

Министерство образования и науки российской федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент

_____ А.В. Бобылев
_____ 2018 г.

Участок механической обработки детали «Ступица А3.05.07.169»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2018.000.ПЗ ВКР

Консультанты:
Безопасность жизнедеятельности

_____ А.В. Бобылев, доцент
_____ 2018 г.

Строительный раздел

_____ А.В. Козлов, профессор
_____ 2018 г.

Руководитель ВКР

_____ А.В. Козлов, профессор
_____ 2018 г.

Автор ВКР
студент группы ФТТ-531

_____ Э.М. Чернова
_____ 2018 г.

Нормоконтролер

_____ И.Н. Миронова, доцент
_____ 2018 г.

Златоуст 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
_____ /Бобылев А.В./
_____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента (ки)
Черновой Эльвиры Марсовны
Группа ФТТ-531

1. Тема работы Участок механической обработки детали «Ступица
А3.05.07.169»

утверждена приказом по университету от «04» 04 2018 г. № 580

2. Срок сдачи студентом законченной работы 30 июня 2018г.

3. Исходные данные к работе

3.1 Чертеж детали

3.2 Чертеж узла

3.3 Годовая программа выпуска деталей –20 000 штук

3.4 Материал преддипломной практики и курсового проекта по дисциплине
«Технология машиностроения»

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		2

4.Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Анализ исходных данных. Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел. Разработка предлагаемого варианта технологического процесса. Размерный анализ разработанного технологического процесса. Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Проектирование станочного приспособления для фрезерной обработки. Расчет и проектирование фасонного резца с державкой. Проектирование приспособления для контроля торцевого биения. Выводы.

4.4 Строительный раздел. Определение количества оборудования и работаю-щих. Расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Выбор способа транспортирования стружки. Планировка оборудования. Выбор типа, формы и определение размеров здания. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Оценка опасных и вредных факторов на участке механической обработке. Проектирование искусственного освещения на участке. Несчастный случай на производстве и его расследование. Выводы.

4.6 Экономический раздел. Расчет себестоимости изготовления детали. Выводы

Заключение

Библиографический список

									Лист
									3
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1 Чертеж детали (Ступица)	1,0 л
2 Чертеж заготовки	1,0 л
3 Размерный анализ (схема линейных размеров)	1,0 л
4 Приспособление фрезерное	1,0 л
5 Резец фасонный призматический	0,5 л
6 Державка к призматическому резцу	0,5 л
7 Приспособление для контроля торцевого биения	1,0 л
8 Планировка участка	1,0 л

Всего 7,0 листов

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	А.В. Козлов		
Безопасность жизнедеятельности	А.В. Бобылев		

7 Дата выдачи задания _____

Руководитель А.В. Козлов
(ФИО)

(подпись)

Задание принял к исполнению: студент

Э.М. Чернова

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Отметка о выполнении
Введение		
Анализ исходных данных	30.05.2018	
Технологический раздел	05.06.2018	
Конструкторский раздел	12.06.2018	
Строительный раздел	13.06.2018	
Безопасность жизнедеятельности	14.06.2018	
Организационно-экономический раздел	15.06.2018	
Оформление проекта	17.06.2018	
Направление на рецензию	24.06.2018	

Зав. кафедрой _____ / А.В. Бобылев /
 (подпись)

Руководитель ВКР _____ / А.В. Козлов /
 (подпись)

Студент _____ / Э.М. Чернова /

АННОТАЦИЯ

Чернова Э.М. Участок механической обработки детали «Ступица А3.05.07.169» Выпускная квалификационная работа – Златоуст: ЮУрГУ (НИУ), ТМСИ, 2018; 100 с., 18 ил., библиогр. список – 18 наим., 7 чертёжей на листе ф. А1.

В рамках работы в соответствии с исходными данными разработан технологический процесс для деталей типа «Ступица».

В технологическом разделе проведён анализ технологичности деталей и существующих техпроцессов. По детали составлен размерный анализ. Сформированы операции и назначены режимы резания, нормированы технологические операции.

В конструкторском разделе спроектированы: зажимное приспособление для фрезерной операции, призматический фасонный резец с державкой и приспособление для контроля торцевого биения.

В строительном разделе определены количество оборудования и работающих на участке; количество транспортных средств. Расчитаны площади для складирования заготовок и деталей. Выбран способ транспортирования стружки. Произведена планировка оборудования на участке. Выбран тип, форма и размеры здания.

В разделе безопасность жизнедеятельности проведена оценка опасных и вредных факторов на участке. Проведен расчет проектирование искусственного освещения на участке. Был определен план мероприятий несчастных случае на производстве и его расследование.

В экономическом разделе была проведена оценка целесообразности внедрения технологического процесса.

					<i>15.03.05.2018.133 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Участок механической обработки детали «Ступица А3.05.07.169»		<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Разраб.	Чернова						4	100
Провер.	Козлов						Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте Кафедра ТМСИ	
Реценз.								
Н. Контр.	Миронова							
Утверд.	Бобылев							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ	7
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	11
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали	11
1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	11
1.3 Задачи проектирования	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	14
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	14
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса	15
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	21
2.4 Расчет основного времени на каждой операции.....	34
2.5 Нормирование технологических операций	36
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	39
3.1 Проектирование зажимного приспособления для фрезерной операции.....	39
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	39
3.1.2 Выбор и расчет приспособления	39
3.2 Проектирование фасонного призматического резца.....	47
3.3 Проектирование приспособления для контроля торцевого биения ..	53
3.3.1 Разработка схемы замера.....	54
3.3.2 Компоновка приспособления.....	54
3.3.3 Расчет приспособления на точность	56
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	57
4.1 Планировка оборудования и рабочих мест на участке	57
4.2 Выбор и определение количества оборудования	58
4.2.1 Расчет необходимого количества оборудования.....	58
4.2.2 Расчет загрузки станков на каждой операции.....	59

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		7

4.2.3	Расчет среднего коэффициент загрузки станков	59
4.3	Расчет количества рабочих	59
4.3.1	Время занятости рабочего	59
4.3.2	Оперативное время	60
4.3.3	Количество станков, обслуживаемых одним рабочим	60
4.3.4	Расчет времени недогруза	60
4.4	Количество вспомогательных рабочих и ИТР	60
4.4.1	Количество вспомогательных рабочих	60
4.4.2	Количество ИТР:	61
4.5	Расчет основной, вспомогательной и полной площади участка ...	61
4.5.1	Площадь цеха:	61
4.5.2	Расчет площадей для складирования заготовок и деталей	61
4.6	Разработка планировки рабочего места для токарной операции ..	62
4.7	Выбор способа транспортировки стружки.	63
4.8	Выбор типов, формы и определение размеров здания	64
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	66
5.1	Оценка опасных и вредных факторов на участке механической обработки детали «Ступица»	66
5.2	Проектирование искусственного освещения на участке	70
5.3	Несчастный случай на производстве и его расследование	74
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	86
6.1	Расчет зарплаты основных и вспомогательных рабочих с отчислениями	86
6.2	Расчет затрат по эксплуатации оборудования	88
6.3	Расчет затрат по эксплуатации оснастки	90
6.4	Расчет затрат по использованию производственных зданий	91
6.5	Расчет прочих цеховых расходов	92
6.6	Расчет технологической себестоимости продукции (работ)	93
6.7	Расчет затрат на материалы	93
6.8	Расчет цеховой себестоимости	94
6.9	Расчет общезаводских расходов	94

6.10 Расчет производственной себестоимости.....	95
6.11 Расчет внепроизводственных расходов	95
6.12 Расчет полной себестоимости.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	99

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		9

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является одной из важнейших отраслей в промышленном комплексе нашей страны. Для народного хозяйства необходимо увеличение выпуска продукции машиностроения и повышение её качества. Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывном совершенствовании технологии их производства. Важно качественно, экономично и в заданные сроки с минимальными затратами живого и осуществлённого труда изготовить любую машину или деталь.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка участка механической обработки детали «Ступица».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовки в приспособление для фрезерной операции;
- спроектировать призматический фасонный резец;
- спроектировать приспособление для контроля торцевого биения;
- разработать планировку участка механической обработки детали «Ступица»;
- определить экономический эффект обработки детали «Ступица».

Объект работы – участок механической обработки детали «Ступица».

Предмет работы – процесс разработки участка механической обработки детали «Ступица». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Ступица».

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						10
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Детали входят в сборочный узел «Диск». Эти детали обеспечивают сборку и крепление трубопроводов в гидросистеме, показанной на рисунке 1.1.

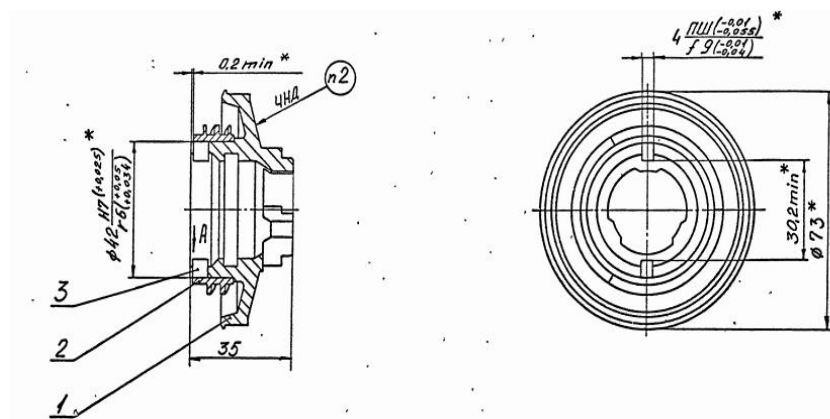


Рисунок 1.1 – Сборочный чертеж «Диск»

Ступица — центральная часть вращающейся детали (маховика, шкива, зубчатого колеса и т. д.), имеющая отверстие для посадки на вал или ось. Отверстие ступицы обычно имеет шпоночный паз или шлицевый профиль для передачи крутящего момента.

1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Россия стоит на пороге интенсивного роста промышленного производства. Без использования новых методов и технологий управления производством и качеством продукции, новых информационных технологий - все более весомых факторов при оценке инвестиционной привлекательности - промышленному предприятию крайне сложно выстоять в новой экономической ситуации. Крупные и экономически благополучные машиностроительные заводы предпочитают приобретать новую технику. Они стремятся к повышению производительности труда, соответственно, растет спрос на современное оборудование с ЧПУ, агрегатные станки и прочее высокопроизводительное оборудование. Выбор падает на иностранную продукцию, которая в целом по

цене вполне сопоставима с российской, так как теперь один обрабатывающий центр заменяет 10-20 старых станков по производительности, по количеству операций. Для разработки детали «Ступица» в проектируемом технологическом процессе мы используем отечественное оборудование и режущий инструмент, например для токарной операции мы используем токарный станок модели с ПУ 16К20Т1-02. На рисунке 1.2 токарный станок 16К20Т1-02 с бесступенчатой автоматической коробкой скоростей и автоматической резцедержкой.



Рисунок 1.2 – Токарный станок с ПУ 16К20Т1-02

Таблица 1 – Технические характеристики станка ПУ 16К20Т1-02

Наименование параметра	16К20Т1.02
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	220
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	1000
Наибольшая длина обработки, мм	905
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	53
Мощность двигателя главного движения, кВт	11
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	16
Суммарная мощность станка, кВт	25
Габариты и масса станка	3230 x 1700 x 1700
Масса станка с ПУ, кг	3800

1.3 Задачи проектирования

Задачами проектирования являются:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовок зажимное приспособление;
- спроектировать призматический фасонный резец;
- спроектировать приспособление для контроля торцевого биения;
- разработать планировку участка механической обработки детали «Ступица»;
- определить экономический эффект механической обработки детали «Ступица».

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа_</i>	<i>Подпись_</i>	<i>Дата</i>		13

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

Деталь получена из стали 14X17H2 ГОСТ 5632-72. Химический состав и механические свойства представлены в таблицах 2.1 и 2.2 соответственно.

Таблица 2.1 – Химический состав стали 14X17H2 ГОСТ 5632–72

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0,11...0,17	до 0,8	до 0,8	1,5...2,5	до 0,025	до 0,03	16 - 18	до 0,2	до 0,3

Таблица 2.2 – Механические свойства стали 14X17H2 ГОСТ 5632–72

Предел текучести, σ_T , МПа	Временное сопротивление разрыву, σ_B , МПа	Относительное удлинение, δ_5 , %	Ударная вязкость, a_n , кДж/м ²
835	1080	10	490

Поскольку материал ступицы – сталь 14X17H2, то заготовку можно получить только методами обработки металлов давлением. Из всех видов ОМД наиболее предпочтительными в условиях серийного производства являются горячая штамповка на горизонтально–ковочных машинах и свободная ковка (выбор метода получения заготовки рассмотрен в следующем разделе).

В качестве метода получения заготовки принимаем горячую штамповку на кривошипном горяче-штамповочном прессе. Данный способ получения заготовки позволяет выполнить её с достаточной точностью и шероховатостью поверхности.

Форму заготовки предлагается усовершенствовать, путем выполнения двух наметок под центральное отверстие. Это позволит повысить коэффициент использования материала и снизить объем механической обработки.

В качестве заготовки для детали «ступица», учитывая конструкцию детали, тип производства и прочие параметры предлагается использовать поковку, показанный на рисунке 2.2.

$$\varepsilon_{\text{д}}^{\text{ф}} = \frac{0,25}{0,013} = 19,2.$$

Определяем уточнение детали по шероховатости

$$\varepsilon_{\text{д}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}_{\text{з}}}{\text{Ra}_{\text{д}}},$$

где Ra – шероховатость на соответствующий размер заготовки, Ra = 6,3 мкм;

Ra_д – шероховатость на соответствующий размер готовой детали, Ra_д = 0,4 мкм.

$$\varepsilon_{\text{д}}^{\text{Ra}} = \frac{6,3}{0,4} = 15,75.$$

Т.к. уточнение по диаметру численно больше, то расчет будем вести по достижимой точности при обработке.

Для получения окончательного размера выбираем способ получения:

шлифование чистовое.

Припуск под шлифование Z=0,15 мм.

Определяем допуски предшествующего перехода:

Принимаем T_{черн.точ.} = 0,21

$$\varepsilon_{\text{черн.т.}} = \frac{0,21}{0,013} = 16,15.$$

$$\varepsilon_{\text{заг.}} = \frac{0,25}{0,21} = 1,19.$$

Проверка: $\varepsilon_{\text{заг.}} \cdot \varepsilon_{\text{черн.т.}} = 16,15 \cdot 1,19 = 19,2$ – это равно 19,2, поэтому условие выполняется.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

Выбор методов и определение количества переходов обработки поверхностей

Определяем количество переходов табличным методом [3]. Результат занесем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Количество переходов для обработки поверхностей детали ступица

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Наименование перехода
Наружные цилиндрические поверхности			
Ø32	e9	2,5	Обтачивание черновое IT 11, Ra 12,5. Обтачивание чистовое IT 9, Ra 2,5.
Ø38	h12	2,5	Обтачивание черновое IT 12, Ra 12,5. Обтачивание чистовое IT 12, Ra 2,5.
Ø71	e8	0,63	Обтачивание черновое IT 11, Ra 12,5. Обтачивание чистовое IT 8, Ra 2,5. Шлифование IT 8, Ra 0,63.
Ø73	h11	2,5	Обтачивание черновое IT 12, Ra 12,5. Обтачивание чистовое IT 11, Ra 2,5.
Ø44	h12	2,5	Обтачивание черновое IT 12, Ra 12,5. Обтачивание чистовое IT 8, Ra 2,5.
Ø42	r6	2,5	Обтачивание черновое IT 11, Ra 12,5. Обтачивание чистовое IT 8, Ra 2,5. Обтачивание тонкое IT 6, Ra 2,5.
Поверхности отверстий			
Ø24	H8	2,5	Растачивание черновое IT 11, Ra 6,3 Растачивание чистовое IT 9, Ra 3,2 Развертывание черновое IT 8, Ra 3,2 Развертывание чистовое IT 7, Ra 2,5
Ø30	H7	2,5	Растачивание черновое IT 11, Ra 6,3 Растачивание чистовое IT 9, Ra 3,2 Развертывание черновое IT 8, Ra 3,2 Развертывание чистовое IT 7, Ra 2,5
Ø35	H8	2,5	Растачивание черновое IT 11, Ra 6,3 Растачивание чистовое IT 8, Ra 2,5
Ø63	H12	2,5	Растачивание черновое IT 12, Ra 6,3 Растачивание чистовое IT 12, Ra 2,5

Продолжение таблицы 2.3

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Наименование перехода
Плоские поверхности			
35 (левый торец)	h9	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT9 Ra2,5
35 (правый торец)	h9	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT9 Ra2,5
11 (левый торец)	H11	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT11 Ra2,5
11 (правый торец)	H11	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT11 Ra2,5
4 (левый торец)	H9	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT9 Ra2,5
4 (правый торец)	H9	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT9 Ra2,5
9,5 (левый торец)	h12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
9,5 (правый торец)	h12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
6 (правый торец)	H12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
6 (левый торец)	H12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
1,5 (правый торец)	h12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
1,5 (левый торец)	h12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
0,5 (левый торец)	h12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
6±0,24(2 паза) (правый торец)	H10	2,5	Фрезерование получистовое IT 12, Ra 10 Фрезерование чистовое IT 10, Ra 2,5
$4_{-0,054}^{-0,010}$ (2 паза)	IT9	2,5	Фрезерование получистовое IT 12, Ra 10 Фрезерование чистовое IT 9, Ra 2,5
10 (3паза) (левый торец)	H11	2,5	Фрезерование получистовое IT 11, Ra 10
18 (3 паза)	H12	10	Фрезерование получистовое IT 12, Ra 10
$7^{+0,5}$ (правый торец)	IT9	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT9 Ra2,5
4,7 (канавка) на расстоянии 11 мм от левого торца детали	H12	2,5	Растачивание канавочным резцом

Окончание таблицы 2.3

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Наименование перехода
22 (правый торец)	IT12	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT12 Ra2,5
15 (правый торец)	H11	2,5	Черновая подрезка торца IT14 Ra12,5 Чистовая подрезка торца IT11 Ra2,5
1.5x45°	IT12	2,5	Точение фаски IT12 2,5

Формирование операции и составление технологического маршрута изготовления детали

000 Заготовительная. Штамповка.

Оборудование: Кривошипный горяче-штамповочный пресс.

005 Токарная (код 4110). Токарно-винторезный станок 16K20.

- Черновое точение правого торца размер 35 IT14 Ra12,5;
- Черновое точение диаметра Ø73 IT12 Ra12,5, Ø32e9, Ø38h12

010 Токарная (код 4110). Токарный станок с ПУ 16K20T1-02.

- Подрезать левый торец
- Точить, Ø44h12, Ø73h11, <30° (подготавливаем торцевую поверхность).
- Расточить отверстие предварительно и окончательно:

Ø24H8, 7^{+0.5}, <45°.

Ø24 и Ø30 IT 11 Ra 3.2, 22±0,26, <30°.

- Расточить канавку выдерживая размеры Ø35H8, 11±0,35, 4.7H12, R0.5.
- Точить торцевую канавку выдерживая размеры:

Ø44h12, Ø63h12, 6H12, R2, <15°.

- Точить Ø42г6, выдерживая размер 15H11.

- Развернуть предварительно и окончательно Ø24H8, Ø30H7.

015 Токарная (код 4110). Токарный станок с ПУ 16K20T1-02.

- Подрезать правый торец, выдерживая размер 35h9.
 - Точить поверхности предварительно и окончательно, выдерживая размеры:
 $\varnothing 32e9, 4H9, 1,5 \times 45^\circ$;
 $\varnothing 38h12, 11H11, <15^\circ$;
 $\varnothing 71e8, 0.5_{-0.14}, 1.5_{-0.25}, 9.5h12$.
 - Зачистить (шкуркой) $\varnothing 71e8$ до шероховатости Ra 0.63.
- 020 Токарная (код 4110). Токарно-винторезный станок 16K20.
- 025 Фрезерная (код 4260). Консольный вертикально-фрезерный станок 6P12
- Фрезеровать 2 паза, выдерживая размеры: $4_{-0,054}^{-0,010}, 6 \pm 0,24$.
- 030 Фрезерная (код 4260). Консольный вертикально-фрезерный станок 6P12.
- Фрезеровать 3 паза, выдерживая размеры: 18H12, 10H11, Ra10.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Преобразование и кодирование чертежа детали

Для удобства выполнения размерного анализа необходимо чертеж детали, преобразовать в удобный для расчета вид. Для этого необходимо каждый размер обозначить буквой, каждую поверхность цифрой.

На основании таблицы 2.3 строятся схемы линейных и диаметральных размеров, а также схема пространственных отклонений, показанные на рисунке 2.3.

На данных изображениях показаны расчеты максимальных и минимальных припусков, а также межоперационных размеров, получаемых в каждой технологической операции.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						21
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

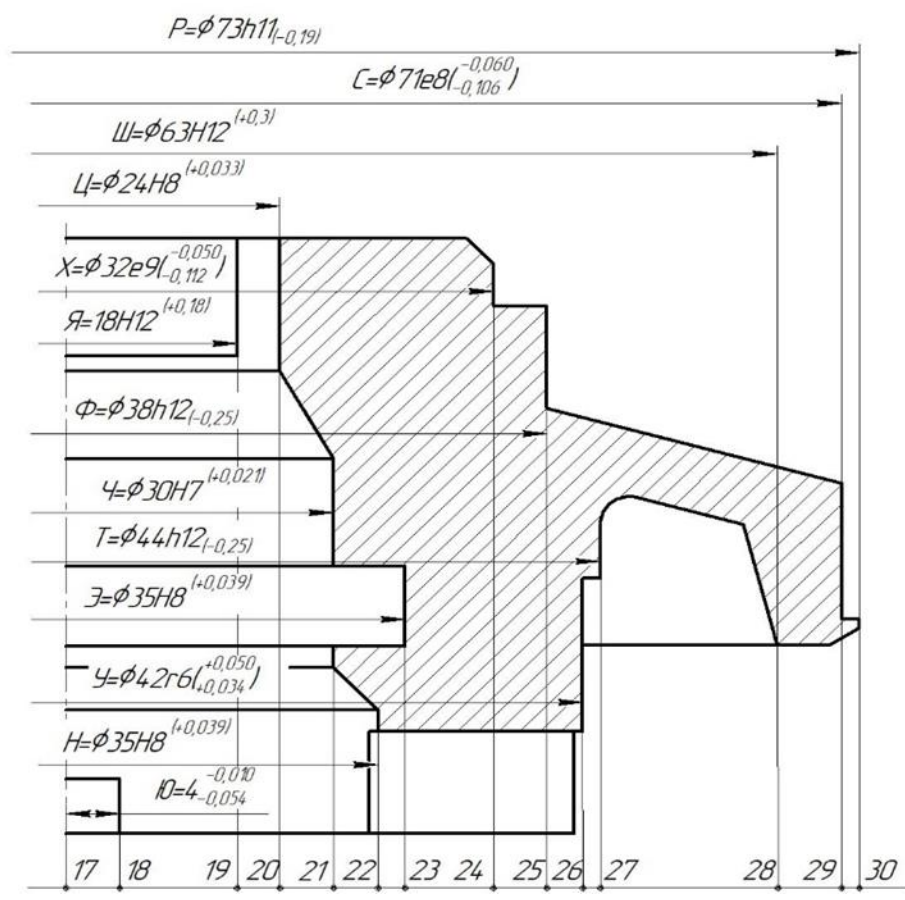
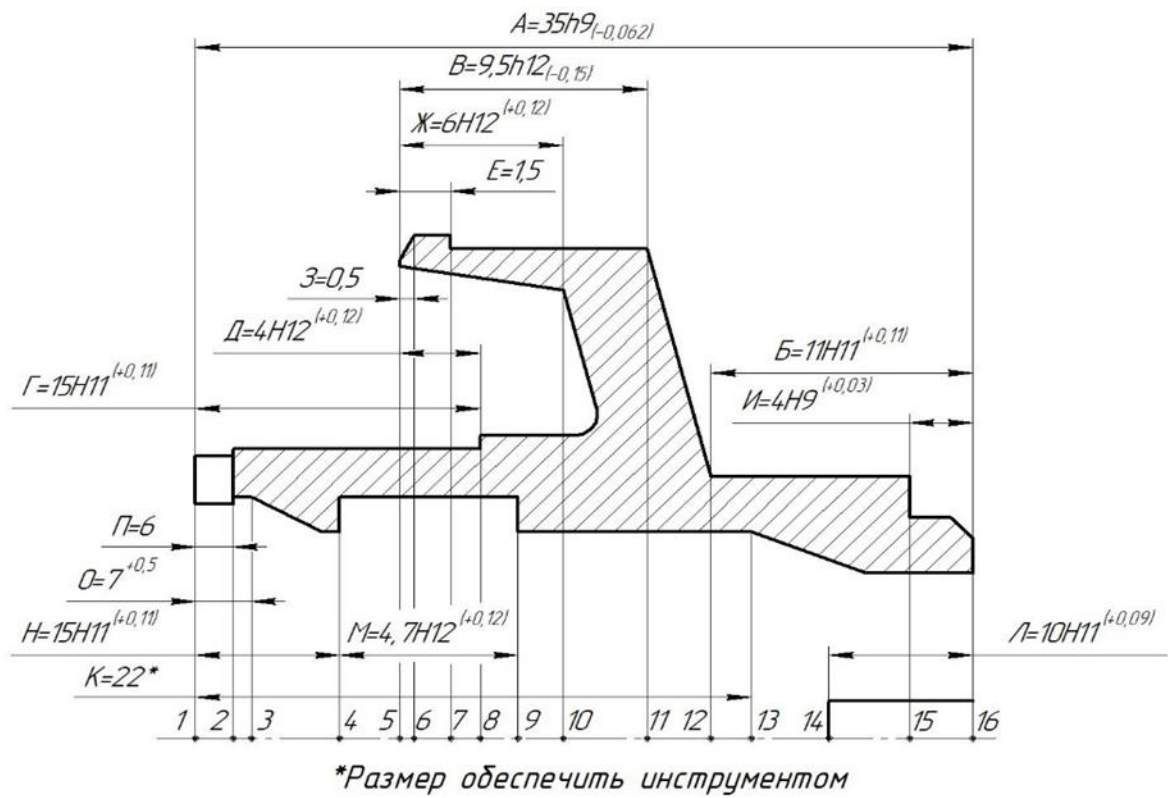


Рисунок 2.3 – Проекция

Для технологической обработки детали «Ступица» необходимо составить маршрут обработки. Данные приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Технологический маршрут изготовления «Ступица»

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
00		<p>Допуски и технические требования, мм.</p> <p> $T_{2P}^{00}=1,9$ $T_{2\Phi}^{00}=1,6$ $T_{2Ц}^{00}=1,3$ $T_{2Т}^{00}=1,6$ $T_{2Ш}^{00}=1,9$ $T_A^{00}=1,6$ $T_B^{00}=1,1$ $T_{\text{Ж}}^{00}=1,1$ $T_{\text{Ж}}^{00}=0,75$ $\Delta_{1^{00}, 27^{00}}=0,6$ $\textcircled{20^0}, 30^0=0,8$ $\textcircled{27^0}, 30^0=0,8$ $\textcircled{28^0}, 30^0=0,8$ $\textcircled{25^0}, 27^0=0,8$ </p>
05		<p>Допуски и технические требования, мм.</p> <p> $T_{2X}^{05}=1,0$ $T_{2\Phi}^{05}=1,0$ $T_{2P}^{05}=1,2$ $T_A^{05}=T_A^5_{\text{таб}}+\Delta_1^0=1+0,6=1,6$ $T_{\text{И}}^{05}=0,75$ $T_B^{05}=0,9$ $\Delta_{16^{05}, 24^{05}}=0,3$ $\textcircled{25^{05}}, 27^0=0,6$ $\textcircled{24^{05}}, 27^0=0,6$ $\textcircled{30^{05}}, 27^0=0,6$ </p>

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
15(2)		<p> $T2X^{15(2)}=0,39$ $T2\Phi^{15(2)}=0,396$ $T2C^{15(2)}=0,46$ $T2P^{15(2)}=0,46$ $TE^{15(2)}=0,14$ $TБ^{15(2)}=0,27$ $TI^{15(2)}=0,18$ $TВ^{15(2)}=0,22$ $TA^{15(2)}=TA^{15(2)}_{таб}+\Delta_1^{10}$ $=0,39+0,3=0,69$ $\perp 16^{15(2)}, 24^{15(2)}=0,1$ $\odot 25^{15(2)}, 26^{10}=0,5$ $\odot 24^{15(2)}, 26^{10}=0,5$ $\odot 30^{15(2)}, 26^{10}=0,5$ $\odot 29^{15(2)}, 26^{10}=0,5$ </p>
20(1)		<p> $T2Ц^{20(1)}=0,52$ $T2Ч^{20(1)}=0,52$ $T2H^{20(1)}=0,62$ $T2T^{20(1)}=0,62$ $T2Y^{20(1)}=0,62$ $T2Ш^{20(1)}=0,74$ $TA^{20(1)}=TA^{20(1)}_{таб}+\Delta_{16}^{15(2)}$ $=0,62+0,1=0,72$ $TI^{20(1)}=0,43$ $TD^{20(1)}=0,18$ $TK^{20(1)}=0,52$ $TВ^{20(1)}=0,3$ $TO^{20(1)}=0,3$ $\odot 20^{20(1)}, 29^{15(2)}=0,5$ $\odot 21^{20(1)}, 29^{15(2)}=0,5$ $\odot 22^{20(1)}, 29^{15(2)}=0,5$ $\odot 27^{20(1)}, 29^{15(2)}=0,5$ $\odot 26^{20(1)}, 29^{15(2)}=0,5$ $\odot 28^{20(1)}, 29^{15(2)}=0,5$ </p>

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
20(2)		<p> $T2Ц^{20(2)}=0,33$ $T2Ч^{20(2)}=0,33$ $T2H^{20(2)}=0,39$ $T2T^{20(2)}=0,39$ $T2У^{20(2)}=0,16$ $T2Ш^{20(2)}=0,46$ $T2Э^{20(2)}=0,39$ $TA^{20(2)}=TA^{20(2)}_{таб}+\Delta_{16}^{15(2)}$ $=0,39+0,1=0,49$ $TF^{20(2)}=0,27$ $TD^{20(2)}=0,18$ $TK^{20(2)}=0,33$ $TO^{20(2)}=0,22$ $TV^{20(2)}=0,22$ $TM^{20(2)}=0,22$ $© 20^{20(2)}, 29^{15(2)} = 0,5$ $© 21^{20(2)}, 29^{15(2)} = 0,5$ $© 22^{20(2)}, 29^{15(2)} = 0,5$ $© 27^{20(2)}, 29^{15(2)} = 0,5$ $© 26^{20(2)}, 29^{15(2)} = 0,5$ $© 28^{20(2)}, 29^{15(2)} = 0,5$ </p>
20(3)		<p> $T2Ц^{20(3)}=0,21$ $T2Ч^{20(3)}=0,21$ $TK^{20(3)}=0,21$ $© 20^{20(3)}, 29^{15(2)} = 0,1$ $© 21^{20(3)}, 29^{15(2)} = 0,1$ </p>

Продолжение таблицы 2.4

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
25(1)		$T_{2Ю}^{25(1)}=0,075$ $ТП^{25(1)}=0,09$
25(2)		$T_{2Ю}^{25(2)}=0,044$ $ТП^{25(2)}=0,09$

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.133.ПЗ

Лист

27

Окончание таблицы 2.4

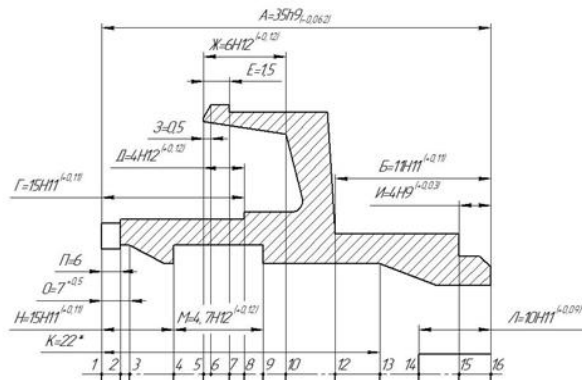
№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм.
30(1)		<p> $TЛ^{30(1)}=0,15$ $T2Я^{30(1)}=0,18$ </p>
30(2)		<p> $TЛ^{30(2)}=0,09$ $T2Я^{30(2)}=0,18$ </p>

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.133.ПЗ

Лист

28



№	Zi	TAi		Уражение размерных цепей	Операционные размеры
030	$Z_{\text{н.оп}}^{200} = 2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 2.24$	$TA^{200} = 0.09$ $TA^{200} = 0.15$		$[Z_{\text{н}}^{200}] = A^{200} - L^{200}$	$L^{200} = 7.85^{-0.15}$
025	$Z_{\text{н.оп}}^{250} = 2$ $Z_{\text{н.тех}}^{250} = 2.18$	$TA^{250} = 0.09$ $TA^{250} = 0.09$		$[Z_{\text{н}}^{250}] = A^{250} - \Pi^{250}$	$\Pi^{250} = 3.91^{-0.09}$
020	$Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 0.75$ $Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 14.1$ $Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 11$ $Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 2.29$ $Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 0.74$ $Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 156$ $Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 129$ $Z_{\text{н.оп}}^{200} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{200} = 254$	$TA^{200} = 0.12$ $TA^{200} = 0.11$ $TA^{200} = 0.52$ $TA^{200} = 0.33$ $TA^{200} = 0.21$ $TA^{200} = 0.3$ $TA^{200} = 0.22$ $TA^{200} = 0.18$ $TA^{200} = 0.18$ $TA^{200} = 0.43$ $TA^{200} = 0.27$ $TA^{200} = 0.72$ $TA^{200} = 0.49$		$[Z_1^{200}] = A^{200} - A^{200}$ $[Z_2^{200}] = A^{200} - A^{200}$ $[Z_3^{200}] = \Gamma^{200} + [Z_1^{200}] - \Gamma^{200}$ $[Z_4^{200}] = \Gamma^{200} + [Z_1^{200}] - \Gamma^{200}$ $[Z_5^{200}] = K^{200} - K^{200}$ $[Z_6^{200}] = K^{200} + [Z_1^{200}] - K^{200}$ $[Z_7^{200}] = K^{200} + [Z_1^{200}] - K^{200}$ $[Z_8^{200}] = K^{200} + [Z_1^{200}] - K^{200}$ $[Z_9^{200}] = 0^{200} + [Z_1^{200}] - 0^{200}$ $[Z_{10}^{200}] = 0^{200} + [Z_1^{200}] - 0^{200}$	$A^{200} = 3569.046$ $A^{200} = 3661.022$ $\Gamma^{200} = 13.87^{-0.07}$ $\Gamma^{200} = 14.57^{-0.43}$ $K^{200} = 214.7^{-0.23}$ $K^{200} = 20.95^{-0.52}$ $K^{200} = 20.11^{-0.84}$ $0^{200} = 6.7^{-0.3}$ $0^{200} = 6.12^{-0.58}$
015	$Z_{\text{н.оп}}^{500} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{500} = 0.59$ $Z_{\text{н.оп}}^{500} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{500} = 3.37$ $Z_{\text{н.оп}}^{500} = 0.2$ $Z_{\text{н.тех}}^{500} = 2.38$	$TA^{500} = 0.92$ $TA^{500} = 0.69$ $TA^{500} = 0.43$ $TA^{500} = 0.27$ $TA^{500} = 0.3$ $TA^{500} = 0.18$ $TA^{500} = 0.25$ $TA^{500} = 0.14$		$[Z_1^{500}] = A^{500} - A^{500}$ $[Z_2^{500}] = A^{500} - A^{500}$ $[Z_3^{500}] = B^{500} + [Z_1^{500}] - B^{500}$ $[Z_4^{500}] = B^{500} + [Z_1^{500}] - B^{500}$ $[Z_5^{500}] = E^{500} - E^{500}$ $[Z_6^{500}] = E^{500} - E^{500}$	$A^{500} = 3773.032$ $A^{500} = 38.65.032$ $B^{500} = 37^{-0.3}$ $B^{500} = 2.95^{-0.75}$ $B^{500} = 10.57^{-0.43}$ $B^{500} = 9.67^{-0.59}$ $E^{500} = 17.25$
010	$Z_{\text{н.оп}}^{10} = 0.36$ $Z_{\text{н.тех}}^{10} = 2.82$ $Z_{\text{н.оп}}^{10} = 0.3$ $Z_{\text{н.тех}}^{10} = 2.6$ $Z_{\text{н.оп}}^{10} = 0.3$ $Z_{\text{н.тех}}^{10} = 2.3$	$TA^{10} = 0.48$ $TA^{10} = 1.3$ $TA^{10} = 0.48$ $TA^{10} = 0.58$ $TA^{10} = 0.84$ $TA^{10} = 0.7$		$[Z_1^{10}] = A^{10} - A^{10}$ $[Z_2^{10}] = \Gamma^{10} - D^{10} - X^{10} + [Z_1^{10}]$ $[Z_3^{10}] = X^{10} + [Z_1^{10}] - X^{10}$	$A^{10} = 40.75.16$ $X^{10} = 21^{-0.75}$ $X^{10} = 10.02^{-0.68}$
005	$Z_{\text{н.оп}}^5 = 0.36$ $Z_{\text{н.тех}}^5 = 5.56$ $Z_{\text{н.оп}}^5 = 0.3$ $Z_{\text{н.тех}}^5 = 3.56$	$TA^{05} = 0.75$ $TA^{05} = 1.6$ $TA^{05} = 0.9$		$[Z_1^{05}] = A^{05} - A^{05}$ $[Z_2^{05}] = B^{05} + A^{05} - A^{05} - B^{05}$	$A^{05} = 4.27.16$ $B^{05} = 8.57^{-1.1}$
000		$TA^{00} = 0.75$ $TA^{00} = 1.6$ $TA^{00} = 1.1$		$[X^{00}] = [Z_1^{00}] + \Gamma^{00} - D^{00} - [Z_3^{00}]$	

Рисунок 2.4 – Схема линейных размеров

Определение припусков и операционных размеров

Общий припуск на обработку поверхности равен сумме промежуточных припусков по всем переходам обработки. Припуск на обработку поверхностей детали может быть назначен по соответствующим справочным таблицам, ГОСТам или на основе расчетно-аналитического метода определения припусков.

Расчет припусков на обработку и порядок определения предельных промежуточных размеров по технологическим переходам и окончательных размеров различных заготовок производится по рекомендациям [3].

Рассмотрим подробное решение размерной цепи $Z_{14}^{30(2)} = L^{30(2)} - L^{30(1)}$. Остальные размерные цепи решаются аналогично, их решения сведем в таблицу 2.5.

$$[Z_{14}^{30(2)}] = L^{30(2)} - L^{30(1)}$$

$$Z_{14\min}^{30(2)} = 2 \quad L^{30(2)} = 10^{+0.09} \quad T L^{30(1)} = 0,15$$

$$Z_{14\min}^{30(2)} = L_{\min}^{30(2)} - L_{\max}^{30(1)}$$

$$L_{\max}^{30(1)} = L_{\min}^{30(2)} - Z_{14\min}^{30(2)}$$

$$L_{\max}^{30(1)} = 10 - 2 = 8$$

$$L_{\min}^{30(1)} = L_{\max}^{30(1)} - T L^{30(1)}$$

$$L_{\min}^{30(1)} = 8 - 0,15 = 7,85$$

$$L^{30(1)} = 7,85^{+0,15}$$

$$Z_{14\max}^{30(2)} = L_{\max}^{30(2)} - L_{\min}^{30(1)}$$

$$Z_{14\max}^{30(2)} = 10,09 - 7,85 = 2,24$$

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

Таблица 2.5 – Уравнения и решения размерных цепей

Уравнения размерной цепи	Известные величины	Найденные величины
Линейные размеры		
$[z_2^{25(2)}] = \Pi^{25(2)} - \Pi^{25(1)}$	$z_{2min}^{25(2)} = 2$ $\Pi^{25(2)} = 6^{+0,09}$ $T\Pi^{25(1)} = 0,09$	$z_{2max}^{25(2)} = 2.18$ $\Pi^{25(1)} = 3,91^{+0,09}$
$[z_1^{20(2)}] = A^{20(1)} - A^{20(2)}$	$z_{1min}^{20(2)} = 0,2$ $A^{20(2)} = 35_{-0,062}$ $TA^{20(1)} = 0,49$	$z_{1max}^{20(2)} = 0.752$ $A^{20(1)} = 35.69_{-0,49}$
$[z_1^{20(1)}] = A^{15(2)} - A^{20(1)}$	$z_{1min}^{20(1)} = 0,2$ $A^{20(1)} = 35.69_{-0,49}$ $TA^{20(1)} = 0,72$	$z_{1max}^{20(1)} = 1.41$ $A^{15(2)} = 36.61_{-0,72}$
$[z_8^{20(2)}] = \Gamma^{20(2)} + [z_1^{20(2)}] - \Gamma^{20(1)}$	$z_{8min}^{20(2)} = 0,2$ $\Gamma^{20(2)} = 15^{+0,11}$ $T\Gamma^{20(1)} = 0,43$	$z_{8max}^{20(2)} = 1.292$ $\Gamma^{20(1)} = 14.57^{+0,43}$
$[z_8^{20(1)}] = \Gamma^{20(1)} + [z_1^{20(1)}] - \Gamma^{10}$	$z_{8min}^{20(1)} = 0,2$ $\Gamma^{20(1)} = 14.57^{+0,43}$ $T\Gamma^{20(1)} = 0,7$	$z_{8max}^{20(1)} = 2.54$ $\Gamma^{10} = 13.87^{+0,7}$
$[z_{13}^{20(3)}] = K^{20(3)} - K^{20(2)}$	$z_{13min}^{20(3)} = 0,2$ $K^{20(3)} = 22^{+0,21}$ $TK^{20(2)} = 0,33$	$z_{13max}^{20(3)} = 0.74$ $K^{20(2)} = 21.47^{+0,33}$
$[z_{13}^{20(2)}] = K^{20(2)} + [z_1^{20(2)}] - K^{20(1)}$	$z_{13min}^{20(2)} = 0,2$ $K^{20(2)} = 21.47^{+0,33}$ $TK^{20(1)} = 0,52$	$z_{13max}^{20(2)} = 1.602$ $K^{20(1)} = 20.95^{+0,52}$
$[z_{13}^{20(1)}] = K^{20(1)} + [z_1^{20(1)}] - K^{10}$	$z_{13min}^{20(1)} = 0,2$ $K^{20(1)} = 20.95^{+0,52}$ $TK^{10} = 0,84$	$z_{13max}^{20(1)} = 2.77$ $K^{10} = 20.11^{+0,84}$
$[z_3^{20(2)}] = O^{20(2)} + [z_1^{20(2)}] - O^{20(1)}$	$z_{3min}^{20(2)} = 0,2$ $O^{20(2)} = 7^{+0,5}$ $TO^{20(1)} = 0,3$	$z_{3max}^{20(2)} = 1.102$ $O^{20(1)} = 6.7^{+0,3}$
$[z_3^{20(1)}] = O^{20(1)} + [z_1^{20(1)}] - O^{10}$	$z_{3min}^{20(1)} = 0,2$ $O^{20(1)} = 6.7^{+0,3}$ $TO^{10} = 0,58$	$z_{3max}^{20(1)} = 2.29$ $O^{10} = 6.12^{+0,58}$
$[z_{16}^{15(2)}] = A^{15(1)} - A^{15(2)}$	$z_{16min}^{15(2)} = 0,2$ $A^{15(2)} = 36.61_{-0,72}$ $TA^{15(1)} = 0,92$	$z_{16max}^{15(2)} = 1.84$ $A^{15(1)} = 37.73_{-0,92}$
$[z_{16}^{15(1)}] = A^{10} - A^{15(1)}$	$z_{16min}^{15(1)} = 0,2$ $A^{15(1)} = 37.73_{-0,92}$ $TA^{10} = 0,92$	$z_{16max}^{15(1)} = 2.04$ $A^{10} = 38.85_{-0,92}$

Продолжение таблицы 2.5.

Уравнения размерной цепи	Известные величины	Найденные величины
$[z_{15}^{15(2)}] = И^{15(2)} + [z_{16}^{15(2)}] - И^{15(1)}$	$z_{15min}^{15(2)} = 0,2$ $И^{15(2)} = 4^{+0,03}$ $ТИ^{15(1)} = 0,3$	$z_{15max}^{15(2)} = 2.17$ $И^{15(1)} = 3.7^{+0,3}$
$[z_{15}^{15(1)}] = И^{15(1)} + [z_{16}^{15(1)}] - И^{05}$	$z_{15min}^{15(1)} = 0,2$ $И^{15(1)} = 3.7^{+0,3}$ $ТИ^{05} = 0,75$	$z_{15max}^{15(1)} = 3.09$ $И^{05} = 2.95^{+0,75}$
$[z_{12}^{15(2)}] = Б^{15(2)} + [z_{16}^{15(2)}] - Б^{15(1)}$	$z_{12min}^{15(2)} = 0,2$ $Б^{15(2)} = 11^{+0,11}$ $ТБ^{15(1)} = 0,43$	$z_{12max}^{15(2)} = 2.38$ $Б^{15(1)} = 10.57^{+0,43}$
$[z_{12}^{15(1)}] = Б^{15(1)} + [z_{16}^{15(1)}] - Б^{05}$	$z_{12min}^{15(1)} = 0,2$ $Б^{15(2)} = 10.57^{+0,43}$ $ТБ^{05} = 0,9$	$z_{12max}^{15(1)} = 3.37$ $Б^{05} = 9.67^{+0,9}$
$[z_7^{15(2)}] = E^{15(1)} - E^{15(2)}$	$z_{7min}^{15(2)} = 0,2$ $E^{15(2)} = 1,5_{-0,14}$ $ТБ^{15(1)} = 0,25$	$z_{7max}^{15(2)} = 0.59$ $E^{15(1)} = 1,7_{-0,25}$
$[z_1^{10}] = A^{05} - A^{10}$	$z_{1min}^{10} = 0,3$ $A^{10} = 38.85_{-0,92}$ $ТА^{0,5} = 1,6$	$z_{1max}^{10} = 2.82$ $A^{05} = 40.75_{-1,6}$
$[z_1^{10}] = A^{00} - A^{05}$	$z_{1min}^{10} = 0,36$ $A^{10} = 40.75_{-1,6}$ $ТА^{05} = 1,6$	$z_{1max}^{10} = 3.56$ $A^{00} = 42.71_{-1,6}$
$[z_{12}^{05}] = Б^{05} + A^{00} - A^{05} - Б^{00}$	$z_{12min}^{05} = 0,36$ $Б^{05} = 9.67^{+0,9}$ $A^{00} = 42.71_{-1,6}$ $ТБ^{00} = 1,1$	$z_{12max}^{05} = 5.56$ $Б^{00} = 8.57^{+1,1}$

Диаметральные размеры

$[z_8^{10(2)}] = B^{10(1)} - B^{10(2)} - 8^{10(2)}; 5^{05(2)} + 8^{10(1)}; 5^{05(2)}$	$z_{8min}^{10(2)} = 0,25$ $B^{10(2)} = 24_{-0,0435}^{-0,0125}$ $T2B^{10(1)} = 0,3$	$z_{8max}^{10(2)} = 0,306$ $B^{10(1)} = 24_{-0,3185}^{-0,1685}$ $2B^{10(1)} = 48_{-0,637}^{-0,337}$
$[z_8^{10(1)}] = B^0 - B^{10(1)} - 8^{10(1)}; 5^{05(2)} + 8^0; 5^{05(1)}$	$z_{8min}^{10(1)} = 1,7$ $B^{10(1)} = 24_{-0,3185}^{-0,1685}$ $T2B^0 = 1,8$	$z_{8max}^{10(1)} = 2,75$ $B^0 = 22_{-0,9185}^{-0,185}$ $2B^0 = 44_{-1,837}^{-0,037}$
$[z_{10}^{05(2)}] = A^{05(2)} - A^{05(1)} - 10^{05(1)}; 8^0 + 10^{05(2)}; 8^0$	$z_{10min}^{05(2)} = 0,7$ $A^{05(2)} = 10^{+0,125}$ $T2A^{05(1)} = 0,5$	$z_{10max}^{05(2)} = 1,075$ $A^{05(1)} = 9,05^{+0,25}$ $2A^{05(1)} = 18,1^{+0,5}$

$$S_M = S_z \cdot Z \cdot n,$$

$$S_M = 5 \cdot 0,03 \cdot 500 = 75 \text{ мм/мин.}$$

Скорость резания определяется по формуле

$$V = V_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где $K_1=0,8$ – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,

$K_2=0,9$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки,

$K_3=1,0$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента,

$$V = 18 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 12,96 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле

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

$$n = \frac{1000 \cdot 12,96}{3,14 \cdot 8} = 514 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем ближайшее меньшее значение из стандартного ряда. $n_n=800$ об/мин.

Для выбранной частоты вращения пересчитываем фактическое значение скорости резания по формуле

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{1000},$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 500}{1000} = 12,6 \text{ м/мин.}$$

Определим мощность двигателя, необходимую для процесса резания, по формуле:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_{\phi}}{1020 \cdot 60},$$

где P_z – максимальная сила резания при точении, определяется по формуле

$$P_z = \frac{10C_0 \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_p,$$

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						35
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1,5^{0,85} \cdot 0,03^{0,75} \cdot 8^1 \cdot 5}{8^{0,73} \cdot 500^{-0,13}} \cdot 0,9 = 36,7$$

где $C_p=12,5$, $x=0,85$, $y=0,75$, $n=1$, $K_p=0,9$ – коэффициенты от силы резания,
 t – глубина резания, $t=1,5$ мм

$$N_p = \frac{36,7 \cdot 12,6}{1020 \cdot 60} = 0,01 \text{ кВт.}$$

Для обеспечения работоспособность станка при выполнении данной операции, необходимо чтобы было выполнено следующее условие:

$$N_p \leq N_{дв} \cdot \eta = 3 \cdot 0,75 = 2,25 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, а значит, станок для выполнения данной операции подойдет.

Аналогично рассчитываются режимы резания для остальных операций. Данные приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Режимы резания

Номер операции	Наименование операции и содержание перехода	Режимы резания				
		t, мм.	S, мм/об.	n, об/мин.	V, м/мин.	N _e , кВт.
005	Токарная	12,0	0,1	800	100,5	1,35
010	Токарная	12,0	0,1	800	100,5	1,35
015	Токарная	12,0	0,1	800	100,5	1,35
020	Токарная	12,0	0,1	800	100,5	1,35
025	Фрезерная	0,1	0,005	190	11,0	0,27

2.5 Нормирование технологических операций

Определим для каждой операции основное время обработки по формуле

$$T_o = \sum T_{oi}, \text{ мин}$$

где T_{oi} – основное (машинное) время обработки на каждом из переходов, определяемое по формуле

$$T_{oi} = \frac{L}{S_m} \cdot i$$

где L – длина обработки, мм;

S_m – минутная подача, мм/мин;

i – число переходов.

Произведем расчет для операции 30 – фрезерной.

$$T_o = \frac{55}{75} \cdot 1 = 0,73 \text{ мин,}$$

Штучное время обработки определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_{всп} + T_{тех} + T_{орг} + T_{от.л.},$$

где $T_{всп}$ – вспомогательное время, определяется по формуле

$$T_{всп} = T_{уст} + T_{п.о.} + T_{к.о.},$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, $T_{уст}=0,12$ мин;

$T_{п.о.}$ – время на подвод и отвод инструмента к детали, $T_{п.о.}=0,05$ мин;

$T_{к.о.}$ – время на контрольный обмер детали, $T_{к.о.}=0,3$ мин;

$T_{тех}$ – время на техническое обслуживание, $T_{тех}=0,07$ мин;

$T_{орг}$ – организационное время, $T_{орг}=0,05$ мин;

$T_{от.л.}$ – время на отдых и личные нужды, $T_{от.л.}=0,05$ мин.

$$T_{шт30} = 0,73 + 0,12 + 0,05 + 0,3 + 0,07 + 0,05 + 0,05 = 1,37 \text{ мин.}$$

Штучное калькуляционное время определяется по формуле

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n},$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – число деталей в партии находится по формуле

$$n = \frac{T_{пз}}{T_{шт} \cdot \alpha},$$

где α – коэффициент допустимых потерь на переналадку, $\alpha=0,05$.

$$n = \frac{25}{1,37 \cdot 0,05} = 365 \text{ шт}$$

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

$$T_{шт.к30} = 1,37 + \frac{25}{365} = 1,44 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитываются нормы времени для остальных операций. Данные приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Нормы времени

Номер операции	Наименование операции	То, мин.	Твсп, мин.	Тп.з., мин.	Тшт., мин.	Тшт.к., мин.
005	Токарная	10,56	2,47	25	14,33	15,04
010	Токарная	10,56	2,47	25	14,33	15,04
015	Токарная	10,56	2,47	25	14,33	15,04
020	Токарная	10,56	2,47	25	14,33	15,04
025	Фрезерная	1,2	0,56	18	1,9	1,29

Выводы по разделу два

В процессе написания технологического раздела проведен анализ существующего технологического процесса на изготовление детали «Ступица».

Разработан предполагаемый вариант технологического процесса с выбором: типа производства - среднесерийный; заготовка – штампованная поковка; методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали. Проведен размерный анализ разработанного технологического процесса. Проведен расчет режимов резания и нормирование на операциях.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного приспособления для фрезерной операции

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Теоретическая схема базирования приведена в соответствии с рисунком 3.1, представляет собой схему расположения на технологических базах заготовки идеальных опорных точек и условных точек, символизирующих позиционные связи заготовки с принятой системой координат. Применение условных баз (точек) позволяет исключить из расчетов неизбежные погрешности реальных поверхностей, снижающие точность базирования.

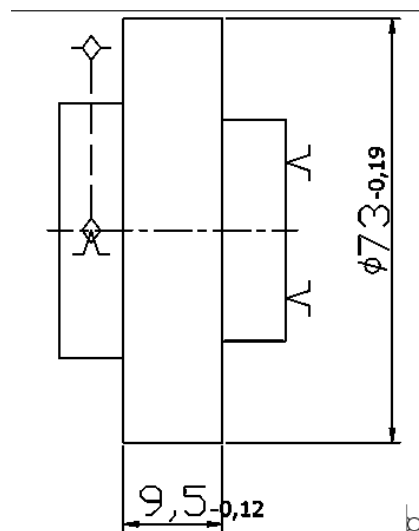


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Выбор и расчет приспособления

Приспособление на данной операции используется стационарно, то есть оно устанавливается на станке на все время обработки партии деталей. На станок приспособление ставится горизонтально, положение определяется с помощью двух установочных цилиндрических пальцев, а фиксируется болтами. Приспособление должно обеспечить надежное закрепление заготовки,

предотвращающее возможность поворота заготовки при фрезеровании поверхностей под действием сил резания.

Также к исходным данным относятся программа выпуска деталей – 5000 штук и режим работы участка – двухсменный. На основании этого следует применить не ручной, а механизированный зажим-отжим, в данном случае – пневматический.

Уточнение схемы базирования

Установка детали осуществляется по внутренней поверхности вращения диаметром $28^{+0.13}$, перпендикулярной к ее оси плоской поверхности, а также по отверстию диаметром $4,2^{+0.3}$ с помощью цилиндрического пальца. При этом деталь лишается шести степеней свободы.

При установке на торец деталь лишается трех степеней свободы, при базировании по внутреннему диаметру – еще двух, а при базировании по отверстию – шестой степени – вращение вокруг своей оси.

Сверху осуществляется прижим заготовки к поверхности приспособления, величина которого должна быть достаточной для предотвращения перемещения заготовки в процессе обработки под действием сил резания.

Исполнительный диаметр посадочной поверхности приспособления принимаем диаметром $28^{(-0.05)}$ мм, допустимое перемещение заготовки относительно опор приспособления при установке по охватываемым и охватывающим поверхностям - $\omega=0.219$ мм.

Для обеспечения заданной точности обработки на данной операции необходимо осуществить точное выполнение и периодический контроль размеров.

В связи с требованиями точности обработки определяем тип и размеры установочных элементов.

Приспособление устанавливаем на станок на два цилиндрических пальца, выполненные с точностью диаметром $14_{-0.011}$.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						40
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

Определение величины сил закрепления на основе расчета по усилиям резания. Фрезерование осуществляется концевой фрезой диаметром 12 мм изготовленной из стали ВК8. Режимы резания следующие:

- глубина $t=6$ мм;
- подача на зуб $S_z=0,008$ мм;
- ширина $B=14$ мм;
- число зубьев $z=4$.

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, P_z :

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

Значения коэффициентов и показателей степени:

$C_p=82$; $X=0,75$; $Y=0,6$; $U=1$, $q=0,86$; $W=0$.

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала:

$K_{MP}=0,93$

Подставляя данные значения в формулу получим $P_z=616,5$ Н.

Величины остальных составляющих силы резания: горизонтальной (сила подачи) P_h , вертикальной P_v , радиальной P_y , осевой P_x устанавливаем из соотношения с главной составляющей P_z :

$$P_h:P_z=0,3; P_v:P_z=0,85; P_y:P_z=0,3.$$

Отсюда: $P_h=184,9$ Н; $P_v=524$ Н; $P_y=184,9$ Н.

Расчет силы прижима

Силу зажима P вычислим из следующего выражения:

$$P = \frac{P_h \cdot 33,6}{58} \cdot K,$$

где K – коэффициент запаса, равный 3.

Получим силу зажима $P=321,34$ (Н).

Находим осевую силу, действующую на откидной болт в Г-образном прихвате в зависимости от усилия зажима P : $Q_{II}=400$ Н.

Усилие зажима штока пневмокамеры равно $Q = 2 \cdot Q_n = 2 \cdot 400 = 800$ Н.

Определение типа зажимного устройства. Зажим заготовки осуществляется Г-образными прихватами, отпускающимися вниз под действием силы тяжести и усилия пневмокамеры, а отжим – цилиндрическими пружинами сжатия.

Расчет гайки на прочность. Для предотвращения выхода из строя резьбового соединения следует выполнить его расчет на прочность. Статическая прочность стержня с резьбой в связи с объемным напряжением выше, чем гладкого стержня с диаметром, равным диаметру дна впадин резьбы. Поэтому за расчетный диаметр принимаем:

$$d_p = 0.5 \cdot (d_2 + d_3)$$

Номинальное напряжение растяжения в винте:

$$\sigma' = \frac{4 \cdot p}{\pi \cdot d_p^2} \leq [\sigma]_p$$

Отсюда расчетный диаметр:

$$d_{\text{расч}} \geq \sqrt{\frac{4 \cdot p}{\pi \cdot [\sigma]_p}}$$

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{n}$$

Получим $[\sigma]_p = 520$ Н/мм² для коэффициента безопасности $n = 1.5$.

Тогда $d_p > 1,1$ мм. Следовательно выбираем метрическую резьбу М6.

Произведем проверку элементов резьбы.

При условии одинаковости материала винта и гайки опасен срез винта, происходящий по цилиндрической поверхности.

Напряжение среза в резьбе винта:

$$\tau = \frac{p}{\pi \cdot d_1 \cdot k \cdot H \cdot k_m} \leq [\tau]_{\text{ср}}$$

$$[\tau]_{\text{ср}} = 0.3 \sigma_T$$

Получаем значение $\tau_{\text{ср}} = 86.2 < 130$, то есть условия прочности выполняются.

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

Подбор пружины сжатия. Для отжатия заготовки следует поставить цилиндрическую пружину сжатия. Она должна быть рассчитана на преодоление силы тяжести подвижных частей приспособления (пневмокамеры, коромысла, откидных болтов, кулачков Г-образного прихвата). Следовательно исходная величина для определения размеров пружины будет рабочий ход прихвата $h=3$ мм, выносливость $N=10000$, предварительные наружный $D_n=10..12$ мм и внутренний $D_b=6...7$ мм диаметры. Сила пружины при предварительной деформации $F_1=10$ Н, при рабочей – $F_2=20$ Н.

По таблице определяем для $N=10000$ принадлежность пружины ко второму классу, первому разряду.

Находим значение силы $P_3=22,2$ кгс по формуле:

$$P_z \approx \frac{P_2}{0,9}.$$

По таблице выбираем ближайшее значение $P_z=21,2$ кгс при $D=11$ мм, $d=1,2$ мм, $z_1=1,6$ кгс/мм, $f_3=13,25$ мм с условным обозначением 378.

Жесткость пружины $z=1,96$ кгс/мм рассчитаем по формуле:

$$z = \frac{P_2 - P_1}{h}.$$

Число рабочих витков пружины:

$$n = \frac{z_1}{z}.$$

Полное число витков $n=12,5$ при количестве нерабочих витков $n=1,5$.

Средний диаметр пружины:

$$D_0 = D - d.$$

Вычисляем деформации, высоты и шаг пружин.

$$F_1 = \frac{P_1}{z}.$$

$$F_2 = \frac{P_2}{z}.$$

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						43
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

$$F_3 = \frac{P_3}{z}$$

$$H_3 = (h_1 + 1 - n_3)d$$

$$H_0 = H_3 + F_3$$

$$H_1 = H_0 - F_1$$

$$H_2 = H_0 - F_2$$

$$t = f_3 + d$$

Получим следующие значения: $F_1=5\text{мм}$; $F_2=15,5\text{мм}$; $F_3=20,6\text{ мм}$; $H_3=9\text{ мм}$; $H_0=30,2\text{ мм}$; $H_1=25,2\text{ мм}$; $H_2=10,2\text{ мм}$; $t=16,25\text{ мм}$.

Определение погрешности установки. Погрешность установки ε_y , как одна из составляющих общей погрешности выполняемого размера, суммируется из погрешностей базирования $\varepsilon_б$, закрепления $\varepsilon_з$ и положения заготовки $\varepsilon_{пр}$, вызываемой неточностью приспособления.

По физическому смыслу величина ε_y выражает погрешность положения заготовки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_б^2 + \varepsilon_з^2 + \varepsilon_{пр}^2}$$

Погрешность базирования – это отклонение фактического положения заготовки от требуемого. Оно возникает при несовмещении измерительной и технологической баз заготовки. Таким образом погрешность базирования – это расстояние между предельными положениями проекций измерительной базы на направление выполняемого размера $l^{+0,25}$.

$$\varepsilon_б = 0,5 \cdot T \cdot D + 2 \cdot e + 0,5 \cdot \delta_2$$

Погрешность базирования для данного размера равна допуску на базисный размер $28_{-0,08}\text{ мм}$, т.е. $\varepsilon_б=0,08\text{ мм}$.

Погрешность закрепления возникает при закреплении заготовки в приспособлении в связи с изменением контактных деформаций стыка ‘заготовка – опора’. Погрешность закрепления – это предельное поле рассеяния положений

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>					

установочной поверхности относительно поверхности отсчета в направлении выдерживаемого размера.

$$\varepsilon_3 = C \cdot Q_n \cdot \cos \alpha .$$

Принимаем $\varepsilon_3=0,005$ мм.

Погрешность приспособления $\varepsilon_{пр}$ возникает в результате неточности изготовления приспособления и его изнашивания при эксплуатации. Она определяется погрешностями при изготовлении и сборке его установочных элементов $\varepsilon_{ус}$, их износом $\varepsilon_{изн}$ и ошибками установки приспособления на станке $\varepsilon_{ст}$.

$\varepsilon_{ус}$ принимаем равной 0,015 мм, так как практическая величина этой погрешности очень мала и установочные элементы – самая точная часть приспособления.

$\varepsilon_{ст}$ является величиной некомпенсируемой (при настройке станка ее не учитывают). Принимаем $\varepsilon_{ст}=0,01$ мм.

Погрешность износа установочных элементов $\varepsilon_{изн}$ зависит от:

- программы выпуска деталей (5000) то есть от срока службы приспособления;
- конструкции и размеров установочных элементов (выступ и плоскость);
- материала и массы заготовки (сталь 12X18H10T, m=0,311 кг);
- состояния ее базовых поверхностей (Rz10, Rz20).

Изнашивание опор происходит равномерно.

Получим $\varepsilon_{изн}=0,02$ мм. Тогда $\varepsilon_{пр}=0,03$ мм вычислим по формуле

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{\lambda_1 \varepsilon_{изн}^2 + \lambda_2 \varepsilon_{ст}^2} + \varepsilon_{уст} .$$

В итоге получим $\varepsilon_y=0,085$ мм.

Описание сборки приспособления, последовательность действий при эксплуатации. Сборка данного приспособления осуществляется в следующей последовательности: со стороны установочной базы приспособления

запрессовываем два цилиндрических установочных пальца (13); запрессовываем втулку (10); прикручиваем винтами (9) две втулки (2) к корпусу приспособления (4); вставляем в каждую втулку по цилиндрической пружине (14) предварительно покрыв их тонким слоем графитовой смазки; с другой стороны в отверстие вставляем откидной болт (8), устанавливаем Г-образный прихват (6) и предварительно закручиваем две гайки (11); на коромысло (5) закручиваем пневмокамеру(1) в сборе; присоединяем коромысло к откидным болтам (8) при помощи оси (12) и штифта (15); регулируем регулировочные гайки (11) для обеспечения необходимого зазора. Описание работы приспособления. На опорную поверхность и паз приспособления устанавливаем деталь. Сверху детали устанавливаем кольцо (3), поворачиваем лапки Г-образного прихвата на 90 градусов стрелке. Затем подаем сжатый воздух в пневмокамеру. Таким образом осуществляется прижим детали к опорной поверхности приспособления на время обработки заданных поверхностей. При спуске давления в пневмокамере между прихватом и упорным кольцом обеспечивается зазор, после чего, повернув лапки Г-образного прихвата и сняв верхнюю часть приспособления, снимаем деталь. При сборке приспособления нужно соблюдать технику безопасности, установленную ГОСТом или отделом техники безопасности данного предприятия. На рисунке 3.2. показан чертеж приспособления.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						46
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа_</i>	<i>Подпись_</i>	<i>Дата</i>		

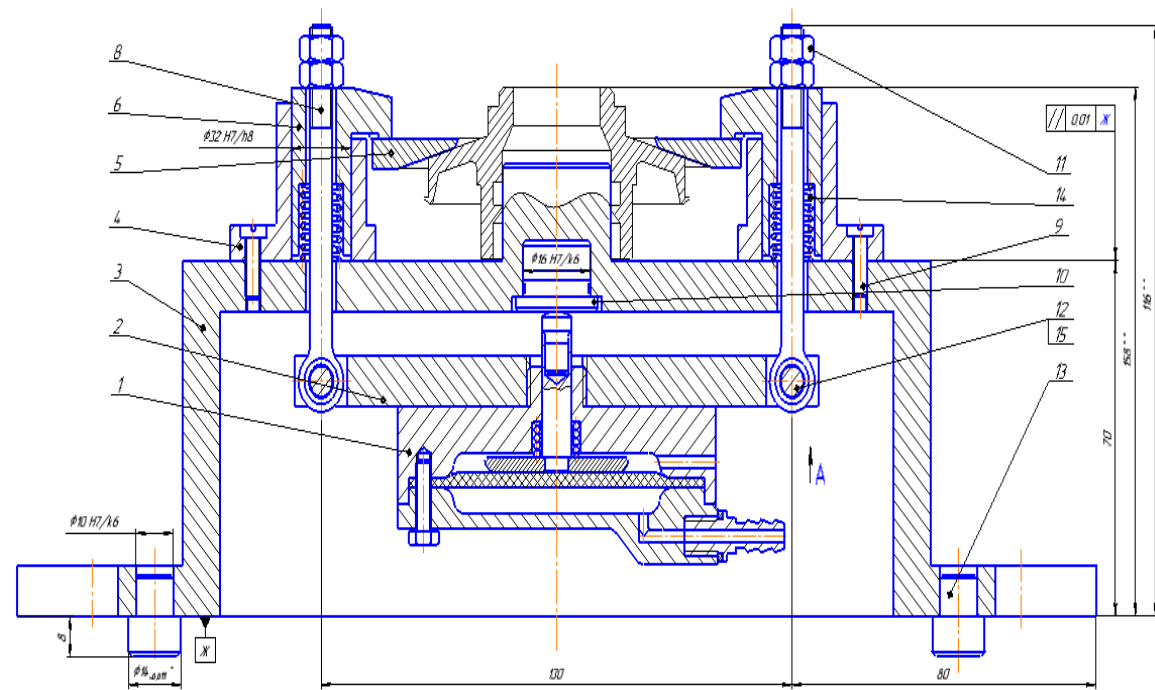


Рисунок 3.2 – Чертеж приспособления

3.2 Проектирование фасонного призматического резца

Фасонные резцы — специальные инструменты, применяемые для обработки только тех деталей, для которых рассчитаны. Изменение размеров детали без изменения формы профиля требует изготовления другого резца.

Фасонные резцы – однолезвийные режущие инструменты, которые применяются для обработки тел вращения с различной формой образующей. По сравнению с обычными резцами фасонные резцы обеспечивают идентичность формы, точность размеров деталей, так как они зависят в основном от точности изготовления резца. Кроме того, фасонные резцы обеспечивают высокую производительность обработки заготовок благодаря одновременной обработке всех участков фасонного профиля детали и простоте переточки. Фасонные резцы используют на токарных и револьверных станках, автоматах и полуавтоматах в крупносерийном и массовом производстве. Фасонные резцы могут быть стержневыми, призматическими и круглыми.

I этап

1. Определяем координаты точек профиля детали.
2. Производим нумерацию узловых точек (см. на рисунке 3.5).
3. Определяем верхнее отклонение для каждого диаметра.

$$es = ei + Td$$

$$D_1 = \varnothing 73h11 \quad es = -0,19 + 0,19 = 0 \text{ мм}$$

$$D_2 = 73 - 2 \cdot 1 / \operatorname{tg} 30^\circ = 69,536$$

$$D_2 = \varnothing 69,536h14 \quad es = -0,74 + 0,74 = 0 \text{ мм}$$

$$D_3 = \varnothing 63H12 \quad es = 0 + 0,3 = 0,3 \text{ мм}$$

$$D_4 = 63 - 2 \cdot 6 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = 59,785 \text{ мм}$$

$$D_4 = \varnothing 59,785H14 \quad es = 0 + 0,74 = 0,74 \text{ мм}$$

$$D_5 = 44 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 \cdot \sin 15^\circ = 49,035 \text{ мм}$$

$$D_5 = \varnothing 49,035h14 \quad es = -0,62 + 0,62 = 0 \text{ мм}$$

$$D_6 = \varnothing 44h12 \quad es = -0,25 + 0,25 = 0 \text{ мм}$$

$$D_7 = \varnothing 42r6 \quad es = 0,034 + 0,016 = 0,05 \text{ мм}$$

4. Координаты узловых точек (начала и конца поверхности) определяем по формуле

$$x_i = 0,5 \cdot \left(d_i + es_i - \frac{Td_i}{2} \right)$$

$$\text{Точка 1: } X_1 = 0,5 \left(73 + 0 - \frac{0,19}{2} \right) = 36,453 \text{ мм}$$

$$\text{Точка 2: } X_2 = 0,5 \left(69,536 + 0 - \frac{0,74}{2} \right) = 34,583 \text{ мм}$$

$$\text{Точка 3: } X_3 = 0,5 \left(63 + 0,3 - \frac{0,3}{2} \right) = 31,575 \text{ мм}$$

$$\text{Точка 4: } X_4 = 0,5 \left(59,785 + 0,74 - \frac{0,74}{2} \right) = 30,078 \text{ мм}$$

$$\text{Точка 5: } X_5 = 0,5 \left(49,035 + 0 - \frac{0,62}{2} \right) = 24,363 \text{ мм}$$

$$\text{Точка 6 и 7: } X_6 = X_7 = 0,5 \left(44 + 0 - \frac{0,12}{2} \right) = 21,97 \text{ мм}$$

$$\text{Точка 8 и 9: } X_8 = X_9 = 0,5 \left(42 + 0,05 - \frac{0,016}{2} \right) = 21,021 \text{ мм}$$

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ					

Координаты:

$$Z_1 = 6 \text{ мм}$$

$$Z_2 = Z_3 = 5 \text{ мм}$$

$$Z_4 = 11 \text{ мм}$$

$$Z_5 = 11 + \frac{59,78 - 49,04}{2} \operatorname{tg} 15^\circ = 12,439 \text{ мм}$$

$$Z_6 = 12,439 + 2 * \cos 15^\circ = 10,507 \text{ мм}$$

$$Z_7 = Z_8 = 9 \text{ мм}$$

$$Z_9 = 0 \text{ мм}$$

Координаты узловых точек изображено на рисунке 3.4.

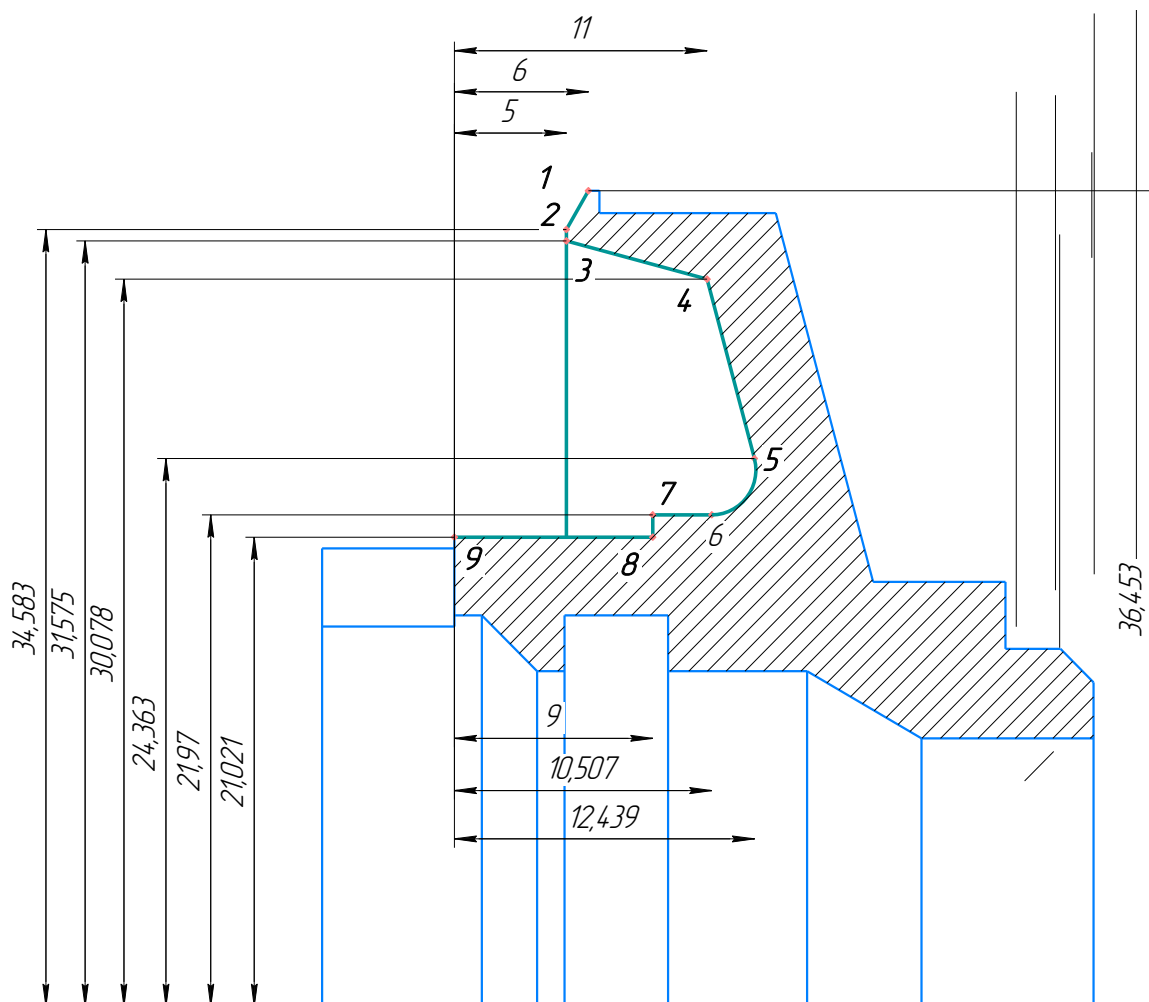


Рисунок 3.4 – Координаты узловых точек

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

15.03.05.2018.133.ПЗ

Лист

50

II этап

1. Определяем координаты точек профиля детали в порядке их расположения относительно базового торца.

X_{2_i}, Z_{2_i} – координаты соответствующих точек профиля резца.

Назначаем передний γ , задний α углы и угол наклона базы ϵ .

Исходя из особенностей геометрии радиальных резцов, для призматических резцов в базовой точке назначают $\alpha=12^\circ \dots 15^\circ$. Принимаем $\alpha=15^\circ$.

Значение переднего угла назначают в зависимости от обрабатываемого материала и материала резца по таблице 1. Мы изготавливаем деталь из стали 14X17H2 и резец из быстрорежущей стали, отсюда значение переднего угла принимаем $\gamma=20^\circ$.

При изготовлении призматических резцов переднюю поверхность располагают под углом $\psi=\alpha+\gamma=15^\circ+20^\circ=35^\circ$.

Так как подача резца осевая, назначаем угол наклона базы $\epsilon=0^\circ$.

Так же необходимо назначить задний вспомогательный угол $\phi_1=3^\circ$.

Так как угол наклона базы равен 0° , коррекция координат узловых точек не требуется.

2. Габаритные и присоединительные размеры фасонных резцов

Фасонные резцы устанавливаются в специальные державки, размеры которых стандартизированы.

Ширина резца $L_p = 10,5$ мм с допуском H11.

Длина призматического резца $L=(2\dots 4)L_p=4\cdot 10,5=42$ мм.

Присоединительные размеры $C = 10$ мм, $h = 7,5$ мм, $a = 24,1$ мм, $e = 10$ мм.

Размер K по роликам для контроля «ласточки хвоста»

$$K = a - 2h \operatorname{ctg} \lambda + d \cdot (1 + \operatorname{ctg} \lambda \operatorname{tg} \gamma),$$

где d — диаметр ролика.

Диаметр ролика d выбирают из стандартного ряда так, чтобы выполнялось условие $K > a$.

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

На рисунке 3.5 показан чертеж призматического фасонного резца.

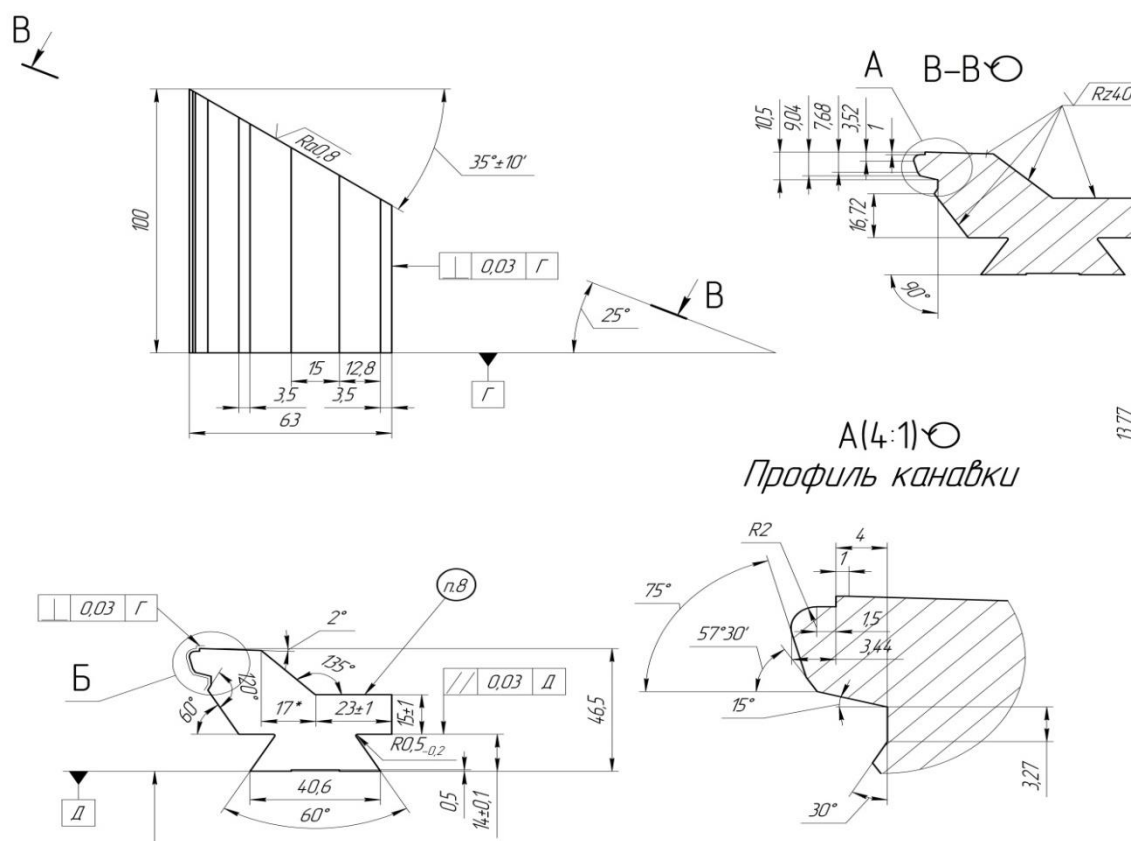


Рисунок 3.5 – Чертеж призматического фасонного резца

Фасонные резцы применяются для обработки деталей на различных типах станков. Наиболее часто используются токарные универсальные станки, токарные автоматы и полуавтоматы, токарно-револьверные, токарные многорезцовые станки и др. Для закрепления фасонных резцов на этих станках применяются различные виды специальных державок. На рисунке 3.6 показана державка для призматических резцов.

Приспособление должно активизировать контроль. Это означает, что правильное и своевременное измерение деталей на контрольном приспособлении должно способствовать устранению возможности появления брака.

3.3.1 Разработка схемы замера

Измерение параллельности относительно оси детали производится при базировании детали в патроне с помощью оси и рукоятки. Вращение детали производится вручную, с помощью рукоятки.

Для замера допусков применяем электроконтактные датчики. Измеряемая деталь устанавливается в патроне. Патрон вращается в подшипнике с помощью маховика.

3.3.2 Компоновка приспособления

Данное приспособление разработано для замера биения двух диаметров. Для замера используем электроконтактные датчики 26. Датчики крепятся к планке кронштейнов винтами 34. Кронштейны крепятся в державках винтами 38, после настройки наконечника датчика на ось детали. Державки в свою очередь двигаются вверх-вниз по штативам 17, 26 и крепятся винтами 23. Штативы двигаются вдоль оси детали по Т-образным пазам, они соединены резьбой со шпонкой поз.25. После установки датчика в нужное положение, штатив фиксируется гайкой поз. 27. Деталь устанавливаем в центрах 15 и 16. После установки центр поз. 16 закрепляется с помощью оси и рукоятки 32. Центр вращается в подшипнике с помощью маховика 6. Маховик скреплен с центром винтом 24 и штифтом 36. Стойки 14 центрируются вдоль Т-образного паза шпонками 49 и крепятся болтами 33 и гайками 39. После измерения детали, рукоятку 31 поворачивают, центр отжимается, отводится с помощью рычага 32 и деталь снимается. Компоновка контрольного приспособления представлена на рисунке 3.7.

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

3.3.3 Расчет приспособления на точность

Контрольное приспособление на точность рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}.$$

где Δ_1 - погрешность в соединении детали в приспособлении $\Delta_1=0,005$ мм;

Δ_2 - погрешность датчика $\Delta_2=0,002$ мм;

Δ_3 - прочие погрешности, вызванные, например температурными деформациями $\Delta_3=0,00012$ мм;

$$\Delta = \sqrt{0,005^2 + 0,002^2 + 0,00012^2} = 0,007 \text{ мм.}$$

Погрешность приспособления не должна превышать 30% от контролируемого параметра. Допуск торцевого биения составляет 0,03мм.

Следовательно, должно выполняться условие, что $\Delta \leq 0,007$.

$0,007 < 0,03$ – условие выполняется.

Выводы по разделу три

В процессе написания конструкторского раздела спроектировано: зажимное приспособление для фрезерной операции; призматический фасонный резец; приспособление для контроля торцевого биения.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		56

место под слесарные верстаки; стеллажи для деталей на промежуточных операциях.

Для пожарной безопасности предусмотрены: пожарный кран; пожарный щит; ящик с песком; огнетушитель.

4.2 Выбор и определение количества оборудования

Для современного механосборочного производства характерен высокий уровень автоматизации производственных процессов, поэтому технологическое оборудование должно обеспечивать не только автоматизацию обработки или сборки, но и стыковаться с оборудованием и техническими средствами, объединяющими отдельные виды технологического оборудования в единый автоматизированный производственный процесс. Характер и состав технологического оборудования во многом определяется типом производства. При выборе состава технологического оборудования современных цехов механосборочного производства, необходимо учитывать следующие основные тенденции в технологии производства машин: интенсификацию технологических процессов; повышение качества обработки деталей; комплексную автоматизацию производственных процессов; повышение производительности труда и рентабельности производства.

4.2.1 Расчет необходимого количества оборудования

Число станков для каждой операции определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{\Phi_o \cdot 60},$$

где N – годовая программа выпуска, N = 20 000 шт.

Φ_o – эффективный фонд времени работы оборудования, $\Phi_o = 4060$ ч.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		58

4.2.2 Расчет загрузки станков на каждой операции

$$Kз = C_p / C_{сп}$$

Принятое количество станков на данной операции находится по формуле:

$$C_{сп} = \frac{C_p}{K_{и}}$$

где $K_{и}$ – коэффициент использования оборудования, $K_{и} = 0,85$ для автоматов и $K_{и} = 0,9$ для универсальных станков.

4.2.3 Расчет среднего коэффициент загрузки станков

Расчет среднего коэффициент загрузки станков определяется по формуле:

$$Kз.ср. = \frac{\sum C_p}{\sum C_{сп}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Сводная таблица

№	$T_{шт}$	C_p	C_p (окр)	$Kз$	$C_{сп}$	$C_{сп}$ (окр)	$Kз.ср.$
005	14,33	1,17	2	0,9	1,3	2	0,9
010	14,33	1,17	2	0,9	1,3	2	
015	14,33	1,17	2	0,9	1,3	2	
020	14,33	1,17	2	0,9	1,3	2	
025	1,90	0,90	1	0,9	1,0	1	
030	1,44	0,1	1	0,9	0,11	1	

4.3 Расчет количества рабочих

4.3.1 Время занятости рабочего

$$t_{раб} = t_{всп}$$

где $t_{всп}$ – суммарное вспомогательное перекрываемое и неперекрываемое время, мин.

4.3.2 Оперативное время

$$t_{\text{опер}} = t_o + t_{\text{всп}}$$

4.3.3 Количество станков, обслуживаемых одним рабочим

$$X = \frac{t_{\text{опер}}}{t_{\text{раб}} + t_{\text{пер}}}$$

4.3.4 Расчет времени недогруза

$$t_{\text{нед}} = \frac{t_{\text{опер}}}{Kз \cdot Kи} - C_{\text{пр}} \cdot t_{\text{раб}}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Сводная таблица

№	$t_{\text{раб}}$	$t_{\text{опер}}$	$t_{\text{пер}}$	X	X _(окр)	$t_{\text{нед}}$
005	0,28	0,52	0,20	1,09	2	0,907
010	0,45	0,53	0,20	0,81	2	0,855
015	0,45	0,58	0,20	0,89	2	0,855
020	0,45	0,63	0,20	0,97	2	0,855
025	0,45	0,65	0,20	1,00	1	0,856
030	0,40	0,53	0,20	0,88	1	1,041

Общее число основных рабочих 10 человек

4.4 Количество вспомогательных рабочих и ИТР

Для массового производства в механообрабатывающем участке по укрупненным показателям количество вспомогательных рабочих 20-25% от основных рабочих, а ИТР – 12-14%.

4.4.1 Количество вспомогательных рабочих

$$10 \cdot 0,25 = 2,5 = 3 \text{ человека}$$

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		60

4.4.2 Количество ИТР:

$$10 \cdot 0,12 = 1,2 = 2 \text{ человека}$$

4.5 Расчет основной, вспомогательной и полной площади участка

4.5.1 Площадь цеха:

$$F = \sum n_i \cdot q_i$$

где n_i – количество станков на операции;

q_i - удельная площадь i -го станка.

Данные приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Сводная таблица

№ операции	Габариты станка, мм	Масса станка, т	Удельная площадь станка, м ²
Токарная черновая 1	3200x1166x1324	3,03	30
Токарная черновая 2	3230x1700x1700	3,80	30
Токарная чистовая 1	3230x1700x1700	3,80	30
Токарная чистовая 2	3230x1700x1700	3,80	30
Фрезерная	2305x1950x2020	3,12	30
Фрезерная	2305x1950x2020	3,12	30

$$F = 10 \cdot 30 = 300 \text{ м}^2$$

4.5.2 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь склада заготовок определяется по формуле:

$$F_{\text{о.з.}} = \frac{Q_{\text{чер}} \cdot t}{260 \cdot q \cdot K_{\text{И}}} \cdot k$$

где t - норма хранения заготовок в рабочих днях ($t = 6$);

$Q_{\text{чер}}$ - масса материалов и заготовок годового объема выпуска;

$$Q_{\text{чер}} = N \cdot m_{\text{заг}} = 20000 \cdot 0,45 = 9000\text{кг.}$$

q - допустимая нагрузка на 1 м² пола ($q = 7 \text{ кН/м}^2$);

$K_{\text{и}}$ - коэффициент использования площади складирования ($K_{\text{и}} = 0,3$).

$$F_{\text{о.з.}} = \frac{9 \cdot 6}{260 \cdot 7 \cdot 0,3} = 0,1\text{м}^2.$$

Принимаем 1 м².

Площадь склада деталей определяется по формуле:

$$F_{\text{о.з.}} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{\text{и}}}.$$

t_1 – число рабочих дней запаса ($t = 8\text{ч}$);

Q - масса деталей годового объема выпуска;

$$Q = Nm_{\text{дет}} = 20000 \cdot 0,3 = 6000\text{кг}$$

q - допустимая нагрузка на 1 м² пола ($q = 10 \text{ кН/м}^2$);

$K_{\text{и}}$ - коэффициент использования площади складирования ($K_{\text{и}} = 0,25$).

$$F_{\text{о.з.}} = \frac{18 \cdot 8}{260 \cdot 10 \cdot 0,25} = 0,07\text{м}^2.$$

Принимаем 1 м².

4.6 Разработка планировки рабочего места для токарной операции

Рабочее место – это первичное звено производства, от качества работы которого, зависят результаты деятельности всего завода.

Задачей организации рабочего места является создание такой конструкции оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, нагибания, приседания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

Схема организации рабочего места должна соответствовать характеру производства. В нашем случае характер производства среднесерийный, поэтому

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		62

применяется только специализированный инструмент и приспособления. На рисунке 4.1 показано планировка рабочего места токаря.

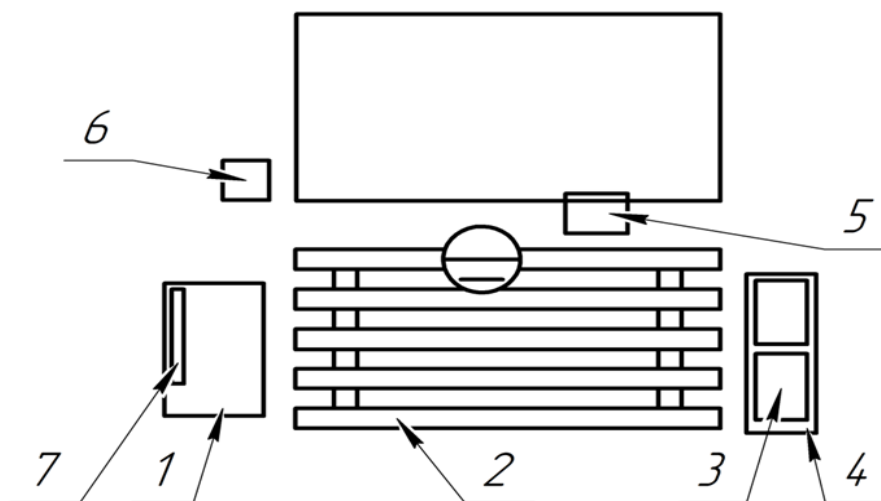


Рисунок 4.1 – Планировка рабочего места

Возле каждого рабочего места предусмотрены 1 – инструментальный столик, 2 – решетка под ноги, 3 – тара с обрабатываемыми деталями, 4 – приемный стол, 5 – планшет для измерительного инструмента, 6 – урна, 7 – подставка для чертежей. Ширина рабочего места принимается равной 500 мм, рабочей зоны - 800 мм (по рекомендациям [1]).

4.7 Выбор способа транспортировки стружки.

Масса стружки в год равна:

$$m = 0.15T_{\text{дет}} = 0,15 \cdot 18 = 2,7\text{т}$$

Количество стружки в тоннах в год на 1 м²:

$$M = 2,7/300 = 0,009 \text{ т/м}^2$$

Выводы по разделу четыре

В процессе написания строительного раздела определено:

- количество оборудования на токарную операцию 8 станков, на фрезерную операцию 2 станка;

- состав и количество работающих - многостаночное обслуживание, число основных рабочих равно 6 человек;

– транспортные средства; площадь для складирования заготовок и деталей.

Выбраны тип, форма и определены размеры здания.

Спроектирована планировка оборудования в масштабе 1:100

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа_</i>	<i>Подпись_</i>	<i>Дата</i>		65

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Оценка опасных и вредных факторов на участке механической обработки детали «Ступица»

При механической обработке металлов на металлорежущих станках (токарных, фрезерных, сверлильных, шлифовальных, заточных и др.) возникает ряд физических, химических, психофизиологических и биологических опасных и вредных производственных факторов.

Движущиеся части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки; стружка обрабатываемых материалов, осколки инструментов, высокая температура поверхности обрабатываемых деталей и инструмента; повышенное напряжение в электроцепи или статического электричества, при котором может произойти замыкание через тело человека - относятся к категории физических опасных факторов.

Вредными физическими производственными факторами, характерными для процесса резания, являются: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, высокий уровень шума и вибраций, недостаточная освещенность рабочей зоны, наличие прямой и отраженной блескости, повышенная пульсация светового потока.

Наиболее распространенными у станочников являются травмы глаз. Так, при токарной обработке от общего числа производственных травм повреждение глаз превысило 50%, при фрезеровании 10% и около 8% при заточке инструмента и шлифовании. Глаза повреждались отлетающей стружкой, пылевыми частицами обрабатываемого материала, осколками режущего инструмента и частицами абразива.

В воздух рабочей зоны выделяются также аэрозоли масел и смазочно-охлаждающих технических средств (СОТС). Содержание углеводов при

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ					

этом достигает 150...940 мг/м³, аэрозоля масел 7...5 мг/м³, загрязнение одежды составляет 800...900 мг/дм².

К психофизиологическим вредным производственным факторам процессов обработки материалов резанием можно отнести физические перегрузки при установке, закреплении и съеме крупногабаритных деталей, перенапряжение зрения, монотонность труда.

К биологическим факторам относятся болезнетворные микроорганизмы и бактерии, проявляющиеся при работе с СОТС.

Производственные помещения, в которых осуществляются процессы обработки заготовок, должны соответствовать требованиям СНиП 2.09.02-85, СНиП 21.01-97, СНиП 23.05-95, ОНТП. Все помещения должны быть оборудованы средствами пожаротушения по ГОСТ 12.1.004-91 [14].

Разработка технологической документации, организация и выполнения технологических процессов обработки резанием должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.3.025-80 «Обработка металлов резанием. Требования безопасности». При обработке резанием заготовок, выходящих за пределы оборудования, должны быть установлены переносные ограждения и знаки безопасности по ГОСТ 12.4.026-76 [17].

Стружку (отходы производства) от станков и рабочих мест следует убирать механизированными методами (двух- и одношнековые, вибрационные пластинчатые транспортеры).

Тара для транспортирования и хранения деталей, заготовок и отходов производства должна соответствовать требованиям ГОСТ 14.861-91 [18], ГОСТ 19.822-88 [19]. Тара должна быть рассчитана на необходимую грузоподъемность, иметь надписи о максимально допустимой нагрузке и периодически подвергаться проверкам. При установке заготовок и съеме деталей должны применяться средства механизации и автоматизации.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		67

Погрузка и разгрузка грузов осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.009-76, перемещение грузов - ГОСТ 12.3.020-80 [15].

На СОТС, применяемые для обработки резанием, необходимо иметь соответствующее разрешение Министерства здравоохранения. Состав СОТС на водном растворе, их анти микробная защита и пастеризация должны содержаться и производиться в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.025-80 [16].

Периодичность замены СОТС должна устанавливаться по результатам контроля ее содержания, но не реже: одного раза в шесть при лезвийной обработке, одного раза в месяц при абразивной обработке для масляных СОТС; одного раза в три месяца для водных СОТС. Очистку емкостей для приготовления СОТС, трубопроводов и систем подачи следует проводить один раз в шесть месяцев для масляных и один раз в три месяца для водных СОТС.

Стружка и пыль должны храниться в закрытой металлической таре. При наличии специальных помещений стружку и пыль можно хранить в открытой таре. В местах хранения должны быть средства пожаротушения.

Профилактика воздействия вредных выделений должна обеспечиваться эффективной местной вентиляцией.

Персонал, допускаемый к участию в производственном процессе обработки резанием, должен знать требования ГОСТ 12.3.025-80 [16], пройти инструктаж и обучение условиям безопасности труда по ГОСТ 12.0.004-90 [20].

Рабочие, которым по роду выполняемой работы необходимо иметь дело с перемещением грузов грузоподъемными кранами и подъемными устройствами, должны пройти обучение по специальности стропальщика в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

Инженерно - технические работники, ответственные за проведение процессов обработки, при назначении на должность должны проходить проверку знаний и правил, норм и стандартов, основ технологических процессов, требований безопасности и безопасной эксплуатации металлорежущего, подъемно - транспортного, грузоподъемного и другого применяемого оборудования, а также

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

фактора или среды, вследствие которых причинен вред здоровью или наступила смерть.

Следствием действия неблагоприятных производственных факторов может быть и профессиональное заболевание - патологическое состояние человека, обусловленное работой и связанное с чрезмерным напряжением организма или неблагоприятным воздействием вредных производственных факторов.

Кроме профессиональных, на производстве сейчас выделяют группу, так называемых, производственно обусловленных заболеваний - заболеваний, течение которых усугубляется условиями труда, а частота их превышает таковую у работающих, вне воздействия определенных профессиональных вредных факторов.

5.2 Проектирование искусственного освещения на участке

На данном участке производится механическая обработка детали «Ступица». Станочный парк состоит из токарных и фрезерных станков. Реализация технологического процесса сопровождается выделением пыли, паров и газов.

Участок механической обработки детали «Ступица» входит в структуру механического цеха с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне менее 1 мг/м³ пыли, дыма, копоти [15]. Коэффициенты отражения стен и потолка $R_p = 50\%$; $R_c = 30\%$ [16].

Так как работа на участке ведется в две смены, целесообразно использование искусственного освещения. По конструктивному исполнению применяется комбинированное освещение (общее и местное), что связано с выполнением на участке высокоточных работ.

Освещенность рабочей поверхности [17] составляет для токарных и фрезерных – 1500 лк, для сверлильных резьбонарезных – 1000 лк, для выполнения слесарных работ – 2000 лк.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						70
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

Для местного освещения рабочих поверхностей металлорежущих станков применяются светильники НКП 03-60-003 с лампами накаливания типа МО 24-60.

Минимальная освещенность рабочих поверхностей в аварийном режиме работы 10 лк, что составляет 5% нормируемой освещенности в системе общего освещения. Для аварийного освещения также следует применить лампы накаливания типа МО 24-60.

Расчет искусственного освещения механического участка выполним методом коэффициента использования светового потока.

Определим исходные данные для расчета:

- площадь помещения составляет $300,0 \text{ м}^2$, длина участка $a = 48 \text{ м}$, общая ширина $b = 24 \text{ м}$; потолок следует окрасить в белый цвет, стены – в зеленый.
- для механического цеха при искусственном комбинированном освещении $E_{\text{min}} = 750 \text{ лк}$, в том числе от общего освещения 200 лк.
- параметры зрительной работы:
- наименьший объект различения – 0,30 ... 0,50 мм;
- разряд зрительной работы – 3;
- подразряд зрительной работы – в;
- контраст объекта с фоном – малый;
- характеристика фона – светлый.
- в данном производственном помещении с небольшой запыленностью и нормальной влажностью целесообразно использовать дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления – ДРЛ;
- высота подвеса светильников над рабочей поверхностью находится обычно в пределах 2,1 – 3,4 м. Принимаем $H_p = 3,5 \text{ м}$;
- обеспечение равномерного распределения освещенности достигается в том случае, если отношение L/H_p расстояния между центрами

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		71

светильников L к высоте их подвеса над рабочей поверхностью H_p составляет для светильников ДРЛ – 1,3. Соответственно, расстояние между светильниками составит

$$L = 1,3 \cdot 3,5 = 4,55 \text{ м};$$

- коэффициент использования светового потока определяется в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения стен и потолка помещения и индекса помещения, определяемого по формуле

$$i = \frac{a \cdot b}{H_p \cdot (a+b)} = \frac{48 \cdot 24}{3,5 \cdot (12+18)} = 2,05.$$

Принимаем индекс помещения $i = 2$.

- число светильников в помещении находим из формулы:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{124,8}{20,7} = 5,7 \text{ шт.}$$

Округлим до большего четного целого числа. Принимаем 6 светильников.

- коэффициент минимальной освещенности для ламп ДРЛ $Z = 1,15$
- коэффициент запаса $K_z = 1,5$
- коэффициент использования светового потока составит $\eta = 0,39$.

Определим световой поток одной лампы

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E_{\text{нор}} \cdot S \cdot Z \cdot K_z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 124,8 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{6 \cdot 0,39} = 17972 \text{ лм.}$$

Принимаем лампу ДРЛ400 со световым потоком $\Phi_{\text{п}} = 24000$ лм.

Использование газоразрядных ламп высокого давления рационально благодаря высокой отдаче, компактности источника света и стойкости к условиям внешней среды, что обеспечивает длительный срок службы. Именно независимость работы ламп ДРЛ от температуры окружающей среды определило их преимущество перед люминесцентными лампами низкого давления.

В качестве предложений по улучшению освещения на участке предлагаю возможность применения металлогалогенных ламп. Лампы ДРИ излучают практически сплошной спектр, приближающийся к естественному, кроме того

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

они имеют более высокую светоотдачу. Это определяет их преимущество перед лампами ДРЛ. Однако при этом лампы ДРИ имеют меньший срок службы и более сложную систему включения.

Схема расположения светильников приведена в соответствии с рисунком 5.1.

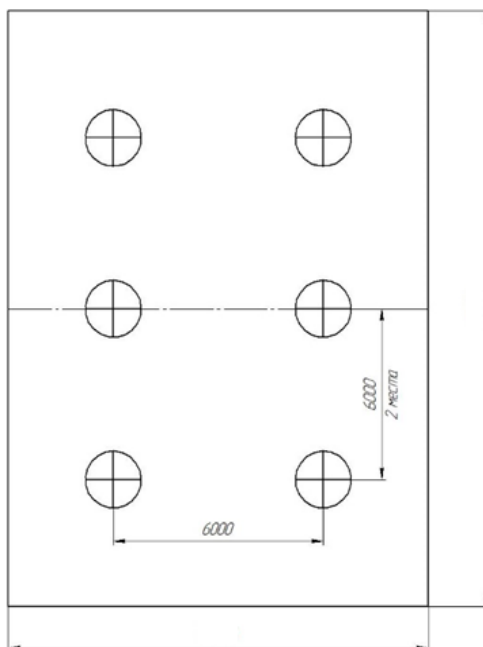


Рисунок 5.1 – Схема расположения светильников

Мероприятиями по поддержанию оптимального уровня естественного освещения в цехе являются очистка остекленных поверхностей световых проемов (не реже 2 – 4 раз в год). Для поддержания рациональной цветовой гаммы необходимо регулярно проводить окраску стен, потолка и оборудования. Для поддержания оптимального искусственного освещения необходимо предусматривать регулярную очистку от загрязнений светильников, своевременную замену отработавшей свой срок службы лампы, контроль напряжений питания осветительной сети, для ограничения ослепленности соблюдать защитный угол α , создаваемый отражателем (α не более 30°).

5.3 Несчастный случай на производстве и его расследование

При переходе России к рыночным отношениям положение в области охраны труда значительно обострилось. Во многом утрачен централизованный способ финансирования затрат на программы по охране труда. Работодатели финансировали данные мероприятия по остаточному принципу. Все это привело к увеличению травм и аварий на производстве.

Общими причинами производственного травматизма являются:

- физический износ технологического оборудования;
- невыполнение работодателями организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасных условий труда;
- отсутствие необходимого надзора и контроля за безопасностью ведения работ со стороны их руководителей;
- неудовлетворительная организация обучения и проверки знаний работниками правил охраны труда;
- низкая технологическая и трудовая дисциплина и др.

За последние годы в стране сформирована правовая база охраны труда работников, в том числе и по такому важному вопросу как расследование несчастных случаев на производстве. Ее применение в практической работе организаций позволит более внимательно относиться к здоровью работников, что сократит количество травм и аварий.

Классификация тяжести несчастных случаев на производстве

Порядок организации расследования несчастных случаев на производстве зависит от степени их тяжести, которая в каждом отдельном случае определяется в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 24 февраля 2005 г. № 160 «Об определении степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве».

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						74
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

Приказом от 24 февраля 2005 г. утверждена Схема определения тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве. Упомянутая схема содержит основные характеристики подобных случаев.

1. Несчастные случаи на производстве по степени тяжести повреждения здоровья подразделяются на две категории: тяжелые и легкие.

2. Квалифицирующими признаками тяжести повреждения здоровья при несчастном случае на производстве являются:

- характер полученных повреждений и осложнения, связанные с этими повреждениями, а также развитие и усугубление имеющихся хронических заболеваний в связи с получением повреждения;

- последствия полученных повреждений здоровья (стойкая утрата трудоспособности).

Наличие одного из квалифицирующих признаков является достаточным для установления категории тяжести несчастного случая на производстве.

Признаками тяжелого несчастного случая на производстве являются также повреждения здоровья, угрожающие жизни пострадавшего. Предотвращение смертельного исхода в результате оказания медицинской помощи не влияет на оценку тяжести полученной травмы.

3. К тяжелым несчастным случаям на производстве относятся:

а) повреждения здоровья, острый период которых сопровождается:

- шоком;
- комой;
- кровопотерей (объемом более 20%);
- эмболией (закупорка кровеносных или лимфатических сосудов);
- острой недостаточностью функций жизненно важных органов и систем (ЦНС, сердечной, сосудистой, дыхательной, почечной, печеночной и (или) их сочетанием);

									Лист
									75
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

б) повреждения здоровья, квалифицированные при первичном осмотре пострадавшего врачами стационара, травматологического пункта или другими организациями здравоохранения как:

- проникающие ранения черепа;
- перелом черепа и лицевых костей;
- ушиб головного мозга;
- внутричерепная травма;
- ранения, проникающие в просвет глотки, трахеи, пищевода, а также повреждения щитовидной и вилочковой железы;
- проникающие ранения позвоночника;
- переломовывихи и переломы тел или двусторонние переломы дуг I и II шейных позвонков, в том числе и без нарушения функции спинного мозга;
- вывихи (в том числе подвывихи) шейных позвонков;
- закрытые повреждения шейного отдела спинного мозга;
- перелом или переломовывих одного или нескольких грудных или поясничных позвонков, в том числе и без нарушения функции спинного мозга;
- ранения грудной клетки, проникающие в плевральную полость, полость перикарда или клетчатку средостения, в том числе без повреждения внутренних органов;
- ранения живота, проникающие в полость брюшины;
- ранения, проникающие в полость мочевого пузыря или кишечника;
- открытые ранения органов забрюшинного пространства (почек, надпочечников, поджелудочной железы);
- разрыв внутреннего органа грудной или брюшной полости или полости таза, забрюшинного пространства, разрыв диафрагмы, разрыв предстательной железы, разрыв мочеочника, разрыв перепончатой части мочеиспускательного канала;
- двусторонние переломы заднего полукольца таза с разрывом подвздошно-крестцового сочленения и нарушением непрерывности тазового кольца или

									Лист
									76
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

двойные переломы тазового кольца в передней и задней частях с нарушением его непрерывности;

- открытые переломы длинных трубчатых костей - плечевой, бедренной и большеберцовой, открытые повреждения тазобедренного и коленного суставов;

- повреждения магистрального кровеносного сосуда: аорты, сонной (общей, внутренней, наружной), подключичной, плечевой, бедренной, подколенной артерий или сопровождающих их вен, нервов;

- термические (химические) ожоги:

III-IV степени с площадью поражения, превышающей 15% поверхности тела;

III степени с площадью поражения более 20% поверхности тела;

II степени с площадью поражения более 30% поверхности тела;

дыхательных путей, лица и волосистой части головы;

- радиационные поражения средней (от 12 Гр) степени тяжести и выше;

- прерывание беременности;

в) повреждения, которые непосредственно не угрожают жизни пострадавшего, но являются тяжкими по последствиям:

- потеря зрения, слуха, речи;

- потеря какого-либо органа или полная утрата органом его функции (при этом потеря наиболее важной в функциональном отношении части конечности (кисти или стопы) приравнивают к потере руки или ноги);

- психические расстройства;

- утрата репродуктивной функции и способности к деторождению;

- неизгладимое обезображивание лица.

4. К легким несчастным случаям на производстве относятся повреждения, не входящие в пункт 3 настоящей Схемы.

Создание комиссии по расследованию несчастного случая

Согласно пункту 41 Положения работодатель несет ответственность за своевременное и надлежащее расследование, оформление, регистрацию и учет несчастных случаев на производстве, а также реализацию мероприятий по

									Лист
									77
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

устранению причин несчастных случаев на производстве. Государственный надзор и контроль над соблюдением установленного порядка расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве осуществляется органами федеральной инспекции труда.

Если произошел легкий по тяжести несчастный случай, для его расследования работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее 3 человек. В ее состав, утвержденный приказом работодателя, включаются:

- специалист по охране труда (или лицо, назначенное приказом работодателя, ответственным за организацию работы по охране труда);
- представитель работодателя;
- представитель профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа (например, член комитета или комиссии по охране труда).

Возглавляет комиссию работодатель или уполномоченное им лицо. Руководитель, непосредственно отвечающий за безопасность труда на участке, где произошел несчастный случай, в состав комиссии не включается.

Комиссия для расследования несчастного случая у индивидуального предпринимателя формируется в составе:

- предпринимателя или его представителя;
- специалиста по охране труда, который может привлекаться на договорной основе;
- доверенного лица пострадавшего.

В состав комиссии по расследованию группового, тяжелого несчастного случая и случая со смертельным исходом, кроме названных лиц, включаются:

- государственный инспектор по охране труда (председатель);
- представитель органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления;
- председатель территориального объединения профсоюзов.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		78

Если несчастный случай произошел в организации, эксплуатирующей опасные производственные объекты, подконтрольные органам федерального надзора, то в комиссию включается и представитель территориального органа федерального надзора. При этом состав комиссии утверждается руководителем этого же органа.

Для расследования групповых несчастных случаев с числом погибших 5 и более человека состав комиссии включаются также представители:

- федеральной инспекции труда,
- федерального органа исполнительной власти по ведомственной принадлежности общероссийского объединения профсоюзов.

Председателем комиссии будет являться главный государственный инспектор по охране труда по субъекту РФ, а на объектах, подконтрольных территориальному органу федерального надзора, - руководитель органа.

Эта категория несчастных случаев должна расследоваться комиссией в течение 15 дней.

При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством Российской Федерации.

Члены комиссии (включая ее председателя), проводящие расследование несчастного случая, несут персональную ответственность за соблюдение установленных сроков расследования, объективность выводов и решений, принятых ими по результатам проведенного расследования.

Интересы пострадавшего в комиссии по расследованию может представлять доверенное лицо. Доверенным лицом пострадавшего могут быть его родственники, сослуживцы, члены бригады и т.п. При этом должна быть оформлена доверенность пострадавшего уполномоченному лицу, которая прикладывается к материалам расследования. Пострадавший может и не привлекать доверенного лица, что оговаривается в объяснительной записке. При

									Лист
									79
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

групповых несчастных случаях доверенных лиц может быть, соответственно, несколько - от каждого пострадавшего.

Доверенное лицо, не являясь членом комиссии, принимает участие в расследовании несчастного случая, т.е. участвует в опросе свидетелей и очевидцев, в составлении материалов, характеризующих место происшествия, знакомится с необходимыми документами и т.д.

Подписи доверенного лица требуются только в тех документах, в составлении которых он принимал непосредственное участие.

Правовые акты, регламентирующие порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве

Порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве регламентируется статьями 227-231 Главы 36 «Обеспечение прав работников на охрану труда» ТК РФ.

Минтруд России в соответствии со ст. 229 ТК РФ и постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г. № 653 принял постановление от 24 октября 2002 г. № 73 «Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях».

Указанным постановлением Минтруд России утвердил:

- формы документов (формы 1-9), необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве;
- Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях.

Положение устанавливает с учетом статей 227-231 Кодекса и особенностей отдельных отраслей обязательные требования по организации и проведению расследования, оформления и учета несчастных случаев на производстве, происходящих в организациях и у работодателей - физических лиц с различными категориями работников (граждан).

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						80
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		

Приказом от 15 апреля 2005 г. № 275 «О формах документов, необходимых для расследования несчастных случаев на производстве» Минздравсоцразвития России утвердил:

- учетную форму № 315/у «Медицинское заключение о характере полученных повреждений здоровья в результате несчастного случая на производстве и степени их тяжести» согласно приложению № 1;

- учетную форму № 316/у «Справка о заключительном диагнозе пострадавшего от несчастного случая на производстве» согласно приложению № 2;

- рекомендации по заполнению учетной формы № 315/у «Медицинское заключение о характере полученных повреждений здоровья в результате несчастного случая на производстве и степени их тяжести» согласно приложению № 3;

- рекомендации по заполнению учетной формы № 316/у «Справка о заключительном диагнозе пострадавшего от несчастного случая на производстве» согласно приложению № 4.

Обязанности работодателя при несчастном случае на производстве

Такие обязанности регламентируются ст. 228 ТК РФ. При несчастном случае на производстве работодатель (его представитель) обязан:

- немедленно организовать первую помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения;

- принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц;

- сохранить до начала расследования несчастного случая на производстве обстановку, какой она была на момент происшествия, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к аварии, а в случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, сделать фотографии и произвести другие мероприятия);

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

- обеспечить своевременное расследование несчастного случая на производстве и его учет в соответствии с главой 36 ТК РФ;

- немедленно проинформировать о несчастном случае на производстве родственников пострадавшего, а также направить сообщение в органы и организации, определенные настоящим Кодексом и иными нормативными правовыми актами.

При групповом несчастном случае на производстве (два человека и более), тяжелом несчастном случае на производстве, несчастном случае на производстве со смертельным исходом работодатель (его представитель) в течение суток обязан сообщить соответственно:

1) о несчастном случае, происшедшем в организации:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;
- в прокуратуру по месту происшествия несчастного случая;
- в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности;

- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;

- в организацию, направившую работника, с которым произошел несчастный случай;

- в территориальные объединения организаций профсоюзов;

- в территориальный орган федерального органа исполнительной власти в области государственного надзора, если несчастный случай произошел в организации или на объекте, подконтрольных этому органу;

- страховщику по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

2) о несчастном случае, происшедшем у работодателя - физического лица:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;

- в прокуратуру по месту нахождения работодателя - физического лица;

- в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации;

									Лист
									82
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

- в территориальный орган федерального органа исполнительной власти в области государственного надзора, если несчастный случай произошел на объекте, подконтрольном этому органу;

- страховщику по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

3) о несчастном случае происшедшем на судне:

работодателю (судовладельцу), а при нахождении в заграничном плавании - также в соответствующее консульство Российской Федерации. Судовладелец при получении сообщения о несчастном случае, происшедшем на судне, обязан сообщить об этом:

а) если несчастный случай произошел на судне морского транспорта:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;

- в транспортную прокуратуру;

- в федеральный орган исполнительной власти, ведающий вопросами морского транспорта;

- в федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный на осуществление государственного регулирования безопасности при использовании атомной энергии, если несчастный случай произошел на ядерной энергетической установке судна или при перевозке ядерных материалов, радиоактивных веществ и отходов;

- в территориальные объединения организаций профсоюзов;

- страховщику по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

б) если несчастный случай произошел на судне рыбопромыслового флота:

- в соответствующую государственную инспекцию труда;

- в прокуратуру по месту регистрации судна;

- в федеральный орган исполнительной власти, ведающий вопросами рыболовства;

- в территориальные объединения организаций профсоюзов;

									Лист
									83
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

- страховщику по вопросам обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

О случаях острого отравления работодатель (его представитель) сообщает также в соответствующий орган санитарно-эпидемиологического надзора.

Указанные выше сообщения осуществляются в виде извещений по форме 1 согласно Приложению 1 к Постановлению Минтруда России от 24 октября 2002 г. № 73.

Согласно статье 228 ТК РФ о случае острого отравления работодатель (его представитель) сообщает (наряду с другими органами) в соответствующий орган санитарно-эпидемиологического надзора. Под острым отравлением (профессиональным заболеванием) понимается заболевание, являющееся, как правило, результатом однократного (в течение не более одного дня, одной рабочей смены) воздействия на работника вредного производственного фактора (факторов), повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Профессиональное заболевание, возникшее у работника, подлежащего обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, является страховым случаем.

Правительство Российской Федерации постановлением от 15 декабря 2000 г. № 967 «Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний» утвердило указанное Положение, которым установлен порядок расследования и учета профессиональных заболеваний. Одновременно Правительство Российской Федерации поручило Минздраву России давать разъяснения по применению указанного Положения. Во исполнение этого поручения Минздрав России приказом от 28 мая 2001 г. № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации» утвердил инструкцию о порядке применения названного Положения и формы документов, применяемых при расследовании и учете профессиональных заболеваний.

									Лист
									84
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

Выводы по разделу пять

В данном разделе мною произведены расчеты производственного освещения, выбрали тип и количество ламп. Также рассмотрены мероприятия по несчастным случаям на производстве и его расследование.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						85
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа_</i>	<i>Подпись_</i>	<i>Дата</i>		

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Исходные данные для расчета:

Оборудование:

- Токарные станки модели ПУ 16К20Т1-20– 8 шт.;
- Фрезерные станки модели 6Р12 – 2 шт.

Оборудование обслуживают рабочие следующих специальностей:

4 токаря, 2 фрезеровщика, обслуживание станков - многостаночное (1 рабочий обслуживает 2-3 станка).

Среднесерийное производство, годовая программа выпуска – 4500 шт., режим работы – односменный. Расчет ведётся по [22]

6.1 Расчет зарплаты основных и вспомогательных рабочих с отчислениями

Заработная плата приходящаяся на изделие определяется с помощью следующей формулы:

$$C_3 = C_{30} + C_{3В} \text{ руб./шт,}$$

где C_{30} и $C_{3В}$ - заработная плата основных и вспомогательных рабочих приходящаяся на изделие.

Заработная плата основных рабочих по операциям в общем виде рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^M C_{зчCi} \cdot k_{ПРi} \cdot k_{Дзi} \cdot k_{Ci} \cdot t_i \cdot n_i \text{ руб/шт.,}$$

где $I=1...M$ - количество операций на выполнение изделия;

$C_{зчCi}$ – средняя часовая заработная плата по тарифу основных рабочих, занятых при выполнении i -ой операции, $C_{зчCi}=27,3$ руб./чел. – ч_и;

$k_{ПРi}$ – коэффициент, учитывающий приработок на i -ой операции $k_{ПРi}=1,2$

$k_{Дзi}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату $k_{Дзi}=1,08$

									Лист
									86
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

k_{Ci} - коэффициент, учитывающий отчисления в социальные фонды
 $k_{Ci}=1,281$

n_i - коэффициент, учитывающий численность бригады при выполнении i -ой операции $n_i=1$;

t_i – норма времени на i -ую операцию изготовления изделия час./шт. - опер.

$t_{шт1}=0,148$, $t_{шт2}=0,265$.

Зарботную плату вспомогательных рабочих (наладчики, крановщики) можно рассчитать прямым или косвенным методом.

Косвенным методом заработная плата вспомогательных рабочих определяется при отсутствии твердого закрепления их за отдельными рабочими местами. Величину ее можно принимать пропорционально зарплате основных рабочих и расходов по эксплуатации оборудования.

$$C_{зв} = C_{зо} \cdot K_{зп} \text{ руб./шт,}$$

где $K_{зп}$ - коэффициент, учитывающий количество вспомогательных рабочих, равен - 0,16.

Расчет заработной платы, приходящейся на изделие при существующем и новом техпроцессах, приведен в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Расчет заработной платы

Существующий техпроцесс	Разрабатываемый техпроцесс
$t_{шт1} = 0,28$ (мин)	$t_{шт1} = 0,148$ (мин)
$t_{шт2} = 0,36$ (мин)	$t_{шт2} = 0,265$ (мин)
$t_{тариф} = 27,3$ (руб./ час)	$t_{тариф} = 27,3$ (руб./ час)
$C_{зо} = (27,3 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,281 \cdot 1 \cdot 0,28) +$ $+ (27,3 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,281 \cdot 1 \cdot 0,36) +$ $= 27,343 \text{ руб./шт}$	$C_{зо} = (27,3 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,281 \cdot 1 \cdot 0,148) +$ $+ (27,3 \cdot 1,2 \cdot 1,08 \cdot 1,281 \cdot 1 \cdot 0,265) +$ $= 18,71 \text{ руб./шт}$
$C_{зв} = 27,343 \cdot 0,16 = 4,37 \text{ руб./шт}$	$C_{зв} = 18,71 \cdot 0,16 = 2,99 \text{ руб./шт}$
$C_з = 27,343 + 4,37 = 31,713$ (руб./ шт.)	$C_з = 18,71 + 2,99 = 21,7$ (руб./ шт.)

6.2 Расчет затрат по эксплуатации оборудования

Затраты на эксплуатацию оборудования, приведены в таблице 6.1, они складываются из затрат на его амортизацию и ремонт, электроэнергию, топливо и другие энергоносители, на смазочно-обтирочные материалы, т.е.:

$$C_0 = \sum_{i=1}^M C_{ai} + C_{Pi} + C_{Эi} + C_{Ви} \text{ руб./шт.},$$

где C_{ai} - затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на изделие при выполнении i -ой операции;

C_{Pi} , $C_{Эi}$, $C_{Ви}$ – затраты на ремонт оборудования, энергоносители, на смазочно-обтирочные материалы.

Затраты на амортизацию оборудования C_{ai} , приходящиеся на операцию по излагаемому методу расчета, включают лишь ту их часть, которая предназначена на реновацию (замену) оборудования. Величина их рассчитывается по формуле:

$$C_{ai} = \frac{\sum_{i=1}^M \Phi_{П(Б)i} \cdot O_i \cdot Z_i \cdot N_{ai}}{Q_{ГЗ} \cdot 100} \text{ руб./шт.},$$

где $\Phi_{П(Б)i}$ – балансовая стоимость единицы оборудования, руб.:

Q_i – количество технологического оборудования, занятого при выполнении i -ой операции изготовления данных изделий, ед./ опер.: $Q_{\text{токарь}}=7$, $Q_{\text{фрезер}}=1$.

Z_i – коэффициент занятости технологического оборудования выполнением i -ой операции изготовления данных изделий; Z для всех равен 0,9

$Q_{ГЗ}$ – годовое количество изделий, запускаемых в производство по варианту, $Q_{ГЗ}=4500$ шт.;

N_{aI} – норма амортизационных отчислений на замену оборудования в год,

$N_{aI}=6,5\%$.

Затраты на ремонт оборудования определяются формулой:

$$C_P = \sum_{I=1}^M \frac{R_I \cdot W_I \cdot K_{ЭI} \cdot O_I \cdot I}{T_{P...I} \cdot Q_d} \text{ руб./шт.},$$

где R_i – группа ремонтной сложности основной части оборудования i -операции;
 $R_1=35, R_2=40$

W_i - средняя величина затрат на все виды ремонтов и осмотров основной части оборудования, приходящихся на $W_T=425, W_\phi=491$ руб./ ед. рем.

$K_{Эi}$ - коэффициент, учитывающий затраты на ремонт энергетической части оборудования ($K_{Э} > 1$); $K_{Эi}=1,3$

$T_{РЦi}$ – длительность ремонтного цикла оборудования i - операции,

$T_{РЦ_T}=6,5, T_{РЦ_\phi}=7,5$ год/цикл,

Затраты на силовую электроэнергию:

$$C_{Эi} = \frac{\sum_{i=1}^m N_i \cdot k \cdot U}{\eta} \cdot t_o,$$

где N_i – мощность установленных на станке электродвигателей, кВт;

$k=0,8$ – средний коэффициент использования мощности электродвигателей;

U – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб.;

$\eta = 0,92$ – средний КПД электродвигателей;

t_o – основное время, ч.

Затраты на смазочно-обтирочные материалы охватывают не только затраты на смазочно-обтирочные материалы, но и затраты на охлаждающие жидкости, масла для гидроприводов, расход которых обусловлен эксплуатацией данного оборудования и оснастки. Величина C_B в расчетах определяется по формуле:

$$C_e = \frac{\sum_{i=1}^M C_{дi} \cdot M_{Гi}}{Q_{д.,}} \text{ р-т/шт,}$$

где $C_{Гi}$ – годовые затраты на вспомогательные материалы по оборудованию,

$C_{Г1}=725$ руб./ ед. обор., $C_{Г2}=940,0$ руб./ ед. обор.

Таблица 6.2. – Расчет затрат по эксплуатации оборудования

Вид Затрат	Оборудование	Существующий техпроцесс	Разрабатываемый техпроцесс
C _а в руб./шт	Токарный станок	$C_{a1} = \frac{7250 \cdot 7 \cdot 0,9 \cdot 6,5}{4500 \cdot 100} = 0,66$	$C_{a1} = \frac{7250 \cdot 7 \cdot 0,9 \cdot 6,5}{4500 \cdot 100} = 0,66$
	Фрезерный станок	$C_{a2} = \frac{9400 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 6,5}{4500 \cdot 100} = 0,48$	$C_{a2} = \frac{9400 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 6,5}{4500 \cdot 100} = 0,12$
	Итого	C _а = 1,14 (руб./шт.)	C _а = 0,78 (руб./шт.)
C _р в руб./шт	Токарный станок	$C_{p1} = \frac{35 \cdot 425 \cdot 1,3 \cdot 7 \cdot 0,9}{6,5 \cdot 4500} = 4,165$	$C_{p1} = \frac{35 \cdot 425 \cdot 1,3 \cdot 7 \cdot 0,9}{6,5 \cdot 4500} = 4,165$
	Фрезерный станок	$C_{p2} = \frac{35 \cdot 250 \cdot 1,3 \cdot 4 \cdot 0,9}{7,5 \cdot 4500} = 1,213$	$C_{p2} = \frac{40 \cdot 491 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 0,9}{7,5 \cdot 4500} = 0,68$
	Итого	C _р = 5,378	C _р = 4,845
C _э в руб./шт	Токарный станок	$C_{э1} = \frac{13 \cdot 0,8 \cdot 2,39}{0,92} \cdot 0,28 = 7,56$	$C_{э1} = \frac{13 \cdot 0,8 \cdot 2,39}{0,92} \cdot 0,105 = 2,84$
	Фрезерный станок	$C_{э2} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 2,39}{0,92} \cdot 0,36 = 2,24$	$C_{э2} = \frac{6,3 \cdot 0,8 \cdot 2,39}{0,92} \cdot 0,216 = 1,35$
	Итого	C _э = 9,8	C _э = 4,19
C _в в руб./шт	Токарный станок	$C_{в1} = \frac{725 \cdot 7 \cdot 0,9}{4500} = 1,015$	$C_{в1} = \frac{725 \cdot 7 \cdot 0,9}{4500} = 1,015$
	Фрезерный станок	$C_{в2} = \frac{450 \cdot 4 \cdot 0,9}{4500} = 0,36$	$C_{в2} = \frac{940 \cdot 1 \cdot 0,9}{4500} = 0,188$
	Итого	C _в = 1,375	C _в = 1,203

$$C_o = \sum_{i=1}^M C_{ai} + C_{Pi} + C_{Эi} + C_{Vi} \text{ руб./шт.}$$

Итого по разделу 6.2:

Co(баз.тех.пр.)=1,14+5,378+9,8+1,375=17,693 руб. / изделие

Co(разраб.тех.пр.)=0,78+4,845+4,19+1,203=11,018 руб. / изделие

6.3 Расчет затрат по эксплуатации оснастки

В состав затрат по оснастке C_{пi} включаются затраты по приспособлениям.

Затраты по приспособлениям рассчитываются с помощью следующей формулы:

$$C_{п} = \sum_{I=1}^M \frac{(ж_{пI} \cdot d_I - B_I) \cdot \pi_I \cdot \pi_{пI}}{T_{пI} \cdot Q_{д.,.}},$$

где $I=1...M$ - количество операций по выполнению изделия;

K_{Pi} – балансовая стоимость одной единицы приспособлений,

$K_{P1}=430,20$ руб./ед., $K_{P2}=930,20$ руб./ед.;

d – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособлений

$d_1=1,5$; $d_2=1,5$.

V_i – выручка от реализации изношенного экземпляра оснастки,

$V_1=64,5$ руб./ед., $V_2=167,44$ руб./ед.;

P_i – количество единиц приспособлений, необходимых для бесперебойного выполнения i – ой операции, $P_1=1$ ед., $P_2=1$ ед.;

Z_{Pi} – коэффициент занятости приспособлений при выполнении i – ой операции изготовления данного изделия $Z_{P1}=Z_{P2}=1$;

T_{Pi} – срок амортизации списания приспособления, для всех $T_{Pi}=2$ года;

Получим:

токарная операция: $C_{P1} = \frac{(430,20 \cdot 1,5 - 64,5) \cdot 1 \cdot 1}{2 \cdot 4500} = 0,06$ руб./шт.;

фрезерная операция: $C_{P2} = \frac{(930,20 \cdot 1,5 - 167,44) \cdot 1 \cdot 1}{2 \cdot 4500} = 0,13$ руб./шт.;

Всего затрат по эксплуатации оснастки: $C_P=0,06+0,13=0,19$ руб./шт.

6.4 Расчет затрат по использованию производственных зданий

Затраты по использованию и содержанию производственных зданий и помещений охватывают их амортизацию, ремонт, отопление, освещение и уборку в расчете на площадь, которая занята рабочим при выполнении операции.

Величина затрат на производственные помещения C_K рассчитывается с помощью формулы:

$$C_{ki} = \sum_{i=1}^m \frac{S_{oi} \cdot s_i \cdot C_{гр}}{Q_{ГЗ}}$$

где S_{oi} – площадь, необходимая для выполнения i – ой операции,

Токарная операция – 172 м²;

									Лист
									91
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

Фрезерная операция – 52,7 м².

$C_{г.р.}$ – годовые расходы на содержание помещения, приходящиеся на 1 м² площади цеха, $C_{г.р.} = 51,1 \frac{\text{руб./год}}{\text{м}^2}$;

$Q_{г.з.}$ – годовое количество изделий, запускаемых в производство, шт./год.

Общая площадь цеха (S) равна 710 м².

Z_{si} – коэффициент занятости площади при выполнении i - ой операции изготовления данного изделия рассчитывается по формуле:

$$Z_{si} = \frac{S_{oi}}{S}$$

Токарная операция: $Z_{s1} = 172 / 710 = 0,24$;

Фрезерная операция: $Z_{s3} = 52,7 / 710 = 0,07$.

Рассчитаем затраты по использованию и содержанию производственных зданий:

Токарная операция: $C_{к1} = \frac{172 \cdot 0,24 \cdot 51,1}{4500} = 0,47$ руб./шт.;

Фрезерная операция: $C_{к2} = \frac{52,1 \cdot 0,07 \cdot 51,1}{4500} = 0,041$ руб./шт.

Всего затрат по использованию и содержанию производственных зданий:

$$C_k = 0,47 + 0,041 = 0,511 \text{ руб./шт.}$$

6.5 Расчет прочих цеховых расходов

Прочие цеховые расходы $C_{пц}$ определяются пропорционально заработной плате основных рабочих по следующей формуле:

$$C_{пц} = C_{з0} \cdot K_{пц}$$

где $C_{з0}$ - заработная плата основных производственных рабочих, приходящаяся на изделие;

									Лист
									92
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

$K_{\text{пц}}$ – коэффициент, учитывающий величину прочих цеховых расходов пропорционально заработной зарплате основных производственных рабочих

$$K_{\text{пц}}=0,4$$

Тогда

$$C_{\text{пц}} = 27,3 \cdot 0,4 = 10,92 \text{ руб./шт.}$$

6.6 Расчет технологической себестоимости продукции (работ)

Технологическая себестоимость продукции определяется как

$$S_T = C_3 + C_O + C_{\text{п}} + C_K + C_{\text{пц}} \text{ руб./шт.,}$$

$$S_{T1} = 31,713 + 17,693 + 0,095 + 0,511 + 10,92 = 60,932 \text{ руб./шт.}$$

$$S_{T2} = 21,7 + 11,018 + 0,19 + 0,511 + 10,92 = 44,339 \text{ руб./шт.}$$

6.7 Расчет затрат на материалы

Величину затрат на материалы S_M по тому или иному процессу изготовления изделия можно рассчитать с помощью формулы:

$$S_M = \sum_{C=1}^W (D_{MC} \times C_{MC} \times K_{T-3C} - D_{OC} \times C_{OC})$$

где W - число видов материалов применяющихся для изготовления изделия $W=1$;

D_{MC} – норма расхода материала c -го вида на изделие, $D_{MC}=1,109 \text{ кг./шт.}$;

C_{MC} – оптовая цена на материал c -го вида, $C_{MC}=40 \text{ руб.кг.}$;

K_{T-3C} – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

$$K_{T-3C}=1,04;$$

D_{OC} – количество использования отхода материала c -го вида при изготовлении изделия, $D_{OC}=0 \text{ кг./шт.}$;

C_{OC} – цена отходов c -го вида материала, руб./кг.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						93
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

На основании следующих исходных данных рассчитаем затраты на материалы, используемые при производстве изделия:

$$S_M = 1,109 \cdot 40 \cdot 1,04 - 0 = 46,13 \text{ руб/шт} .$$

6.8 Расчет цеховой себестоимости

Цеховая себестоимость изделия включает затраты на материалы и технологическую себестоимость:

$$S_{\text{цех}} = S_M + S_T .$$

где S_M – затраты на материалы (заготовки, комплектные изделия);

S_T - технологическая себестоимость изделия.

$$S_{\text{цех1}} = 46,13 + 60,932 = 107,062 \text{ руб / шт}$$

$$S_{\text{цех2}} = 46,13 + 44,339 = 90,469 \text{ руб / шт}$$

6.9 Расчет общезаводских расходов

Общезаводские расходы включают в себя расходы на содержание заводского аппарата управления, общезаводских служб и хозяйств, а также других расходов, касающихся обеспечения производственной деятельности предприятия в целом.

Значение общезаводских расходов в себестоимости продукции (работ) определяется аналогично расчету прочих цеховых затрат:

$$S_{\text{оз}} = C_{\text{оз}} \cdot k_{\text{оз}} ,$$

где $C_{\text{оз}}$ – заработная плата основных производственных рабочих;

$K_{\text{оз}}$ – коэффициент, учитывающий величину общезаводских расходов пропорционально заработной зарплате основных производственных рабочих.

В нашем случае $K_{\text{оз}}$ составляет – 0,14. Тогда

$$S_{\text{оз}} = 21,7 \cdot 0,14 = 3,038 \text{ руб / шт} .$$

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						94
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

6.10 Расчет производственной себестоимости

Производственная себестоимость продукции (работ) включает в себя цеховую себестоимость производства продукции (работ), затраты на подготовку и освоение производства, затраты на брак, а также общезаводские расходы:

$$S_{\text{пр}} = S_{\text{цех}} + S_{\text{оз}}.$$

где $S_{\text{ЦЕХ}}$ – цеховую себестоимость производства продукции (работ);

$S_{\text{ОЗ}}$ – общезаводские затраты на производство продукции (работ).

То есть

$$S_{\text{пр1}} = S_{\text{цех1}} + S_{\text{оз1}} = 107,062 + 3,038 = 110,1 \text{руб/шт}$$

$$S_{\text{пр2}} = S_{\text{цех2}} + S_{\text{оз2}} = 90,469 + 3,038 = 93,507 \text{руб/шт}$$

6.11 Расчет внепроизводственных расходов

Внепроизводственные расходы включают в себя все расходы, связанные с реализацией продукции, а также некоторые другие виды расходов (например, расходы на упаковку продукции, на перевозку продукции до станции назначения или до потребителя).

Внепроизводственные расходы можно рассчитать с помощью следующей формулы:

$$S_{\text{впр}} = S_{\text{пр}} \cdot k_{\text{впр}}$$

где $S_{\text{ПР}}$ – производственная себестоимость продукции (работ);

$K_{\text{ВПР}}$ – коэффициент, учитывающий отношение внепроизводственных расходов к производственной себестоимости $K_{\text{ВПР}}=0,15$.

$$S_{\text{впр1}} = 110,1 \cdot 0,15 = 16,515 .$$

$$S_{\text{впр2}} = 93,507 \cdot 0,15 = 14,02 .$$

									Лист
									95
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.133.ПЗ				

6.12 Расчет полной себестоимости

$$S = S_{\text{пр}} + S_{\text{впр}}.$$

Полная себестоимость продукции (работ) представляет собой сумму затрат на ее производство и реализацию, т.е.:

$$S_1 = S_{\text{пр1}} + S_{\text{впр1}} = 110,1 + 16,515 = 126,615 \text{руб./шт}$$

$$S_2 = S_{\text{пр2}} + S_{\text{впр2}} = 93,507 + 14,02 = 107,53 \text{руб./шт}$$

Экономия на себестоимости:

$$\mathcal{E}_o = S_{\text{сущ.т/п}} - S_{\text{нов.т/п}}.$$

$$\mathcal{E}_o = 126,615 - 107,53 = 19,09 \text{ (руб./шт.)}$$

Дополнительные капитальные затраты составляют 11000 руб. на приспособления.

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_r = \Delta S - \Delta k \cdot E_n$$

где Δk – дополнительные капитальные затраты;

$E_n = 0,15$ – коэффициент экономической эффективности капитальных затрат.

$$\Delta S = \mathcal{E}_o \cdot Q_{\text{гз}}.$$

$$\mathcal{E}_r = 19,09 \cdot 4500 - 0,15 \cdot 11000 = 67245 \text{ (руб.)}$$

Срок окупаемости:

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta k}{\mathcal{E}_r}.$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{11000}{67245} = 0,16 \text{ (года)} \approx 60 \text{ (дней)}$$

Технико-экономические показатели сведены в таблицу 6.3.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
						96
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		

Таблица 6.3 – Техничко-экономические показатели

Техничко-экономические показатели	Существующий техпроцесс	Новый техпроцесс
1. Производственная себестоимость, руб./шт. в том числе:	110,1	93,507
1.1. Заработная плата	31,713	21,7
1.2. Затраты на амортизацию	1,14	0,78
1.3. Затраты на ремонт оборудования	5,378	4,845
1.4. Затраты на силовую эл. эн.	9,8	4,19
1.5. Оснастка	0,095	0,19
1.6. Производственные здания	0,511	0,511
1.7. Прочие цеховые расходы	10,92	10,92
1.8. Технологическая себестоимость	60,932	44,339
1.9. Вспомогательные материалы	46,13	46,13
1.10. Цеховая себестоимость	107,062	90,469
1.11. Общезаводские расходы	3,038	3,038
1.12. Внепроизводственные расходы	16,515	14,02
2. Экономия на себестоимости, руб./шт.	19,09	
3. Дополнительные капитальные затраты, руб.	11000	
4. Годовой экономический эффект, руб.	67245	
5. Срок окупаемости дополнительных капитальных затрат, дни	60	

Выводы по разделу шесть

Просчитав существующий техпроцесс и новый, выявлено что по некоторым технико-экономическим показателям снизились затраты (см.таблицу 6.3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы проделана следующая работа:

1) в технологической части рассмотрена деталь «Ступица», обоснован выбор получения заготовки. Для данной детали разработан технологический процесс. Произведен размерный анализ технологического процесса. Выполнены расчет режимов резания и нормирование технологических операций. Выбрано необходимое оборудование и оснастка;

2) в конструкторском разделе спроектированы зажимное приспособление и призматический фасонный резец. Произведены силовые, кинематические, прочностные расчеты основных элементов приспособлений. Также спроектировано контрольное приспособление для контроля торцевого биения. Выполнен расчет приспособления на точность. Описано устройство и принцип работы приспособлений;

3) в строительном разделе выполнена планировка оборудования на проектированном участке. Рассчитано количество оборудования. Определен состав и количество работающих. Рассчитано количество подъемно-транспортного оборудования, площадь участка. Произведен выбор типов и формы и определение размеров здания;

4) в пятом разделе рассмотрен вопрос оценки опасных и вредных факторов на участке. Проведен расчет проектирование искусственного освещения на участке. Был определен план мероприятий несчастных случаев на производстве и его расследование;

6) в экономической части выполнен расчет себестоимости детали «Ступица». Произведена оценка экономической эффективности инвестиционного проекта.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		98

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Новиков, М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов / М. П.Новиков. – М.: Машиностроение, 1969. – 382 с.
- 2 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб, пособие/П.Ф. Дальский, О.В. Леликов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. –123 с.
- 3 Матвеев, В. В. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев. – М.:Машиностроение, 1982. – 264 с.
- 4 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. / под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – Т.1. – 656 с.
- 5 Баранчиков, В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина, и др.– М.:Машиностроение, 1990. – 400 с.
- 6 Гришин, Р. Г. Нормирование станочных работ. Определение основного и вспомогательного времени при механической обработке заготовок: учебное пособие / Р. Г. Гришин, Н. В Лысенко, Н. В. Носов. – Самара, 2008. – 135 с.
- 7 Чинёнов, С.Г, Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб, пособие / С.Г.Чинёнов, Т.П. Чинёнова, М.В. Губин, и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 78 с.
- 8 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А.Ансёров. – М.: Машиностроение, 1964. – 650 с.
- 9 Семенченко, И. И. Проектирование металлорежущих инструментов / И. И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г. Н. Сахаров. – Машиностроение, 1973. – 930 с.
- 10 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: учеб, пособие/ Б.А. Решетников, В.Ю. Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999. – 82 с.

					<i>15.03.05.2018.133.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		99

11 Егоров, М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов / М.Е. Егоров. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1969. – 480 с.

12 Охрана труда в машиностроении Учебник для машиностроительных вузов/ Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев /под редакцией Е. Я. Юдина, С. В.Белова – 2-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.

13 Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность: учебное пособие / под ред. В.Н. Павлова. – СПб: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. – 284с.

14 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / под ред. Ю.М. Соломенцева. — М.: Высшая школа, 2002. - 310 с.

15 Денисенко, Г.Ф. Охрана труда: учебное пособие / Г.Ф. Денисенко. – М.: Высшая школа, 1985. – 248 с.

16 Безопасность жизнедеятельности: учебник / под ред. С.В. Белова, – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 2005. – 606 с.

17 Экономика машиностроения: учебное пособие / В.Д.Жариков, Р.В.Жариков – Тамбов; Изд-во гос. техн. стр. ун-та, 2009 – 80 с.

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата					

15.03.05.2018.133.ПЗ