

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки 15.03.01 – Машиностроение

Кафедра Технологии машиностроения и промышленной робототехники (ТМСПр)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали "Щит подшипниковый в сборе" и оснастки.

УДК_ 621.81-2:621.822.72-047.84.001.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л23	Попадейкин Максим Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры технологии машиностроения и промышленной робототехники.	Михаевич Евгений Петрович	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Юрий Митрофанович	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Технологии машиностроения и промышленной робототехники	Вильнин Александр Даниилович	-		

Томск – 2017 г.

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

Институт электронного обучения

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»

Кафедра Технология машиностроения и промышленной робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Вильнин А.Д.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л23	Попадейкину Максиму Александровичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали "Щит подшипниковый в сборе" и оснастки.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

18.04.2017 г. №2771/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

Чертёж детали "Щит подшипниковый"

Технологический процесс изготовления детали

250 шт./год

Деталь 1 алюминиевый сплав АМГ 6

Деталь 2 сталь 20Х13

Особых требований нет

<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><i>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени.</i></p> <p><i>Конструкторская часть: расчёт и проектирование оснастки.</i></p>
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Чертеж детали, размерный анализ технологического процесса, карта технологического процесса, чертеж приспособления, схема сборки.</i></p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Михаевич Е.П.
Конструкторская часть	Михаевич Е.П.
Финансовый менеджмент	Шулинина Ю.И.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.

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

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Михаевич Е.П.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л23	Попадейкин Максим Александрович		

Содержание

Введение	7
Раздел 1 Проектирование технологического процесса	
1.1. Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.	8
1.2. Определение типа, форм и методов организации производства	12
1.3. Анализ технологичности конструкции детали	16
1.4. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления	19
1.5. Выбор и анализ типового технологического процесса.....	22
1.6. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	24
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций	25
1.6.2. Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	30
1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки	48
1.8. Расчет режимов резания	53
1.9. Нормирование технологического процесса.....	63
1.10. Технико-экономическое обоснование и показатели технологического процесса. ..	68
Раздел 2 Проектирование станочного приспособления	
2.1. Техническое задание на конструирование.....	72
2.2. Выбор базовой конструкции приспособления, описание применяемого оборудования.....	73
2.3. Расчет силы резания, действующей на заготовку в процессе резания.....	75
2.4. Определение силы зажима в приспособлении.....	76
2.5. Разработка чертежа общего вида приспособления.....	78
2.6. Проектирование технологии сборки приспособления.....	80
Раздел 3 Финансовый менеджмент	

3.1. Финансовый менеджмент и ресурсо эффективность.....	82
3.2. Анализ по технологии QuaD.....	83
3.3. Структура работ в рамках научного исследования.....	85
3.4. Структура работ в рамках научного исследования.....	86
3.5. Разработка графика проведения научного исследования.....	89
3.5.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	94
3.5.2 Расчет материальных затрат НТИ.....	94
3.5.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	95
3.5.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....	96
3.5.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	98
3.5.6 Накладные расходы.....	99
3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	99
3.6. Определение эффективности исследования.....	100
Раздел 4 Социальная ответственность	
4.1 Общие положения.....	104
4.2 Анализ вредных факторов	104
4.2.1 Микроклимат помещения	105
4.2.2. Повышенный уровень шума.....	107
4.2.3 Электробезопасность.....	108
4.2.4 Химические факторы.....	110
4.2.5 Недостаточная освещенность.....	111
4.2.6 Электромагнитные поля.....	117
4.2.7 Факторы пожарной и взрывной природы.....	119
4.3.Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	121
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	123
4.5. Перечень нормотехнической документации.....	129
Заключение.....	130
Приложение	
Вкладка 1. Втулка	
Вкладка 2. Типовой маршрут изготовления дисков	
Вкладка 3. Спецификация приспособление зажимное	
Список литературы.....	134

Введение

Эффективность производства, его технический прогресс, качество выпускаемой продукции во многом зависят от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа, обеспечивающего решение технических вопросов и экономическую эффективность технологических и конструкторских разработок. Современному машиностроению присущи постоянное усложнение конструкций и увеличение номенклатуры выпускаемых изделий, частая смена объектов производства, сокращение сроков освоения новой продукции. Уровень машиностроения предопределяет качество и количество изделий выпускаемых промышленностью, обеспечивающими функционирование нормальной экономики.

Поэтому эффективному развитию машиностроения уделялось внимание во всех странах. Особое влияние на современное машиностроение оказало развитие вычислительной техники, гибкие производственные системы, сформированные на основе управляющих вычислительных машин, станков с ЧПУ и т.п., прочно вошло в структуру оборудование современных машиностроительных заводов.

Целью дипломного проекта является, разработка технологического процесса изготовления детали «щит подшипниковый». Это позволит получить навыки разработки технологии изготовления детали и закрепит теоретические знания по дисциплине.

Программой для разработки является серийность, номенклатура типоразмеров, материал заготовки и точность обработки.

Раздел 1 Проектирование технологического процесса

1.1. Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.

Подшипниковые щиты электрических машин служат в качестве соединительных деталей между станиной и якорем, а также опорной конструкцией для якоря, вал которого вращается в подшипниках, установленных в щитах. Обычно щиты различаются на передние и задние (со стороны привода). Щиты служат, кроме того, для предохранения от попадания в электрический двигатель посторонних предметов или для полной изоляции внутренней части электрического двигателя от окружающей среды. Подшипниковые щиты электрических машин постоянного тока изготавливают методом литья (преимущественно из стали, реже из чугуна и сплавов алюминия), а также сварки или штамповки. В центре щита имеется расточка под подшипник, в которой устанавливают шариковый или роликовый подшипник качения.

Материал детали щит подшипниковый: деталь 1 - алюминиевый деформируемый сплав АМг 6, деталь 2 - сталь 20Х13.

Таблица 1

Химический состав сплава детали 1 АМг 6 (пруток).

Химический элемент	%
Железо (Fe)	до 0,4
Кремний (Si)	до 0,4
Марганец (Mn)	0,5-0,8
Титан (Ti)	0.02..0,1
Медь (Cu)	до 0,1
Бериллий (Be)	0.0002 - 0.005
Магний (Mg)	5.8 - 6.8
Цинк (Zn)	до 0.2
Алюминий (Al)	91.1 - 93.68

Таблица 2

Механические свойства при $T=20^{\circ}\text{C}$ материала АМг6.

Сортамент	$\sigma_{\text{в}}$	σ_{T}	δ_5
-	МПа	МПа	%
Трубы, ГОСТ 18482-79	315	145	15
Пруток, ГОСТ 21488-97	285-315	120-155	15
Лента нагартованная, ГОСТ 13726-97	375	275	6
Лента отожженная, ГОСТ 13726-97	305-315	145-155	15
Профили, ГОСТ 8617-81	314	157	15
Плита, ГОСТ 17232-99	275-305	130-145	4-11

Обозначения:

$\sigma_{\text{в}}$ – предел кратковременной прочности

σ_{T} – предел текучести

δ_5 – относительное удлинение при разрыве.

Твердость АМг 6, НВ $10^{-1}=65$ МПа.

Таблица 3

Физические свойства материала АМг6.

T	$E \cdot 10^{-5}$	$\alpha \cdot 10^6$	λ	ρ	C	$R \cdot 10^9$
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	0.71			2640		67.3
100		24.7	122		922	

Обозначения:

T - Температура, при которой получены данные свойства , [Град]

E - Модуль упругости первого рода, [МПа]

α - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон $20^{\circ} - T$) , [1/Град]

λ - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала), [Вт/(м·град)]

ρ - Плотность материала , [кг/м³]

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

R - Удельное электросопротивление, [Ом·м]

Таблица 4

Химический состав детали 2 сталь 20Х13 (штулка)

Химический элемент	%
Углерод (C)	0,16-0,25
Кремний (Si)	до 0,6
Марганец (Mn)	до 0,6
Никель (Ni)	до 0,6
Сера (S)	до 0,025
Фосфор (P)	до 0,03
Хром (Cr)	12-14
Железо (Fe)	84

Таблица 5

Механические свойства при T=20°С материала 20Х13

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист, ГОСТ 5582-75	1 - 4	Поп.	490		20			Отпуск 740 - 800°С,
Прутки, ГОСТ 5949-75			650-830	440-635	10-16	50-55	590-780	Закалка и отпуск
Прутки, заданной прочности, ГОСТ 18907-73			510-780		14			
Прутки, ГОСТ 18968-73			670	490-655	18	50	690	Нормализация и отпуск
Поковки, ГОСТ 25054-81	до 600	Прод.	647	441	14-16	40-50	390-640	Закалка и отпуск
Лист толстый, ГОСТ 7350-77			510	375	20			Нормализация

Обозначения:

σ_B - Предел кратковременной прочности, [МПа]

σ_T - Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

δ_5 - Относительное удлинение при разрыве, [%]

ψ - Относительное сужение, [%]

КСУ - Ударная вязкость, [кДж / м²]

НВ - Твердость по Бринеллю, [МПа]

Таблица 6

Физические свойства материала 20Х13

T	E 10 ⁻⁵	a 10 ⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁹
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.18		23	7670		588
100	2.14	10.1	26	7660	461	653
200	2.08	11.2	26	7630	523	730
300	2	11.5	26	7600	565	800
400	1.89	11.9	26	7570	628	884
500	1.81	12.2	27	7540	691	952
600	1.69	12.8	26	7510	775	1022
700		12.8	26	7480	963	1102
800		13	27	7450		
900			28			

Обозначения:

T - Температура, при которой получены данные свойства , [Град]

E - Модуль упругости первого рода, [МПа]

a - Коэффициент температурного (линейного) расширения (диапазон 20 ° - T) , [1/Град]

λ - Коэффициент теплопроводности (теплоемкость материала), [Вт/(м·град)]

ρ - Плотность материала , [кг/м³]

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

R - Удельное электросопротивление, [Ом·м]

1.2. Определение типа, форм и методов организации производства

Тип производства втулки определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [1,стр.19]:

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

где $t_в$ – такт выпуска детали, мин.;

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

Такт выпуска детали определяем по формуле [1,стр.22]:

$$t_в = \frac{F_r}{N_r},$$

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

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по таблице 2.1 [1,стр.22] при двухсменном режиме работы: $F_r = 2070$ ч.

$$\text{Тогда } t_в = \frac{F_r}{N_r} = \frac{2070 \times 60}{250} = 497 \text{ мин};$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса [1,стр.22]:

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

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

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем три операции ($n=4$): токарная, токарная с ЧПУ, фрезерная с ЧПУ и сверлильная.

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

$$T_{ш.к i} = \varphi_{к.i} * T_{o.i}, \quad (3)$$

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

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

Для токарной операции: $\varphi_{к.1} = 2,14$.

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

Основное технологическое время токарной операции (подрезать торец, обточить поверхность по контуру, сверлить отверстие, подрезать торец):

$$T_{o.1} = (0,037*(D^2-d^2) + 0,17*d*1 + 0,52*d*1 + 0,037*(D^2-d^2) + 0,17*d*1)*10^{-3},$$

где d – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

Тогда

$$\begin{aligned} T_{o.1} &= (0,037*(D^2-d^2) + 0,17*d*1 + 0,52*d*1 + 0,037*(D^2-d^2))*10^{-3} = \\ &= (0,037*(150^2-0^2) + 0,17*150*30,5 + 0,52*56*30,5 + 0,037*(147^2-56^2))*10^{-3} = \\ &= (832,5 + 777,75 + 888,16 + 683,501) * 10^{-3} = 3,2 \text{ мин.} \end{aligned}$$

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

$$T_{ш.к 1} = \varphi_{к.1} * T_{o.1} = 2,14 * 3,2 = 6,85 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время токарной ЧПУ операции (подрезка торца, точение по контуру, растачивание отверстия, подрезка торца, точение по контуру):

$$T_{o.2} = (0,037*(D^2-d^2) + 0,17*d*1 + 0,18*d*1 + 0,037*(D^2-d^2) + 0,17*d*1)*10^{-3},$$

где d – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

$$\begin{aligned} \text{Тогда } T_{o.2} &= \\ &= (0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l + 0,18 \cdot d \cdot l + 0,037 \cdot (D^2 - d^2) + 0,17 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} \\ &= (0,037 \cdot (147^2 - 51^2) + 0,17 \cdot 146 \cdot 15 + 0,18 \cdot 51,5 \cdot 22,7 + 0,037 \cdot (146^2 - 45^2) + \\ &+ 0,17 \cdot 146 \cdot 15) \cdot 10^{-3} = (703,3 + 372,3 + 210,43 + 713,77 + 372,3) \cdot 10^{-3} = 2,4 \text{ мин.} \end{aligned}$$

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

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

Основное технологическое время фрезерной ЧПУ операции (фрезерование 8 пазов):

$$T_{o.3} = 8 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 8 \cdot 6 \cdot 13 \cdot 10^{-3} = 0,62 \text{ мин,}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции

$$T_{ш.к.3} = \varphi_{к.2} \cdot T_{o.3} = 1,84 \cdot 0,62 = 1,1 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время сверильной операции (8 отв. Ø5,5, 4 отв. Ø3,4 и 2 отв. Ø2,54):

$$\begin{aligned} T_{o.4} &= (8 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 4 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l + 2 \cdot 0,52 \cdot d \cdot l) \cdot 10^{-3} = \\ &= (8 \cdot 0,52 \cdot 5,5 \cdot 5 + 4 \cdot 0,52 \cdot 3,4 \cdot 25 + 2 \cdot 0,52 \cdot 2,54 \cdot 25) \cdot 10^{-3} = 0,4 \text{ мин,} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции

$$T_{ш.к.4} = \varphi_{к.4} \cdot T_{o.4} = 1,72 \cdot 0,4 = 0,7 \text{ мин.}$$

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

$$T_{ш.к} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{T_{ш.к.1} + T_{ш.к.2} + T_{ш.к.3} + T_{ш.к.4}}{n} = \frac{6,85 + 5,14 + 1,1 + 0,7}{4} = 3,4 \text{ мин,}$$

Тип производства определяем по формуле(1):

$$K_{3,0} = \frac{t_6}{T_{cp}} = \frac{497}{3,4} = 146,2$$

Так как $K_{3,0} = 40 \dots$, то тип производства единичный.

1.3. Анализ технологичности конструкции детали

В процессе разработки конструкции детали конструктор придает ей не только необходимые свойства, выражающие полезность изделия, но и свойства, определяющие уровень затрат ресурсов на его создание, изготовление, техническое обслуживание и ремонт.

Совокупность свойств изделия, определяющих приспособленность его конструкции к достижению оптимальных затрат ресурсов при производстве и эксплуатации для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ, представляет собой *технологичность конструкции изделия*. [10]

Оценка технологичности может быть двух видов: качественная и количественная. Касательно **качественной оценки** деталь шит подшипниковый имеет не сложную конструкцию. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой и имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Но вместе с тем, имеется совокупность поверхностей, требующих определенного подхода и затрат в процессе обработки. У детали имеются поверхности, которые необходимо получить с достаточно высокой точностью и с применением специального оборудования, инструмента и оснастки, что в свою очередь удорожает процесс изготовления детали.

Количественная оценка технологичности предполагает определение коэффициента точности обработки детали и коэффициента шероховатости.

1) Коэффициент точности:

$$K_m = 1 - \frac{1}{T_{cp}},$$
$$T_{cp} = \sum T_i n_i / \sum n_i, \text{ где}$$

T_i – качество точности i -той поверхности,

n_i – число размеров для каждого качества точности.

Таблица 7

Квалитет точности, T_i	Количество поверхностей, n_i	$T_i \cdot n_i$
14	17	238
13	1	13
12	1	12
11	2	22
Σ	21	285

$$K_m = 1 - \frac{1}{285/21} = 1 - \frac{1}{13} = 0,93.$$

2) Коэффициент шероховатости:

$$K_w = \frac{1}{R_{аср}} \quad R_{аср} = \frac{\sum R_{ai} n_i}{\sum n_i}, \text{ где}$$

R_{ai} – параметр шероховатости i -той поверхности, мкм,

n_i – число размеров или поверхностей для каждого параметра шероховатости

Таблица 8

Параметр шероховатости R_{ai} , мкм	Количество поверхностей, n_i	$R_{ai} \cdot n_i$
3,2	1	3,2
10	3	30
20	10	200
Σ	14	233,2

$$K_{ui} = \frac{1}{17} = 0,06$$

Оба исследуемых коэффициента K_m и K_{ui} по своим значениям меньше единицы. Анализ полученных коэффициентов показал, что деталь технологична.

С учетом вышесказанного конструкция детали в целом является технологичной.

1.4. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

На выбор заготовки влияют следующие показатели: назначение детали, материал, технические условия, объем выпуска и тип производства, тип и конструкция детали; размеры детали и оборудования, на котором они изготавливаются; экономичность изготовления заготовки, выбранной по предыдущим показателям.

Все эти показатели должны учитываться одновременно, так как они тесно связаны. Окончательное решение принимают на основании экономического расчета с учетом стоимости метода получения заготовки и механической обработки.

Существуют три пути получения заготовки: [11]

1. Грубая заготовка – конфигурация заготовки не повторяет конфигурацию детали, и только два, три размера заготовки близки к размерам детали. Сюда относятся заготовки – прокат различного профиля, штамповка свободной ковкой. Грубая заготовка характерна для малой программы выпуска, это единичное и мелкосерийное производство. Достоинством грубой заготовки является ее доступность и низкая стоимость, недостатком - большой расход материала и большой процент механической обработки.

2. Точная заготовка – повторяет почти полностью конфигурацию детали, и механически обрабатываются только самые точные размеры или те, которые нельзя получить в заготовке (мелкие отверстия, резьбы, пазы и т.д.). Методы получения точных заготовок – точное литье, листовая и профильная штамповка, объемная штамповка, профильный прокат, прессование.

Достоинства данной заготовки: - небольшой расход материала, небольшой процент механической обработки, высокое качество и точность поверхностного слоя. Недостатком является необходимость использования дорогостоящего и высокопроизводительного оборудования для производства заготовок. Точная заготовка характерна для большой программы выпуска, применяемой в массовом и крупносерийном производстве.

3. Заготовка покупная – заказ точной заготовки на специализированном заводе. Достоинства данного метода – заготовка точная, стоимость заготовки дешевле, чем при освоении производства заготовок самостоятельно.

Выбор ресурсосберегающего технологического процесса требует оптимизации каждой операции по минимуму потребления материальных, трудовых, энергетических и других ресурсов при соблюдении всех требований, указанных в технической документации.

Щит подшипниковый состоит из 2-х деталей: алюминиевого прутка (АМг6) и втулки (20Х13). После предварительной обработки прутка деталь втулка запрессовывается в отверстие в прутке и в дальнейшем ведется совместная обработка двух деталей в составе щита подшипникового. Принимаем деталь втулку как готовое изделие, комплектующееся для сборки (запрессовки) в щит подшипниковый. Чертеж втулки смотри вкладку.

А для корпуса щита с учетом технологических свойств материала детали (материал детали АМг6), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типом производства (единичный) выбираем в качестве исходной заготовки – круглый прокат.

После заготовительной операции заготовка принимает форму, представленную на рис.1.

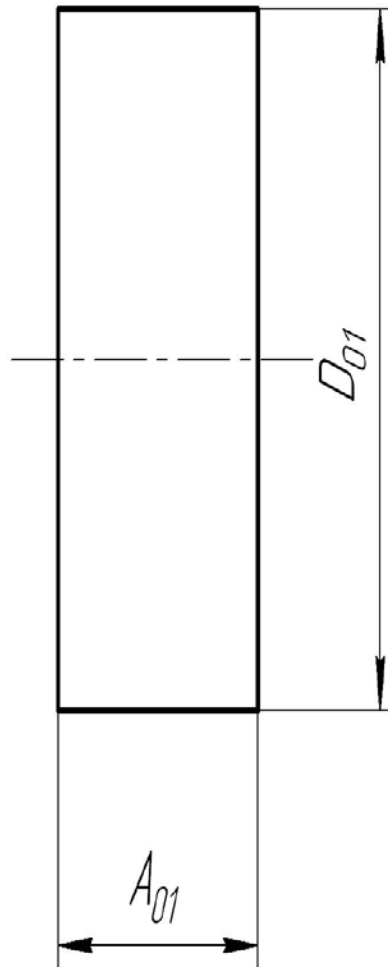


Рис.1. Заготовка

1.5. Выбор и анализ типового технологического процесса

Технологические базы – это элементы заготовки (поверхности, линии, точки), которые используют для ее установки на станке в нужном положении относительно режущего инструмента.

По выбору положения в технологическом процессе их делят на черновые и чистовые.

Черновые базы – используются на первых операциях при обработке чистовых технологических баз. В качестве черновых баз рекомендуется брать поверхности детали, которые должны быть обработаны с наибольшей точностью или поверхности детали, которые остаются не обработанными.

Чистовые базы – используются в большинстве операций технологического процесса. При выборе чистовых баз руководствуются следующими принципами: принцип совмещения баз, принцип постоянства баз на большинстве операций ТП. Это позволяет повысить точность взаимного расположения + принцип последовательной смены баз (уменьшается погрешность базирования).

За базовый технологический процесс возьмем изготовление детали типа фланца: [8]

(рис. 1).

Согласно источнику литературы [8, стр. 40] технологический процесс изготовления фланца (рис. см. вкладку) содержит следующие операции:

005 – заготовительная (литье)

010 – токарная (Растачивание отверстия, подрезка торца)

015 – токарная (подрезка второго торца)

020 – протяжная (протягивание отверстия)

025 – токарная (наружный диаметр, торцы обода, канавки)

030 – токарная (окончательно наружный диаметр и канавки)

035 – сверлильная (сверление отверстий и нарезание резьбы)

Чертеж фланца смотреть во вкладке.

В предлагаемом литературой технологическом процессе в качестве метода получения заготовки принято литье. В базовом технологическом процессе обеспечивается требуемая точность в процессе обработки. Это размеры наружного и внутреннего диаметра, а также осевые размеры детали. Биение торца относительно внутреннего диаметра, а также расположение отверстий.

В ВКР деталь щит подшипниковый отличается от детали базового техпроцесса размерами, формой, наличием внутренних канавок и четырех лысок, а также тем, что она состоит из двух деталей: алюминиевого прутка и стальной втулки запрессованной в пруток после предварительной токарной операции. Но вместе с тем, при построении технологического процесса детали щит подшипниковый основные операции будут схожими с базовым.

В качестве заготовки примем прутки, так как данные заготовки имеют достаточно высокую точность. И в нашем случае целесообразнее и экономически выгоднее взять круглый прокат в качестве заготовки, потому как деталь имеет не сложную форму, что упрощает построение технологического процесса. Введем одну черновую токарную операцию, одну токарную с ЧПУ, фрезерную, координатно-расточную, сверлильную, чистовую токарную, а также для лучшей обрабатываемости и снятия внутренних напряжений после черновой токарной введем термическую операцию: отжиг.

С учетом вышесказанного, проектируемый технологический процесс будет более совершенным и экономически выгодным, чем в предложенном литературой базовом технологическом процессе.

1.6.Проектирование технологического процесса изготовления детали

Технологический маршрут проектируемого технологического процесса будет содержать следующие операции:

000 Отрезная

005 Термическая (Отжиг)

010 Токарная (предварительная обработка под запрессовку втулки)

015 Слесарно-сборочная (запрессовка втулки в щит)

020 Токарная с ЧПУ (основная токарная обработка, формирование окончательного профиля детали)

025 Фрезерная с ЧПУ (Фрезерование пазов, разметка и сверление отверстий, нарезание резьбы)

030 Старение стабилизирующее

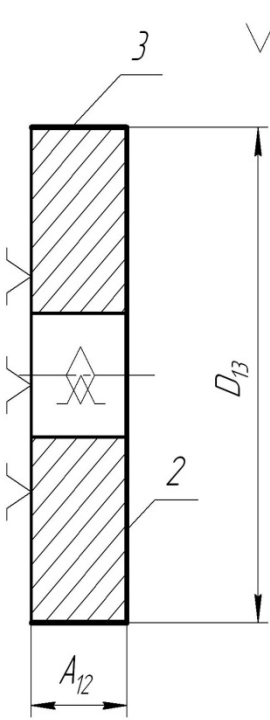
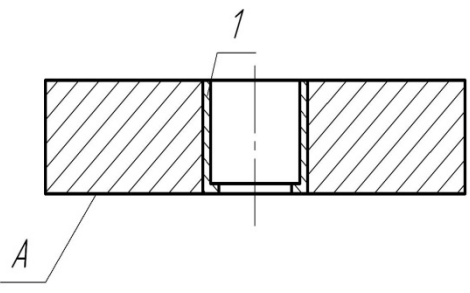
035 Токарная (обработка внутреннего диаметра щита по подшипнику с обеспечением требуемых по чертежу условий зазора между подшипником и внутренним диаметром а также проточка замковой части щита)

040 Маркирование

045 Химико-термическая (оксидирование)

1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций

№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
000	A 1	<p><i>Отрезная</i> Выдвинуть пруток до упора и закрепить</p> <p><i>Отрезная</i> Отрезать заготовку в размер A_{01}</p>	
005		<p><i>Термическая</i> Отжиг</p>	
010	A 1 2 3	<p><i>Токарная</i> Установить заготовку</p> <p><i>Токарная</i> Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11}</p> <p><i>Сверловочная</i> Сверлить отверстие 2, выдерживая размер D_{11}</p> <p><i>Токарная</i> Расточить отверстие 2, выдерживая размер D_{12}</p>	

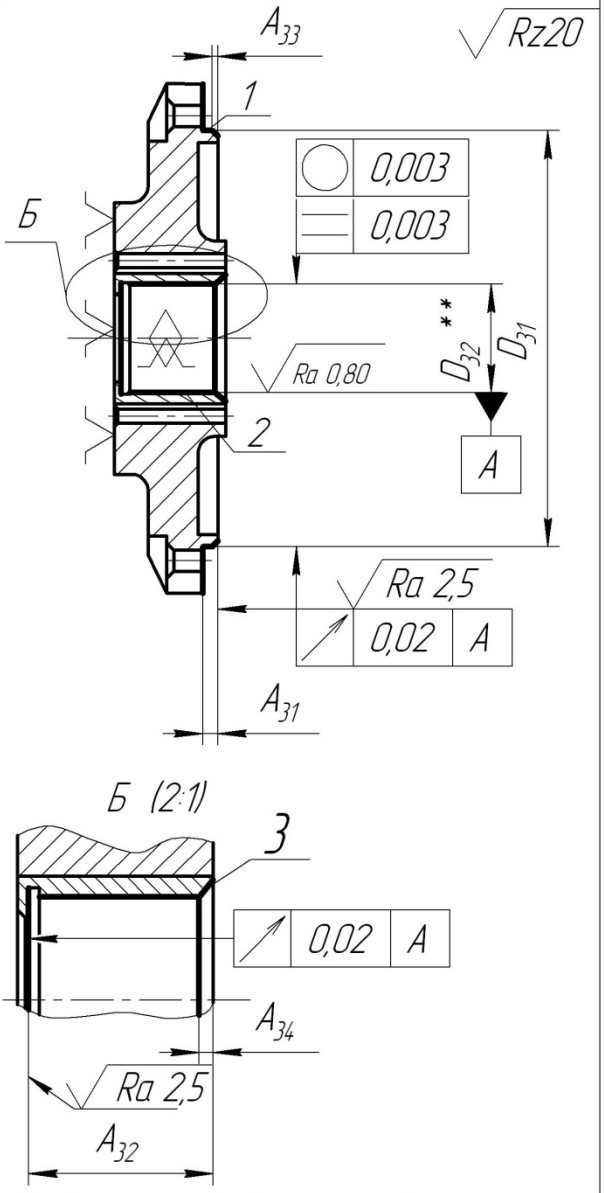
№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
	<p>Б</p> <p>4</p> <p>5</p> <p>В</p>	<p>Переустановить заготовку</p> <p>Подрезать торец 2, выдерживая размер A_{12}</p> <p>Обточить поверхность 3, выдерживая размер D_{13}</p> <p>Снять заготовку</p>	 <p>The sketch shows a vertical shaft with three distinct sections. The top section is labeled '3' and has a surface finish symbol $\sqrt{Rz\ 20}$. The middle section is labeled '2' and has a diameter dimension D_{13}. The bottom section is labeled '1' and has a diameter dimension A_{12}. The shaft is shown with hatching to indicate its cylindrical form.</p>
015	1	<p>Слесарно-сборочная</p> <p>Запрессовать втулку поз. 1 в щит подшипниковый заподлицо с поверхностью А</p>	 <p>The sketch shows a horizontal cross-section of a bearing housing. A sleeve, labeled '1', is being pressed into a bore. The top surface of the sleeve is flush with the top surface of the housing, which is labeled 'А'. The housing and sleeve are shown with hatching to indicate their solid nature.</p>

№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
020	А	Токарная с ЧПУ Установить деталь	
	1	Подрезать торец 1, выдерживая размер $A_{21}=Z_{21}$	
	2	Точить поверхность 2, выдерживая размеры D_{21} и A_{22}^*	
	Б	Переустановить деталь	
	3	Подрезать торец 3, выдерживая размер A_{23}	
	4	Точить поверхность 4, выдерживая размеры D_{22} , D_{23} , A_{24} , α , $R3^*$	
5	Точить поверхность 5, выдерживая размер D_{24}		
6	Расточить фаску 6, выдерживая размер A_{25}		

* размер для справок

№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
		<p style="text-align: center;"><i>Токарная с ЧПУ</i></p> <p><i>В</i> <i>Переустановить деталь</i></p> <p><i>Б</i> <i>Подрезать торец 6, выдерживая размеры A_{26} и A_{27}</i></p> <p><i>7</i> <i>Точить поверхности 7, 8 по контуру выдерживая размеры A_{28}, A_{29}, A_{210}, D_{25}, D_{26}, D_{27}</i></p> <p><i>8</i> <i>Расточить поверхность 9, выдерживая размер D_{28}</i></p> <p><i>9</i> <i>Точить канавку 10, выдерживая размеры D_{29} и A_{211}</i></p> <p><i>Г</i> <i>Снять деталь</i></p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz20}$</p> <p style="text-align: center;"><i>В (2:1)</i></p>

№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
025	A	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>Установить деталь</p> <p>1 Фрезеровать 8 пазов, выдерживая размеры $12^{+0,43}$ и $132 \pm 0,16$</p> <p>2 Сверлить 8 отверстий $\phi 5,5^{+0,3}$ выдерживая размер $\phi 132 \pm 0,16$</p> <p>3 Зенковать 8 отверстий $\phi 5,5^{+0,3}$ и 4 отверстия $\phi 3,4^{+0,3}$, выдерживая размеры $\phi 10^{+0,36}$, $\phi 6^{+0,3}$ и $90^\circ \pm 1^\circ$</p> <p>4 Сверлить 4 отверстия $\phi 3,4^{+0,3}$ выдерживая размер $\phi 63 \pm 0,14$</p> <p>5 Сверлить 2 отверстия $\phi 2,5^{+0,1}$ под резьбу МЗ-6Н, выдерживая размеры $\phi 63 \pm 0,14$ и $45^\circ \pm 1^\circ$</p> <p>6 Нарезать резьбу МЗ-6Н</p>	<p>The drawing shows a circular part with the following features and dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Outer diameter: $\phi 132 \pm 0,16$ Inner diameter: $\phi 63 \pm 0,14$ 8 radial grooves with width $12^{+0,43}$ and depth 8 mm. 8 holes with diameter $\phi 5,5^{+0,3}$ and depth 8 mm. 4 chamfered holes with diameter $\phi 3,4^{+0,3}$ and chamfer angle $45^\circ \pm 1^\circ$. 4 holes with diameter $\phi 10^{+0,36}$ and chamfer angle $90^\circ \pm 1^\circ$. 2 holes with diameter $\phi 2,5^{+0,1}$ for M3-6H threads, with chamfer angle $45^\circ \pm 1^\circ$. Surface finish: $\sqrt{Rz20}$ Radius: $R6$ Thread: МЗ-6Н 2 holes (2:1 magnification) with diameter $\phi 3,4^{+0,3}$ and chamfer angle $90^\circ \pm 1^\circ$. 4 holes (2:1 magnification) with diameter $\phi 5,5^{+0,3}$ and chamfer angle $90^\circ \pm 1^\circ$. 2 holes (2:1 magnification) with diameter $\phi 6^{+0,3}$ and chamfer angle $90^\circ \pm 1^\circ$.

№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
030		Старение стабилизирующее	
035		<p>Токарная</p> <p>А Установить деталь</p> <p>1 Точить поверхность 1, выдерживая размеры D_{31} и A_{31}</p> <p>2 Точить фаску A_{33}</p> <p>3 Расточить поверхность 2, выдерживая размеры D_{32} и A_{32}</p> <p>4 Расточить фаску 3, выдерживая размеры A_{34}</p> <p>Б Снять деталь</p>	 <p>The drawing shows a turned part with several features and dimensions:</p> <ul style="list-style-type: none"> Surface 1: Top cylindrical surface with diameter D_{31} and length A_{31}. Surface finish $Ra 0,003$. Surface 2: Second cylindrical surface with diameter D_{32} and length A_{32}. Surface finish $Ra 0,80$. Surface 3: Chamfered edge with width A_{34} and surface finish $Ra 2,5$. Chamfer A_{33}: Chamfer at the top edge with width A_{33} and surface finish $Ra 2,5$. Surface A: Chamfered edge at the bottom with width A and surface finish $Ra 0,02$. Surface B: Chamfered edge at the top with width B and surface finish $Ra 2,5$. Surface B (2:1): Magnified view of the chamfered edge B with width B and surface finish $Ra 2,5$. Surface A (0,02): Magnified view of the chamfered edge A with width A and surface finish $Ra 0,02$. Surface A (0,003): Magnified view of the top cylindrical surface with diameter D_{31} and surface finish $Ra 0,003$. Surface B (0,003): Magnified view of the chamfered edge B with width B and surface finish $Ra 0,003$. Surface Ra 0,80: Magnified view of the second cylindrical surface with diameter D_{32} and surface finish $Ra 0,80$. Surface Ra 2,5: Magnified view of the chamfered edge with width A_{34} and surface finish $Ra 2,5$. Surface Rz20: Magnified view of the chamfered edge with width A_{33} and surface finish $Rz20$. <p>**поверхность обработать по подшипнику согласно требованиям чертежа.</p>

<i>№ операции</i>	<i>№ перехода</i>	<i>Наименование и содержание операций и переходов</i>	<i>Операционный эскиз</i>
040	1	<p><i>Маркирование</i></p> <p><i>Гравировать технологический номер детали</i></p>	
045	1	<p><i>Химико-термическая</i></p> <p><i>Оксидирование</i></p>	

1.6.2. Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки

Размерный анализ выполняется после того, как технологический процесс изготовления детали в значительной степени уже спроектирован: выбран вид и способ получения исходной заготовки, определено содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для их исполнения.

При размерном анализе могут выявиться недостатки первоначального варианта технологического процесса. В частности, может оказаться, что он не обеспечивает требуемую точность конструкторских размеров. В этом случае технологический процесс должен быть откорректирован путем, например, изменения технологических баз при выполнении отдельных операций или введения в них дополнительных переходов.

Размерный анализ проектируемого технологического процесса изготовления детали включает в себя следующие основные этапы:

- определение допусков на технологические размеры;
- определение минимальных припусков на обработку;
- расчет технологических размеров.

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется

$$\text{по формуле: } 2 * z_{\text{imin}} = 2 * (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (4)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ρ_{i-1} – суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

ε_i - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Рассчитаем диаметр проката. Для этого рассмотрим размерную схему обработки поверхности $\varnothing 146_{-1}$.

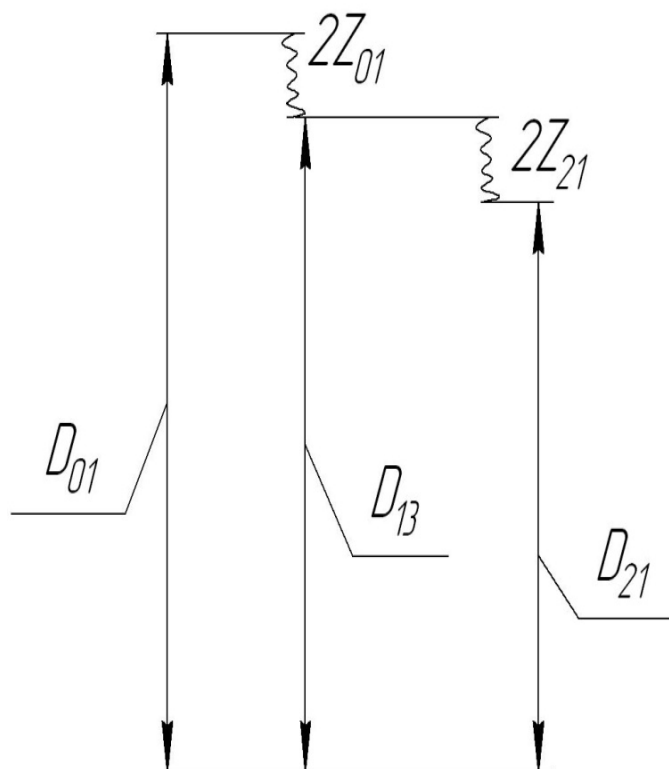


Рис.2 Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 146_{-1}$

Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 146_{-1}$ сводим в таблицу 9.

Таблица 9.

Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности (уточненный)

Технологические переходы обработки поверхности $\varnothing 146_{-1}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск на переход TD, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	$T(h)$	ρ	ε				d_{\max}	d_{\min}	z_{\max}	z_{\min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка-	100	150	3,7	370		$150_{-1,6}$	1600	150	148,4		

пруток											
Обтачивание Предварительное	50	50	3,6	120	740	147,3 ₋₁	1000	147,3	146,3	3,7	1,1
Обтачивание Окончательное	30	30	2,4	60	320	61 _{-0,74}	740	61	60,26	2,32	0,3 2

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.3 [1, стр.63]:

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [1,стр.64]:

черновое точение: $Rz = 50$ мкм, $h = 50$ мкм;

чистовое точение: $Rz = 30$ мкм, $h = 30$ мкм;

Суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки возникает только из-за удельной кривизны заготовки(таблица 4.7 [1,стр.66]):

$$\rho = \Delta_k * 1 = 0,12 * 31 = 3,7 \text{ мкм}$$

При обтачивании поверхности $\varnothing 160$ мм суммарное пространственное отклонение:

$$\text{Отклонение формы поверхности} \\ \rho = 60 \text{ мкм (Табл. Приложение 3, Скворцов В.Ф.)}$$

Остаточное суммарное пространственное отклонение после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.73]:

$$\rho = K_y * \rho_{\text{заг}}$$

Черновое точение: $\rho = 0,06 * 60 = 3,6$ мкм;

Чистовое точение: $\rho = 0,04 * 60 = 2,4$ мкм.

Погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет). Погрешность закрепления определяем по таблице 4.10 [1,стр.75] и по рекомендациям [1,стр.85]:

черновое точение: $\varepsilon = 120$ мкм;

чистовое точение: $\varepsilon = 60$ мкм;

Минимальный припуск под точение, формула (4):

Чистовое:

$$2*z_{21 \min} = 2*(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2*(50+50+\sqrt{3,6^2 + 60^2}) =$$

$$= 320 \text{ мкм}$$

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При этом расчете будем использовать размерную схему, представленную на Рисунке 2.

Определим диаметр проката. Допуски на технологические размеры назначаем по табл. 4 [3, Т.2. стр. 8].

Предварительно рассчитаем диаметр проката:

Определим размер D_{11} :

Для этого рассмотрим размерную цепь (рис.2), в которую входят размеры: D_{13} , D_{21} , $2*z_{21 \min}$. Для определения технологических размеров будем использовать метод средних значений:

$$D_{21}^C = D_{21} + (ВОД_{21} + НОД_{21})/2 = 146 + (0 - 1)/2 = 145,5 \text{ мм}$$

$$D_{13}^C = D_{21}^C + 2*z_{21}^C = D_{21}^C + (2*z_{21 \min} + 2*z_{21 \max})/2 = D_{21}^C + (2*z_{21 \min} + (2*z_{21 \min} + TD_{21} + TD_{13}))/2 = 145,5 + (0,32 + (0,32 + 1 + 1))/2 = 146,8 \text{ мм.}$$

$$2*z_{21}^C = 1,32 \text{ мм}, \quad 2*z_{21 \max} = 2,32 \text{ мм}, \quad D_{13} = 146,8 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

$$D_{13} = 147,3_{-1} \text{ мм.}$$

Определим размер заготовки D_{01} :

Рассмотрим технологическую размерную цепь D_{01} , $2z_{01 \min}$, D_{13} .

Найдем минимальное значение припуска $2z_{01 \min}$:

$$2*z_{01 \min} = 2*(Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2*(100+150+\sqrt{3,7^2 + 120^2}) = 740,1 \text{ мкм} =$$

$$= 0,74 \text{ мм}$$

Ранее было найдено $D_{13}^{cp} = 146,8 \text{ мм.}$

$$D_{13} = 146,8 \pm 0,5 \text{ мм.}$$

Определяем допуск на размер D_{01} :

$$TD_{01} = BOD_{01} - HOD_{01} = 0 + 1,6 = 1,6 \text{ мм.}$$

$$Z_{D_{01}^{cp}} = Z_{D_{01}^{min}} + \frac{TD_{13} + TD_{01}}{2} = 0,74 + (1 + 1,6)/2 = 2,04 \text{ мм.}$$

$$\text{Найдем } D_{01cp} = D_{13}^{cp} + Z_{D_{01}^{cp}} = 146,8 + 2,04 = 148,8 \text{ мм.}$$

$$\text{Номинальное значение } D_{01}: D_{01} = D_{01cp} - \frac{BOD_{01} + HOD_{01}}{2} =$$

$$= 148,8 - (0 - 1,6)/2 = 149,6 \text{ мм.}$$

$$D_{01} = 149,6 \text{ мм.}$$

Выбираем прокат диаметром

$$D_{01}^{\phi} = 150_{-1,6} \text{ мм, (4. Стр. 83).}$$

Фактическое значение припуска:

$$2Z_{D_{01}\phi} = D_{01\phi} - D_{13} = 150_{-1,6} - 147,3_{-1} = 2,7_{-1,6}^{+1} \text{ мм.}$$

$$2Z_{D_{01}^{cp}} = 2,7 + (1 - 1,6)/2 = 2,4 \text{ мм.}$$

Припуск на сторону $Z_{D_{01}^{cp}} = 1,2 \text{ мм.}$

Расчет припусков на обработку поверхности $\text{Ø}124_{-0,063}$

сводим в таблицу 10.

Таблица 10

Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности

Технологические переходы обработки поверхности $\text{Ø}124_{-0,063}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск на переход TD, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	$T(h)$	ρ	ε				d_{\max}	d_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка-пруток	100	150	3,7	370		150 _{-1,6}	1600	150	148,4		
Обтачивание Предварительное	50	50	3,6	120		125 _{-0,7}	700	125	124,3	25,7	23,4
Обтачивание окончательное	30	30	2,4	60	320	124 _{-0,063}	63	124	123,94	1,12	0,32

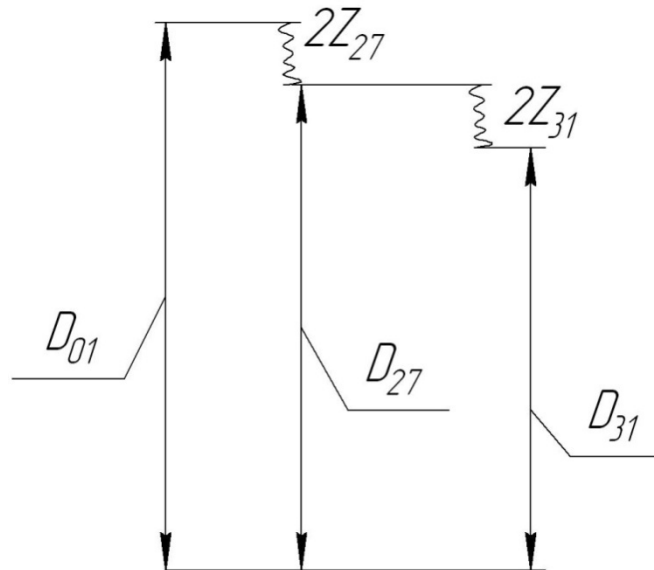


Рис.3 Размерная схема обработки поверхности $\varnothing 124_{-0,063}$

Далее определим размер D_{27} (Рис. 3):

Допуск на черновое обтачивание поверхности $\varnothing 124_{-0,063}$ назначаем по табл. 4 [3, Т.2. стр. 8] $TD_{27} = 740$ мкм.

Рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: D_{31} , D_{27} , $2 \cdot z_{31 \min}$:

$$2z_{31 \min} = 2 \cdot (Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 \cdot (50 + 50 + \sqrt{3,6^2 + 60^2}) = 320 \text{ мкм} = 0,32 \text{ мм}$$

$$D_{31}^c = D_{31} + (ВОД_{3.1} + НОД_{3.1})/2 = 124 + (0 - 0,063)/2 = 123,97 \text{ мм}$$

$$D_{27}^c = D_{31}^c + 2 \cdot z_{31}^c = D_{31}^c + (2 \cdot z_{31 \min} + 2 \cdot z_{31 \max})/2 = D_{31}^c + (2 \cdot z_{31 \min} + (2z_{31 \min} + TD_{31} + TD_{27}))/2 = 123,97 + (0,32 + (0,32 + 0,063 + 0,74))/2 = 124,7 \text{ мм.}$$

$$2z_{31}^c = 0,72 \text{ мм}, \quad 2z_{31 \max} = 1,12 \text{ мм}, \quad D_{27} = 124,7 \pm 0,37 \text{ мм.}$$

$$D_{27} = 125_{-0,7} \text{ мм.}$$

Припуск на черновое обтачивание:

$$2Z_{27 \min} = D_{01 \min} - D_{27 \max} = 148,4 - 125 = 23,4 \text{ мм}$$

$$2Z_{27 \max} = D_{01 \max} - D_{27 \min} = 150 - 124,3 = 25,7 \text{ мм (на сторону } Z_{27 \max} = 12,8; \text{ за 4 прохода } 3,2 \text{ мм)}$$

$$2Z_{27}^c = 24,55 \text{ мм}$$

Припуск на сторону $Z_{27}^{cp} = 12,3$ мм, (за 4 прохода $Z_{27}^{cp} = 3,07$ мм).

Расчет припусков на обработку поверхности $\varnothing 52$ сводим в таблицу 11.

Таблица 11

Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на
обработку поверхности Ø52

Технологические переходы обработки поверхности Ø52	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск на переход ТД, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	$T(h)$	ρ	ε				d_{\max}	d_{\min}	z_{\max}	z_{\min}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Растачивание предварительное	50	50	1,6	140		$52,4^{+0,5}$	500	52,9	52,4	1,6	0,9
Растачивание окончательное	20	25	1,28	70		$52^{+0,01}$	10	52,01	52	0,49	0,65

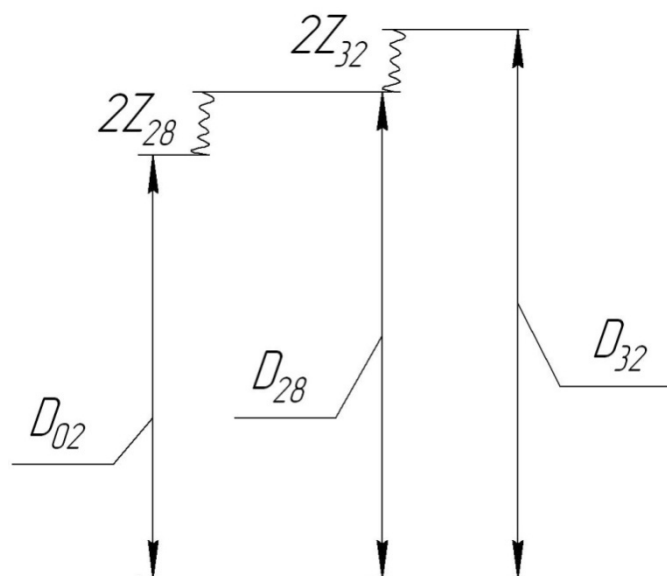


Рис.4 Размерная схема обработки поверхности Ø52

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 29 [1,стр.67]:

Предварительное растачивание: $R_z = 50$ мкм, $h = 50$ мкм;

Чистовое растачивание: $R_z = 20$ мкм, $h = 25$ мкм;

$$\rho_{\text{св}} = \sqrt{C_0^2 + (dy \cdot l)^2}$$

$$C_0=30; dy=0,7 \text{ мкм}$$

$$P_{CB}=32 \text{ мкм}, \varepsilon=600 \text{ мкм}$$

Предварительное растачивание

$$\text{Остаточное пространственное отклонение } \rho = k_y * \rho_{заг} = 0,05 * 32 = 1,6 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon=140 \text{ мкм}$$

Окончательное растачивание

$$\text{Остаточное пространственное отклонение } \rho = k_y * \rho_{заг} = 0,04 * 32 = 1,28 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon=70 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск под точение, формула (4):

Чистовое растачивание:

$$2z_{32min} = 2 * (Rz_0 + h_0 + \sqrt{\rho_0^2 + \varepsilon_1^2}) = 2 * (50 + 50 + \sqrt{1,6^2 + 70^2}) = 340 \text{ мкм}$$

$D_{32}=52^{+0,01}$ мм. Данный размер рассчитывается исходя из размера подшипника 51,998 и требования чертежа: размер 52 обработать по подшипнику с зазором 2 мкм между максимальным диаметром подшипника и минимальным диаметром щита и 12 мкм между минимальным диаметром подшипника и максимальным диаметром щита.

$$D_{32}^C = D_{32} + (ВОД_{3,2} + НОД_{3,2})/2 = 52 + (0,01 + 0)/2 = 52,005 \text{ мм.}$$

$$D_{28}^C = D_{32}^C - 2z_{32}^C = D_{32}^C - (2z_{32min} + 2z_{32max})/2 = D_{32}^C - (2z_{32min} + (2z_{32min} + TD_{32} + TD_{28}))/2 = 52,005 - (0,34 + (0,34 + 0,01 + 0,3))/2 = 51,5$$

$$2z_{32}^C = 0,49 \text{ мм}, 2z_{32max} = 0,65 \text{ мм.}$$

$$D_{28} = 51,5 \pm 0,15 \text{ мм,}$$

$$D_{28} = 51,4^{+0,5} \text{ мм.}$$

Размер D_{02} – это внутренний диаметр запрессованной втулки до обработки в щите, и он равен $D_{02}=51,1^{+0,2}$ мм.

$$\text{Зная } D_{32} \text{ и } D_{02} \text{ определим припуск } 2z_{28} = D_{28} - D_{02} = 51,4^{+0,5} - 51,1^{+0,2} = 0,3^{+0,5}_{-0,2} \text{ мм; } 2z_{28}^{max} = 0,8 \text{ мм.}$$

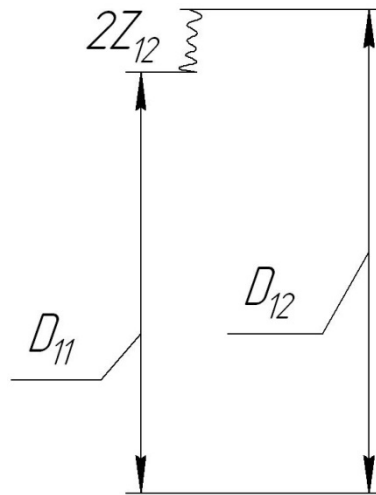


Рис.5 Размерная схема обработки поверхности $\text{Ø}56^{+0,03}$ (под запрессовку втулки)

Рассмотрим размерную схему рис.5. Зная размер наружного диаметра втулки $\text{Ø}56^{+0,32}_{+0,27}$, подбираем размер внутреннего диаметра щита под запрессовку втулки $D_{12}=\text{Ø}56^{+0,03}$. Припуск $2z_{12}=D_{12}-D_{11}=56^{+0,03}-30^{+0,52}=\text{Ø}26^{+0,03}_{-0,052}$. ($D_{11}=30^{+0,52}$ мм после сверления).

$2z_{12}^{\max}=26,03$; на сторону $z_{12}^{\max}=13,02$; (за 4 прохода $z_{12}^{\max}=3,3$ мм).

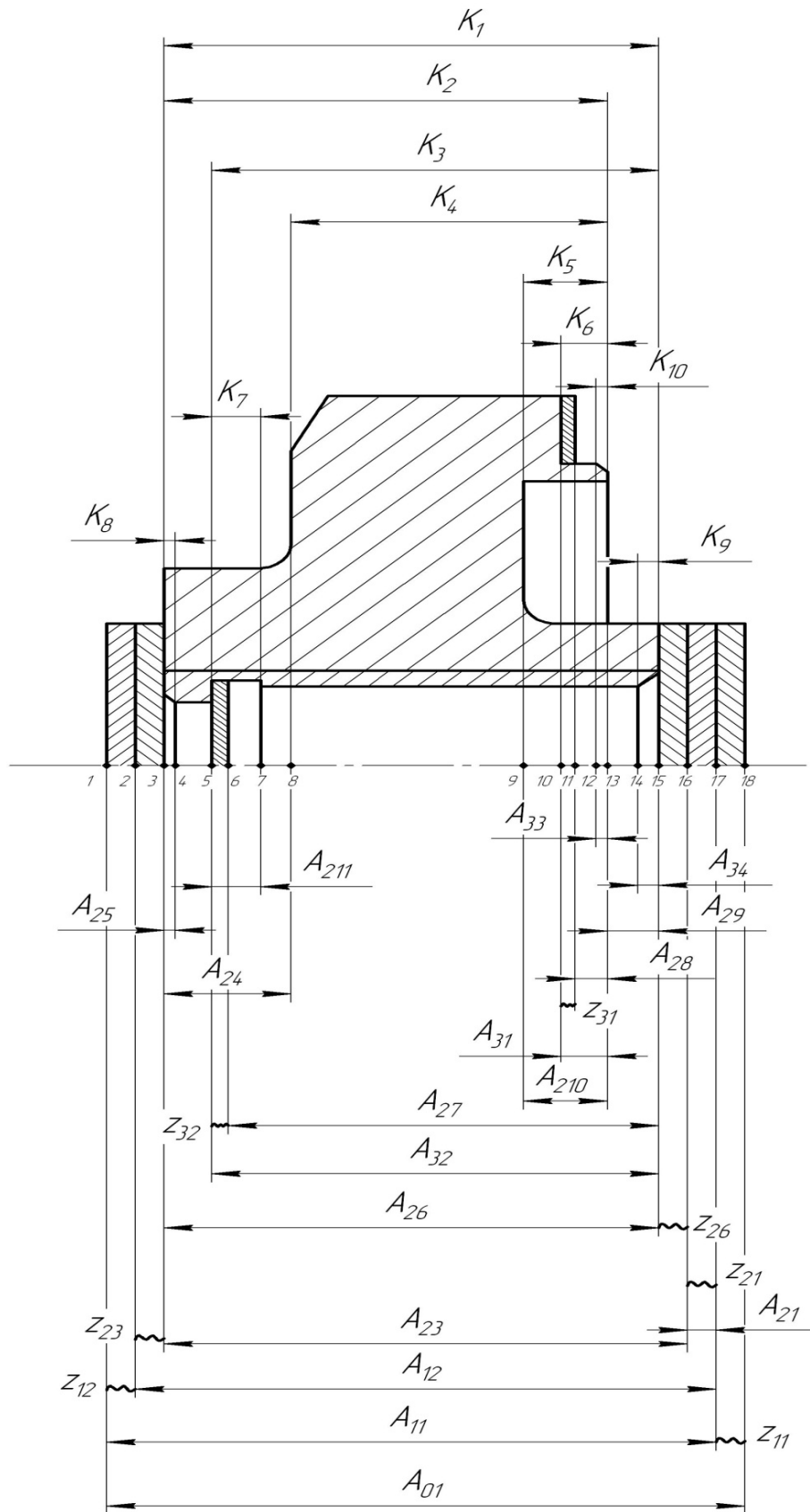


Рис. 6 Размерная схема осевых размеров и припусков.

Расчет минимальных припусков начнем с правого торца (см. рис. 6).

Формула для определения минимальных припусков:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (5)$$

По смысловому содержанию переменные данной формулы совпадают с переменными формулы (4).

Расчет припусков на обработку торцев щита (см. размерную схему рис.6)

Таблица 12

Расчет припусков на обработку торцев щита

Переходы Обработки торца	Элементы минимального припуска, мкм				Минимальный припуск Z_{\min} , МКМ
	Rz	h	ρ	ε	
Заготовка	200	300	65		
Подрезка правого торца: начерно	50	50	6		565
Порезка правого торца получистовая	30	30	2		106
Порезка правого торца начисто	20	20	2		62
Подрезка левого торца: начерно	50	50	6		565
Порезка левого торца начисто	20	20	2		62

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.3 [1, стр.64]: $Rz = 200$ мкм, $h=300$.

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [стр.64]:

черновое подрезание: $Rz = 50$ мкм, $h = 50$ мкм;

получистовое подрезание: $Rz = 30$ мкм, $h = 30$ мкм;

чистовое подрезание: $Rz = 20$ мкм, $h = 20$ мкм;

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только из-за коробления (таблица 4.7 [1,стр.68]), , которое определяется как произведение удельной кривизны заготовки на наружный диаметр:

$$\rho = 1 \cdot 65 = 65 \text{ мкм} \quad (6)$$

Отклонение формы поверхности

$\rho = 100$ мкм для чернового подрезания, и $\rho = 50$ мкм для чистового и получистового подрезания (Табл. Приложение 3, Скворцов В.Ф.)

Остаточное суммарное пространственное отклонение после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.73]:

$$\rho = K_y \cdot \rho_{\text{заг}}$$

Черновое подрезание торца: $\rho = 0,06 \cdot 100 = 6$ мкм;

Получистовое и чистовое подрезание торца: $\rho = 0,04 \cdot 50 = 2$ мкм.

Погрешность установки заготовки не учитываем, так как эта погрешность войдет в допуск на соответствующий размер.

Минимальный припуск под подрезание, формула (5):

Черновое:

$$z_{1\min} = Rz_0 + h_0 + \rho_0 = 200 + 300 + 65 = 565 \text{ мкм,}$$

Получистовое:

$$z_{2\min} = Rz_1 + h_1 + \rho_1 = 50 + 50 + 6 = 106 \text{ мкм.}$$

Чистовое:

$$z_{3\min} = Rz_1 + h_1 + \rho_1 = 30 + 30 + 2 = 62 \text{ мкм.}$$

Для левого торца (см. рис. 2) принимаем минимальный припуск на обработку как для чернового подрезания правого торца: $z_{\min} = 565$ мкм.

Технологические размеры в осевом направлении определяем, используя размерную схему на рисунке 2.

Допуски на технологические размеры, см. Рис.6:

заготовка: $TA_{0,1} = 1,4$ мм;

Токарная:

$TA_{11}=0,8$ мм, $TA_{12}=0,6$ мм, $TA_{23}=0,4$ мм, $TA_{21}=0,2$ мм, $TA_{26}=0,2$ мм, $TA_{32}=0,33$ мм, $TA_{24}=0,1$ мм, $TA_{25}=0,4$ мм, $TA_{27}=0,4$ мм, $TA_{28}=0,4$ мм, $TA_{29}=0,06$ мм, $TA_{210}= 0,3$ мм, $TA_{211}= 0,6$ мм, $TA_{31}= 0,3$ мм, $TA_{33}= 0,4$ мм, $TA_{34}= 0,4$ мм.

Конструкторские размеры, которые выдерживаются непосредственно:

$K_1=A_{26}=25_{-0,2}$ мм, $K_3=A_{32}=23\pm 0,165$ мм, $K_5=A_{210}=5,5\pm 0,15$ мм,
 $K_6=A_{31}=4\pm 0,15$ мм, $K_7=A_{211}=2\pm 0,3$ мм, $K_8=A_{25}=0,5\times 45^\circ\pm 0,2$ мм,
 $K_9=A_{34}=0,5\times 45^\circ\pm 0,2$ мм, $K_{10}=A_{33}=0,5\times 45^\circ\pm 0,2$ мм

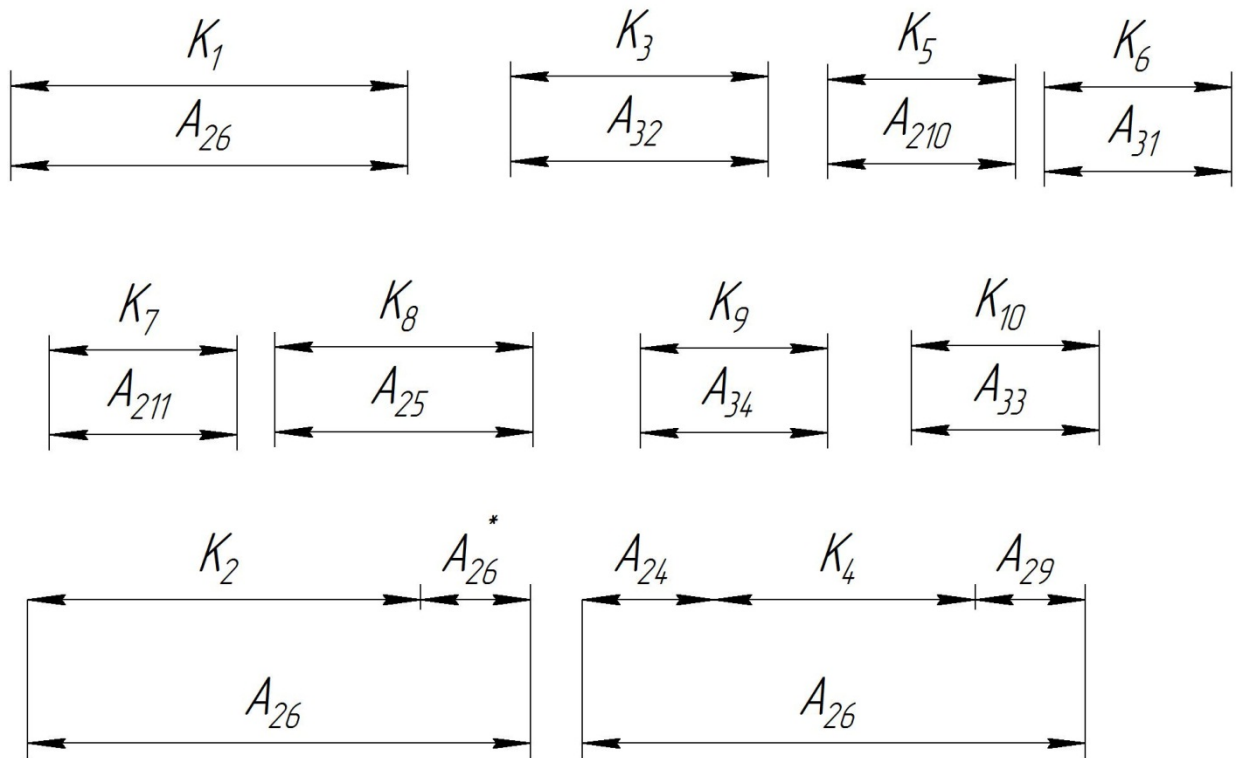
Не выдерживаются непосредственно: $K_2=24,5_{-0,1}$ мм, $K_4=13,5\pm 0,22$ мм

Определим, выполняется ли условие обеспечения требуемой точности конструкторских размеров, которые непосредственно не выдерживаются.

$$TK_2 \geq \sqrt{TA_{29}^2 + TA_{26}^2} \quad (0,2 \geq 0,2)$$

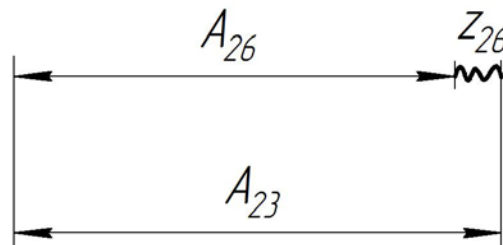
$$TK_4 \geq \sqrt{\sum TA_i^2} \quad (0,45 \geq 0,23)$$

Таким образом, убеждаемся, что спроектированный технологический процесс будет обеспечивать требуемую точность всех непосредственно не выдерживаемых конструкторских размеров.



Расчет технологических размеров будем вести методом максимума-минимума с использованием способа средних значений.[4, стр. 53]

Определяем технологические размеры, начиная с последнего:



Определяем среднее значение размера A_{23} :

$$A_{23}^c = A_{26}^c + Z_{26}^c = A_{26}^c + (Z_{26min} + (Z_{26min} + TA_{26} + TA_{23}))/2 =$$

$$= 24,9 + (0,062 + (0,062 + 0,2 + 0,4))/2 = 25,3 \text{ мм}$$

$$Z_{26}^c = 0,4 \text{ мм}, Z_{26max} = 0,7 \text{ мм}. \text{ Искомый размер } A_{23} = 25,3 \pm 0,2 \text{ мм},$$

Так как размер относится к валам, то запишем его в виде $A_{23} = 25,5_{-0,4} \text{ мм}$.

Из Рис.6 технологический размер $A_{21}^* = Z_{21}$

$$A_{2.1min}^* = Z_{2.1min} = 0,106 \text{ мм},$$

$$A_{2.1max}^* = Z_{2.1min} + TA_{2.1} = 0,106 + 0,2 = 0,306 \text{ мм}.$$

$$A_{2.1}^c = \frac{A_{2.1min}^* + A_{2.1max}^*}{2} = (0,106 + 0,306)/2 = 0,21 \text{ мм}$$

$$A_{21}=0,21\pm 0,1=0,2\pm 0,1 \text{ мм.}$$

Назначим справочный размер $A_{23}^*=A_{23}+A_{21}=25,5_{-0,4}+0,2\pm 0,1=25,7_{-0,5}^{+0,1}$ мм.

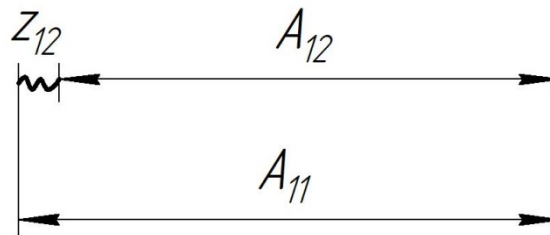
Среднее значение этого размера $A_{23}^*_{\text{ср}}=25,5$ мм.

Из схемы Рис.6 зная справочный размер $A_{23}^*=A_{23}+A_{21}$ найдем:

$$A_{12}^c = A_{23}^{c*} + Z_{23}^c = A_{23}^{c*} + (Z_{23\text{min}} + (Z_{23\text{min}} + TA_{23}^* + TA_{12}))/2 =$$

$$= 25,5 + (0,062 + (0,062 + 0,6 + 0,6))/2 = 26,2 \text{ мм}$$

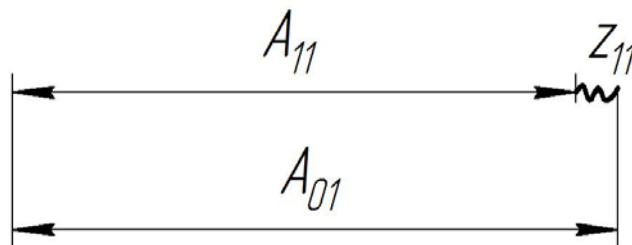
$$Z_{23}^c = 0,7 \text{ мм, } Z_{23\text{max}} = 1,26 \text{ мм, } A_{12} = 26,2 \pm 0,3 \text{ мм, } A_{12} = 26,5_{-0,6} \text{ мм.}$$



$$A_{11}^c = A_{12}^c + Z_{12}^c = A_{12}^c + (Z_{12\text{min}} + (Z_{12\text{min}} + TA_{12} + TA_{11}))/2 =$$

$$= 26,2 + (0,565 + (0,565 + 0,6 + 0,8))/2 = 27,46 \text{ мм,}$$

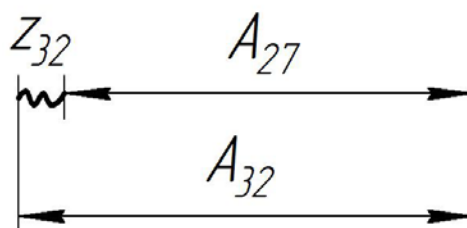
$$Z_{12}^c = 1,26 \text{ мм, } Z_{12\text{max}} = 1,96 \text{ мм, } A_{11} = 27,46 \pm 0,4 \text{ мм, } A_{11} = 27,9_{-0,8} \text{ мм.}$$



$$A_{01}^c = A_{11}^c + Z_{11}^c = A_{11}^c + (Z_{11\text{min}} + (Z_{11\text{min}} + TA_{11} + TA_{01}))/2 =$$

$$= 27,46 + (0,565 + (0,565 + 0,8 + 1,4))/2 = 29,12 \text{ мм,}$$

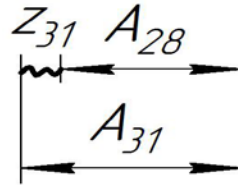
$$Z_{11}^c = 1,67 \text{ мм, } Z_{11\text{max}} = 2,76 \text{ мм, } A_{01} = 29,12 \pm 0,7 \text{ мм, } A_{01} = 29,8_{-1,4} \text{ мм.}$$



$$A_{27}^c = A_{32}^c - Z_{32}^c = A_{32}^c - (Z_{32\min} + (Z_{32\min} + TA_{32} + TA_{27}))/2 =$$

$$= 23 - (0,106 + (0,106 + 0,33 + 0,4))/2 = 22,5 \text{ mm},$$

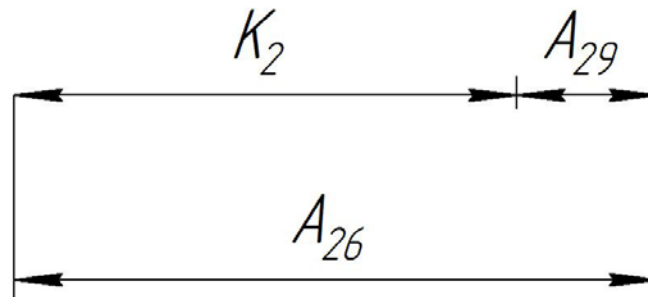
$$Z_{32}^c = 0,5 \text{ mm}, Z_{32\max} = 0,84 \text{ mm}, A_{27} = 22,5 \pm 0,2 \text{ mm}.$$



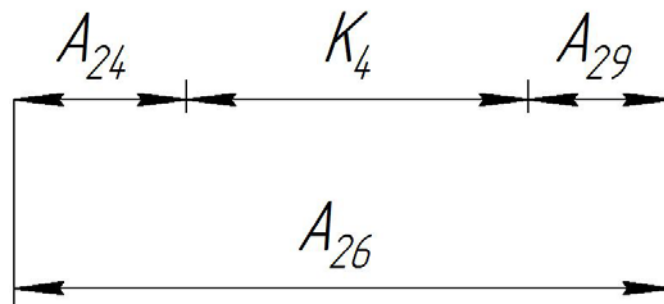
$$A_{28}^c = A_{31}^c - Z_{31}^c = A_{31}^c - (Z_{31\min} + (Z_{31\min} + TA_{31} + TA_{28}))/2 =$$

$$= 4 - (0,106 + (0,106 + 0,3 + 0,4))/2 = 3,55 \text{ mm},$$

$$Z_{31}^c = 0,45 \text{ mm}, Z_{31\max} = 0,8 \text{ mm}, A_{28} = 3,55 \pm 0,2 \text{ mm} = 3,6 \pm 0,2 \text{ mm}.$$



$$A_{29} = A_{26} - K_2 = 25_{-0,2} - 24,5_{-0,2} = 0,5 \pm 0,2 \text{ mm}.$$



$$A_{24}^c = A_{26\text{cp}} - A_{29\text{cp}} - K_{4\text{cp}} = 24,9 - 0,5 - 13,3 = 11,1$$

$$A_{24} = 11,1 \pm 0,05 \text{ mm}.$$

В ходе размерного анализа проверено, что выполняется условие обеспечения требуемой точности всех непосредственно не выдерживаемых конструкторских размеров. Построена размерная схема осевых размеров и граф технологических размерных цепей, из которых видно, что технологический процесс построен верно. Кроме того, в ходе размерного анализа технологического процесса были определены: размеры заготовки, допуски на технологические размеры, минимальные припуски на обработку, диаметральные и осевые технологические размеры.

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки

Операция 010 токарная. Токарно-винторезный станок 16К20

Диаметр обработки над станиной, мм	400
Диаметр обработки над суппортом, мм	220
Расстояние между центрами	1000 / 1500
Размер внутреннего конуса в шпинделе	Морзе 6 М80*
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72	6К
Диаметр сквозного отверстия в шпинделе, мм	55
Максимальная масса заготовки, закрепленной в патроне, кг	300
Максимальная масса детали, закрепленной в центрах, кг	1 300
Число ступеней вращения шпинделя, шт.	23
Число ступеней частот обратного вращения шпинделя	12
Пределы частот прямого вращения шпинделя, мин-1	12,5 - 2 000
Пределы частот обратного вращения шпинделя, мин-1	19 - 2 420
Число ступеней рабочих подач - продольных	42
Число ступеней рабочих подач - поперечных	42
Пределы рабочих подач - продольных, мм/об	0,7 - 4,16
Пределы рабочих подач - поперечных, мм/об	0,035-2,08
Наибольший крутящий момент, кНм	2
Наибольшее перемещение пиноли, мм	200
Поперечное смещение корпуса, мм	±15
Наибольшее сечение резца, мм	25
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Мощность электродвигателя привода быстрых перемещений суппорта, кВт	0,75 или 1.1
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	3 200 x 1 166 x 1 324
Масса станка, кг	3 035

Операция 020 токарная с ЧПУ. Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3

Техническая характеристика станка	
Наибольший диаметр, мм:	
обрабатываемой заготовки	400
прутка, проходящего через отверстие в шпинделе	50
Наибольшая длина, мм:	
обрабатываемой заготовки	1000
продольного перемещения каретки	900
хода поперечного суппорта	250
Число рабочих скоростей шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, об/мин	35—1600
Число автоматически переключаемых скоростей	9
Частота вращения шпинделя, устанавливаемого вручную, об/мин	100—1600
Максимальная скорость продольной подачи при нарезании резьбы, мм/мин	1200
Пределы шагов нарезаемых резьб, мм	До 20
Скорость подач, мм/мин:	
продольных	3—1200
поперечных	1,5—600
Скорость быстрых подач, мм/мин	
продольных	4800
поперечных	2400
Дискретность перемещений, мм	
продольных	0,01
поперечных	0,005
Габаритные размеры станка, мм	3360x1710x1750
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	11

Операция 035 токарная. Высокоточный токарный станок SCHAUUBLIN 150

Диаметр обработки над станиной, мм:	340
Диаметр обработки над салазками, мм:	177
Высота центров, мм:	150
Длина обработки, мм:	630
Отверстие шпинделя, мм:	40
Число оборотов шпинделя, об/мин:	55-3000
Продольные перемещения, мм/об:	0,05 – 0,35
Поперечное перемещение верх.салазок, мм:	180
Передняя часть шпинделя:	МК 5
Конус пиноли задней бабки:	МК 5
Мощность привода, kW:	4,45
Габариты станка, (Д x Ш x В) мм:	1840 x 1050 x 1730
Вес станка, кг:	1250

Операция 025 фрезерная с ЧПУ. Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ
ВМ - 850

Технические данные	-	ВМ 850
Ход в осях X-Y-Z	мм	850-600-600
Зажимная поверхность стола	мм	1050×600
Макс. нагрузка на стол	кг	850
Макс. число оборотов	мин ⁻¹	6000
Мощность двигателя шпинделя S1/S6 - 40%	кВт	7,5/11
Крутящий момент S1/S6 - 40%	Нм	40\60
Конус шпинделя	-	ISO 40
Система управления	-	HEIDENHAIN, FANUC
Масса станка	кг	6500

Выбранный режущий, вспомогательный, измерительный инструмент, приспособления для установки и закрепления заготовки на станке, а также приспособления для установки и закрепления инструмента представлены в технологических картах.

1.8. Расчет режимов резания

Операция 010 токарная: черновое обтачивание поверхности $\varnothing 146.1$

1. Глубина резания: $t = z_{0.1}^C = 1,2$ мм.

2. Подача по таблице 11 [3,Т.2,стр.266] для данной глубины резания 1,0 мм/об:

$$S_{0.1} = 1,0 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (7)$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2,Т.2,стр.270].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV},$$

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

$K_{ПV}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Тогда по таблицам 4,5,6 [3,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = 1; K_{ПV} = 0,9; K_{ИV} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9.$$

Скорость резания ,формула (7):

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{328}{30^{0,28} \times 1,2^{0,12} \times 1,0^{0,5}} \times 0,9 = 111,3 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 111,3 / (3,14 * 150) = 236,3 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 265 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 150 * 265 / 1000 = 124,8 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p, \quad (8)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [3, Т.2, стр.274].

Глубина резания в формуле: $t_{0.1} = z_{\max} = 1,4 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

Тогда по таблицам 10,23 [3, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 1,0; K_{\phi P} = 1,08; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P} = 1 * 1,08 * 1 * 1 * 0,93 = 1,0.$$

Главная составляющая силы резания, формула (8):

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 40 * 1,4^1 * 1,0^{0,75} * 124,8^0 * 1,0 = 560 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1020 * 60) = 560 * 124,8 / (1020 * 60) = 1,14 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{ст}}$$

$$1,14 \leq 10$$

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Операция 010 токарная: черновая подрезка правого торца

1. Глубина резания: $t_{1.1} = z_{1.1}^C = 1,67$ мм.

2. Подача по таблице 11 [3,Т.2,стр.266] для данной глубины резания 1,0 мм/об:

$$S_{1.1} = 1,0 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V, \quad (7)$$

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

Значения коэффициентов: $C_V = 328$; $m = 0,28$; $x = 0,12$; $y = 0,5$ – определены по таблице 17 [2,Т.2,стр.270].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ},$$

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

$K_{ПВ}$ - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Тогда по таблицам 4,5,6 [3,Т.2,стр.261]:

$$K_{MV} = 1; K_{ПВ} = 0,9; K_{ИВ} = 1.$$

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{ИВ} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9.$$

Скорость резания ,формула (7):

$$V = \frac{C_V}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_V = \frac{328}{30^{0,28} \times 1,67^{0,12} \times 1,0^{0,5}} \times 0,9 = 106,8 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 106,8 / (3,14 * 150) = 226,7 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 235 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * d * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 150 * 235 / 1000 = 110,7 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p, \quad (8)$$

Значения коэффициентов: $C_p = 40$; $n = 0$; $x = 1$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [3, Т.2, стр.274].

Глубина резания в формуле: $t_{0.1} = z_{\max} = 2,76 \text{ мм.}$

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P},$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

Тогда по таблицам 10,23 [3, Т.2, стр.264]:

$$K_{MP} = 1,0; K_{\phi P} = 1,08; K_{\gamma P} = 1; K_{\lambda P} = 1; K_{r P} = 0,93.$$

$$K_p = K_{MP} * K_{\phi P} * K_{\gamma P} * K_{\lambda P} * K_{r P} = 1 * 1,08 * 1 * 1 * 0,93 = 1,0.$$

Главная составляющая силы резания, формула (8):

$$P_z = 10 * C_p * t^x * S^y * V^n * K_p = 10 * 40 * 2,76^1 * 1,0^{0,75} * 110,7^0 * 1,0 = 1104 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = P_z * V / (1020 * 60) = 1104 * 110,7 / (1020 * 60) = 2 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N \leq N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{ст}}$$

$$2 \leq 10$$

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Операция 025 фрезерная с ЧПУ: сверление отверстия $\varnothing 3,4^{+0,3}$

1. Глубина резания: $t_{св} = 0,5 * D = 0,5 * 3,4 = 1,7$ мм.

2. Подача по таблице 25 [3,Т.2,стр.277]: 0,18 мм/об

$$S = 0,18 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V, \quad (9)$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3,Т.2,стр.279]:

$$T = 30 \text{ мин.}$$

Значения коэффициентов: $C_V = 36,3$; $q = 0,25$; $m = 0,125$; $y = 0,55$ – определены по таблице 28 [3,Т.2,стр.278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{ИV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

Коэффициенты $K_{MV} = 1,05$, $K_{ИV} = 1$.

Тогда по таблице 31 [3,Т.2,стр.280]: $K_{IV} = 0,6$.

$$K_V = K_{MV} * K_{IV} * K_{ИV} = 1 * 0,6 * 1 = 0,6.$$

Скорость резания ,формула (9):

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V = \frac{35,3 \times 3,4^{0,25}}{30^{0,125} \times 0,18^{0,55}} \times 0,6 = 47,07 \text{ м / мин.}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * D) = 1000 * 47,07 / (3,14 * 3,4) = 4408 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\phi} = 4400 \text{ об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * D * n_{\phi} / 1000 = 3,14 * 3,4 * 4400 / 1000 = 47 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p, \quad (10)$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,005$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [3,Т.2,стр.281].

Коэффициент K_p : $K_p = K_{MP} = 1,0$.

Крутящий момент, формула (10):

$$M_{кр} = 10 * C_M * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,005 * 3,4^2 * 0,18^{0,8} * 1,0 = 0,2 \text{ Н*м.}$$

8. Определяем осевую силу по формуле:

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

Значения коэффициентов: $C_p = 9,8$; $q = 1$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [3,Т.2,стр.281].

Осевая сила:

$$P_o = 10 * C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 9,8 * 3,4^1 * 0,18^{0,7} * 1,0 = 99,96 \text{ Н.}$$

8. Мощность резания:

$$N = M_{кр} * n_{ф} / 9750 = 0,2 * 4400 / 9750 = 0,1 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N \leq N_{дв} \cdot \eta_{ст}$$
$$0,1 \leq 7,5$$

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Операция 025 фрезерная с ЧПУ: фрезерование пазов

1. Глубина фрезерования $t=12$

2. Ширина фрезерования $B=4$ мм

Подача $S=0.08-0.05$

Принимаем по табл.35 (3, том 2, стр 284). Принимаем $S_z = 0.08$ мм.

3. Стойкость $T=120$ мин, по таблице 40 (3, том 2, стр 290).

4. Скорость резания рассчитывается по формуле

$$V = \frac{C_v \cdot D_\phi^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_{zcp}^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

$D_\phi = 12$ мм, $Z = 6$.

Из таблиц 39,40 [3. том 2, стр 286]

$C_v=185,5$ $q=0.45$ $x=0.3$, $y=0.2$, $u=0,1$ $m=0.33$ $p=0,1$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{Иv}$$

Коэффициенты определены выше

$K_{MV}= 1$; $K_{ПV} = 0,9$; $K_{ИV} = 1$.

$$K_v = K_{MV} * K_{ПV} * K_{ИV} = 1 * 0,9 * 1 = 0,9.$$

$$V = \frac{185,5 \times 12^{0,45}}{120^{0,33} \times 12^{0,3} \times 0,08^{0,2} \times 4^{0,1} \times 6^{0,1}} \times 0,9 = 60,6 \text{ м/мин.}$$

6. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_\phi = 1000 * V / (\pi * D_\phi) = 1000 * 60,6 / (3,14 * 12) = 1608 \text{ об/мин.}$$

7. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n = 1610$ об/мин

8. Фактическая скорость резания:

$$V = \pi * D_\phi * n_\phi / 1000 = 3,14 * 12 * 1610 / 1000 = 60,7 \text{ м/мин.}$$

9. Минутная подача станка:

$$S_M = S_{zcp} \times Z \times n_{ст} = 0,08 \cdot 6 \cdot 1610 = 773 \text{ мм/мин.}$$

$$S_{MCT} \approx S_M = 800 \text{ мм/мин}$$

$$S_M = S_{MCT} / (Z \times n_{CT}) = 800 / (6 \times 700) = 0,2 \text{ мм/зуб.}$$

10. Окружная сила

$$P_z = \frac{10 C_p \cdot t^x \cdot S_{z\phi}^y \cdot B^u \cdot Z}{D_{\phi}^q \cdot n_{CT}^w} \cdot K_{MP}$$

Коэффициенты выбираем из табл.41 [3.том 2, стр291]

$$C_p = 22,6 \quad x = 0,86, \quad y = 0,72, \quad u = 1, \quad q = 0,86, \quad w = 0.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 22,6 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,2^{0,72} \cdot 4^{1,0} \cdot 6}{12^{0,86} \cdot 800^0} \cdot 1,0 = 1681,44 \text{ Н.}$$

11. Крутящий момент на шпинделе

$$M_{кр} = P_z \times D / (2 \times 100) = 1681,44 \times 60,7 / (2 \times 100) = 510 \text{ Н} \times \text{М}$$

12. Мощность резания (эффективная)

$$N_E = P_z \times V_{\phi} / (1020 \times 60) = 1681,44 \times 60,7 / (1020 \times 60) = 1,6 \text{ кВт}$$

13. Мощность привода главного движения:

$$N \leq N_{дв} \cdot \eta_{CT}$$

$$1,6 \leq 7,5$$

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Режимы резания остальных переходов рассчитаны и определены по справочным данным [7], и сведены в таблицу 13.

Режимы резания.

Переход	Глубина t , мм	Подача S , мм/об	Частота вращения шпинделя n , об/мин	Скорость резания V , м/мин	Сила резания P_z , Н	Мощность резания N , кВт
Чистовое обтачивание поверхности $\varnothing 146_{-1}$	0,66	0,55	500	231,3	307,2	1,16
Черновое обтачивание поверхности $\varnothing 124_{-0,063}$	3,07 (4 прохода)	0,45	450	212	704	2,44
Чистовое обтачивание поверхности $\varnothing 124_{-0,063}$	0,4	0,46	550	215,9	134,4	0,47
Черновое расточивание поверхности $\varnothing 52^{**}$	0,63	0,38	1750	282	76,8	0,35
Чистовое расточивание поверхности $\varnothing 52^{**}$	0,25	0,38	1750	282,4	48	0,3
Обтачивание поверхности $\varnothing 56^{+0,03}$	3,25 (за 4 прохода)	0,32	2000	188,4	567,6	1,75
Получистовая подрезка правого торца	0,2	0,46	450	208	67,2	0,23

Переход	Глубина t, мм	Подача S, мм/об	Частота вращения шпинделя n, об/мин	Скорост ь резания V, м/мин	Сила резания/о сева (P _z /P _o), Н	Мощность резания N, кВт
Чистовая подрезка правого торца	0,4	0,46	500	229,2	156,8	0,6
Подрезка торца фланца	0,45	0,46	500	229,22	179,2	0,7
Черновая подрезка левого торца	1,26	0,55	355	167,2	501,76	1,37
Чистовая подрезка левого торца	0,7	0,46	500	231,3	282,24	1,07
Обтачивание поверхности Ø80	1,8 (6 прохода)	0,55	400	184	512	1,54
Подрезка торца канавки	0,5	0,38	1500	246,8	161,3	0,65
Сверление отверстий Ø5,5 ^{+0,3}	2,75	0,16	3700	63,9	161,7	0,13
Сверление отверстия Ø30 ^{+0,52}	15	0,25	800	75,4	275	0,5
Сверление отверстий Ø2,5 ^{+0,1} под нарезание резьбы М3-6Н	1,25	0,06	4330	34	34,3	0,02
Нарезание резьбы М3×0,5-6Н	-	0,5	1540	14,5	M _{кр} = =0,44 Н×М	0,07

1.9. Нормирование технологического процесса

Технической нормой времени называется время, необходимое для выполнения технологической операции в конкретных производственных условиях.

Расчет основного времени обработки

Основное время определяем по формуле:

$$t_0 = L \cdot i / (n \cdot S), \text{ мин} \quad (11)$$

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:

$$L = l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}, \quad (12)$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{CX} – величина схода инструмента, мм;

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

Принимаем: $l_{CX} = l_{ПД} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента берется по нормативам справочника Панов «Обработка металлов резанием» либо определяется по формуле:

$$l_B = t / \operatorname{tg} \varphi, \quad (13)$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_0 = (l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{CX} + l_{ПД}) \cdot i / (n \cdot S), \quad (14)$$

Основное время для токарной операции:

Черновое обтачивание $\varnothing 146_{-1}$:

(для $\varphi = 90^\circ$ $l_B = 1$ мм)

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) \cdot i / (n \cdot S) = (26,5 + 1 + 2) \cdot 1 / (265 \cdot 1,0) =$$

$$=0,11 \text{ мин.}$$

Чистовое обтачивание $\varnothing 146_{-1}$:

$$t_0 = (1 + t/tg \varphi + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (16,5 + 1,19/tg 75^0 + 2) * 1 / (500 * 0,55) = \\ = 0,08 \text{ мин.}$$

Черновое обтачивание поверхности

$\varnothing 124_{-0,063}$:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (3,6 + 3 + 2) * 4 / (450 * 0,45) = \\ = 0,2 \text{ мин.}$$

Чистовое обтачивание поверхности

$\varnothing 124_{-0,063}$:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (4 + 3 + 2) * 1 / (550 * 0,46) = 0,04 \text{ мин.}$$

Черновое растачивание поверхности

$\varnothing 52^{**}$:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (22,5 + 3 + 2) * 1 / (1750 * 0,38) = \\ = 0,04 \text{ мин.}$$

Чистовое растачивание поверхности

$\varnothing 52^{**}$:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (23 + 3 + 2) * 1 / (1750 * 0,38) = 0,042 \text{ мин.}$$

Обтачивание поверхности

$\varnothing 56^{+0,03}$:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (27,9 + 3 + 2) * 4 / (2000 * 0,32) = 0,21 \text{ мин.}$$

Черновая подрезка правого торца:

$$t_0 = (1 + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (75 + 3 + 2) * 1 / (235 * 1,0) = 0,34 \text{ мин.}$$

Получистовая подрезка правого торца:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (73,65 + 3 + 2) * 1 / (450 * 0,46) = 0,38 \text{ мин.}$$

Чистовая подрезка правого торца:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (73 + 3 + 2) * 1 / (500 * 0,46) = 0,34 \text{ мин.}$$

Подрезка торца фланца:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (10,5 + 3 + 2) * 1 / (500 * 0,46) = 0,07 \text{ мин.}$$

Черновая подрезка левого торца:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (75 + 3 + 2) * 1 / (355 * 0,55) = 0,41 \text{ мин.}$$

Чистовая подрезка левого торца:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (73,65 + 3 + 2) * 1 / (500 * 0,46) = 0,34 \text{ мин.}$$

Подрезка торца канавки:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (3,7 + 3 + 2) * 1 / (1500 * 0,38) = 0,02 \text{ мин.}$$

Обтачивание поверхности Ø80:

$$t_0 = (l + l_B + l_{CX} + l_{ПД}) * i / (n * S) = (11 + 3 + 2) * 6 / (400 * 0,55) = 0,49 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия Ø 3,4^{+0,3}:

$$t_0 = (l + l_{ПД} + l_B) * i / (n * S_o) = (25 + 1 + 1,5) * 4 / (4400 * 0,18) = 0,14 \text{ мин.}$$

Сверление отверстий Ø5,5^{+0,3}:

$$t_0 = (l + l_{ПД} + l_B) * i / (n * S_o) = (5 + 1 + 1,5) * 8 / (3700 * 0,16) = 0,1 \text{ мин.}$$

Сверление отверстий Ø2,5^{+0,1} под нарезание резьбы М3-6Н:

$$t_0 = (l + l_{ПД} + l_B) * i / (n * S_o) = (25 + 1 + 1,5) * 2 / (4330 * 0,06) = 0,21 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия Ø30^{+0,36}:

$$t_0 = (l + l_{ПД} + l_B) * i / (n * S_o) = (27,9 + 1 + 2,5) * 1 / (800 * 0,25) = 0,16 \text{ мин}$$

Фрезерование пазов:

$$t_0 = \frac{L}{S_{\text{мст}}}, \text{ где } L = l + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}}$$

$$t_0 = \frac{L}{S_{\text{мст}}} = (13 \times 8) / 800 = 0,13 \text{ мин.}$$

Нарезание резьбы М3×0,5-6Н:

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 3 \text{ мм, } P = 0,5 \text{ мм.}$$

$$t_0 = \frac{l + l_{\text{всп}}}{n \times P} = (25 + 3) \times 2 / 770 = 0,07 \text{ мин.}$$

Определим нормы штучного и штучно-калькуляционного времени по формуле [10, стр.24]:

Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = (t_0 + t_{\text{всп}}) \left(1 + \frac{\alpha + \beta + \gamma}{100} \right)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з.}}/n$$

В формулах:

$T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин

t_0 – основное время обработки, мин

$t_{\text{всп}}$ – вспомогательное время, мин

α, β, γ , - время технического обслуживания, перерывов и организационного обслуживания. Берется в процентах от оперативного времени.

$T_{\text{шт.к}}$ – штучно-калькуляционное время, мин

$T_{\text{п.з.}}$ - подготовительно-заключительное время, мин

Вспомогательное и подготовительно-заключительное время для всех операций определяем по общемашиностроительным нормативам для мелкосерийного производства [15,21].

Сумма время технического обслуживания, перерывов и организационного обслуживания (α, β, γ) в процентах от оперативного[15]: 8%.

Определенное по нормативам вспомогательное, подготовительно-заключительное время, а также рассчитанное штучное и штучно-калькуляционное время сведены в таблицу 14.

Вспомогательное и основное время в таблице просуммировано для всех переходов каждой операции. На каждый переход вспомогательное и основное время приведено в листе №1 графической части.

Таблица 14

Нормы времени

№ операции	Операция	Нормы времени, мин				
		Σt_0	$\Sigma t_{всп}$	Тп.з,	Тшт	Тшт.к
010	Токарная	0,64	1,5	1,7	2,3	2,35
020	Токарная ЧПУ	1,7	1,8	2	3,8	4
025	Фрезерная ЧПУ	0,65	1,1	0,9	1,9	2,1
035	Токарная	0,082	0,5	0,8	0,63	0,7

1.10. Технико-экономическое обоснование и показатели технологического процесса. [1, стр. 248]

Приведем расчеты затрат на токарную операцию 010

$$З=C+E_H(K_C+K_{ЗД}),$$

Где С –технологическая себестоимость, руб;

$$C=(C_3+C_{\text{эксп}})t_{\text{шт}}/60,$$

E_H – коэффициент экономической эффективности капитальных вложений ($E_H=0,5$)

$K_C, K_{ЗД}$ – удельные капитальные вложения в станок и здание соответственно.

Расчет основной и дополнительной зарплаты выполняем по формуле

$$C_3=C_ч \times K_д \times Z_н \times K_{\text{ОМ}}=100 \times 1,7 \times 1 \times 1=170 \text{ Руб/час}$$

Где $C_ч$ – часовая тарифная ставка рабочего, Руб/час; (100 Руб/час)

$K_д$ – коэффициент, учитывающий дополнительную зарплату и начисления ($K_д=1,7$);

$Z_н$ – коэффициент, учитывающий оплату наладчика ($Z_н=1,0$);

$K_{\text{ОМ}}$ - коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многочисленном обслуживании ($K_{\text{ОМ}}=1,0$);

Расчет часовых затрат по эксплуатации рабочего места выполняем по формуле

$$C_{\text{ЭКСП}}=C_{чЗ} \times K_М=100 \text{ Руб/ч},$$

Где $C_{чЗ}$ – часовые затраты на базовом рабочем месте, Руб/ч;

$K_М$ – коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные работы базового станка

Удельные капитальные вложения в станок рассчитываем по формуле

$$K_C = \frac{Ц_C \cdot K_М \cdot C_{\text{П}}}{N} = \frac{480000 \cdot 1.1 \cdot 1}{250} = 2112,$$

где $Ц_C$ – отпускная цена станка, руб; (принимаем 480000 руб)

$K_М$ –коэффициент, учитывающий затраты на транспорт и монтаж ($K_М=1,1$);

$C_{\text{П}}$ –принятое число станков на операцию ($C_{\text{П}}=1,0$);

N – годовой объем выпуска деталей.

Удельные капитальные вложения в здание рассчитываем по формуле

$$K_{зд} = \frac{C_{пл} \cdot P_c \cdot C_{п}}{N} = \frac{55000 \cdot 10 \cdot 1}{250} = 2200 \text{ руб}$$

где $C_{пл}$ – стоимость 1 м² производственной площади

($C_{пл}=55000$ руб), руб/м²;

P_c – площадь, занимаемая станком с учетом проходов, ($P_c=10$ м²);

$C_{п}$ – принятое число станков на операцию ($C_{п}=1,0$)

Занимаемую станком площадь определяем по формуле

$$P_c = f \times K_c = 10 \text{ м}^2$$

Где $f=8,9$ - площадь станка в плане, м²;

K_c – коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь ($K_c=3,2$)

$$C = (C_3 + C_{ЭКСП}) t_{шт} / 60 = (170 + 100) \times 2,3 / 60 = 3 \text{ руб},$$

$$З = C + E_H (K_c + K_{зд}) = 3 + 0,5(2112 + 2200) = 97,8 \text{ руб}.$$

Расчет приведенных затрат сводим в таблицу. Для остальных операций приведенные затраты рассчитаны и также сведены в таблицу 15.

Таблица 15.

Расчет приведенных затрат

Операции	Модель станка	$T_{шт}$, мин	C_3 , руб	$C_{ЭКСП}$, руб	K_c , руб	$K_{зд}$, руб	C , руб
010	16K20	2,3	170	100	2112	2200	4,5
020	PUMA 2100	3,8	170	100	3080	9900	17,1
025	BM - 850	1,5	170	100	2420	6600	6,75

С целью правильного и рационального выбора оборудования определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности и всех вместе по разработанному технологическому процессу.[1, стр. 114]

Для каждого станка рассчитаем коэффициент загрузки, и коэффициент использования станка по основному времени.

Коэффициент загрузки станка η_3 определяется как отношение расчетного количества станков m_p , занятых на данной операции процесса, к принятому (фактическому) $m_{пр}$: $\eta_3 = m_p / m_{пр}$

Токарная 010: $m_{пр}=1$, $m_p = T_{шт} / T_v = 2,3 / 497 = 0,005$

$$\eta_3 = m_p / m_{пр} = (0,005 / 1) 100 = 0,5 \%$$

Токарная с ЧПУ 020: $m_{пр}=1$, $m_p = T_{шт} / T_v = 3,8 / 497 = 0,008$

$$\eta_3 = m_p / m_{пр} = (0,008 / 1) 100 = 0,8 \%$$

Фрезерная с ЧПУ 025: $m_{пр}=1$, $m_p = T_{шт} / T_v = 1,5 / 497 = 0,003$

$$\eta_3 = m_p / m_{пр} = (0,003 / 1) 100 = 0,3 \%$$

$T_v = 497$ мин - такт выпуска, определен во 2-м пункте пояснительной записки.

m_p – расчетное количество станков; определено как отношение штучного времени на данной операции к такту выпуска $m_p = T_{шт} / T_v$.

Коэффициент использования оборудования по основному (технологическому) времени η_o свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка. Он определяется как отношение основного времени к штучному времени: $\eta_o = T_o / T_{шт}$

Токарная 010: $\eta_o = (T_o / T_{шт}) 100 = 27 \%$

Токарная с ЧПУ 020: $\eta_o = (T_o / T_{шт}) 100 = 42,5 \%$

Фрезерная с ЧПУ 025: $\eta_o = (T_o / T_{шт}) 100 = 38,2 \%$

Использование станков по мощности привода характеризуется коэффициентом использования оборудования η_m , который представляет собой отношение необходимой мощности на приводе станка $N_{пр}$ к мощности установленного электродвигателя $N_{ст}$:

$$\eta_m = N_{пр} / N_{ст}$$

Токарная 010: $\eta_m = (N_{пр} / N_{ст})100 = (2/10) \times 100 = 20 \%$

Токарная с ЧПУ 020: $\eta_m = (N_{пр} / N_{ст})100 = (2,44/11) \times 100 = 22,2 \%$

Фрезерная с ЧПУ 025: $\eta_m = (N_{пр} / N_{ст})100 = (1,6/7,5) \times 100 = 21,3 \%$

По результатам расчетов степеней использования станков по трем критериям построены графики см. рис.7.

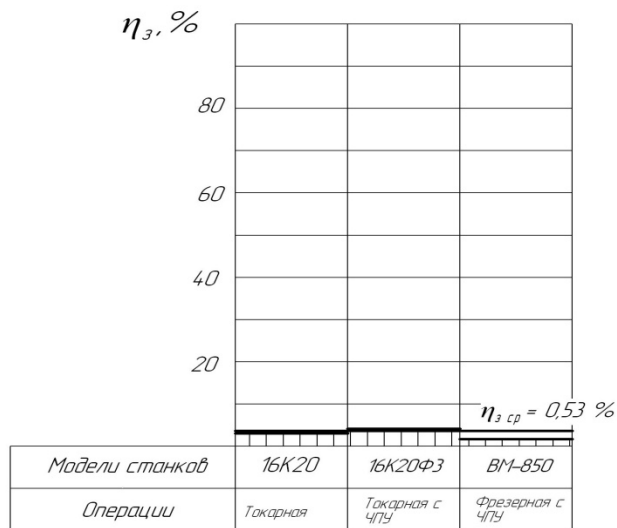


График загрузки оборудования

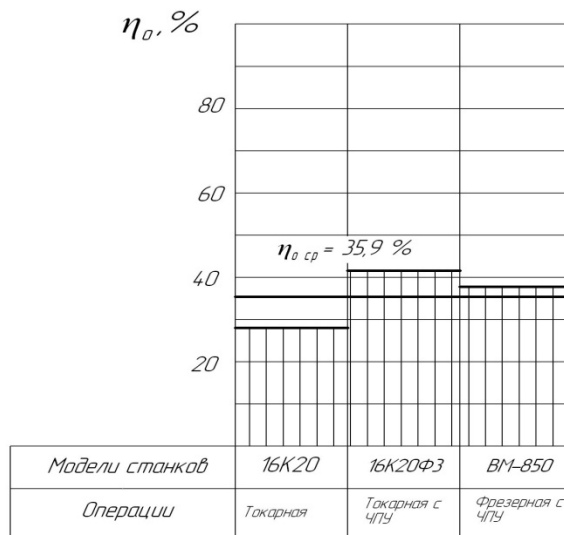


График использования оборудования по основному времени

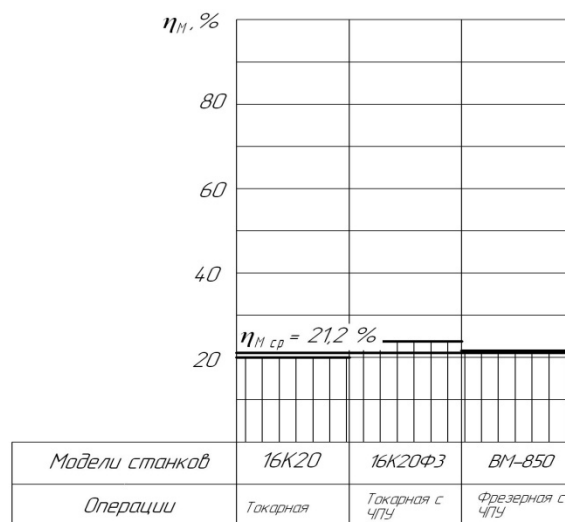


График использования оборудования по мощности

Рис.7

Анализируя графики можно сказать, что для рационализации технологического процесса, возможно, стоит применить станки меньшей мощности, что при единичном типе производства было бы более эффективным. Помимо этого, применение некоторых станков обусловлено их технологическими особенностями и незаменимостью в получении некоторых размеров детали, а также точностью выдерживаемых размеров. Можно сократить вспомогательное время, что повысит коэффициент загрузки оборудования по основному времени, что в свою очередь даст большую эффективность от технологического процесса.

Раздел 2. Проектирование станочного приспособления.

2.1. Техническое задание на конструирование.

Сборка – часто завершающая стадия производства изделия, характеризующаяся сложностью и разнообразием выполняемых операций, высокой трудоемкостью и стоимостью. Трудоемкость сборочных работ в разных отраслях машино- и приборостроения и в разных типах производств составляет 20...70 % общей трудоемкости изготовления изделия. В сборочных цехах преобладает ручной труд. В среднем механизировано около 25 % сборочных работ, а уровень автоматизации в настоящее время не превышает 10...15 % сборочных работ. [8, стр.3]

Исходные данные для разработки технологического процесса следующие: сборочный чертеж изделия в целом со спецификацией; чертеж заготовки, количество заготовок, объем (количество) собираемых изделий с указанием срока их выпуска; производственные условия выполнения сборочных работ, оборудование, применяемое для отрезки заготовки.

Задача: разработать специальное приспособление для одной из операций процесса обработки детали «щит подшипниковый». Составить технологический процесс сборки этого приспособления.

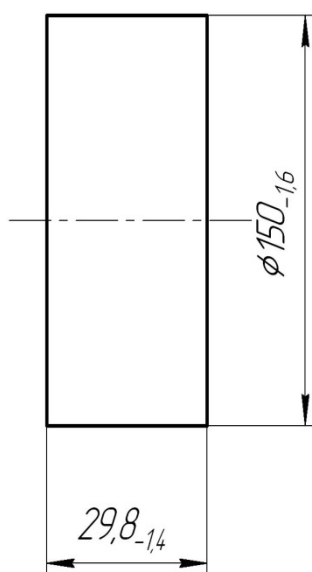


Рис.8 Заготовка

2.2. Выбор базовой конструкции приспособления, описание применяемого оборудования.

Из спроектированного технологического процесса обработки щита подшипникового в разделе 1 возьмем операцию 000 отрезную.

Операционный эскиз изображен на рис.9. В качестве приспособления применяем зажимное приспособление для фиксирования заготовки в процессе отрезной операции.

Базовое приспособление представлено во вкладке.

№ операции	№ перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз
000	А	Отрезная Выдвинуть прутки до упора и закрепить	
	1	Отрезать заготовку в размер А01	

Рис.9 Эскиз отрезной операции

Представленное базовое приспособление модернизируем и применяем для отрезной операции путем добавления сменных прижимов для заготовки, присоединяемых к кулачкам 3 и 6 винтами.

На отрезной операции применяется полуавтоматический горизонтальный ленточнопильный станок COSEN SH-7050. Основные технические характеристики станка представлены в таблице 16. Схема обработки заготовки на станке представлена на рис.10. Основные составные части

станка: 1- Пильная рама; 2- станина станка; 3- рабочий стол; 4- специальное приспособление; 5-двигатель пилы. Заготовка устанавливается в приспособление 4. Приспособление закрепляется к столу 3 станка четырьмя пазовыми болтами. При обработке пильная рама с полотном опускается в сторону стола с приспособлением. Происходит отрезка заготовки.

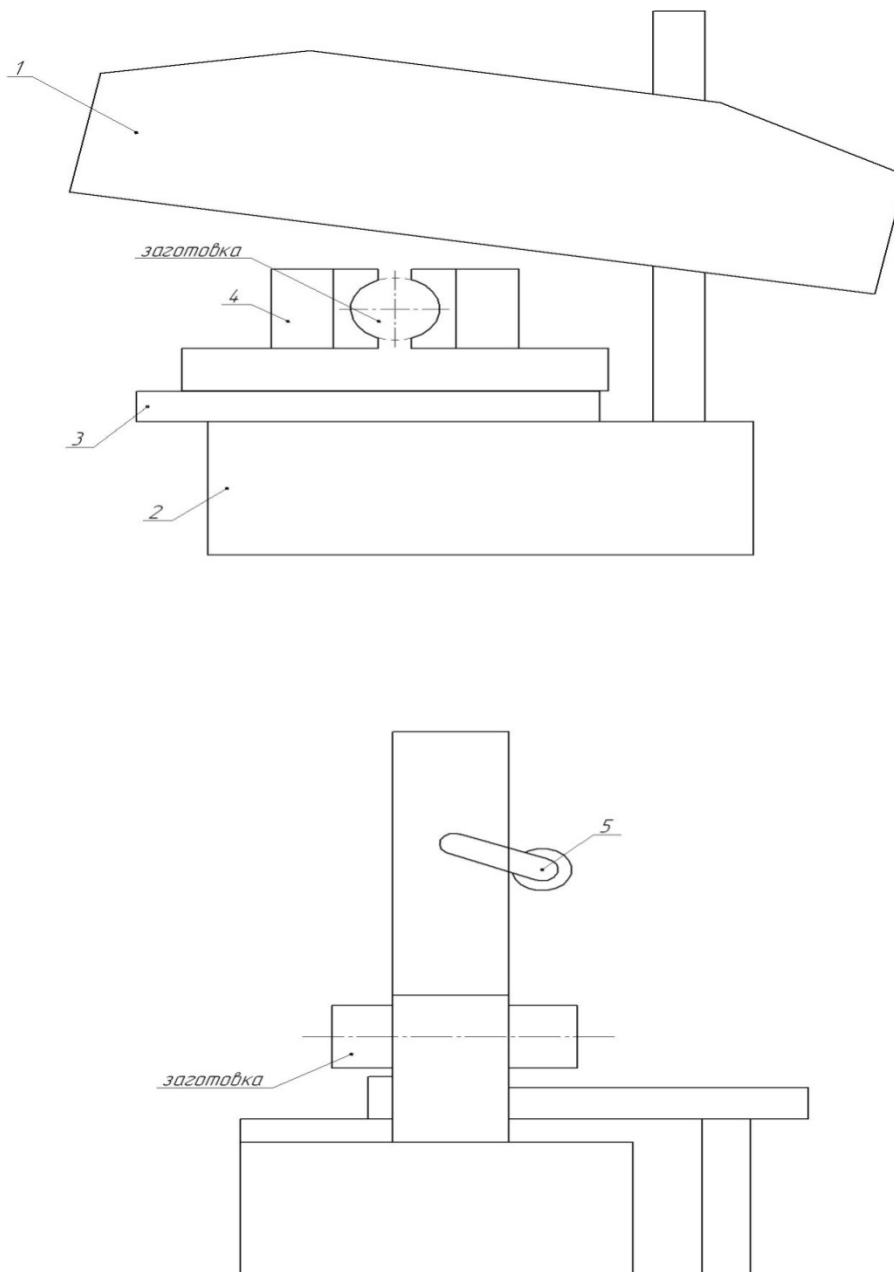


Рис.10 Схема обработки заготовки на станке

Таблица 16
Технические характеристики станка COSEN SH-7050

Максимальная вместимость	угол	90°
	Диаметр (D)	500 мм

		□(ширина×высота)	500×700
Полотно пилы	Скорость	20-80 м/мин.	
	Размеры	5450×41×1,3 мм	
Продольное	Натяжение	Гидравлическое	
	Направляющие	Твердосплавные (сменные)	
	Очистка	Металлическая щетка с приводом от главного мотора	
Мощность мотора Вертикальное	Полотно пилы	5,5 кВт	
	Насос СОЖ	0,18 кВт	
	Гидравлический насос	0,75 кВт	
Охлаждение (объем)		85 л	
Зажим заготовки		Гидравлические тиски	
Высота станины		680 мм	
Чистый вес		1900 кг	
Занимаемая площадь		900×3200×2150	

2.3. Расчет силы резания, действующей на заготовку в процессе резания.

Процесс резания ленточной пилой специфичен, т.к. при резании каждым зубом срезается очень тонкие слои металла. Толщина срезаемого слоя (подача на зуб получается в пределах 0.5-20 мкм. Фактические действующие усилие резания и усилие подачи на заданных режимах могут быть определены только экспериментально. Из источника [9] возьмем формулу примерного расчета силы резания:

$$P = K_p \times \sigma_b \times S_z^{0,7} \times b$$

Показатель степени $u=0,7$ [9]

σ_b – предел прочности обрабатываемого материала, [$\sigma_b=395$ Мпа , для АМг6]

$K_p=1,0$ (определен в разделе 1)

$b=1,3$ мм. (толщина полотна)

Принимаем подачу на зуб 0,02 мм/зуб. [9]

Искомая сила резания:

$$P = K_p \times \sigma_b \times S_z^{0,7} \times b = 1 \times 395 \times 0,02^{0,7} \times 1,3 = 390 \text{ Н.}$$

2.4. Определение силы зажима в приспособлении.

Составим расчетную схему, обеспечивающую условия удержания заготовки в приспособлении:

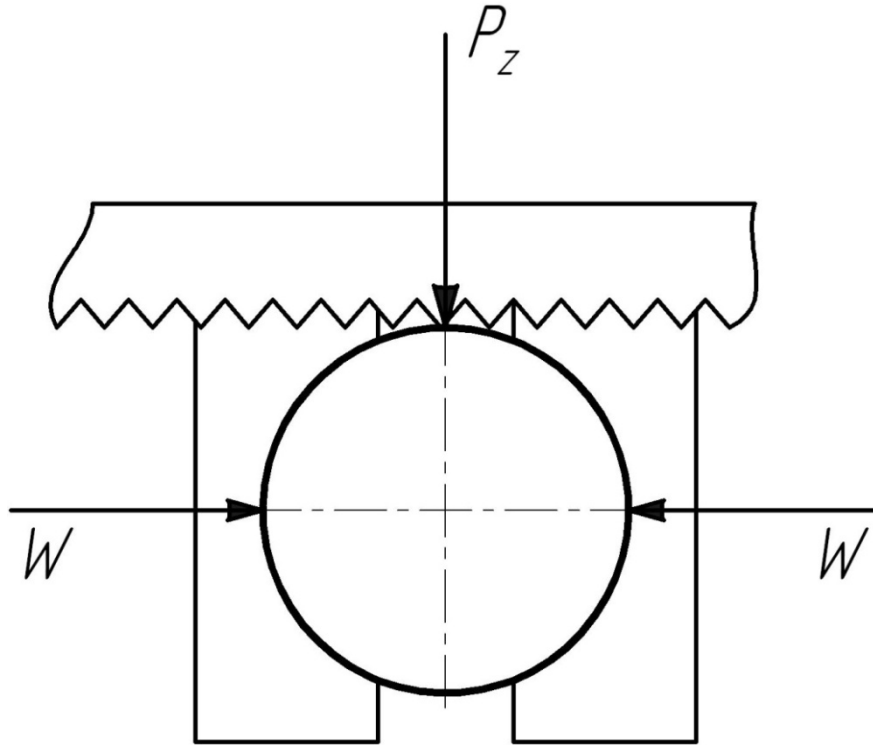


Рис.11 Расчетная схема

Запишем условие удержания заготовки в процессе обработки: [1, стр. 43]

$$\left. \begin{aligned} \Sigma P_{уд} &\geq \Sigma P_{с дв}; \\ \Sigma M_{уд} &\geq \Sigma M_{с дв}. \end{aligned} \right\}$$

С учетом коэффициента надежности закрепления: [1, стр. 43, 44]

$$\left. \begin{aligned} \Sigma P_{уд} &= K \cdot \Sigma P_{с дв}; \\ \Sigma M_{уд} &= K \cdot \Sigma M_{с дв}. \end{aligned} \right\}$$

Удерживающий момент заготовки запишем в виде:

$$M_{уд} = (W \cdot f + 2Wf)r \quad (1)$$

$$M_{уд} = KM_{с дв}, \quad (2)$$

Где f – коэффициент трения, $f=0,25$

r – радиус заготовки

K – коэффициент надежности закрепления, $K=3,37$

Приравняем уравнения (1) и (2) и выразим усилие зажима W :

$$W = \frac{K \times P_z \times l}{2 \times f \times r} = \frac{3,37 \times 390 \times 75}{2 \times 0,25 \times 75} = 2628 \text{ Н}$$

Зная усилие зажима заготовки определим исходное усилие на рукоятке ходового винта:

$$W = \frac{Q \cdot l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})} \quad (3) \quad [1, \text{стр. 75}],$$

где Q – исходное усилие на рукоятке.

l – длина рукоятки, мм. $L = 200$ мм

r_{cp} – средний радиус резьбы, $r_{cp} = 21$ мм

α – угол подъема резьбы, $\alpha = 5^\circ$

$$\varphi_{np} \text{ – приведенный угол трения, } f_{np} = \frac{f}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,1}{0,965} = 0,104$$

$$\varphi_{np} = \operatorname{arctg} f_{np} = \operatorname{arctg} 0,104 = 6^\circ$$

Выразим усилие Q из уравнения (3)

$$W = Q \times l / [r_{cp} \times \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})] = 2628 \times 21 \times \operatorname{tg} 11^\circ / 200 = 53,5 \text{ Н}$$

Для зажима заготовки требуется приложить усилие на рукоятке ходового винта $Q = 53,5$ Н.

2.5. Разработка чертежа общего вида приспособления

Зажимное приспособление служит для базирования и закрепления заготовки на отрезной операции. Приспособление состоит из корпуса 1, в который устанавливаются кулачки 3 и 6 со сменными прижимами 7. В паз корпуса вставлен вкладыш 4, в котором вращается винт 2, имеющий правую и левую прямоугольную резьбу. Для перемещения кулачков винт вращается рукояткой 8. При зажиме деталь фиксируется гайкой 13.

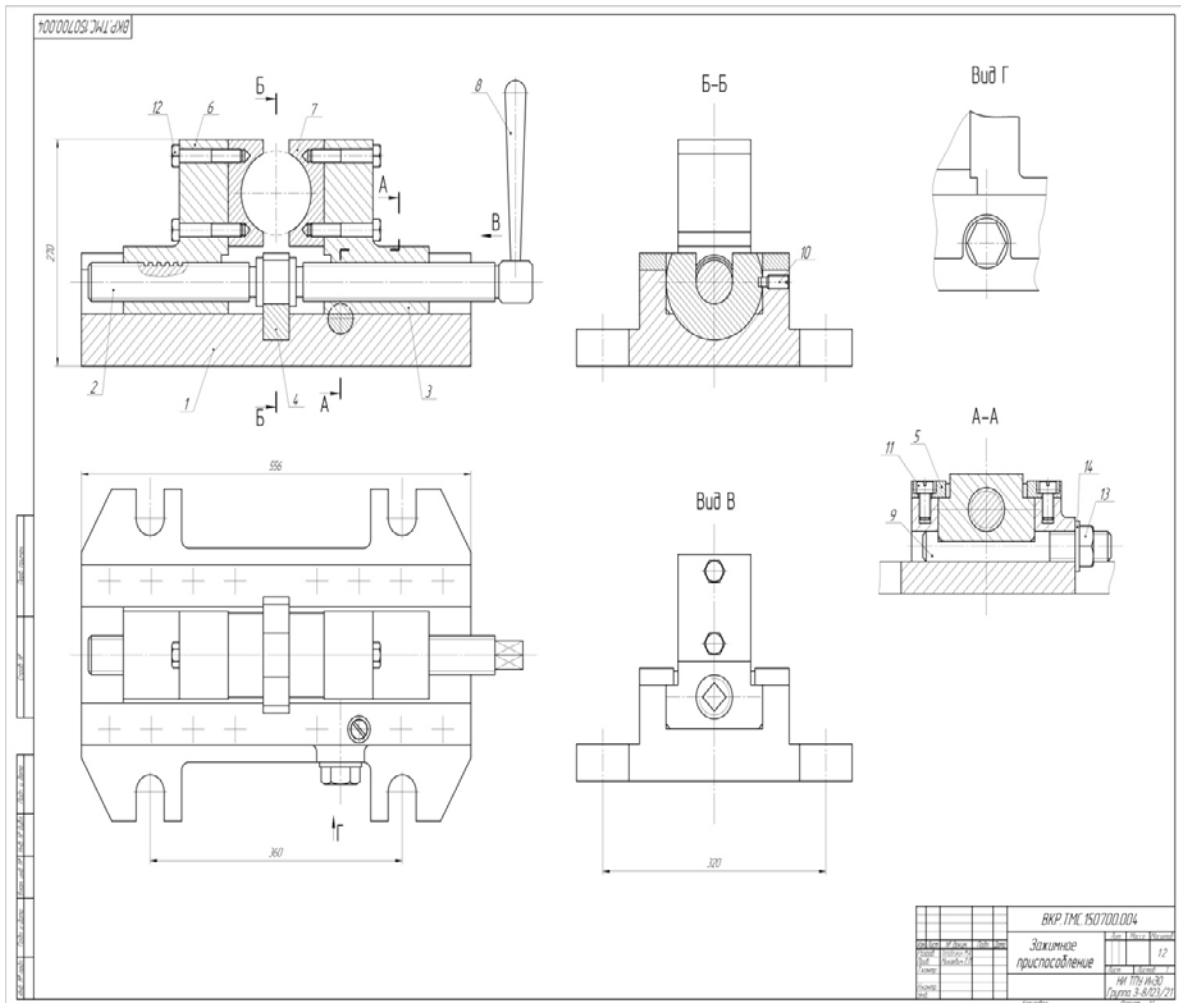


Рис.12 Схема приспособления

Закрепление заготовки в приспособлении производится посредством двух подвижных кулачков 3 и 6. Заготовка устанавливается и зажимается двумя сменными прижимами 7, которые фиксируются в кулачках винтами 12. Вращением рукоятки 8 сообщается движение винту 2, имеющему с двух сторон правую и левую резьбы, обеспечивающие одновременное перемещение кулачков 3 и 6. После того, как кулачки зажмут заготовку, затягивают гайку 13. Левая стенка паза шпильки 9 прижимает кулачок 3. Таким образом происходит зажим и закрепление заготовки перед обработкой.

2.6. Проектирование технологии сборки приспособления.

[8, стр. 7] Технологический процесс сборки изделия в его окончательном виде определяется типом производства, то есть объемом выпуска собираемых изделий, трудоемкостью сборки и организационными формами сборки. При больших объемах сборки разрабатывают технологический процесс подробно и с возможно большей дифференциацией сборочных операций. При малом объеме выпуска ограничиваются составлением маршрута (последовательности) сборочных операций. Спроектированный маршрут сборки представлен в таблице 17. Схема сборки представлена на листе графической части ВКР.

Таблица 17
Маршрут сборки приспособления

№ операции	Наименование операции	Содержание операции и переходов
005		Установить корпус 1 на стол станка Закрепить корпус к столу станка болтами 13.
010		1. Вставить в паз корпуса 1 вкладыш 4 с винтом 2. 2. Зафиксировать вкладыш винтом 10.
015		Установить в направляющие корпуса кулачки 3 и 6.
020		Установить и закрепить в кулачки 3 и 6 сменные прижимы 7. Закрепить винтами 12.
025		Закрепить винтами 11 планки 5.
030		Вставить в корпус 1 шпильку 9 с гайкой 14 и шайбой 17.
035		Установить рукоятку 8 на вал 2.

ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л23	Попадейкину Максиму Александровичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Бакалавр	Направление/ специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя –26300 руб. Оклад инженера –17000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 20%; Доплаты и надбавки руководителя 30%; Доплаты и надбавки инженера 20%; Дополнительной заработной платы 12%; 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 на социальные цели; - 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	Шулинина Ю.И.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л23	Попадейкин Максим Александрович		

Раздел 3 Финансовый менеджмент

3.1. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Актуальность проведения экономического анализа по оценке деловой привлекательности научной разработки обусловлена тем, что в настоящее время проведение данного анализа позволяет вовремя устранить коммерчески малоэффективные варианты, следовательно, значительно повысить вероятность коммерциализации научной разработки.

Потенциальным потребителем данного изделия «Щит подшипниковый» являются различные машиностроительные, оборонные предприятия.

Целью данного раздела является разработка технологического процесса изготовления детали «Щит подшипниковый» отвечающего современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения; перспективности и успешности научно-исследовательского проекта.

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 по технологии QuaD

Технология QuaD 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 основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

- 1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки.
- 2) Показатели оценки качества разработки.

В нашем случае при работе с технологией QuaD мы воспользуемся показателями оценки качества разработки.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (табл. 2).

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

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot Б_i, \quad (1)$$

где $П_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

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.

Таблица 17-Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

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	0,20	80	100	0,8	0,16
2. Вид получения заготовки	0,10	90	100	0,9	0,09
3. Время изготовления детали "Щит подшипниковый"	0,20	70	100	0,7	0,14
4. Качества изготовления детали "Щит подшипниковый"	0,1	85	100	0,85	0,085
5. Уровень квалификации рабочего	0,10	80	100	0,80	0,08
6. Сокращения количества операций в технологическом процессе	0,1	75	100	0,75	0,075
7. Гибкость технологического процесса изготовления детали "Щит подшипниковый"	0,05	80	100	0,80	0,04
8. Уровень сложности изготовления детали	0,1	85	100	0,85	0,085

"Щит подшипниковый"					
9. Уровень автоматизации	0,10	70	100	0,70	0,07
10. Цена изделия	0,05	90	100	0,90	0,045
Итого	1				0,87

Значение $P_{cp} = 87$ показывает, что перспективность технологического процесса изготовления детали "Щит подшипниковый" на рынке является перспективной.

3.3. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование ВКР включает в себя: обсуждение проблематики выбранной темы, цели работы, вопросы, которые должны быть проработаны, составления перечня работ, необходимых к выполнению, определение участников и построения графика проведения работ.

Таблица 18

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Студент
	2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Научный руководитель, студент
	3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	Студент
Основной этап	5	Выполнение технологической части работы	Студент
	6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение конструкторской части работы	Студент
	8	Согласование выполненной конструкторской части с	Научный руководитель,

		научным руководителем	студент
Заключительный этап	9	Выполнение других частей работы	Студент
	10	Подведение итогов , оформление работы	Студент

3.4. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

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

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

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 1-й работы составило:

$$t_{ож1} = \frac{3 * 1 + 2 * 3}{5} = 1,8 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 2-й работы составило:

$$t_{\text{ож}2} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 3-й работы составило:

$$t_{\text{ож}3} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 4-й работы составило:

$$t_{\text{ож}4} = \frac{3 * 9 + 2 * 12}{5} = 10,2 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 5-й работы составило:

$$t_{\text{ож}5} = \frac{3 * 23 + 2 * 27}{5} = 24,6 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 6-й работы составило:

$$t_{\text{ож}6} = \frac{3 * 4 + 2 * 5}{5} = 4,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 7-й работы составило:

$$t_{\text{ож}7} = \frac{3 * 22 + 2 * 24}{5} = 22,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{\text{ож}8} = \frac{3 * 2 + 2 * 3}{5} = 2,4 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 9-й работы составило:

$$t_{\text{ож}9} = \frac{3 * 7 + 2 * 9}{5} = 7,8 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 10-й работы составило:

$$t_{\text{ож}10} = \frac{3 * 2 + 3 * 3}{5} = 3 \text{чел.} - \text{дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Продолжительность 1-ой работы:

$$T_{p_1} = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{раб.дн.}$$

Продолжительность 2-ой работы:

$$T_{p_2} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{раб.дн.}$$

Продолжительность 3-ой работы:

$$T_{p3} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4-ой работы:

$$T_{p4} = \frac{10,2}{1} = 10,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5-ой работы:

$$T_{p5} = \frac{24,6}{1} = 24,6 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6-ой работы:

$$T_{p6} = \frac{4,4}{2} = 2,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7-ой работы:

$$T_{p7} = \frac{22,8}{1} = 22,8 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8-ой работы:

$$T_{p8} = \frac{2,4}{2} = 1,2 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 9-ой работы:

$$T_{p9} = \frac{7,8}{1} = 7,8 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 10-ой работы:

$$T_{p10} = \frac{3}{1} = 3 \text{ раб.дн.}$$

3.5. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

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

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

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

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

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

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

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

Коэффициент календарности в 2017 году составил :

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48,$$

Продолжительность выполнения 1-й работы в календарных днях:

$$T_{k1} = 1,8 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-й работы в календарных днях:

$$T_{k2} = 1,2 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 3-й работы в календарных днях:

$$T_{к3} = 1,4 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 4-й работы в календарных днях:

$$T_{к4} = 10,2 * 1,48 = 15 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 5-й работы в календарных днях:

$$T_{к5} = 24,6 * 1,48 = 36 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 6-й работы в календарных днях:

$$T_{к6} = 2,2 * 1,48 = 3 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 7-й работы в календарных днях:

$$T_{к7} = 22,8 * 1,48 = 34 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 8-й работы в календарных днях:

$$T_{к8} = 1,2 * 1,48 = 2 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 9-й работы в календарных днях:

$$T_{к9} = 7,8 * 1,48 = 11 \text{ кал.дн.}$$

Продолжительность выполнения 10-й работы в календарных днях:

$$T_{к10} = 3 * 1,48 = 4 \text{ кал.дн.}$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу (табл. 19).

Таблица 19

Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ожг}$, чел-дни			
Выбор научного руководителя бакалаврской работы	1	3	1,8	Студент	1,8	2
Составление и утверждение темы бакалаврской работы	2	3	2,4	Научный руководитель, студент	1,2	2
Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	1	2	1,4	Научный руководитель	1,4	2
Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	9	12	10,2	Студент	10,2	15

Выполнение технологической части работы	23	27	24,6	Студент	24,6	36
Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	4	5	4,4	Научный руководитель, студент	2,2	3
Выполнение конструкторской части работы	22	24	22,8	Студент	22,8	34
Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	2	3	2,4	Научный руководитель, студент	1,2	2
Выполнение других частей работы	7	9	7,8	Студент	7,8	11
Подведение итогов , оформление работы	2	3	2,4	Студент	3	4

На основе табл. 19 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе табл. 20 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 20- Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность выполнения работ															
				февр.		март			апрель			май							
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
1	Выбор научного руководителя бакалаврской работы	Студент	2																
2	Составление и утверждение темы бакалаврской работы	Научный руководитель, студент	2																
3	Составление календарного плана-графика выполнения бакалаврской работы	Научный руководитель	2																
4	Подбор и изучение литературы по технологическому проектированию	Студент	15																
5	Выполнение технологической части работы	Студент	36																
6	Согласование выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	3																
7	Выполнение конструкторской части работы	Студент	34																
8	Согласование выполненной конструкторской части с научным руководителем	Научный руководитель, студент	2																
9	Выполнение других частей работы	Студент	10																
10	Подведение итогов, оформление работы	Студент	4																



- руководитель темы



- студент

Из календарного плана-графика проведения ВКР можно увидеть, что основная деятельность по ВКР принадлежит студенту, как основному ответственному исполнителю. Но вместе с тем, выполнение ВКР тесно связано с направлением, консультациями, согласованиями и составлением планов работ преподавателем, что также является неотъемлемой частью выполнения ВКР.

Самые объемные работы: проектирование техпроцесса и конструкторская часть - занимают март и апрель. Остальные работы занимают не более 15 дней, но в совокупности составляют также значительную часть плана-графика. Такие работы, согласование выполненной технологической части с научным руководителем, составление и утверждение темы бакалаврской работы - выполнялись двумя исполнителями в феврале, апреле и мае.

Завершение ВКР приходится на первую половину третьей декады мая.

3.5.1 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

3.5.2 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i * N_{расxi}, \quad (6)$$

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.);

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

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, USB-накопитель, записная книжка, карандаш простой, ластик.

Материальные затраты, необходимые для разработки технологического процесса изготовления детали "щит подшипниковый", указаны в таблице 21.

Таблица 21

Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (З _м), руб.
Бумага офисная	Лист	250	1,5	375
Ручка	Шт.	3	15	45
Карандаш простой		3	10	30
USB накопитель	250 М/б	1	350	350
Бумага "Ватман" А1 формат	Л.	5	25	125
Скобы для степлера	Упаковка	2	20	40
Записная книжка	Шт	1	200	200
Ластик	Шт	1	20	20
Итого:				1185

Материальные затраты на выполнение научно-технического исследования составили 1185 рублей.

3.5.3 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 таблицеб.

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = T_p \cdot Z_{дн}, \quad (8)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

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

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

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 $Z_{тс}$);

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

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_m = 26300 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 54704$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_m = 17000 * (1 + 0,2 + 0,2) * 1,3 = 30940$$

Таблица 22

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные	118	118
- из них праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	24
- невыходы по болезни	8	10
Действительный годовой фонд рабочего времени	191	213

Месячный должностной оклад руководителя темы, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{54704 * 10,4}{191} = 2978,6$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$Z_{дн} = \frac{30940 * 11,2}{213} = 1626,9$$

Основная заработная плата руководителя темы составила:

$$Z_{осн} = 2978,6 * 9 = 26807,4 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$Z_{осн} = 1626,9 * 109 = 177332,1 \text{ руб.}$$

Таблица 23

Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, 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	0,3	1,3	54704	2978,6	9	26807,4
Бакалавр	17,0	0,2	0,2	1,3	30940	1626,9	109	177332,1
Итого $Z_{осн}$:								204139,5

3.5.4 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:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (12)$$

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:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 * 26807,4 = 3216,9 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата студента составила:

$$Z_{\text{доп}} = 0,12 * 177332,1 = 21279,8 \text{ руб.}$$

3.5.5. 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:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (13)$$

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

На 2017 год установлен размер страховых взносов равный 30%.

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель темы	26807,4	3216,9
Студент	177332,1	21279,8
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	68590,9	

3.5.6 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:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (12)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%. Таким образом, накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = 240785 \cdot 0,16 = 36581,8 \text{ рублей.}$$

3.5.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 25.

Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат
---------------------	-------------	-------------

1.	Материальные затраты НТИ	1185	0,0035
2.	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	204139,5	0,60
3.	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	24496,7	0,073
4.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	68590,9	0,204
5.	Накладные расходы	36581,8	0,11
6.	Бюджет затрат НТИ	334993,9	1

Бюджет затрат на выполнение научно-исследовательской работы составил 334993,9 рублей.

3.6. Определение эффективности исследования

В спроектированном технологическом процессе в качестве заготовки используется круглый прокат из АМгб. Данный вид заготовок упрощает и оптимизирует использование выбранного материала изготовления «щита подшипникового». За счет использования специальной оснастки, выбора производительных станков с программным управлением, выбора оптимального инструмента и правильной последовательности построения технологического процесса сокращается время изготовления изделия.

Подводя итог, по определенному значению $P_{cp} = 87$ можно сказать, что перспективность технологического процесса изготовления детали «Щит подшипниковый» на рынке является перспективной.

В рамках планирования научной работы была составлена структура работ, разработан график этих работ и определена их трудоемкость. Из календарного плана-графика проведения ВКР можно увидеть, что основная деятельность по ВКР принадлежит студенту, как основному ответственному исполнителю. Но вместе с тем, выполнение ВКР тесно связано с направлением, консультациями, согласованиями и составлением планов работ преподавателем, что также является неотъемлемой частью выполнения ВКР. Самые объемные работы:

проектирование техпроцесса и конструкторская часть - занимают март и апрель. Остальные работы занимают не более 15 дней, но в совокупности составляют также значительную часть плана-графика. Такие работы, согласование выполненной технологической части с научным руководителем, составление и утверждение темы бакалаврской работы - выполнялись двумя исполнителями в феврале, апреле и мае. Завершение ВКР приходится на первую половину третьей декады мая.

Далее, были определены затраты научно-исследовательской работы, составившие 334993,9 рублей.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л23	Попадейкин Максим Александрович

Институт	ИнЭО	Кафедра	ТМСР
Уровень образования	Бакалавр	Направление /специальность	15.03.01. Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Щит подшипниковый».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<i>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</i>	<i>Объект исследования цех по изготовлению «детали щит подшипниковой»</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты). 	<p><i>1.1 Анализ вредных факторов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – Отклонение показателей микроклимата (оптимальные величины показателей микроклимата); – Повышенный уровень вредных веществ; – Повышенный уровень шума на рабочем месте – Повышенный уровень электромагнитных излучений; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Расчёт освещения рабочего место; <p>– 1.2 Анализ опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы; – Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, напряжение прикосновения и тока; – Применение средств индивидуальной защиты
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); 	<ul style="list-style-type: none"> – Воздействия на гидросферу: выбросы теплоты в водоемы, металлические стружки, СОЖ, наличие промышленных отходов, изменение условий ледостава, зимнего гидрологического режима; изменение условий паводков; изменение распределения осадков, испарений, туманов. – Не несет опасных и вредных воздействий на атмосферу и литосферу - Мероприятия по экологической безопасности

<ul style="list-style-type: none"> – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>регламентируются. В целях общего улучшения состояния окружающей среды мероприятиями по обеспечению благоприятных условий жизни населения предусматривается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Озеленение и благоустройство территории предприятия – Содержание дорог, тротуаров и прилегающих озелененных территорий в соответствии с санитарными требованиями; – Ликвидация несанкционированных свалок отходов; – Создание и обустройство санитарно-защитной зоны предприятия
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<ul style="list-style-type: none"> – Возможность ЧС при обслуживании и эксплуатации электрооборудования: повышенное значение напряжения в электрической цепи , замыкание которой может произойти через тело человека; пожароопасность – Наиболее типичной ЧС: <ol style="list-style-type: none"> 1. Сильные морозы 2. Предполагаемая диверсия – Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС: в помещений где идет обслуживания и эксплуатация оборудования, установлены огнетушители типа ОУ-5, ОП-5 а так же, звуковая и световая пожарная сигнализация средства индивидуальной защиты обеспечивают защиту отдельного человека с помощью специальной одежды, обуви. – Разработка действий в результате возникновение ЧС: оборудования находящееся под напряжением должны быть обесточены и оказать пострадавшим первую медицинскую помощь.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой РФ. «Случаи предоставления гарантий и компенсации». – Правило внутреннего трудового распорядка АО «НПП «Полюс» – Организационные мероприятий при компоновке рабочей зоны – План размещения светильников – План эвакуации

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
3-8Л23	Попадейкин Максим Александрович		

Раздел 4. Социальная ответственность.

4.1. Общие положения

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места на механическом участке по изготовлению «Щита подшипникового» промышленного предприятия.

Процесс изготовления «щита подшипникового» (далее деталь) связан с наличием опасных и вредных производственных факторов характерных для машиностроительных предприятий.

- Вредный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию.

- Опасный производственный фактор – производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме.

На рабочих местах, где находится оборудование для изготовления детали, можно выделить следующие источники опасных и вредных производственных факторов:

- электрический ток;
- смазочно- охлаждающая жидкость;
- стружка металлическая;
- ненадежное крепление инструмента, применение оборудования

При организации рабочего места должны строго соблюдаться установленные законодательством нормы охраны труда и промышленной безопасности. А также особое внимание следует обратить на охрану окружающей среды, а в частности, на сокращение отходов производства и потребления в образующихся в результате производственной деятельности, снижение выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, соблюдение требований санитарно-гигиенических нормативов в воздухе рабочей зоны.

4.2. Анализ вредных факторов

В соответствии с ГОСТ 120003-74. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия [1].

При проведении работ по изготовлению детали можно выделить следующие факторы:

- Физические (опасность поражения электрическим током, повышенная запыленность, недостаточная освещенность рабочей зоны; повышенный уровень вибрации, шума, влажность воздуха, неправильная организация труда и рабочего места и т.д);
- Химические (токсичные вещества);
- Психофизиологические (физические и нервно-психические перегрузки).

4.2.1 Микроклимат помещения

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88. Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

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

Микроклимат - сочетание температуры, относительной влажности воздуха и интенсивности теплового излучения. Перечисленные параметры оказывают огромное влияние на функциональную деятельность человека, его самочувствие, здоровье, надежность работы. [2]

На основании требований СанПиН 2.2.4.548-96 Параметры микроклимата по температуре воздуха в производственных помещениях должны быть в следующих пределах: в тёплое время года от +19 до +24, в холодное время года от + 17 до +23, относительная влажность не более 60%, скорость движения воздуха не более 0,2 м/с. [3].

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Работа, по изготовлению детали «щит подшипниковый» относится к

категории средних работ. Оптимальные нормы температуры, относительной и допустимой влажности для работ средней тяжести приведены в таблице 26.

Таблица 26

Требования к микроклимату

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Допустимая влажность, %
Холодный	средняя	18 – 20	40-60	75
Теплый	средняя	21-23	40-60	65 (при +26 ⁰ С)

В производственных помещениях должен проводиться мониторинг показателей микроклимата в начале, середине и конце холодного и теплого периода года не менее 3 раз в смену (в начале, середине и конце). При колебаниях показателей микроклимата, связанных с технологическими и другими причинами, измерения необходимо проводить также при наибольших и наименьших величинах термических нагрузок на работающих, имеющих место в течение рабочей смены [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.

Помещение, его размеры (площадь, объем) должны в первую очередь соответствовать количеству рабочих и размещенному в нем оборудованию. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 устанавливают, что на одного рабочего должно приходиться 4,5 м² площади помещения и 20 м объема воздуха [3]

Пример механический цех со следующими габаритными размерами:

- длина помещения - 60 м;
- ширина - 20 м;
- высота - 10 м.

Исходя из этих параметров, площадь данного помещения составляет:

$$S = 60 * 20 = 1200 \text{ кв.м};$$

$$V = 60 * 20 * 10 = 12000 \text{ куб.м.}$$

В механическом цехе работает 30 человек. Значит, на каждого человека приходится 400 м^3 объема воздуха. Что соответствует требованиям санитарных норм и правил.

4.2.2. Повышенный уровень шума.

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

Утомление может постепенно перейти в тугоухость и глухоту, обнаруживаемые через несколько лет работы. Интенсивный шум вызывает изменения сердечно-сосудистой системы, сопровождаемые нарушением тонуса и ритма сердечных сокращений, изменяется артериальное кровяное давление. Шум приводит к нарушению нормальной функции желудка. Особенно страдает центральная нервная система.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБ [4,5]

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть следующие мероприятия:

Применение средств коллективной защиты (СКЗ):

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;

- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звукопоглощения: ограждения, облицовка стен, перегородок; применение перлитовых звукопоглощающих плит закрепленные на стенах, войлока, ткани.

- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ):

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

4.2.3 Электробезопасность

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).

Меры безопасности условно можно разделить на две группы:

а) меры, обеспечивающие безопасность эксплуатации при нормальном состоянии электрооборудования;

б) меры, обеспечивающие безопасность в аварийном режиме – при появлении напряжения на нетоковедущих частях оборудования (корпусах, кожухах, крышках, сеток, расположение токоведущих частей на недоступной высоте и др.).

Основными электрозщитными 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.

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.

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.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают (СКЗ):

- защитное заземление (самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током);
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- предохранительные устройства;
- изолирующие устройства и покрытия;

- знаки безопасности

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) можно отнести:

- диэлектрические силиконовые перчатки;
- классические указатели напряжений;
- любой инструмент, оснащённый диэлектрическими ручками;
- силиконовые диэлектрические коврики;
- изолирующие подставки

Безопасные номиналы: $U=12\text{В}$; $U=36\text{В}$; $I=0,1\text{А}$; $R_3=4\text{ Ом}$

Согласно требованиям электробезопасности (ГОСТ-12.1.019-79 «ССБТ Электробезопасность») всё электрооборудование и приборы должны находиться на специально отведенных местах, и заземлены. Наличие защитного заземления обязательно. При устройстве заземления используются искусственные заземлители, в качестве которых применяются стальные трубы или штыри. В качестве заземляющих проводников применяются стальные полосы, провода, а так же медные оголенные провода. Соединения заземляющих проводников с контуром заземления должны выполняться с помощью болтов или на сварке [6]

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

Ограждения и оболочки для предотвращения любого контакта с токоведущими частями.

Размещение вне зоны досягаемости предназначена только для предотвращения непреднамеренных прикосновений к токоведущим частям.

4.2.4 Химические факторы

В ходе проведения анализа выявлены следующие опасные факторы и возможные причины травматизма рабочих:

При обработке используется СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). При попадании СОЖ на пол во время работы на станке возможны падения и, как следствие, вывихи, переломы и повреждения кожного покрова .

При работе с СОЖ следует соблюдать меры предосторожности и правила безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.007-76 [7]

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

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

Чтобы устранить вредное воздействие на здоровье рабочих продуктов горения и испарения СОЖ необходимо установить в цехе систему вентиляции, поддерживающую необходимый состав воздуха рабочей зоны. Кроме того, для устранения влияния СОЖ на кожу рук рабочих необходимо выдавать им мыло и «биологические перчатки».

4.2.5 Недостаточная освещенность

Значение освещения в процессе жизнедеятельности и, особенно в производственной деятельности, велико. При неудовлетворительном освещении зрительная способность глаз снижается, и могут появиться такие заболевания, как близорукость, резь в глазах, катаракта, профессиональное заболевание.

Правильно выполненная система освещения имеет большое значение в снижении

производственного травматизма, уменьшая потенциальную опасность многих производственных факторов; создает нормальные условия для работы органов зрения и повышает общую работоспособность организма.

Согласно СНиП 23-05-95 Освещенность рабочего места должна быть согласно в пределах 150 - 300 лк. Обеспечить это требование естественным освещением практически невозможно, поэтому должно применяться комбинированное освещение [8].

В цехе имеется следующее освещение:

- боковое (оконные проемы расположены в наружных стенах);
- верхнее (световые проемы расположены в крыше);
- совмещенное (сочетание бокового и верхнего).

При проектировании и расчете освещения, в первую очередь, руководствуются СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» [8]

В расчётном задании должны быть решены следующие вопросы:

- (1) выбор системы освещения;
- (2) выбор источников света;
- (3) выбор светильников и их размещение;
- (4) выбор нормируемой освещённости;
- (5) расчёт освещения методом светового потока.

1. Выбираем систему общего равномерного освещения

Для расчета общего равномерного освещения при горизонтальной рабочей поверхности основным является метод светового потока, учитывающий световой поток, отраженный от потолка и стен.

2. Выбор источников света.

Источники света, применяемые для искусственного освещения, делят на две группы – газоразрядные лампы и лампы накаливания.

В нашем случае выбираем люминесцентные лампы по типу ЛБ (белой цветности) из газоразрядных групп.

Характеристики люминесцентных ламп приведены в табл. 27.

Таблица 27

Основные характеристики люминесцентных ламп

Мощность, Вт	Напряжение сети, В	Световой поток, лм			
		ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
15	127	700	820	835	850
20	127	880	1020	1060	1060
30	220	1650	1940	2020	2020
40	220	2300	2700	2800	2850
65	220	3750	4400	4600	4600
80	220	4250	5000	5200	5200
125	220	-	8000	-	8150

3. Выбор светильников и их размещение.

Наиболее распространёнными типами светильников для люминесцентных ламп являются.

Открытые двухламповые светильники типа ОД, ОДОР, ШОД, ОДО, ООД – для нормальных помещений с хорошим отражением потолка и стен, допускаются при умеренной влажности и запылённости.

Таблица 28

Основные характеристики некоторых светильников с люминесцентными лампами.

Тип светильника	Количество и мощность лампы	Область применения	Размеры, мм			КПД, %	
			Длина	Ширина	Высота		
ОД – 2-30	2 x30	Освещение производственных помещений с нормальными условиями среды	933	204	156	75	
ОД – 2-40	2 x40		1230	266	158	75	
ОД – 2-80	2 x80		1531	266	198	75	
ОД – 2-125	2 x125		1528	266	190	75	
ОДО – 2-40	2 x40		1230	266	158	75	
ОДОР - 2-30	2 x30		925	265	125	75	
ОДОР - 2-40	2 x40		1227	265	155	75	
АОД - 2-30	2 x30		945	255	-	80	
АОД - 2-40	2 x40		1241	255	-	80	
ШОД - 2-40	2 x40		1228	284	-	85	
ШОД - 2-80	2 x80		1530	284	-	83	
Л71Б03 ПВЛ	10x30		1096	1096	187	45	
			Для пожароопасных помещений с пыле- и влаговыведениями	Аналогично ОД			

Размещение светильников в помещении определяется следующими параметрами, м

H – высота помещения;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_{рп}$ – высота рабочей поверхности над полом;

$h = h_n - h_{рп}$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

L – расстояние между соседними светильниками или рядами (если по длине (А) и ширине (В) помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B),

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

4. Выбор нормируемой освещённости.

Основные требования и значения нормируемой освещённости рабочих поверхностей изложены в СНиП 23-05-95. Выбор освещённости осуществляется в зависимости от размера объёма различения (толщина линии, риски, высота буквы), контраста объекта с фоном, характеристики фона.

В нашем случае мы выбираем 300лк [8]

5. Расчёт освещения методом светового потока.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n * S * K_3 * Z}{N * \eta}$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05- 95, лк;
 S – площадь освещаемого помещения, м²; K_3 – коэффициент за- паса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, свето- технической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли; Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp}/E_{min} .

Для люминесцентных ламп

при расчётах берётся равным 1,1; N – число ламп в помещении; η – коэффициент использования светового потока.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_n .

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A + B)$$

Коэффициенты отражения оцениваются субъективно.

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток лампы выходит за пределы диапазона (–10 ÷ +20 %), то корректируется число светильников либо высота подвеса светильников.

Решение :

А- 40 длина цеха , м;

В - 18 ширина цеха , м;

Н - 5 высота цеха , м;

h_c - 0,4 м;

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

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

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

Коэффициент отражения

стен $R_c = 30\%$,

потолка $R_n = 50\%$.

коэффициент неравномерности $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен 2300 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.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

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

Приняв $h_c = 0,4$ м, получаем $h = 5 - 0,4 - 1 = 3,6$ м;

$$L = 1,4 * 3,6 = 5,04$$
$$l = 5,04 / 3 = 1,68$$

Размещаем светильники в три ряда. В каждом ряду можно установить 18 светильников типа ОДОР – 2 - 40 мощностью 80 Вт (с длиной 1,227 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 1,994 м. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 108$.

Находим индекс помещения

$$i = 720 / [3,6(40 + 18)] = 720 / 208,8 = 3,45$$

Определяем коэффициент использования светового потока:

$$i = 0,64.$$

$$\Phi = \frac{300 \cdot 720 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{108 \cdot 0,64} = 5156 \text{ Лм.}$$

Определяем потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛБ 80 Вт с потоком 5200 лм. Делаем проверку выполнения условия:

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

$$-10\% \leq \frac{5200 - 5156}{5200} 100\% \leq +20\%$$

$$-10\% \leq 0,846\% \leq +20\% .$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = 104 \cdot 80 = 8320 \text{ Вт.}$$

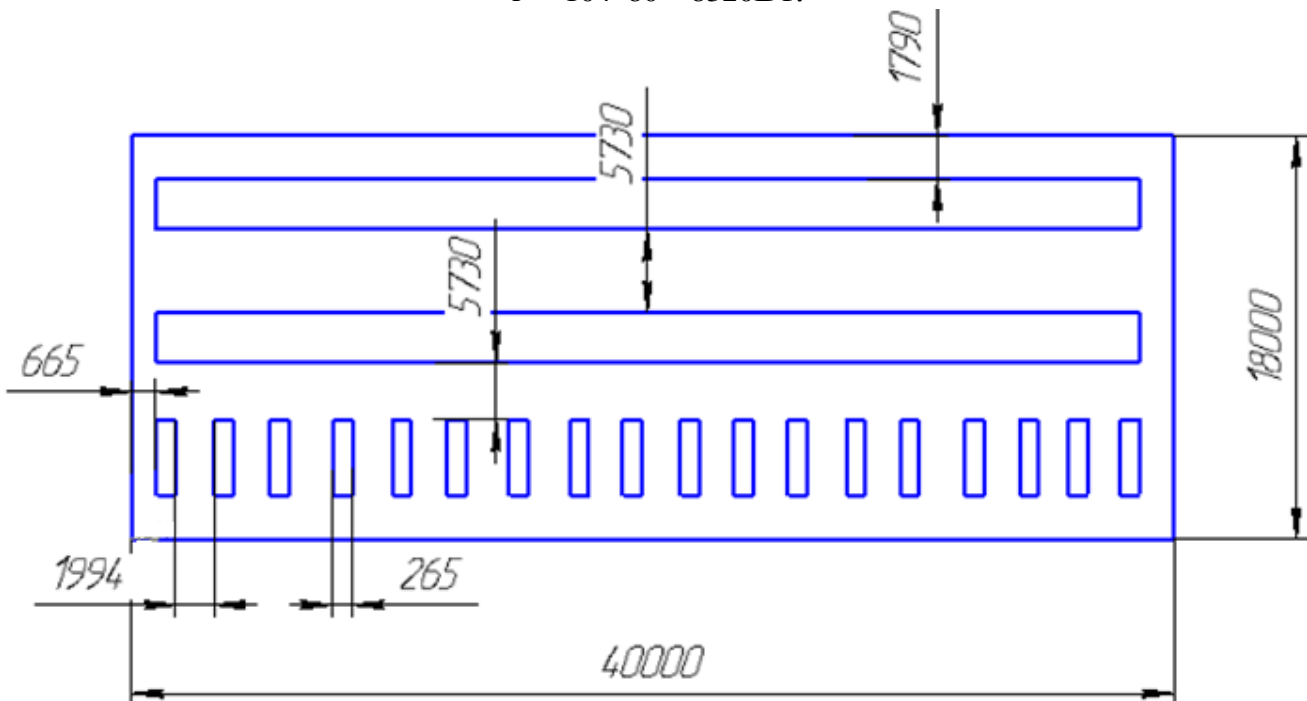


Рис.18. План производственного помещения и размещение светильников.

4.2.6 Электромагнитные поля

В установке используются магнетронные генераторы при помощи которых происходит подвод СВЧ-энергии к различным частям установки. Таким образом, при организации безопасности труда, необходимо учитывать воздействие электромагнитных полей сверхвысоких частот на организм человека.

Эффект воздействия СВЧ электромагнитного поля на биологические объекты в известной степени определяется количеством проникающей в них и поглощаемой ими электромагнитной энергии. Значительная часть энергии микроволн поглощается тканями организма и превращается в тепло, что объясняют возникновением колебания ионов и дипольных молекул воды, содержащихся в тканях. Наиболее эффективное поглощение микроволн отмечается в тканях с большим содержанием воды: кровь, тканевая жидкость, слизистая желудка, кишок, хрусталик глаза и др.

Нагрев тканей в СВЧ-поле является наиболее простым и очевидным эффектом действия микроволн на организм человека. Положение максимума температуры, его удаление от поверхности тела зависит от проводимости среды, а, следовательно, и от частоты радиоволны, действующей на ткань: с увеличением частоты (укорочением волны) максимум температуры приближается к поверхности.

Длительное и систематическое воздействие на организм СВЧ-излучения вызывает повышенную утомляемость, периодически появляющуюся головную боль, сонливость или нарушение сна, повышение артериального давления и боли в области сердца. Под воздействием электромагнитных полей сверхвысоких частот наблюдаются изменения в крови, увеличение щитовидной железы, катаракта глаз, а у отдельных лиц — изменения в психической сфере (неустойчивые настроения, ипохондрические реакции) и трофические явления (выпадение волос, ломкость ногтей).

Предельно допустимые уровни облучения (по *ОСТ 54 30013-83*):

В диапазоне СВЧ = 300...300000 МГц допустимая плотность потока мощности (ППМ_{доп}) при времени облучения (τ облуч.) в течение всего рабочего дня составляет 10 мкВт/см², при τ облуч., равном 2 ч,- 100 мкВт/см² и при τ облуч, равном 15...20 мин, - 1000 мкВт/см² (при обязательном использовании защитных очков!). В остальное рабочее время интенсивность облучения не должна превышать 10 мкВт/см². Для лиц, профессионально не связанных с облучением, и для населения в целом ППМ не должен превышать 1 мкВт/см² [9]

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

Средства коллективной защиты (СКЗ):

защита временем;

защита расстоянием;

снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;

экранирование источника;

защита рабочего места от излучения;

Средства индивидуальной защиты (СИЗ)

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя:

Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.

Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO₂).

Экранирование источника излучения и рабочего места осуществляется специальными экранами по ГОСТ 12.4.154.

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

антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

4.2.7 Факторы пожарной и взрывной природы

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

Пожаром называется неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб. Пожарная безопасность - это состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей.

В соответствии с категориями помещений по пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности производственное помещение, где производится механообработка можно отнести к категории В4 пожароопасной. Участки со станками, в которых используется смазочно-охлаждающая жидкость, относят по степени пожароопасности к зоне класса П-Ш.

К причинам возникновения пожара при работе с оборудованием можно отнести:

- причины неэлектрического характера относят халатное неосторожное обращение с огнем: курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня;
- самовоспламенение и самовозгорание веществ;
- к причинам электрического характера относят короткое замыкание электропроводки, перегрузка сетей, которая ведет за собой сильный нагрев токоведущих частей и загорание изоляции, искрение и электрические дуги, статическое электричество.

В зависимости от причин возникновения пожара предусматриваются:

-ящики с песком;

-углекислотные ОУ5 и порошковые ОП5 огнетушители (для тушения электроустановок, находящихся под напряжением); пенные огнетушители; внутренний пожарный водопровод; пожарная изоляция.

Кроме того, на предприятии приняты профилактические меры: сотрудники предприятия прошли противопожарный инструктаж и знают о расположении средств пожаротушения, умеют ими пользоваться; обеспечивается правильный тепловой и электрический режим работы оборудования; пожарный инвентарь и первичные средства пожаротушения содержатся в исправном состоянии и находятся на видном и в доступном месте.

4.3. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

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 загрязнения существенно превышают допустимые санитарные нормы.

В целом, предприятие относится к 4 классу опасности. Санитарно-защитной зона составляет 100 м, возможно сокращение санитарно-защитной зоны по согласованию с уполномоченным органом в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов".[14]

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

Основными источниками выделения вредных (загрязняющих) веществ являются основные и вспомогательные цеха.

I класса опасности: свинец, хром шестивалентный, никеля растворимые соли.

II класса опасности: марганца оксид, алюминия оксид, меди оксид, кадмия сульфат, азота диоксид, азотная кислота, хлористый водород, серная кислота, фосфорный ангидрид, эпихлоргидрин, фенол, формальдегид, фтористый водород, акрилонитрил.

III класса опасности: железа оксид, олово, сажа, пыль неорганическая (зола углей), серый диоксид, ксилол, толуол, спирт н-бутиловый, аэрозоль краски, пыль талька, парафин.

IV класса опасности: аммиак, углерода оксид, спирт изобутиловый, спирт этиловый, бутилацетат, ацетон, бензин, углеводороды C12-C19.

На предприятие разработан и согласован в установленном порядке проект нормативов предельно-допустимых выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, что является основой для подачи декларации за негативное воздействие на окружающую среду.

Руководители и специалисты ответственные за принятие решений в области охраны окружающей среды и экологической безопасности должны проходить обучение в соответствии с законодательством.

Существует множество мероприятий по защите окружающей среды:

1. Механизация и автоматизация производственных процессов, сопряженных с опасностью для здоровья.
 2. Применение технологических процессов и оборудования, исключающих выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферу и воздух рабочей зоны.
 3. Защита работающих от источников тепловых излучений.
 4. Устройство и оборудование приточно-вытяжной вентиляции
 5. Применение средств воздухоочистки.
 6. Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места для размещения и последующего захоронения в соответствии с требованиями Федерального закона "Об отходах производства и потребления"
- [15]
7. Применение средств индивидуальной защиты работающих.

В результате производственного процесса на предприятии образуются отходы I-V класса опасности, основными из которых являются:

- Стружка металлическая при металлообработке незагрязненная;
- Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15 % и более);
- Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный);
- Смазочно-охлаждающие масла отработанные при металлообработке;
- Лампы накаливания, утратившие потребительские свойства;
- Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства

Наименование отходов и классы опасности приняты согласно федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) [16]

Временное накопление отходов и их дальнейшая утилизация.

Основными производственными отходами на заводе является металлическая стружка, отработанная смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ), промышленный мусор.

Отработанную СОЖ, отфильтровывают, взвесь прессуется и передается на вторичное использование в строительную компанию в качестве инертного наполнителя а остальная часть пополняется концентратом и передается на производство для использования по назначению.

Люминесцентные лампы также хранят в специальном помещении и по мере накопления их упаковывают в герметичную тару и передают на утилизацию по договору со специализированной организацией.

Стружка металлическая прессуется в брикеты и передается на металлургическое предприятие для переплавки.

Все виды образующихся ламп накапливаются в специальном помещении и по мере их накопления передают на обезвреживание по договору со специализированной организацией, имеющей лицензию на сбор, транспортирование, обезвреживание и размещение отходов. Отработанные

ртутные лампы накапливаются в специальном помещении в индивидуальных упаковках. На месте накопления ртутных ламп должен быть демеркуризационный набор для сбора ртути, в случае если лампа разбилась.

Мусор от офисных и бытовых помещений по мере накопления передается специализированной организации, имеющей лицензию и внесенную в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО).

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

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

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

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

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

Исследования включают в себя анализ:

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

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

В случае возникновения очага возгорания эвакуация людей и оборудования должна производиться по специальным эвакуационным путям, обозначенные на планах эвакуации в случае пожара, которые должны быть вывешены в наиболее видных местах. Эвакуационными выходами служат двери и ворота, ведущие из помещения наружу. [12]

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

Наиболее типичной ЧС:

1. Сильные морозы

Аварии на теплосетях, Электросетях, в системе водоснабжение и транспортном хозяйстве. Чтобы избежать от остановки производства и дальнейших последствий :

своевременно надо провести качественную термоизоляцию трубопроводов теплосети и системы водоснабжение. Обеспечить запас питьевой воды как минимум суточную норму употребление. Всегда держать резервные транспортные средства в рабочем состоянии, иметь резервные источники электропитания и водоснабжения, чтобы исключить прекращения работы на производстве.

2. Предполагаемая диверсия

Не санкционированное проникновение посторонних лиц на рабочий место. Экстремальные ситуации ,терроризм.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными.

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

В перечень спасательных работ входят:

Разведка маршрутов выдвижения невоенизированных формирований;

Розыск пострадавших, извлечение их из под завалов, из задымленных помещений;

Эвакуация людей из опасной зоны;

Вскрытие разрушенных объектов и подача в них воздуха.

В планах гражданской обороны на мирное время предусмотрено создание группировки сил гражданской обороны, предназначенной для ведения спасательных и других неотложных работ в условиях чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) - состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде [16].

Чрезвычайные ситуации классифицируются:

ЧС военного времени:

- вооруженные нападения на военные объекты и склады, выступления экстремистских групп, применение оружия массового поражения;

ЧС невоенного времени:

- техногенные, к которым относятся: пожары, взрывы с последующим горением, внезапное обрушение сооружений, крупные транспортные аварии, аварии на электроэнергетических системах, на очистных сооружениях;

- природные - то есть связанные с проявлением стихийных сил природы; это могут быть землетрясения, наводнения, ураганы, бури, природные пожары;

- биолого-социальные, к которым относятся: изменение состояния почвы, изменение состава и свойств воздушной среды, водной среды и изменение состояния биосферы.

Основные мероприятия по повышению устойчивости промышленного объекта, проводимые в мирное время, предусматривают защиту работающих и инженерно-технического комплекса от последствий стихийных бедствий, аварий, а также поражающих факторов ядерного взрыва, обеспечение надежности управления материально-технического снабжения, светомаскировку объекта,

подготовку его к восстановлению нарушенного производства и перевод)" на режим работы в условиях ЧС.

Для обеспечения устойчивости вводятся следующие мероприятия:

- защитные сооружения: убежища для укрытия работающих на предприятии;
- производятся подготовительные мероприятия к рассредоточению и эвакуации в загородные зоны персонала;
- накопление, хранение и поддержание готовности средств индивидуальной защиты;
- сохранение материальной основы производства, зданий, технологического оборудования и коммунально-энергетических сетей;
- наличие между зданиями противопожарных разрывов;
- сооружение над технологическим оборудованием в виде кожухов, шатров, зонтов, защищающих от повреждения обломками разрушающихся конструкций.

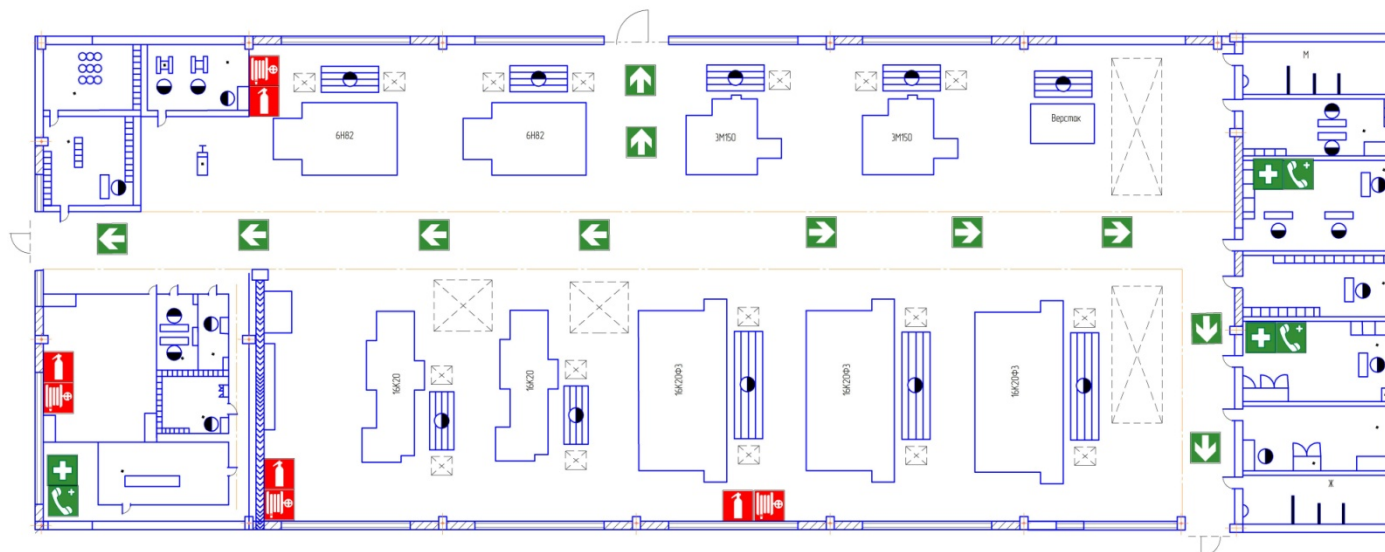
Абсолютную безопасность обеспечить невозможно, т.к. всегда будет оставаться риск возникновения чрезвычайных ситуаций, зависящий не только от поведения людей, но и от природы.

План эвакуации при пожаре и других ЧС






из помещение механосборного участка №2

ДЕЙСТВИЯ ПРИ ПОЖАРЕ СОХРАНЯЙТЕ СПОКОЙСТВИЕ!

1		СООБЩИТЕ ПО ТЕЛЕФОНУ 01: <ul style="list-style-type: none"> • АДРЕС ОБЪЕКТА • МЕСТО ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА • СВОЮ ФАМИЛИЮ
2		ОПОВЕСТИТЕ ЛЮДЕЙ <ul style="list-style-type: none"> • НАЖМИТЕ КНОПКУ ВКЛЮЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ • ПОДАЙТЕ СИГНАЛ ГОЛОСОМ
3		ЭВАКУИРУЙТЕ ЛЮДЕЙ <ul style="list-style-type: none"> • ОРИЕНТИРУЙТЕСЬ ПО ЗНАКАМ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ • ОКАЖИТЕ ПЕРВУЮ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ
4	 	ПО ВОЗМОЖНОСТИ, ПРИМИТЕ МЕРЫ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРА <ul style="list-style-type: none"> • ИСПОЛЬЗУЙТЕ СРЕДСТВА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ



ДЕЙСТВИЯ ПРИ АВАРИИ СОХРАНЯЙТЕ СПОКОЙСТВИЕ!

1		СООБЩИТЕ ПО ТЕЛЕФОНУ 01: <ul style="list-style-type: none"> • АДРЕС ОБЪЕКТА • ЧТО ПРОИЗОШЛО • ИМЕЮТСЯ ЛИ ПОСТРАДАВШИЕ • СВОЮ ФАМИЛИЮ
2	 	ЛОКАЛИЗИРУЙТЕ АВАРИЮ <ul style="list-style-type: none"> • ПРЕДОТВРАТИТЕ РАЗВИТИЕ АВАРИИ • ИСПОЛЬЗУЙТЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ
3	 	ЭВАКУИРУЙТЕ ЛЮДЕЙ <ul style="list-style-type: none"> • ОРИЕНТИРУЙТЕСЬ ПО ЗНАКАМ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ • ОКАЖИТЕ ПЕРВУЮ ПОМОЩЬ ПОСТРАДАВШИМ

ПРИ ПОЖАРЕ
ЗВОНИТЬ 01

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

	КНОПКА ВКЛЮЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ		НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ К ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ
	ОГНЕТУШИТЕЛЬ		НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВВЕРХ/ВНИЗ ПО ЛЕСТНИЦЕ
	ПОЖАРНЫЙ КРАН	ВЫХОД	ЭВАКУАЦИОННЫЙ ВЫХОД
	ТЕЛЕФОН		ПУТЬ К ОСНОВНОМУ ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ
	АПТЕЧКА ПЕРВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ		ПУТЬ К ЗАПАСНОМУ ЭВАКУАЦИОННОМУ ВЫХОДУ
	ЭЛЕКТРОЩИТ		ВЫ НАХОДИТЕСЬ ЗДЕСЬ

4.6. Перечень нормотехнической документации

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

Заключение

Задачей данной дипломного проекта являлась разработка технологического процесса изготовления детали «щит подшипниковый». В дипломном проекте была проделана следующая работа: полностью спроектирован технологический процесс, рассчитаны минимальные припуски на обработку, произведён размерный анализ технологического процесса, рассчитаны режимы резания, определено штучно-калькуляционное время для всех операций и переходов технологического процесса, а также приведено экономическое обоснование выбранного технологического процесса и проработаны вопросы охраны труда.

Список литературы

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов.-Минск: Высшая школа, 1983. -256 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, переработанное и доп.– М.: машиностроение, 1985, 496 с
3. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.-М.: Машиностроение, 2004.- 784 с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие.- Томск: изд. ТПУ 2006,100с.
5. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А. Ординарцева.-Л.: Машиностроение, 1987.-846 с.
6. Технология машиностроения: учебно - методическое пособие/ Е. П. Михаевич; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.- 100 с.
7. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов/ В.И. Баранчиков. – Москва, М:Машиностроение 1990, 400 с.,
8. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин/ А.Г. Ткачев, И.Н. Шубин. Учебное пособие.– Тамбов: – изд. ТГТУ 2007, 48 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением.– М.: Машиностроение, 1990. – 465с.
10. Технологичность изделия. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.xiron.ru/content/view/21375/28/>-Загл. с экрана.

11. Основы технологии производства: метод. указ. и индивид. задания для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 221700 «Стандартизация и метрология» / сост. Е.Г. Лещинер; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 35 с.
12. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции / М. А. Ансеров. — 3-е изд., стер. — М. ; Л. : Машиностроение, 1966. — 652 с. : ил. — Библиогр.: с. 650.
13. Михаевич Е.П., Скворцов В.Ф. Разработка технологического процесса сборки изделия в машиностроении. Методические указания. – Томск: Изд. ТПУ, 2009. – 20с.
14. Исследование процесса резания на ленточнопильных станках. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/83.pdf/> - Загл. С экрана.