оборудования при пониженном давлении в газопроводах;
- создание на предприятиях аварийного запаса альтернативного вида топлива (угля, мазута);
- осуществление газоснабжения объекта от нескольких источников (газопроводов);
- создание подземных хранилищ газа высокого давления;
- использование на закольцованных системах газоснабжения отключающих устройств, установленных на распределительной сети.

В результате чрезвычайной ситуации может быть серьезно повреждена **система теплоснабжения** предприятия, что создает серьезные трудности для их функционирования, особенно в холодный период. Так, разрушение трубопроводов с горячей водой или паром может повлечь их затопление и затруднить локализацию и ликвидацию аварии. Наиболее уязвимые элементы систем теплоснабжения — теплоэлектроцентрали и районные котельные.

Основным способом повышения устойчивости внутреннего оборудования тепловых сетей является их дублирование. Необходимо также обеспечить возможность отключения поврежденных участков теплосетей без нарушения ритма теплоснабжения потребителей, а также создать системы резервного теплоснабжения.

Основным средством повышения устойчивости рассмотренных сооружений от воздействия ударной волны является повышение прочности и жесткости конструкций.

Особое внимание следует уделять устойчивости **складов и хранилищ** ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ в условиях чрезвычайных ситуаций. Это достигается переводом указанных материалов на хранение из наземных складов в подземные, хранением минимального количества ядовитых, пожаро- и взрывоопасных веществ, а также безостановочным использованием этих веществ при поступлении на объект, минуя склад ("работа с колес").

Для повышения устойчивости работы объектов в чрезвычайных ситуациях необходимо уделять значительное внимание защите рабочих и служащих. Для

этого на объектах строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала, создается и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи объекта населения о возникновении чрезвычайной ситуации. Персонал, обслуживающий объект, должен знать о режиме его работы в случае возникновения чрезвычайной ситуации, а также уметь выполнять конкретные работы по ликвидации очагов поражения.

4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
2. ГОСТ 12.4.154-85 "ССБТ. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты"
3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".
5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
15. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
16. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

Графические материалы

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

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы получены навыки отработки теоретических сведений на практике, при составлении технологического процесса на конкретную деталь. Также приобретен опыт в работе со справочными материалами.

Подробно изучены: программа выпуска и форма организации работ, базирование, экономическое обоснование целесообразности метода получения заготовки и ее последующей механической обработки, статистическое и расчетно-аналитическое определение припусков, разработка маршрутной технологии, выбор технологического оснащения, расчет режимов резания и подсчет норм времени.

В итоге разработан технологический процесс и оснастка для производства детали «ступица», который планируется использовать на производстве ООО «Сибирская машиностроительная компания».

Список использованных источников

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Мягков В.Д., Палей М.А., Романов А.Б., Брагинский В.А. Допуски и посадки. Справочник. В 2-х ч. Том 2. – Л.: Машиностроение, 1983. – 448 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.Д., Садыхов А.И. и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990.
6. Основы конструирования приспособлений в машиностроении. Корсаков В. С. – М.: Машиностроение, 1971 г.- 288 с.
7. Мотузко Ф.Я. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1989. – 336с.
8. Методические указания к курсовой работе по экономике фирмы. – Томск: Изд. ТПУ, 2000г.
9. Безопасность жизнедеятельности. /Под ред. Н.А. Белова - М.: Знание, 2000 - 364с.
10. Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.
11. Справочная книга для проектирования электрического освещения. / Под ред. Г.Б. Кнорринга. – Л.: Энергия, 1976.
12. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов; Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985. – 400с.