

Министерство науки и высшего образования 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
_____ 20__ г.

«Участок механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2020.100.ПЗ ВКР

Консультанты:
Безопасность жизнедеятельности
А.В. Бобылев, доцент

_____ 2020 г.

Строительный раздел
А.В. Козлов, профессор

_____ 2020 г.

Руководитель ВКР
А.В. Козлов, профессор

_____ 2020 г.

Автор ВКР
студент группы-531
А.А. Корякин

_____ 26.06.2020 г.

Нормоконтролер
И.Н. Миронова, доцент

_____ 2020 г.

Златоуст 2020г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	13
1.1 Описание конструкции и служебного назначения детали.....	13
1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	15
1.3 Задачи проектирования	16
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	17
2.1 Анализ технологичности детали	17
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса	18
2.3 Выбор и характеристика принятого типа производства.....	19
2.4 Выбор вида и обоснование способа получения заготовки	20
2.5 Поэлементный техпроцесс обработки детали.....	21
2.6 Выбор и обоснование технологических баз.....	26
2.7 Размерный анализ разрабатываемого техпроцесса	27
2.7.1 Разработка маршрутного плана обработки детали с выбором оборудования и станочных приспособлений	27
2.8 Определение операционных припусков и размеров: на одну поверхность ф75к6 – аналитическим методом; на остальные – табличным.....	30
2.8.1 Определение припусков аналитическим методом	30
2.8.2 Назначение припусков на остальные поверхности табличным методом	34
2.9 Выбор рациональных режимов резания и определение норм времени на 4 - 5 разнохарактерных операций механической обработки	35

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	48
3.1 Описание устройства и принципа действия станочного приспособления для заданной операции	48
3.2 Расчет и конструирование приспособления для заданной операции	49
3.3 Расчет и конструирование режущего инструмента для операции.....	51
3.4 Проектирование контрольного приспособления для замера радиального биения	52
3.4.1 Разработка схемы замера.....	53
3.4.2 Компоновка приспособления.....	54
3.4.3 Расчет приспособления на точность	55
3.5 Организация технического контроля на участке при шлифовании внутренних поверхностей $\phi 58 h9$, $\phi 72 k7$, $\phi 95 k7$	55
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	58
4.1 Определение потребного количества технологического оборудования и его загрузки.....	58
4.2 Расчет и организация многостаночного обслуживания на участке. Состав и расчет количества участников производства с учетом многостаночного обслуживания	62
4.3 Планировка оборудования и расчет потребных производственных площадей	65
4.4 Транспортировка деталей на участке.....	66
4.5 Организация ремонта оборудования на участке.....	66
4.6 Удаление отходов производства с участка.....	67
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	69

5.1 Обеспечение нормальных условий труда на участке.....	69
5.2 Расчет вентиляции и освещения на участке.....	70
5.3 Электробезопасность и пожарная безопасность.....	73
5.4 Охрана окружающей среды	75
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	77
6.1 Расчет себестоимости изготовления детали.....	77
6.1.1 Определение стоимости основных и оборотных фондов участка	78
6.1.2 Определение фонда оплаты труда для работающих на участке	84
6.1.3 Расчет общепроизводственных и общехозяйственных расходов	86
6.1.4. Составление калькуляции и сметы затрат на производство продукции	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	91

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы.

Ведущее место в дальнейшем росте экономики страны принадлежит отрасли – машиностроения, которое обеспечивает материальную основу технического прогресса всех отраслей народного хозяйства. Развитие технологии механической обработки и сборки и её направленность обуславливают стоящие перед машиностроительной промышленностью задачи совершенствовании технологических процессов. Изыскания и изучения новых методов и внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов на базе достижений науки и техники, обеспечивают наиболее высокую производительность труда при надлежащем качестве и наименьшей себестоимости выпускаемой продукции.

В настоящее время возрастают запросы народного хозяйства в продукции, выпускаемой машиностроителями, поэтому надо увеличивать не только объём выпуска, но и расширять номенклатуру изделий с наивысшими показателями и высокой эффективности эксплуатации.

Широкое внедрение оборудования с числовым программным управлением, электронных вычислительных машин, промышленных роботов, достижений микроэлектроники существенно повысило возможности машиностроительного производства, как в части совершенствования выпускаемых машин, так и в части увеличения их выпуска без привлечения нового производственного персонала.

Эти обстоятельства обуславливают ту важную роль, которая принадлежит специалистам: они должны участвовать в разработке проектов, проектировании оборудования для этих производств, в разработке технологических процессов и программно-математического их обеспечения.

Цель работы – разработать участок механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011».

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- разработать зубофасочное приспособление;
- разработать фрезу червячную;
- разработать приспособление для контроля радиального биения;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Вал-Шестерня»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке;
- произвести ориентировочный расчет себестоимости.

Объект работы – участок механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011».

Предмет работы – процесс разработки участка механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011».

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание конструкции и служебного назначения детали

Деталь «Вал шестерня 145-4215011» – представляет собой тело цилиндрической формы, с наружной ступенчатой поверхностью, на которой имеются прямые зубья расположенные на цилиндрической поверхности модулем 4,5 мм и числом зубьев $Z=25$ и также на поверхности детали имеются эвольвентный шлицы 50x2,5x10d ГОСТ6033-80 центрирование осуществляется по внутреннему диаметру Габаритная длина вала составляет 235 мм. Деталь имеет гладкие цилиндрические поверхности, имеющие высокие требования по точности изготовления и шероховатости.

Вал-шестерня 145-4215011 входит в сборочный узел «Коробка передач» трактора ЛТЗ-145. На валу установлены неподвижные шестерни (шестой передачи, блока передач, блока ведомых шестерен передачи) и две неподвижные шестерни четвертой передачи и заднего хода и шестерни первой и замедленной передачи. При перемещении одной из подвижных шестерен с помощью механизма переключения включается требуемая передача. При включении передачи заднего хода и замедленной вводятся в зацепление дополнительные шестерни, установленные нижней части корпуса трансмиссии.

Обрабатываемые поверхности являются поверхностями простой формы, которые могут быть получены при несложном относительном движении детали и режущего инструмента.

При обработке, для крепления режущего инструмента может быть использована стандартная оснастка. В целом, учитывая механизацию механической обработки можно сделать вывод о достаточно хорошей технологичности конструкции детали. Выполнение технических требований обеспечивается обработкой относительно одних технологических баз и за один

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

установ. Деталь имеет свободный доступ режущего инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям.

Конструкторский код детали:

Класс 71 – тела вращения типа валов;

Подкласс 5 – валы с L свыше $2D$, с наружной цилиндрической поверхностью;

Группа 1 – без закрытых уступов, гладкие, без наружной резьбы;

Подгруппа 4 – центральное отверстие гладкое;

Вид 3 – со шлицами по наружной поверхности, без отверстия вне оси детали.

Полный конструкторско-технологический код детали: ЛМсК 715143

Вал в процессе работы подвергается трению, шлицы на валу подвергаются изгибу, поэтому целесообразно применяется материал сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71, которая используется для изготовления шестерёнок, валов, осей, муфт и других деталей, работающих под нагрузкой.

Это легированная хромоникелевая сталь. Её назначение – валы, шестерни, втулки, силовые шпильки и другие улучшаемые и цементируемые детали, от которых требуется высокая прочность, вязкая сердцевина и высокая поверхностная твердость, работающие при больших скоростях и повышенных удельных давлениях под действием ударных нагрузок. Химический состав представлен в таблице 1.1, механические свойства приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав, %

Марка стали	C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu
						не более		
Сталь25ХГТ	0,24...0,32	0,8...1,1	0,17...0,37	1...1,3	до 0,3	0,035	0,035	0,3

Таблица 1.2 – Механические свойства

Состояние поставки, термообработки	Сечение, мм	σ	σ_B	δ	ψ	КСИ, Дж/см ²	НВ, не более
		МПа		%			
		не менее					
Поковка, закалка	До 100	1470	1275	9	40	590	235...277
Отпуск	До 100	835	685	13	42	590	262...311

где σ – предел текучести условный;

σ_B – временное сопротивление разрыву;

δ – относительное удлинение после разрыва, %;

ψ – относительное сужение, %;

КСИ – ударная вязкость.

Технологические свойства:

Температураковки, °С: начала 1220, конца – 800; свариваемость – ограничено свариваемая.

Способы сварки: РДС, АДС под флюсом.

Обрабатываемость резанием – в горячекатаном состоянии при 177НВ, $\sigma_B=610$ МПа; $K_{V_{б.ст.}}=0,95$.

1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Производство валов-шестерен – одна из наиболее сложных технических задач, которые предусматривает металлообработка на заказ. Зубонарезание, задействование сверлильного оборудования, фрезерование и шлифовка требуют точности и сноровки. При изготовлении валов-шестерен необходимо учитывать сферу применения механизма передачи, форму и модуль детали, диаметры элементов, вид термообработки изделия.

Изготовление вала-шестерни включает:

– фрезерование торцов на горизонтально и продольно-фрезерном станке;

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

- двустороннее центрирование вала с помощью фрезерно-центровальных станков;
- токарную обработку – черновое и чистовое обтачивание вала и венца шестерни – на многорезцовых одношпиндельных и токарно-копировальных полуавтоматах.

Специфика технологических операций может определяться формой вала-шестерни и видом зубьев.

1.3 Задачи проектирования

Основными задачами проектирования является:

- анализ технологичности детали и существующего технологического процесса;
- разработка технологического процесса;
- расчет режимов резания и нормирование технологического процесса;
- конструирование станочного приспособления для заданной операции;
- расчет и проектирование червячной фрезы;
- проектирование приспособления для контроля радиального биения;
- определение необходимого количества технологического оборудования и его загрузки;
- выбор типов и определение количества транспортных средств;
- расчет площадей для складирования заготовок и деталей;
- выбор способа транспортирования стружки;
- планировка оборудования;
- анализ производственных факторов;
- проектирование искусственного освещения на участке;
- расчет себестоимости изготовления детали.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		16

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали

В детали – «Вал-шестерня» подвергаются обработке цилиндрические поверхности, поверхность $\varnothing 75k6$ ($^{+0.021}_{+0.002}$) обрабатывается по 6 качеству с наименьшей шероховатостью Ra 2,5 мкм, на данной детали нарезаются прямые зубья $z=25$ с модулем $m=4,5$. Данная деталь имеет достаточно большую длину 235 мм, технолог должен учитывать эти параметры и использовать как можно меньше установов и соблюдать постоянство баз. Так же на поверхности $\varnothing 49,5d96$ ($^{-0.08}_{-0.142}$), Ra 3,2 мкм данной детали присутствуют эвольвентные шлицы. Торцы детали обрабатывают по 11 качеству. Также имеются канавки под выход шлифовального круга.

Заданная деталь имеет несколько ступеней, поэтому для повышения технологичности изделия при обработки ее на станках с ЧПУ деталь отвечает ряду требований: имеет обработанные базовые поверхности, унифицированные конструктивные элементы и простые геометрические формы и поверхности. Из этого можно сделать вывод, что вал-шестерня 145-4215011 достаточно технологична.

Составляется технологический код детали:

Размерная характеристика – 8ЛЮ;

Группа материала – 04 (Сталь 25ХГТ);

Вид детали по технологическому методу изготовления – 4 (резание);

Вид исходной заготовки – 24 (объемная штамповка);

Наивысшая точность размеров:

Наружных – 4 (8,6 качества);

Внутренних – 0

Параметр шероховатости или отклонения формы и расположения поверхностей – 4 (0,63 мкм)

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

Степень точности – 4

Вид дополнительной обработки – 4 (с термообработкой между операциями)

Характеристика массы детали –Г (3,9 кг)

Технологический и конструкционный код детали: ЛМсК 715143
8Л04244044Г

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

Под технологическим процессом механической обработки подразумевается последовательность и методы изменения заготовки в готовую деталь. При обработке происходит изменение формы, размеров и физических свойств заготовки.

При разработке технологического процесса решаются основные вопросы, связанные с качеством изготовления детали (технические условия на ее изготовление), производительность обработки и экономическая стоимость ее. Важнейшими задачами при составлении технологического процесса являются:

- выбор методов получения заготовки и последовательность обработки ее;
- выбор необходимого оборудования, приспособлений, режущего, мерительного и вспомогательного инструмента для обеспечения высокого качества обработки;
- определение рациональных режимов резания;
- нормирование технологического процесса;
- определение требований охраны труда.

Для разработки технологического процесса обработки детали требуется предварительно изучить ее конструкцию и функции, выполняемые в узле, проанализировать технологичность конструкции и проконтролировать чертеж. Рабочий чертеж детали должен иметь все данные, необходимые для исчерпывающего и однозначного понимания при изготовлении и контроле детали и соответствовать действующим стандартам.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		18

При обработке на универсальных станках стремятся к более полному использованию их возможностей.

Наиболее точные станки используют для чистовой и отделочной обработки, выделяемой в отдельные операции. Сначала рекомендуется провести черновую обработку всех поверхностей, а затем выполнить чистовую обработку тех поверхностей, для которых она необходима.

2.3 Выбор и характеристика принятого типа производства

В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное и единичное. В свою очередь серийный тип принято подразделять на крупносерийное и мелкосерийное производство.

Для определения типа производства можно пользоваться показателем коэффициента закрепления операции или специализации.

В условиях серийного производства рассчитываются следующие календарно-плановые нормативы:

1. Количество деталей в партии по упрощенному способу можно определить по формуле:

$$n = N \cdot t / \Phi \quad (1)$$

где N – годовой объем выпуска детали-представителя; шт,

Φ – число рабочих дней в плановом периоде, дни;

t – число дней на которые необходимо иметь запас деталей для бесперебойной работы сборочного цеха.

2-3 дня для крупных деталей;

5-7 дня для средних деталей;

7-10 дней для мелких деталей.

$$n = 6700 \cdot 7 / 41 = 1144 \text{ шт}$$

2. Суточный выпуск деталей можно определить по формуле:

$$N_{\text{сут}} = N / \Phi \quad (2)$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

обозначения прежние

$$N_{\text{сут}} = 6700/41 = 163 \text{ дет.}$$

3. Период запуска выпуска партии деталей в производство (ритм серийного производства) можно определить по формуле:

$$R_{\text{зан}} = \frac{n}{N_{\text{с}}}, \quad (3)$$

обозначения прежние

$$R_{\text{зап}} = 1144/163 = 7,02$$

$$R_{\text{зап}} = 7$$

4. Количество запусков партии деталей в плановом периоде можно определить по формуле:

$$S_n = \frac{\Phi}{R_{\text{з}}}, \quad (4)$$

обозначения прежние

$$S_n = 41/7 = 5,9$$

Необходимо откорректировать расчетное S_n к нормативному (4;6; 12; 24)

$$S_n = 6$$

2.4 Выбор вида и обоснование способа получения заготовки

При выборе заготовки для заданной детали назначают метод её получения, определяют конфигурацию, размеры, припуски и допуски на обработку. Т.к. материал детали – сталь 25ХГТ, программа выпуска детали $N=32500$ деталей, а также исходя из конструкции детали, выбираем вид заготовки – штамповка.

Детали – штамповки преимущественно работают на изгиб, кручение, растяжение. В серийном производстве применяют штамповки, полученные на различном оборудовании с помощью штампа. Заготовки – штамповки, получаемые свободной ковкой в единичном и мелкосерийном производствах при помощи ковочных молотов и гидравлических ковочных прессов, характеризуются сравнительно грубым приближением к форме готовой детали.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		20

В серийном и массовом производствах штамповки изготавливают на штамповочных молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах (ГКМ) в открытых и закрытых штампах. Метод получения заготовки вал вторичный – штамповка в открытом штампе на ковочном горячештамповочной машине. Эскиз заготовки изображен на рисунке 1.

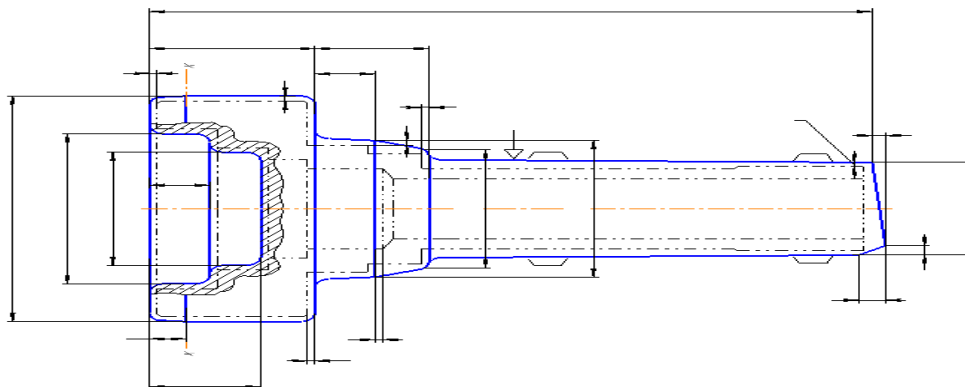


Рисунок 1 – Эскиз заготовки

2.5 Поэлементный техпроцесс обработки детали

Составляется поэлементный техпроцесс обработки заготовки. Обработываемые поверхности изображены на рисунке 2.

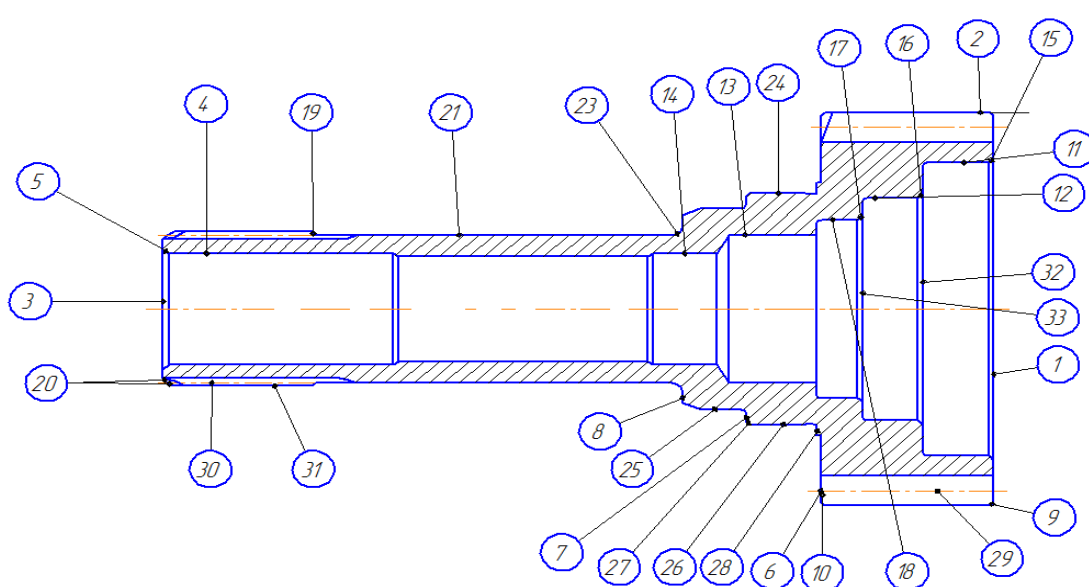


Рисунок 2 – Поверхности подлежащие обработке

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2020.100.ПЗ

Лист

21

Операция 005-Токарная с ЧПУ

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Точить торец 1, поверхность 2.
03. Центровать отверстия в торце 1.
04. Сверлить отверстие предварительно до $\phi 20^{+0,12}$
05. Сверлить отверстие напроход $\phi 35,5^{+0,62}$.
06. Снять заготовку, контролировать размеры.

Операция 010-Токарная с ЧПУ

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Точить торец 3.
03. Расточить отверстие 4, фаску 5.
04. Точить поверхность 6,7,8.
05. Снять заготовку, контролировать размеры.

Операция 015- Токарно-винторезная с ЧПУ

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Точить по контуру поверхность 1, 9, 2.
03. Точить фаску 10.
04. Расточить отв. 11 предварительно
05. Расточить отв. 12 предварительно.
06. Расточить отв. 13.

07. Точить канавки.
08. Расточит отв. 11 до выхода в канавку
09. Расточить фаски 15,16,17.
10. Точить пов. 11, 12, 18 до выхода в канавки.
11. Точить канавку 28 с подрезанием торца.
12. Снять заготовку, контролировать размеры.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

Операция 020- Токарно-винторезная с ЧПУ

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Точить деталь проточить канавку 19 с образованием фаски.
03. Точить фаски 20.
04. Точить пов.21 и галтель 22 R3.
05. Точить пов. 24 с подрезанием торца.
06. Точить пов. 25 с подрезанием торца.
07. Точить фаску 27.
08. Снять заготовку, контролировать размеры

Операция 025-Слесарная.

01. Зачистить заусенцы и притупить острые кромки.

Операция 030-Моечная

01. Промыть деталь.
02. Продуть сжатым воздухом.

Операция 035-Контрольная.

Операция 040-Зубофрезерная.

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Фрезеровать начерно зубья 29.
03. Снять заготовку, контролировать размеры

Операция 045-Шлицефрезерная

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Фрезеровать шлицы 30.
03. Снять заготовку, контролировать размеры

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

Операция 050-Моечная

01. Промыть деталь.
02. Продуть сжатым воздухом.

Операция 055-Зубозакругляющая.

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Фрезеровать фаски по венцу зуба.
03. Снять заготовку, контролировать размеры

Операция 060-Зубофрезерная.

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Заострить торцы шлиц.
03. Снять заготовку, контролировать размеры

Операция 065- Зубошевинговальная.

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Шевинговать зубья 29 .
03. Снять заготовку. Контролировать размеры, параметры.

Операция 70-Моечная

01. Промыть деталь.
02. Продуть сжатым воздухом.

Операция 075-Слесарная.

01. Зачистить заусенцы и притупить острые кромки.

Операция 080- Контрольная.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		24

Операция 081-Транспортная

Операция 085-Термическая

Операция 086-Транспортная

Операция 090-Зубообкатная

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Обкатать зубья 29.
03. Снять заготовку, контролировать размеры

Операция 095-Торцекруглошлифовальная.

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Шлифовать поверхность 24
03. Шлифовать торец 28.
04. Снять заготовку, контролировать размеры.

Операция 100-Круглошлифовальная.

01. Установить заготовку, закрепить.
02. Шлифовать поверхность 25 и 31.
03. Снять заготовку, контролировать размеры.
04. Операция 105-Внутришлифовальная.
05. Установить заготовку, закрепить.
06. Шлифовать отв. 11.
07. Шлифовать торец 32.
08. Шлифовать отв. 12.
09. Шлифовать торец 33.
10. Шлифовать отв. 13.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

11. Снять заготовку, контролировать размеры

Операция 110-Слесарная.

01. Зачистить заусенцы и притупить острые кромки.

Операция 115-Моечная

01. Промыть деталь.

02. Продуть сжатым воздухом

Операция 120- Контрольная.

2.6 Выбор и обоснование технологических баз

При выборе баз обработки заготовки используется принцип совмещения баз. Лучшие результаты достигаются при совмещении измерительной конструкторской и технологической баз, т.е. поверхностей с помощью которых определяется положение детали в собранном изделии.

В процессе обработки детали соблюдается принцип постоянства баз, на всех основных технологических операциях необходимо использовать в качестве технологических баз одни и те же поверхности заготовки.

Принцип постоянства баз, способствует повышению точности взаимного расположения поверхности детали. Соблюдение принципа постоянства баз повышает однотипность приспособлений и схем обработки, что особенно важно при автоматизации обработки. При выборе баз используется удобство установки и снятия заготовки, а так же надежность и удобство её закрепления в выбранных местах зажима, возможность подвода режущего инструмента с различных сторон заготовки.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		26

Для детали вал-шестерня чистовыми технологическими базами будут являться опорная шейка, но т.к использовать их в качестве технологической базы очень затруднительно, поэтому за технологические базы принимают поверхности центровых отверстий образованные на торцах вала. На первой операции 005 – токарной с ЧПУ деталь зажимается в трехкулачковый патрон и обтачивается торец и сверлится внутренний диаметр для удобства обработки на последующих операциях.

2.7 Размерный анализ разрабатываемого техпроцесса

Размерный анализ выполняем по методике профессора Кована В.М. [4, с 197]

2.7.1 Разработка маршрутного плана обработки детали с выбором оборудования и станочных приспособлений

Производственным процессом называется совокупность всех действующих людей и орудий производства, связанных с переработкой сырья и полуфабрикатов в заготовки, готовые детали, сборочные единицы и готовые изделия на данном предприятии.

Технологический процесс - часть производственного процесса, содержащая действия, по изменению и последующему определению состояния предмета производства.

Технологический процесс непосредственно связан с изменением, размеров, форм и свойств обрабатываемой детали. Маршрутный план механической обработки детали «Вал-Шестерня» представлен в таблице 2.1.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		27

Таблица 2.1 – Маршрутный план механической обработки детали

№ опер	Наименование операции	Оборудование, модель	Станочное приспособление
005	Токарная с ЧПУ	Полуавтомат токарный с ЧПУ 1А734Ф3	Патрон трехкулачковый
010	Токарная с ЧПУ	16К20Ф3С32 – токарный патронно-центральной станок.	Патрон трехкулачковый
015	Токарно-винторезная с ЧПУ	Полуавтомат токарный патронный с ЧПУ 1П717Ф3	Наладка токарная
020	Токарно-винторезная с ЧПУ	Полуавтомат токарный патронный с ЧПУ 1П717Ф3	Наладка поводковая
025	Слесарная	Стол ОТК	
030	Моечная	Моечная машина	
035	Контрольная	Стол ОТК	
040	Зубофрезерная	Зубофрезерный - полуавтомат 53А20	Приспособление зубо-фрезерное
045	Шлицефрезерная	5А352ПФ2 – шлицефрезерный горизонтальный полуавтомат	Приспособление зубо-фрезерное
050	Моечная	Моечная машина	
055	Зубозакругляющая	5Е580	Оправка при станке
060	Зубофрезерная	5306П – зубофрезерный полуавтомат.	Приспособление зубо-фрезерное

Продолжение таблицы 2.1

065	Зубошевинговальная	5702В	Оправка зубошевинговальная.
070	Моечная	Моечная машина	
075	Слесарная	Верстак слесарный	
080	Контрольная	Стол ОТК	
081	Транспортная	Электрокар	
085	Термическая	Установка ТВЧ	
086	Транспортная	Электрокар	
090	Зубообкатная	Стенд обкаточный	
095	Торцекругло- шлифовальная с ЧПУ	3Т161Д – торцекругло- шлифовальный врезной автомат. Полуавтомат.	Наладка поводковая
100	Круглошлифовальная с ЧПУ	3М151Ф2 – круглошлифовальный автомат с ЧПУ	Приспособление станочное
105	Круглошлифовальная	3Т160 – круглошлифовальный станок.	Приспособление станочное
110	Внутришлифовальная	3К225В – внутришлифовальный станок.	Приспособление установочное
115	Слесарная	Верстак слесарный	
120	Моечная	Машина моечная	
125	Контрольная	Стол ОТК	

2.8 Определение операционных припусков и размеров: на одну поверхность ф75к6 – аналитическим методом; на остальные – табличным

Припуском на обработку называется слой металла, подлежащий удалению с поверхности заготовки в процессе обработки для получения готовой детали.

Общим припуском на обработку заготовки называется слой металла, удаляемый с поверхности заготовки в процессе механической обработки с целью получения готовой детали.

2.8.1 Определение припусков аналитическим методом

Определение операционных припусков и размеров на поверхность ф75к6 аналитическим методом:

- точение черновое
- точение чистовое
- шлифование черновое
- шлифование чистовое

Для симметричных припусков величина расчётного припуска для первой операции или перехода:

$$2z_{ip} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + e_{yt}^2}) + e_{ii-1} \quad (5)$$

Для последующих операций или переходов:

$$2z_{ip} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + e_{yt}^2}) + IT_{ii-1} \quad (6)$$

где $2z_{ip}$ – общий расчётный припуск для данной операции, мкм;

Rz_{i-1} – высота микронеровностей оставшихся от предшествующего перехода, мкм;

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		30

h_{i-1} – глубина дефектного слоя, оставшаяся от предшествующего перехода, мкм.

$\Delta \sum_{\kappa}$ – суммарное значение пространственных отклонений, оставшихся от предшествующего перехода, мкм;

e_{ii-1} – погрешность установки заготовки в приспособлении на данной операции, мкм;

e_{ii-1} – нижнее предельное отклонение размера вала после предшествующих операций, мкм;

It_{i-1} – допуск размера после предшествующих операций или перехода, мкм.

Суммарное значение пространственных отклонений для обработки в центрах наружной поверхности.

$$\Delta \sum = \sqrt{\Delta \sum_{\kappa}^2 + \Delta_{\psi}^2} \quad (7)$$

где $\Delta \sum_{\kappa}$ – общая кривизна

$$\Delta \sum_{\kappa} = \Delta_{\kappa} \cdot l \quad (8)$$

где Δ_{κ} – удельное значение кривизны после правки в зависимости от среднего диаметра, мкм/мм;

l – общая длина заготовки;

Δ_{ψ} – погрешность зацентровки поковки.

$$\Delta_{\psi} = 0,25 \sqrt{IT_0^2 + 1} \quad (9)$$

где IT_0 – допуск размера базовой поверхности заготовки, использованной при зацентровке, мм

$$\Delta_{\kappa} = 0,8$$

$$\Delta_{\psi} = 0,25 \sqrt{4^2 + 1} = 0,838 \text{ мм} ; \Delta_{\psi} = 838 \text{ мкм};$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31

$$\Delta \Sigma_k = 0.8 \cdot 838 = 670,4$$

$$\Delta \Sigma_0 = \sqrt{670.4^2 + 838^2} = 1073 \text{ мкм.}$$

$$\Delta \Sigma_1 = 0,06 \cdot \Delta \Sigma_0 = 0,06 \cdot 1073 = 64,38 \text{ мкм.}$$

$$\Delta \Sigma_2 = 0,05 \cdot \Delta \Sigma_1 = 0,05 \cdot 64,38 = 3,22 \text{ мкм.}$$

$$\Delta \Sigma_3 = 0,04 \cdot \Delta \Sigma_2 = 0,04 \cdot 3,22 = 0,13 \text{ мкм.}$$

Значение $\Delta \Sigma_3$ ввиду его малости можно пренебречь. Так как обработка ведётся в центрах, то погрешность базирования равна нулю. Исходные данные для расчета представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные для расчёта

Методы обработки поверхности	Квалитет	Параметр Шероховатости Ra мкм	Допуск размера мкм	Предельные отклонения	Расчётные величины			
					R _z	h	$\Delta \Sigma$	E _y
Заготовка штамповка	h14	50	4000	+2.1 -1.1	200	250	1073	0
Точение черновое	h12	12.5	300	-0.3	50	50	64.38	0
Точение чистовое	h10	6.3	120	-0.12	25	25	3.22	0
Шлифование черновое	h8	3.2	46	-0.046	10	20	0	0
Шлифование чистовое	к6	0.8	19	+0,021 +0,002	5	15	0	0

Расчёт промежуточных припусков сводиться в таблицу 2.3

Таблица 2.3 – Расчет промежуточных припусков

Расчётные величины , мкм	Принятые значения , мм
Расчётный припуск на черновое точение $2z1p = 2(Rz0+h0+\Delta c0)+ei0 = 2\cdot(200+250+\sqrt{1073}+0)+4000=4965,5$	2Z1 =3
Расчётный припуск на чистовое точение $2z2p = 2(Rz1+h1+\Delta c1)+IT1 = 2\cdot(50+50+\sqrt{64.38}+0)+300=516$	2Z2 =1
3.Расчётный припуск на шлифование черновое $2z3p = 2(Rz2+h2+\Delta c2)+IT2 = 2\cdot(25+0+\sqrt{3.22}+0)+120=173,6$	2Z3 =0,6
4.4. Расчётный припуск на шлифование чистовое $2z4p = 2(Rz3+h3+\Delta c3)+IT3 = 2\cdot(10+0+0)+46=66$	2Z4 =0,4

Расчёт промежуточных размеров ведётся в порядке, обратном ходу технологического процесса. Расчет представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Промежуточные размеры

Наименование размера, припуск	Условное обозначение	Расчётные значения, мм	Принятые значения, мм
Размеры поверхности по чертежу.	d	-	$\phi 75k6 \begin{matrix} +0.021 \\ +0.002 \end{matrix}$
Исходные расчётные размеры.	discx	75	
Припуск на шлифование чистовое	2Z4p	0.066	0,4
Размер после чернового шлифования	d3	55,4	$75,4h8 \begin{matrix} -0.046 \end{matrix}$
Припуск на черновое шлифование	2Z3p	0,173	0,6
Размер после чистового точения.	d2	56	$76h10 \begin{matrix} -0.12 \end{matrix}$
Припуск на чистовое точение.	2Z2p	0,516	1
Размер после чернового точения.	d1	77	$77h12 \begin{matrix} -0.3 \end{matrix}$
Припуск на черновое точение.	2Z1p	3,965	3
Размер заготовки.		$80 \begin{matrix} +2.1 \\ -1.1 \end{matrix}$	$80 \begin{matrix} +2.1 \\ -1.1 \end{matrix}$

2.8.2 Назначение припусков на остальные поверхности табличным методом

Определение операционных припусков и размеров на поверхности табличным методом. Запишем промежуточные припуски и размеры в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Промежуточные припуски и размеры

Методы обработки поверхности	Шероховатость поверхности Ra, мкм.	Припуск, мм	Промежуточные размеры, мм
$\Phi 127,5h11_{(-0,25)}$, Ra 3.2 мкм. - точение черновое - точение чистовое - зубофрезерование	12,5 3,2 1,6 0,8	5 3 2 0,5	$\Phi 133_{(-1,2)}^{+2,4}$ $\Phi 130h11_{(-0,19)}$ $\Phi 128h9_{(-0,046)}$ $\Phi 127,5h11_{(-0,25)}$
$\Phi 95K7_{(-0,025)}^{+0,010}$ Ra 1.6 мкм. - точение черновое - точение чистовое - шлифование	12,5 6,3 1.6	6 3,4 2 0,6	$\Phi 89_{(-1,1)}^{+2,1}$ $\Phi 92,4h14_{(-0,74)}$ $\Phi 94,4h11_{(-0,19)}$ $\Phi 95K7_{(-0,025)}^{+0,010}$
$\Phi 58H9_{(-0,074)}^{+0,074}$ Ra 0,8 мкм. - точение черновое - точение чистовое - растачивание черновое - растачивание чистовое	12,5 6,3 3,2 0,8	12 7 3 1,5 0,5	$\Phi 70_{(-1,1)}^{+2,1}$ $\Phi 63h14_{(-0,74)}$ $\Phi 60,0h11_{(-0,19)}$ $\Phi 58,5h8_{(-0,046)}$ $\Phi 58H9_{(-0,074)}^{+0,074}$

Остальные поверхности обрабатываются однократно.

На основании проведенных расчетов получаем размеры заготовки, представленной на рисунке 3.

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} \quad (10)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 64,7}{\pi \cdot 130} = 374 \text{ мин}^{-1}$$

Регулирование частот вращения бесступенчатое.

Мощность, затрачиваемая на резание:

$$N_{\text{рез}} = 3,4 \text{ кВт} \quad [8. \text{ к.24, с.77}]$$

Основное время на переход:

$$T_{o_2} = \sum \frac{L_{\text{рх}}}{n \cdot S} \cdot i \quad (11)$$

где $L_{\text{рх}}$ – длина рабочего хода, мм

$$L_{\text{рх}} = l + \Delta + y \quad (12)$$

где y – величина врезания, мм

Δ – величина перебега, мм

l – длина обработки, мм

$\Delta = 2$; $y = 1$ мм

$$T_o = \frac{1+130}{374 \cdot 0,9} + \frac{53}{374 \cdot 0,9} = 0,34 \text{ мин}$$

Переход 03. Центровать отверстие в торце.

$$\text{Глубина резания } t = \frac{6,3}{2} = 3,15 \text{ мм}$$

Подача на оборот $S_o = 0,06-0,08$ мм/об.

[8.к.41, с. 103]

Принимается $S_d = 0,05$ мм/об.

Скорость резания v рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v \quad (13)$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		36

где T – период стойкости инструмента.

$$C_v = 7,0; q = 0,40; m = 0,2; y = 0,7 \quad [8, \text{к.28, с.278}]$$

Поправочный коэффициент $K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{nv} \quad [8, \text{к.1, с. 261}]$$

$$K_r = 0,8; n_v = -0,9 \quad [8, \text{к.2., с.2}]$$

$$K_{mv} = 0,8 \left(\frac{750}{760} \right)^{-0,9} = 0,8$$

$$K_{iv} = 1; K_{lv} = 1,0$$

$$v = \frac{7,0 \cdot 6^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 0,8 = 132 \text{ м / мин}$$

Частота вращения шпинделя:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 132}{3,14 \cdot 6,3} = 7006 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту $n_d = 1525 \text{ мин}^{-1}$.

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} \quad (14)$$

$$v_d = \frac{\pi \cdot 6,3 \cdot 1525}{1000} = 28,7 \text{ м/мин.}$$

$$S_m = S_o \cdot n_d = 0,05 \cdot 1525 = 75 \text{ мм/мин}$$

Основное время:

$$T_{o.a.z} = \frac{L_{p.x}}{S_m} \quad (15)$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода инструмента.

$$L_{p.x} = l + \Delta + y \quad (16)$$

$$\Delta + y = 2 \text{ мм}$$

$$L_{p.x} = 10 + 2 = 12 \text{ мм.}$$

$$T_{o.a.z} = \frac{12}{75} = 0,16 \text{ мин.}$$

Переход 03.Сверлить отв. Ф35.

Сверление отверстия $\phi 20^{+0,62}$ мм.

Глубина резания $t = 20/2 = 10,0$ мм.

Подача на оборот $S_o = 0,06-0,08$ мм/об.

Принимается $S_d = 0,05$ мм/об.

Скорость резания v рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (17)$$

где T – период стойкости инструмента.

$$C_v = 7,0; q = 0,40; m = 0,2; y = 0,7$$

$$S_m = 221 \text{ мм/мин}$$

Поправочный коэффициент $K_v = K_{M_v} \cdot K_{И_v} \cdot K_{Л_v}$

$$K_{M_v} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

$$K_r = 0,8; n_v = -0,9$$

$$K_{M_v} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{1100} \right)^{-0,9} = 1,12$$

$$K_{И_v} = 1; K_{Л_v} = 1,0$$

$$v = \frac{7,0 \cdot 20^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,05^{0,7}} \cdot 1,12 = 62,71 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя

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

$$n = \frac{1000 \cdot 62,71}{3,14 \cdot 20} = 3170 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту $n_d = 1125 \text{ мин}^{-1}$.

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		38

$$v_o = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 1125}{1000} = 11,12 \text{ м/мин.}$$

$S_M = S_o \cdot n_d = 0,05 \cdot 1125 = 56,25 \text{ мм/мин.}$ Принимается $S_M = 50 \text{ мм/мин}$

Основное время:

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{S_M} \quad (18)$$

где $L_{p.x}$ – длина рабочего хода инструмента.

$$L_{p.x} = 1 + \Delta + y$$

$$\Delta + y = 2 \text{ мм}$$

$$L_{p.x} = 138 + 2 = 140 \text{ мм.}$$

$$T_o = 3,51$$

Сверлить отв. Ф35,5

$$t = 17,75 \text{ мм}$$

$$S = 0,8 - 0,15 \text{ мм/об} \quad [12 \text{ к.43., с.111}]$$

Принимается $S = 1,03 \text{ мм/об}$

$$V = 14,19 \text{ м/мин} \quad [12 \text{ к.44., с.112}]$$

Частота вращения шпинделя:

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

$$n = \frac{100 \cdot 14,19}{\pi \cdot 35,5} = 102,7 \text{ мин}^{-1}$$

Принимается $n = 100 \text{ мин}^{-1}$

$$v_o = \frac{\pi \cdot 35,5 \cdot 100}{1000} = 13,8 \text{ м/мин}$$

$$T_o = \frac{L_{p.x}}{n \cdot S} \cdot i \quad (19)$$

$$T_o = \frac{138}{102,7 \cdot 0,7} = 1,9 \text{ мин.}$$

Время перекрывается временем на сверление отверстия.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

Проверочный расчет по мощности проводится по самому нагруженному переходу - черновому точению:

$$N_{рез} = 3,4 \text{ кВт}$$

$$N_{рез} \leq N_{ун}$$

$$N_{ун} = N_{эл.дв.} \cdot \eta \quad (20)$$

$$N_{ун} = 11 \cdot 0,8 = 8,8 \text{ кВт}$$

$$3,4 < 8,8$$

Следовательно, на выбранных режимах обработка возможна.

Основное автоматическое время работы по программе на операцию:

$$T_{o.a.} = \sum_1^4 T_{o.a.i} \quad (21)$$

$$T_{o.a.} = 0,07 + 0,11 + 0,4 + 0,35 + 0,45 = 1,38 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время работы по программе:

$$T_{в.а.} = T_x + T_{ост.} \quad (22)$$

где T_x – время автоматической вспомогательной работы : на подвод детали или инструментов от исходных точек в зоны обработки и отвод, установку инструмента на размер, изменение величины и направления подачи.

$T_{ост.}$ – время технологических пауз, остановок подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента.

$$T_{ост.} = 0$$

T_a – время автоматической работы станка

$$T_a = T_{o.a.} + T_{в.а.} \quad (23)$$

где $T_{в.а.}$ – время автоматическое вспомогательное

$$T_{в.а.} = \frac{L_{xx}}{S_{xx}} + T_{ост} \quad (24)$$

$$S_{xx} = 10000 \text{ мм/мин}$$

$$L_{xx} = 266 + 288 + 2 \cdot 251 + 2 \cdot 249 + 259 + 268 \cdot 2 + 264 + 288 = 1347 \text{ мм}$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		40

$$T_{в.а} = \frac{1347}{10000} + \frac{1}{60} = 0,18 \text{ мин}$$

$$T_a = 1,38 + 0,18 = 1,56 \text{ мин}$$

Вспомогательное время ручной работы

$$T_в = T_{в.у} + T_{в.оп} + T_{в.и} \quad (25)$$

где $T_{в.у}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали,

$T_{в.оп}$ – вспомогательное время, связанное с операцией,

$T_{в.и}$ – вспомогательное время на контрольные измерения.

$$T_{в.у} = 0,24 \text{ мин} \quad [7 \text{ к.2 с.36}]$$

$$T_{в.оп} = 0,04 + 0,03 + 0,04 + 0,04 \cdot 4 = 0,27 \text{ мин.}$$

$$T_{в.и} = 0,09 + 0,22 = 0,31 \text{ мин} \quad [7. \text{ к.8, с.50}]$$

$$T_в = 0,24 + 0,27 + 0,31 = 0,82 \text{ мин}$$

Штучное время

$$T_{шт} = (T_a + T_в \cdot K_{тв}) \left(1 + \frac{T_{отл}}{100}\right) \quad (26)$$

где $T_{отл}$ – время на отдых и личные надобности, %

$K_{тв}$ – коэффициент, учитывающий серийность производства.

$$K_{тв} = 0,76 \quad [7. \text{ к.1, с.35}]$$

$$T_{отл} = 7 \% \quad [7. \text{ к.15, с.62}]$$

$$T_{шт} = (1,56 + 0,82 \cdot 0,76) \left(1 + \frac{7}{100}\right) = 2,34 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n} \quad (27)$$

где $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время

n – размер партии

$$T_{п.з.} = 4 + 2 + 3 + 14 + 4 \cdot 1,2 + 4 \cdot 0,3 + 1,5 + 4 \cdot 0,5 = 32,5 \text{ мин.} \quad [7. \text{ к.13, с.60}]$$

$$T_{шт.к} = 2,34 + \frac{32,5}{241} = 2,47 \text{ мин}$$

Операция 040-Зубофрезерная.

Переход 02: Фрезеровать зубья шестерни предварительно $m=4,5$; $z=25$

Исходные данные: колесо зубчатое.

$z=13$, $m=7$, ширина венца $L=50$, степень точности 11, $Ra=3,2$ мкм, материал Сталь 25ХГТ.

Режущий инструмент: Фреза червячная модульная $m=4,5$ мм; $z=14$ $D_{cp}=125$ мм, число одновременно обрабатываемых деталей $g=1$.

Расчётные размеры обработки:

$$Z=25, m=4,5, l=50\text{мм } i=1.$$

Глубина резания $t=2,2 \cdot m=2,2 \cdot 4,5=9,9$ мм.

Расчётная длина рабочего хода фрезы:

$$L_p=l_0+l_1=50+34=84 \text{ мм}$$

где l_1 – величина врезания и перебега фрезы.

Подача при обработке по сплошному металлу:

$$S_0=2,6 \dots 3,0 \text{ мм/об} \quad [6, \text{К. } 2]$$

$$K_{MS}=0,9$$

$$S_0=2,6 \cdot 0,9=2,44 \text{ мм/об}$$

Принимаем по паспорту станка:

$$S_0=2,4 \text{ мм/об}$$

Скорость резания:

$$V=30,5 \text{ м/мин} \quad [6, \text{К. } 4]$$

Частота вращения фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot 30,5}{3,14 \cdot 125} = 121 \text{ мин}^{-1}$$

по паспорту станка принимаем $n=120 \text{ мин}^{-1}$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 125 \cdot 120}{1000} = 30,1 \text{ м/мин} \quad (28)$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		42

Мощность на резание:

$$N_p = 1,2 \text{ кВт} \quad [6, \text{ К. } 4]$$

Мощность на шпинделе станка:

$$N_{\text{шп}} = 6,4 \cdot 0,75 = 4,16 \text{ кВт}$$

$$N_p < N_{\text{шп}}$$

$$1,2 < 4,16$$

Основное время на операцию:

$$T_o = \frac{Lp \cdot z}{n \cdot S_o \cdot K_q} = \frac{84 \cdot 14}{120 \cdot 2,4 \cdot 1 \cdot 1} = 6,44 \text{ мин} \quad (29)$$

Вспомогательное время:

на установку и снятие детали массой 3,9 кг

$$T_{в1} = 0,25 \text{ мин} \quad [7, \text{ К. } 63]$$

Время контрольных измерений перекрывается машинным:

$$T_{в} = 0,25 + 0,5 = 0,75 \text{ мин}$$

$$a = 4,5\% \quad [7, \text{ К. } 64]$$

$$b = 4\% \quad [7, \text{ К. } 88]$$

$$T_{\text{шт}} = (T_o + T_{в}) \cdot \left(1 + \frac{a+b}{100}\right) = (6,44 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{4,5+4}{100}\right) = 7,87 \text{ мин} \quad (30)$$

Операция 045 - Шлицефрезерная.

Переход 02- Фрезеровать шлицы 50x2,5x10d ГОСТ 6033-80.

Осевая подача

$$S_o = 1,25 \text{ мм/об} \quad [12. \text{ к.ШФ-2. с. } 174]$$

$$K_1 = 0,9$$

$$S_o = 1,25 \cdot 0,9 = 1,125 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания $v = 65$ м/мин.

$$K_2 = 0,9; K_3 = 1,0 \quad [12. \text{ к.ШФ-2. с } 175]$$

$$v = 65 \cdot 0,9 = 58,5 \text{ м/мин}$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		43

Частота вращения шпинделя:

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

$$n = \frac{1000 \cdot 58,5}{3,14 \cdot 49,5} = 286 \text{ мин}^{-1}$$

Действительная частота вращения $n_d = 150 \text{ мин}^{-1}$

Действительная скорость резания:

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000} = \frac{\pi \cdot 49,5 \cdot 150}{1000} = 30,6 \text{ м/мин}$$

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x.} = L_p + L_{п.},$$

где L_p – длина шлица;

$L_{п.}$ – величина врезания и перебега.

$$L_{п.} = 20 \text{ мм.}$$

[12. прил. 5. с.420]

$$L_{p.x.} = 42 + 20 = 62 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{L_{p.x.} \cdot z \cdot i}{n \cdot S_o \cdot Z},$$

Где z -число нарезаемых шлиц;

Z - число заходов фрезы.

$$T_o = \frac{62 \cdot 12 \cdot 1}{150 \cdot 1,125 \cdot 1} = 7,9 \text{ мин}$$

$$T_b = t_{уст.} + t_{пер.} + t_{изм.},$$

$$t_{уст.} = 0,46 \text{ мин.}$$

[10.к.6, с.38]

$$t_{пер.} = 0,5 \text{ мин.}$$

$$T_{п.з.} = 23 + 3,5 + 7 = 33,5 \text{ мин.}$$

$$a_{обс.} = 4 \%$$

[10.к. 72, с.162]

$$t_{изм.} = 0,29 \text{ мин.}$$

[10.к. 86, л 5, с. 189]

$$T_b = 0,46 + 0,5 + 0,29 = 1,25 \text{ мин.}$$

$$a_{отл.} = 7 \%$$

[10.к.88,с.203]

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		44

$$K_{TB}=0,76$$

$$T_{шт} = (T_o + T_b \cdot K_{TB}) \cdot (1 + \frac{a_{одс.} + a_{амл}}{100}), \text{МИН} \quad (31)$$

$$T_{шт} = (7,9 + 1,25 \cdot 0,76) \cdot (1 + \frac{7 + 4}{100}) = 9,7 \text{ МИН}$$

Штучно-калькуляционное время :

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.э.}}{n} \quad (32)$$

$$T_{шт.к.} = 9,7 + \frac{33,5}{170} = 9,9 \text{ МИН}$$

Операция 055- Шевинговальная.

Переход 02: Шевинговать зубья шестерни; $z=25$, $m=4.5$ мм.

Припуска на межосевое расстояние $r_{a\omega}$, и толщину зуба $2p$, мм. $2p=01,-0,2$ мм.

Принимается $2p=0,2$ мм

[13, ЗШЦ-3, с. 154]

$r_{a\omega}=0,28-0,35$ мм.

Принимается $r_{a\omega}=0,3$ мм.

Длина рабочего хода методом продольной подачи

$$L_{р.х.}=b+(2...4)=50+4=54 \text{ мм.}$$

Осевая подача:

$$S_M=115 \text{ мм/ мин}$$

[13, ЗШЦ-4, с. 154]

$$S_0=0,03 \text{ мм/мин}$$

Радиальная подача

$$S_p=0,04 \text{ мм/ дв. ход.}$$

[13, ЗШЦ-4, с. 154]

Поправочный коэффициент $K_1=0,9$

$$S_p=0,04 \cdot 0,9=0,036 \text{ мм/ дв. ход.}$$

По паспорту $S_{р.д.}=0,03$ мм/ дв. ход

Окружная скорость шевера:

$V_0=70-135$ м/ мин. Принимается 100 м/мин

[13, ЗШЦ-4, с. 154]

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

Поправочный коэффициент $K_2=0,9$

$$V_0=100 \cdot 0,9=90 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шевера:

$$n = \frac{1000 \cdot v_0}{\pi \cdot D}; \quad n = \frac{1000 \cdot 90}{\pi \cdot 180} = 160 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту $n_d = 160 \text{ мин}^{-1}$

Скорость резания: $V=v_0 \cdot \sin \Sigma \cdot \cos \alpha$,

где Σ – угол скрещивания осей,

α – угол наклона зубьев колеса.

$$V=90 \cdot \sin 12^\circ = 18,7 \text{ м/мин.}$$

Стойкость шевера: $T_p=100$ ч.

[13. ЗШц-4, с. 156]

Количество предварительных ходов $n_{пр}=6$;

Окончательных $n_{ок}=3$

[13. ЗШц-4, с. 156]

Основное время

$$T_o = \frac{L_p \cdot i}{S_M} = \frac{50 \cdot 9}{115} = 2,27 \text{ мин}$$

где i – число рабочих ходов стола станка.

Штучное время:

$$T_{шт} = (T_o + T_e \cdot K_{тв}) \left(1 + \frac{a_{обсл} + a_{отл}}{100}\right) \quad (33)$$

$$T_v = T_{уст} + T_{в.оп.} + T_{контр} \quad (34)$$

$$T_{уст} = 0,8 \text{ мин} \quad [10.к.67.с.157]$$

$$T_{в.оп.} = 0,13 \text{ мин} \quad [10..к.67.с.157]$$

$$T_{контр} = 0,19 \text{ мин} \quad [10.к.86.с.193]$$

$$T_v = 0,8 + 0,13 + 0,19 = 1,12 \text{ мин.}$$

$$K_{тв} = 0,87 \quad [10.к.56.с.143]$$

$$a_{обсл} + a_{отл} = 4 + 6\% \quad (35)$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

$$T_{п.з} = 13+3+5=21 \text{ мин}$$

[10.к.67.с.157]

$$T_{ум} = (2,27 + 1,12 \cdot 0,87) \left(1 + \frac{4+6}{100}\right) = 3,5 \text{ мин}$$

$$T_{ум.к} = T_{ум} + \frac{T_{п.з}}{n} \quad (36)$$

$$T_{ум.к} = 2,47 + \frac{21}{241} = 2,58 \text{ мин}$$

Выводы по разделу два.

В данном разделе проведен анализ технологичности детали и выбранного варианта технологического процесса. Деталь отвечает ряду требований: имеет обработанные базовые поверхности, унифицированные конструктивные элементы и простые геометрические формы и поверхности. Из этого можно сделать вывод, что рассмотренная деталь достаточно технологична. Выполнен выбор вида и характеристики принятого производства. Применен серийный вид производства. Выбран вид и способ получения заготовки – штамповка. Выполнен размерный анализ разрабатываемого техпроцесса по методике профессора Кована В.М.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		47

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Описание устройства и принципа действия станочного приспособления для заданной операции

На операции 060 – Зубофрезерная применяется станочное приспособление – оправка зубофасочная. Оправка состоит из корпуса с цилиндрическим отверстием, основание крепится к столу станка с помощью четырёх болтов. Внутри корпуса проходит тяга поз.7, соединённая с помощью резьбы со штоком поз.8 гидроцилиндра. Деталь устанавливается на центр поз.4 и по внутренней поверхности и закрепляется по наружной поверхности зубьев детали рычагом поз.11.

Принцип работы приспособления:

Вал-шестерня устанавливается горизонтально на центр, рукояткой распределительного крана подаётся сжатое масло в шокую полость цилиндра. При этом поршень, шток и тяга прижимает центр и закрепляет деталь. Для разжима сжатое масло подаётся в бесштоковую полость цилиндра, шток и тяга поднимаются, разжимается центр и деталь открепляется. Для установки детали в заданном положении применяется фиксатор, который после зажима детали отводится в сторону.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

3.2 Расчет и конструирование приспособления для заданной операции

Схема расположения сил зажима и сил резания представлена на рисунке 4.

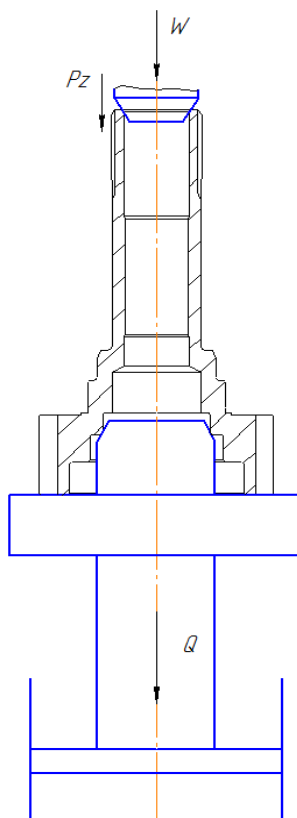


Рисунок 4 – Схема расположения сил зажима и сил резания

Величину сил зажима детали в приспособлении можно определять, решив задачу статики на равновесие твердого тела, находящегося под действием всех приложенных к нему сил и моментов, возникающих от этих сил, резания и других, стремящихся сдвинуть установленную деталь (силы веса, инерционные центробежные), зажима и реакции опор. При обработке фасок на заготовку действует сила резания, которая направлена параллельно силе зажима. Поэтому, учитывая параллельное и одностороннее направление действия сил W и P_z можно принять:

$$W = P_z \quad (37)$$

Сила, необходимая на резание, определяется по формуле:

$$N_{\text{рез}} = 10^{-3} \cdot S^y \cdot C_N \cdot m^x \cdot D^u \cdot z^q \cdot V \cdot K_N \quad (38)$$

$$P_z = 1020 \cdot 60 \cdot N_{\text{рез}} / V \quad (39)$$

где C_N, x, y, u, q, K_N – коэффициенты и показатели степени.

$$C_p = 124$$

$$X = 1,7$$

$$Y = 0,9$$

$$U = -1,0$$

$$q = 0$$

$K_N=1,1$ – поправочный коэффициент на мощность, учитывающий изменение условия эксплуатации

$S_0 = 0,12$ мм/об, подача на один оборот детали

$V = 18,8$ м/мин, скорость резания

$D = 18$ мм – диаметр пальцевой фрезы

Определяем мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = 10^{-3} \cdot 0,12^{0,9} \cdot 124 \cdot 4^{1,7} \cdot 18^{-1} \cdot 42^0 \cdot 18,8 \cdot 1,1 = 0,500 \text{ кВт}$$

$$P_z = 1020 \cdot 60 \cdot 0,500 / 18,8 = 1627 \text{ Н}$$

В данном приспособлении окружная сила P_z параллельна силе зажима W и они направлены в одну сторону. При этом требуется минимальная сила зажима.

$$W = P_z = 1627 \text{ Н}$$

В приспособлении оправка зубофасочная для зажима заготовки при обработке в качестве силового привода используется гидроцилиндр двухстороннего действия. Основным параметром гидроцилиндра является диаметр поршня D . Зажим детали происходит при подаче масла в штоковую полость, поэтому:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta, \text{ Н} \quad (40)$$

где d – диаметр штока, м.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		50

Предварительно принимаем $d=0,032\text{м}$.

P – давление масла в гидросистеме

$P=4$ МПа

η – коэффициент полезного действия гидроцилиндра

$\eta=0,85$

Диаметр поршня находится по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot p \cdot \eta}} + d^2 \quad (41)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1624}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 0,85}} + 0,04^2 = 0,086 \text{ м}$$

Принимается $D=100$ мм из стандартного ряда.

Действительное усилие на штоке гидроцилиндра определяется по формуле:

$$Q_o = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{3,14 \cdot (0,1^2 - 0,032^2)}{4} \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 0,85 = 12811 \text{ Н}$$

3.3 Расчет и конструирование режущего инструмента для операции

На зубофрезерной операции в качестве режущего инструмента используется червячная фреза модулем $m=4,5$ мм. Обработка производится по методу обката. Главное движение – вращение фрезы.

Основные конструктивные размеры фрезы определяются по ГОСТ 9324-80: наружный диаметр $d_{ao}=125$ мм; диаметр посадочного отверстия $d=50$ мм, диаметр буртика $d_1=80$ мм, длина фрезы $L=125$ мм, число зубьев $Z_o=14$.

Размеры профиля зубьев в нормальном сечении: шаг профиля зуба $P_{по}=Pm=3,14 \cdot 4,5=14,13$ мм. Толщина зуба в нормальном сечении $S_{по}=0,5P=0,5 \cdot 14,13=7,065$ мм.

Высота головки зуба $h_o=25$ мм; высота ножки зуба до фланца $h_{fo}=5,5$ мм; высота головки зуба $h_{ao}=12,5$ мм; толщина фланца наибольшая зуба $r_a=3,8$ мм, толщина фланца наибольшая $a_f=0,08$ мм; радиальное закругление $r_a=3,8$ мм.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		51

Размеры профиля зуба в осевом сечении: профильный угол профиля правой стороны зуба $\alpha_{пр}=20^{\circ}08'$, а левой стороны зуба $\alpha_{л}=19^{\circ}57'$; средний расчетный диаметр фрезы $d_{то}=112,5$ мм; угол подъема винта, равный углу наклона стружечной канавки $\gamma_{то}=\lambda_{то}=3^{\circ}46'$; затылование $K=10$ мм; дополнительное затылование $K_1=1,4K=14$ мм; ход винтовой стружечной канавки $P_z=7245$ мм.

Элементы стружечных канавок фрезы:

глубина канавки

$$H=h_0+\frac{K+K_1}{2}+r=25+\frac{10+14}{2}=2=39 \text{ мм} \quad (42)$$

угол профиля стружечной канавки $Q=18^{\circ}$;

радиус закругления дна канавок

$$r=\frac{\pi(d_{ao}-2H)}{10Z}=\frac{3,14(125-2\cdot 39)}{10\cdot 14}=1,05 \text{ мм} \quad (43)$$

Размеры посадочного отверстия и шпоночного паза по ГОСТ 9472-83;

$$D=50H6^{(-0,016)} ; C_1=53H12^{(+0,074)} ; a=14O10^{(+0,12}_{+0,05)}$$

Размеры канавок для облегчения шлифования профиля зубьев $h_3=1$ мм; $r_3=1$ мм; $b=0,3S_{но}=0,3\cdot 7,065=2$ мм.

Технические требования фрезы типа 1 класса АА принимаются по ГОСТ 9324-80.

3.4 Проектирование контрольного приспособления для замера радиального биения

При конструировании контрольного приспособления необходимо проанализировать погрешность конструктивной схемы, которая определяется правильностью выбора баз измерения и конструкции базирующего устройства, принятым измерителем и его погрешностью, неточностью устройств, передающих отклонения проверяемой детали измерителю.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

Каждое контрольное приспособление должно быть связано с технологическим процессом изготовления проверяемой детали.

Приспособления должны быть строго подчинены основной задаче производственного контроля – дать возможность не только определения окончательной годности детали, но, прежде всего, предупреждения брака. Приспособление должно активизировать контроль. Это означает, что правильное и своевременное измерение деталей на контрольном приспособлении должно способствовать устранению возможности появления брака.

3.4.1 Разработка схемы замера

Измерение радиального биения внутренних цилиндрических диаметров $\phi 58$ h9, $\phi 72$ k7, $\phi 95$ k7 и торца относительно оси детали производится при базировании детали «Вал-шестерня» в оправки.

Вращение детали производится вручную с помощью поводка, прикреплённого к центру.

Для замера допусков радиального биения измеряемая деталь устанавливается в специальную оправку.

Измерение биения диаметра со шлицами производим с помощью съёмного наконечника.

Измерение торцевого биения производим через рычаг, смонтированный в кронштейне.

Схема приспособления изображена на рисунке 5.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

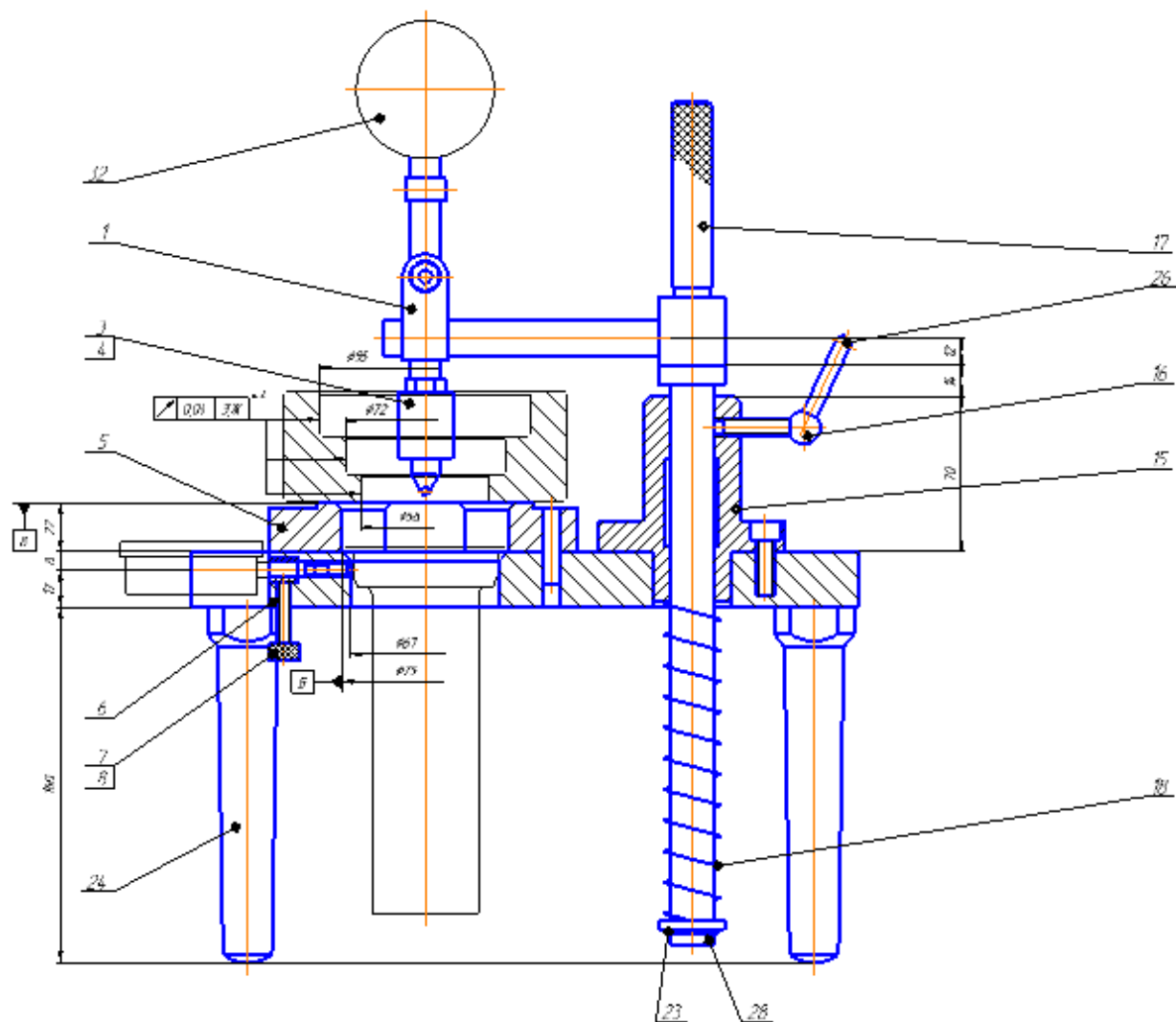


Рисунок 5 – Схема приспособления

3.4.2 Компоновка приспособления

Данное приспособление разработано для замера биения трёх диаметров. На чертеже приспособление комплектуется в следующей последовательности:

В качестве установочных элементов в приспособлении применяются оправка 5, которая крепится к основанию 6 болтами 7.

Для определения величины радиального биения применяются индекаторы ИЧ 10 кл 0 и 2МИГ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2020.100.ПЗ

Лист

54

Если проверяемый параметр Δ находится в поле допуска, то лампа на индикаторе не загорается. Если размер Δ меньше минимального допустимого, загорается лампа. При большем максимально допустимом размере загорается лампа.

3.4.3 Расчет приспособления на точность

Контрольное приспособление на точность рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (44)$$

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 радиального биения составляет 0,03мм.

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

$0,007 < 0,03$ – условие выполняется.

3.5 Организация технического контроля на участке при шлифовании внутренних поверхностей $\phi 58$ h9, $\phi 72$ k7, $\phi 95$ k7

Весьма важно в машиностроительной промышленности использование контроля не как средства разделения уже готовой продукции на годную и брак, а как средства, управляющего автоматически с целью получения размера в заданном допуске, предупреждения и исключения брака.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		55

Такие измерительные средства называют средствами активного контроля.

Эти средства используют при измерении величины обрабатываемого размера за счет перемещения (подачи) рабочей поверхности режущего инструмента в направлении изменения обрабатываемого размера относительно установочных баз. К таким видам обработки относят круглое наружное врезное шлифование.

Наладку измерительной системы, оснащенной измерительной скобой, осуществляют следующим образом. Сначала корпус скобы подвешивают к кронштейну, закрепленному на кожухе абразивного круга. С учетом номинального размера контролируемого вала производят установку необходимого типа размера сменной штанги. В центры станка устанавливают образцовую деталь. Шлифовальную бабку подводят в рабочее положение. Измерительные наконечники скобы вводят в соприкосновение с образцовой деталью. С помощью болтов добиваются установки измерительных наконечников в одну плоскость, перпендикулярную оси детали. Правильно ориентированные наконечники должны оставлять на поверхности вращающейся детали общий след.

Регулировку измерительного усилия на нижнем измерительном наконечнике обеспечивают изменением крутящего момента пружины за счет поворота стакана. По окончании наладочных операций включают вращение образцовой детали, затем с помощью микровинта совмещают стрелку показывающего прибора с нулевой отметкой шкалы.

После шлифования в полуавтоматическом режиме первых деталей и оценки их размера универсальными измерительными средствами может быть внесена дополнительная корректировка настройки потенциометром смещение нуля.

В процессе эксплуатации измерительной системы возможно возникновение отдельных неполадок. Если при включении прибора в сеть не отклоняется стрелка и не загораются сигнальные лампы, следует проверить, нет ли обрыва в кабеле индуктивного преобразователя, и проконтролировать напряжение в линии питания.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

Кроме того, следует проверить, не перегорели ли сигнальные лампы или предохранитель, и если необходимо заменить их.

Правильное функционирование измерительной системы может быть нарушено вследствие проникновения влаги внутрь корпуса индуктивного преобразователя из-за механического повреждения герметизирующих уплотнений. После просушки узлов преобразователя поврежденные детали уплотнений следует заменить новыми.

Рабочий цикл шлифования методом врезания осуществляется следующим образом. В начальной фазе цикла скоба и шлифовальная бабка занимают исходное положение. После закрепления заготовки на позиции обработки без участия измерительной системы осуществляется ускоренный подвод шлифовальной бабки до момента предшествующего снятию припуска. Гидросистема станка реверсирует потоки масла, поступающие к гидроцилиндру, благодаря этому дальнейшее движение до соприкосновения с заготовкой происходит на рабочей подаче. При запуске реле времени, в момент подхода бабки к заготовке, оно обеспечивает включение командных цепей с задержкой, необходимой для совершения рабочего хода и установки измерительной скобы в контролирующее положение. Установку навесной скобы в контролирующее положение и возврат на исходную позицию производят вручную.

В процессе обработки шток индуктивного преобразователя воспринимает перемещение измерительных кареток скобы. Выходной сигнал преобразователя после усиления электронной схемой преобразуется в аналоговый сигнал для показывающего прибора и в дискретные команды для исполнительных органов станка.

Выводы по разделу три.

В данном разделе рассмотрен принцип действие, а так же выполнен расчет станочного приспособления для операции 060 – Зубофрезерная. Спроектировано контрольное приспособление для замера радиального биения, выполнен расчет приспособление на точность.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Определение потребного количества технологического оборудования и его загрузки

Расчет фондов времени за год можно определить следующим образом

1. Номинальный фонд времени.

$$F_H = (D_K - D_B - D_{пр}) \cdot S \cdot D_{см}, \quad (45)$$

где D_K – количество календарных дней в периоде, $D_K = 365$ дней;

$D_{пр}$ – количество праздничных дней в периоде, $D_{пр} = 14$ дней;

D_B – количество выходных дней в периоде, $D_B = 104$ дней;

S – количество смен;

$D_{см}$ – продолжительность одной смены, час.

$$F_H = (365 - 14 - 104) \cdot 2 \cdot 8 = 3952 \text{ час.}$$

2. Действительный фонд времени работы оборудования.

$$F_D = F_H \cdot K_{пр} \text{ (ч)}, \quad (46)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент простоя оборудования,

$$K_{пр} = 1 - \frac{10}{100} = 0,9$$

$$F_{Д.год} = 3952 \times \left(1 - \frac{10}{100}\right) = 3556,8 \text{ ч.}$$

$$a = 10\%$$

$$F_D \text{ 2 месяца} = 592,8 \text{ час.}$$

3. Определение потребного количества оборудования.

$$C_p = \frac{t_{шт} \cdot N_{уч}}{F_D \cdot K_B \cdot 60}, \quad (47)$$

где K_B – коэффициент выполнения норм $K_B = 1,1 \dots 1,15$. Принимается $K_B = 1,1$.

N – производственная программа, шт.,

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

На некоторых операциях используется коэффициент догрузки, предполагающий догрузку оборудования подобными изделиями.

Операция 005 Токарная с ЧПУ (1А7434Ф3)

$$C_{p005} = \frac{6700 \times 2,34}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,4, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 010 Токарная с ЧПУ (16К20Ф3С32)

$$C_{p010} = \frac{6700 \times 3,2}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,54, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 015 Токарно - винторезная с ЧПУ (1716ПФ3)

$$C_{p015} = \frac{6700 \times 3,2}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,54, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 020 Токарно - винторезная с ЧПУ (1716ПФ3)

$$C_{p020} = \frac{3,12 \times 6700}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,53, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 040 Зубофрезерная (53А20)

$$C_{p040} = \frac{6700 \times 7,87}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 1,34, \text{ принимается } C_{np} = 2 \text{ ст}$$

Операция 045 Шлицефрезерная (5А352ПФ2)

$$C_{p045} = \frac{9,7 \times 6700}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 1,65, \text{ принимается } C_{np} = 2 \text{ ст}$$

Операция 055 Зубозакругляющая (5Е580)

$$C_{p055} = \frac{6700 \times 2,47}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,42, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 060 Зубофрезерная (5306П)

$$C_{p060} = \frac{2,49 \times 6700}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,42, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 065 Зубошевинговальная (5702В)

$$C_{p065} = \frac{3,5 \times 6700}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,6, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 095 Торцекруглошлифовальная (ЗТ161Д)

$$C_{p095} = \frac{6700 \times 1,21 \times 3}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,62, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 100 Круглошлифовальная с ЧПУ (ЗМ151Ф3)

$$C_{p100} = \frac{6700 \times 3,2}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,54, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 105 Круглошлифовальная (ЗТ160)

$$C_{p105} = \frac{6700 \times 3,36}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,57, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Операция 110 Внутришлифовальная (ЗК225В)

$$C_{p110} = \frac{6700 \times 3,5}{592,8 \times 60 \times 1,1} = 0,6, \text{ принимается } C_{np} = 1 \text{ ст}$$

Общее принятое количество станков – 15

1. Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{npj}} \times 100\%, \quad (48)$$

$$K_{z005} = \frac{0,4}{1} \times 100\% = 40\%$$

$$K_{z010} = \frac{0,54}{1} \times 100\% = 54\%$$

$$K_{z015} = \frac{0,54}{1} \times 100\% = 54\%$$

$$K_{z020} = \frac{0,53}{1} \times 100\% = 53\%$$

$$K_{z040} = \frac{1,34}{2} \times 100\% = 67\%$$

$$K_{z045} = \frac{1,65}{2} \times 100\% = 82,5\%$$

$$K_{z055} = \frac{0,42}{1} \times 100\% = 42\%$$

$$K_{z060} = \frac{0,42}{1} \times 100\% = 42\%$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60

$$K_{з065} = \frac{0,6}{1} \times 100\% = 60\%$$

$$K_{з095} = \frac{0,62}{1} \times 100\% = 62\%$$

$$K_{з100} = \frac{0,54}{1} \times 100\% = 54\%$$

$$K_{з105} = \frac{0,57}{1} \times 100\% = 57\%$$

$$K_{з110} = \frac{0,6}{1} \times 100\% = 60\%$$

2. Средний коэффициент загрузки оборудования.

$$K_{з.ср} = \frac{\sum_{pi} C_{pi}}{\sum_{при} C_{при}} \quad (49)$$

3. Определение средней загрузки оборудования по участку.

$$K_{з.ср} = \frac{0,4+0,54+0,54+0,53+1,34+1,65+0,42+0,42+0,6+0,62+0,54+0,57+0,6}{15} = 0,59$$

$$K_{з.ср.} = K_{з.ср.} \cdot 100\% \quad (50)$$

$$K_{з.ср.} = 0,59 \cdot 100\% = 59\%$$

Составление ведомости оборудования представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Ведомость оборудования

Наименование оборудования	Ср	Спр	Кз %	Мощность электродвигателя кВт		Стоимость оборудования, т.р.	
				1ст	всех	1 ст	всех
1	2	3	4	5	6	7	8
1.Токарный с ЧПУ 1А734Ф3	0,4	1	40	8,5	8,5	1470	1470
2.Токарный с ЧПУ 16К20Ф3С32	0,54	1	54	12	12	1769,84	1769,84
3.Токарно -винторезный с ЧПУ 1716ПФ3	0,54	1	54	16	16	1750	1750

$$F_{др} = (D_k \cdot D_v \cdot D_{пр}) * s * D_{см} * K_{потери} \quad (51)$$

где $K_{потери}$ – коэффициент невыходов на работу.

$$F_{др} = (365-14-104) \cdot 8 \cdot 1 \cdot (1-12/100) = 1738,9 \text{ час}$$

$$F_{др} \text{ 2 месяца} = 289,8 \text{ час.}$$

2.Определение количества рабочих по формуле осуществляется по формуле:

$$R_i = \frac{N \cdot t_{ум}}{F_{др} \cdot K_{\theta} \cdot 60} \quad (52)$$

005 Токарная с ЧПУ

$$R = 6700 \cdot 2,34 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 0,82 \quad R_{пр} = 1 \text{ чел}$$

010 Токарная с ЧПУ

$$R = 6700 \cdot 3,2 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,12 \quad R_{пр} = 2 \text{ чел}$$

015 Токарно - винторезная с ЧПУ

$$R = 6700 \cdot 3,2 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,12 \quad R_{пр} = 2 \text{ чел}$$

020 Токарно - винторезная с ЧПУ

$$R = 6700 \cdot 3,12 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,09 \quad R_{пр} = 1 \text{ чел}$$

040 Зубофрезерная

$$R = 6700 \cdot 7,87 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 2,8 \quad R_{пр} = 3 \text{ чел}$$

045 Шлицефрезерная

$$R = 6700 \cdot 9,7 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 3,4 \quad R_{пр} = 4 \text{ чел}$$

055 Зубозакругляющая

$$R = 6700 \cdot 2,47 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 0,87 \quad R_{пр} = 1 \text{ чел}$$

060 Зубофрезерная

$$R = 6700 \cdot 2,49 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 0,87 \quad R_{пр} = 1 \text{ чел}$$

065 Зубошевинговальная

$$R = 6700 \cdot 3,5 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,23 \quad R_{пр} = 2 \text{ чел}$$

095 Торцекруглошлифовальная

$$R = 6700 \cdot 1,21 \cdot 3 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,3 \quad R_{пр} = 2 \text{ чел}$$

100 Круглошлифовальная ч ЧПУ

$$R = 6700 \cdot 3,2 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,12 \quad R_{\text{пр}} = 2 \text{ чел}$$

105 Круглошлифовальная

$$R = 6700 \cdot 3,36 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,18 \quad R_{\text{пр}} = 2 \text{ чел}$$

110 Внутришлифовальная

$$R = 6700 \cdot 3,5 / 289,8 \cdot 60 \cdot 1,1 = 1,23 \quad R_{\text{пр}} = 2 \text{ чел}$$

3. Общая численность основных производственных рабочих

$$R_{\text{пр}} = 25 \text{ чел.}$$

Всего вспомогательных рабочих:

$$R_{\text{всп пр}} = R_{\text{контролер}} + R_{\text{наладчик}} + R_{\text{слесарь}} \quad (53)$$

$$R_{\text{всп}} = 3 \text{ наладчика} + 3 \text{ контролера} + 5 \text{ слесарей} = 11 \text{ чел.}$$

4. Численность наладчиков определяется по формуле:

$$R_{\text{нал}} = (S_{\text{пр}} / \text{Нобсл}) \cdot S \quad (54)$$

где Нобсл – норма обслуживания, станки

$$R_{\text{нал}} = \frac{26}{18} \times 2 = 2,9 \text{ чел.}$$

$$R_{\text{нал}} = 3 \text{ чел.}$$

5. Количество АУП и специалистов определяется методом относительной численности:

Для организации работы на участке принимается 1 сменный мастер. Ведомость работающих на участке представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Ведомость работающих на участке

Профессия	Принятое кол-во	Разряд					
		1	2	3	4	5	6
Основные производственные рабочие	25					13	12
Вспомогательные рабочие	11			5	3	3	
Сменный мастер	1						
Итого	37			5	3	16	12

4.3 Планировка оборудования и расчет потребных производственных площадей

Площадь участка включает в себя производственную и вспомогательную площадь и бытовые помещения.

Производственная площадь – площадь, занятая оборудованием, рабочими местами. Производственная площадь определяется исходя из габаритов станков и их количества.

Определим площадь, занимаемую каждым станком по формуле:

$$S = a * b \quad (55)$$

где a и b – соответственно длина и ширина станка, м.

Вспомогательная площадь – площадь занятая под проездами, вспомогательным оборудованием, складами, составляет 10% от всей производственной площади.

$$\text{Общая площадь} = S_{\text{пр}} + S_{\text{всп}}$$

К промышленно-производственному персоналу относятся основные, вспомогательные рабочие, младший обслуживающий персонал, административно управленческий персонал, специалисты и служащие.

Ведомость площади и объема помещения механического участка представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Ведомость площади и объема помещения механического участка

Вид помещения	Удельная площадь на 1 станок, м ²	Количество станков	Площадь S, м ²	Высота h, м	Объем V, м ³
Производственная площадь	12	26	312	10	3120
Вспомогательная площадь	1,2	26	31,2	10	312
Общая площадь			343,2		3432

4.4 Транспортировка деталей на участке

В процессе производства в цехах предприятия регулярно перемещается большое количество сырья, материалов, топлива, инструментов и готовой продукции, доставка этих грузов на заводе, а также вывоз готовой продукции и отходов производства является функцией промышленного транспорта. Согласованность транспортных и производственных процессов - необходимое условие бесперебойной работы отдельных цехов и предприятия в целом.

Для ликвидации тяжелых и трудоёмких работ, сокращения продолжительности производственного цикла следует предусматривать механизированные транспортные средства. Выбор транспорта зависит от характера обрабатываемых на участке деталей, массы и габаритов изделия или величины изготавливаемой партии, типа производства, грузооборота. Транспорт должен своевременно обеспечивать рабочие места заготовками, чтобы снизить простои на местах и длительность производственного цикла.

В данном случае для перемещения деталей от станка к станку используется роликовый неприводной конвейер, из цеха в цех – электрокары.

4.5 Организация ремонта оборудования на участке

Для поддержания эффективной работы оборудования необходимо осуществлять надзор за состоянием оборудования. Чтобы оборудование было в постоянной готовности необходимо предупредить преждевременный износ, обеспечить надлежащий уход и ремонт оборудования.

Ремонтное хозяйство цеха возглавляет механик цеха, в его подчинении находятся мастера и рабочие механики. На всем предприятии из вспомогательных рабочих 30% заняты ремонтом оборудования.

Планово-предупредительный ремонт оборудования - основа организации

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		66

ремонта. Он включает в себя совокупность различного вида работ по техническому уходу, ремонта оборудования и мероприятия межремонтного обслуживания.

Плановые ремонтные оборудования: малый, средний и капитальный, а также изготовление запасных частей в ремонтно-механических цехах завода.

Капитальный ремонт оборудования производится 1 раз в 4 года. Планово-предупредительный 1 раз в 2 года. Текущий ремонт 1 раз в год. Осмотр оборудования производится 2 раза в год.

4.6 Удаление отходов производства с участка

Удаление отходов металлической стружки с участка производится механически, при этом выбор способа, удаление и переработку отходов производства учитывают разновидность отходов, их массу и тару, в которой они транспортируются.

Для удаления стружки из рабочей зоны современные станки имеют специальные устройства, которые перемещают стружку в короб или люк, расположенные с тыльной стороны станка. Дальнейшее транспортирование стружки осуществляется с помощью шнекового транспортёра, расположенного ниже уровня пола, к разгрузочному люку, а оттуда в специальный бункер. В системе удаления стружки предусмотрены стружкодробительные мельницы, стружка упаковывается в блоки и транспортируется с помощью электрокара на переработку.

Для облегчения транспортировки стружки, желательно чтобы её длина не превышала 200мм, а диаметр витка был не более 25...30мм. Стружка на участке должна быть удалена своевременно, чтобы не занимать производственной площади.

Выводы по разделу четыре.

В данном разделе было определено требуемое количество технологического

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		67

оборудования и его загрузки. Выполнен расчет количества участников производства с учетом многостаночного обслуживания, общая численность основных рабочих составила 25 чел., вспомогательных рабочих 11 чел., сменный мастер 1 чел. Проведена планировка оборудования.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение нормальных условий труда на участке

Для координированной и планомерной работы в области безопасности труда на каждом предприятии создается служба охраны труда, подчиняемая главному инженеру.

Главный инженер несет ответственность за безопасность производственных процессов и осуществляет контроль за всеми мероприятиями, направленными на оздоровление условий труда. Всю практическую работу в подразделениях предприятий организуют начальники цехов, участков, смен, а так же мастера. На участке обработки детали стакан подшипника применяются: токарно-револьверные, токарно-винторезные, сверлильные станки.

Отличительной особенностью токарных станков являются: вращающиеся станочные приспособления и заготовки, а так же образующаяся в процессе резания стружка. Для безопасности работы на токарных станках должны применяться защитные устройства для предотвращения опасного соприкосновения рабочего с движущимися элементами станка и режущим инструментом, а так же для локализации опасных зон, куда отлетают частицы обрабатываемого металла.

При работе особое внимание должно быть уделено правильному и надежному закреплению заготовок. При установке инструмента необходимо соблюдать следующие правила:

1) резцы следует закреплять с минимально возможным вылетом из резцедержателя (чтобы он не превышал более чем в 1,5 раза высоту державки) и не менее чем двумя болтами.

2) не оставлять в задней бабке или револьверной головке инструменты, которые не используются при обработке данной заготовки. На сверлильных станках выполнение установки детали осуществляют с соблюдением следующих

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69

общих правил безопасности: опорные поверхности выбирают так, чтобы центр тяжести заготовки проходил возможно ближе к середине опорной поверхности, если она одна, и возможно ближе к общему центру поверхностей, если их несколько; точки приложения усилий закрепления размещают так, чтобы направление вектора силы не выходило за пределы поверхностей опор.

Основными опасными и вредными производственными факторами при шлифовальных работах являются: электрический ток, быстроперемещающийся абразивный инструмент, отлетающие от него частицы, а также наличие СОЖ. К числу важнейших мероприятий, обеспечивающих безопасность шлифовальщика, относятся следующее соответствующее исполнение электрооборудования, применение надёжных защитных и предохранительных устройств, а также средства индивидуальной защиты.

Наиболее вероятным моментом получения травм рабочими, обслуживающими фрезерные станки являются: Установка приспособлений и инструментов на станках, наладка станка и удаление стружки.

Не допускается установка неисправной фрезы, особенно с ненадёжно закреплёнными, выкрошенными зубьями. Необходимо обеспечить жесткость закрепления фрезы на шпинделе, прочное и надёжное закрепление заготовки в приспособлении. Подводить фрезу к заготовке следует постепенно, без удара. При возникновении вибраций необходимо остановить станок, проверить исправность гидросистемы станка, крепёжных приспособлений, крепление оправки фрезы. Останавливая станок, сначала надо выключить подачу, затем вращение шпинделя.

5.2 Расчет вентиляции и освещения на участке

Вентиляцией называется организованный и регулярный воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения воздуха «отработанного» и подачу

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		70

свежего. По способу перемещения воздуха различают системы естественной, механической и смешанной вентиляции.

Естественная вентиляция осуществляется за счет форточек, фрамуг, окон.

Площадь форточек принимается в размере не менее 2...4% площади пола.

$$S_{\text{фор}} = 0,04 \cdot S_{\text{п}}, \text{ м}^2 \quad (56)$$

$$S_{\text{фор}} = 0,04 \cdot 343,5 = 13,4 \text{ м}^2$$

Необходимый воздухообмен для всего производственного помещения в целом определяется:

$$L = n \cdot L_i, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (57)$$

где n – число работающих в помещении, чел

$$L_i = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$L = 37 \cdot 250 = 5750 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При правильно организованной вентиляции кратность воздухообмена должна быть от 1 до 10

$$K_{\text{в}} = L/V \quad (58)$$

$$K_{\text{в}} = 5750/4824 = 1,19$$

Расчет освещения.

Степень освещенности того или иного производственного помещения зависит от вида работ, выполняемых в данном помещении. В производственном помещении предусматривается естественное и искусственное освещение.

Расчет естественного освещения.

Естественное освещение обеспечивается устройством окон и зенитных фонарей в крыше. Суммарная площадь окон определяется по формуле:

$$\sum F_{\text{ок}} = \frac{F_{\text{н}} \cdot \alpha}{\tau}, (\text{м}^2) \quad (59)$$

где $F_{\text{н}}$ – площадь пола участка; $F_{\text{н}} = 343,2 \text{ м}^2$

α – удельная площадь окон, приходящаяся на 1 м^2 пола; $\alpha = 0,1$;

τ – коэффициент, учитывающий потери света от загрязнения остекления; $\tau = 0,6$.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		71

$$\Sigma F_{ок} = \frac{343,2 \cdot 0,1}{0,6} = 67, \text{ м}^2$$

Расчет числа окон производится по формуле:

$$n_{ок} = \frac{\Sigma F_{ок}}{F_{ок}} \quad (60)$$

где $F_{ок}$ – площадь одного окна;

$$F_{ок} = b_{ок} \cdot h_{ок}, \text{ (м}^2\text{)} \quad (61)$$

где $h_{ок}$ – высота окна, м

$b_{ок}$ – ширина окна, м

$$b_{ок} = 2 \text{ м.}$$

$$h_{ок} = H - (h_{под} + h_{над}) \quad (62)$$

где H – высота здания цеха; $H = 10$ м

$h_{под}$ – расстояние от пола до подоконника; $h_{под} = 0,8$;

$h_{над}$ – расстояние от потолка до окна; $h_{над} = 0,3$ м.

Высота окна должна быть кратна 0,6 м.

$$h_{ок} = 10 - (0,8 + 0,3) = 8,9 \text{ м}$$

Принимается $h_{ок} = 9$ м

$$F_{ок} = 2 \cdot 9 = 18 \text{ м}^2$$

$$n_{ок} = \frac{67}{18} = 3,7$$

Принимается 4 окна.

Расчет искусственного освещения.

Принимается значение освещённости $E=200$ Лк

Суммарная мощность ламп определяется по формуле:

$$\Sigma N_{л} = P_{у} \cdot F_{п} \quad (63)$$

где $P_{у}$ – удельная мощность осветительной установки; при высоте подвеса светильника 6 м, площади пола $F_{уч} = 402 \text{ м}^2$ и освещенности $E = 200$ Лк $P_{у} = 16,6 \text{ Вт/м}^2$.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		72

$$\Sigma N_{л} = 16,6 \cdot 343,2 = 6673 \text{ Вт}$$

Выбирается мощность одной лампы. Люминесцентная лампа $N_{л} = 30 \dots 150$ Вт.

Принимается $N_{л} = 150$ Вт

Число ламп рассчитывается по формуле:

$$n_{л} = \frac{\Sigma N_{л}}{N_{л}} \quad (64)$$

$$n_{л} = \frac{6673}{150} = 44 \text{ шт. Принимается } 44 \text{ штуки.}$$

Расход электроэнергии на освещение:

$$W_{осв} = T_{осв} \cdot \Sigma N_{л} \quad (65)$$

где $T_{осв}$ – годовое время работы освещения, для географической широты 55° и работы в одну смену, $T_{осв} = 800$ ч.

$$W_{осв} = 2 \cdot 800 \cdot 6673 = 10676800 \text{ Вт} = 10676,8 \text{ кВт}$$

5.3 Электробезопасность и пожарная безопасность

Условием обеспечения электробезопасности является высокая техническая грамотность и дисциплина труда электротехнического персонала, строгое соблюдение правил и инструкций.

При использовании электроинструментов запрещается передавать его другим лицам, разбирать и самим ремонтировать, работать с приставных лестниц, работать на открытом месте под дождем или снегопадом, оставлять его без надзора включенным в электрическую сеть.

На предприятиях следует заземлять емкости с горючими жидкостями; электрокары, используемые для перевозки сосудов с горючими жидкостями и т.д.

Использование мер противопожарной защиты на объекте зависит от его особенностей (характер и особенности объекта, его местоположение и размеры, материальные ценности и вид оборудования) и от требований действующих норм.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		73

Все применяемые меры противопожарной защиты можно условно разделить на пассивные и активные.

Пассивные меры защиты сводятся к рациональным архитектурно-планировочным решениям. Ещё на стадии проектирования необходимо предусмотреть удобство подхода и проникновения в здание пожарных подразделений; уменьшение степени опасности распространения огня между этажами, отдельными помещениями и зданиями промышленного объекта; конструктивные меры, обеспечивающие незадымляемость зданий; рациональное использование производственного освещения и т.д.

К активным мерам защиты относят- системы автоматической пожарной сигнализации; установки автоматического пожаротушения; техническое оборудование первой пожарной помощи; специальные средства подавления пожаров и взрывов промышленных объектов; вспомогательное оборудование, использование пожарными подразделениями.

К первичным средствам пожаротушения относятся огнетушители, ведра, ёмкости с водой, ящики с песком, ломы, топоры, лопаты, кошма и т.д. Размещают огнетушители в легкодоступных местах.

В дипломном проекте для защиты от пожара используется функционально автоматическая пожарная сигнализация, которая состоит из приемно-контрольной станции, соединенной через сигнальные линии с пожарными извещателями. Задачей сигнальных извещателей является преобразование различных проявлений пожара в электрические сигналы. Приемно-контрольная, станция после получения сигнала от первичного извещателя включает световую и звуковую сигнализацию и при необходимости автоматические установки пожаротушения и дымоудаления.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		74

5.4 Охрана окружающей среды

Проблема охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов является одной из наиболее актуальных среди глобальных общечеловеческих проблем, так как от её решения зависит жизнь на земле, здоровье и благосостояние человечества.

Определенную долю в загрязнении окружающей среды вносят и машиностроительные предприятия. Для снижения вредного воздействия машиностроительного завода на окружающую среду при проектировании, строительстве и эксплуатации должны выполняться природоохранные мероприятия.

Вокруг предприятия должна быть санитарно-защитная зона шириной не менее 50м. Эту зону озеленяют и благоустраивают. Зелёные насаждения обогащают воздух кислородом, поглощают углекислый газ, шум, очищают воздух от пыли и регулируют микроклимат.

Производство с вредными выделениями (окрасочный, кузнечно-рессорный, деревообрабатывающий и другие участки) по возможности сосредотачивают в филиалах на окраине города.

С целью поддержания чистоты атмосферного воздуха в пределах норм на предприятии предусматривают предварительную очистку вентиляционных и технологических выбросов с их последующим рассеиванием в атмосферу.

Воздух, удаляемый из окрасочного отделения с применением пульверизационной окраски, перед выбросом в атмосферу очищают в гидрофилтрах. Очистка в них происходит за счет улавливания загрязняющих веществ водой.

Для очистки воздуха, удаляемого из сушильных камер, применяют дожигание или каталитическое дожигание. В первом случае пары растворителей, содержащиеся в воздухе, сгорают в струе горящего природного газа. Во втором

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		75

случае – загрязнённый воздух нагревается до температуры 400⁰С и подается на катализатор, где и происходит дожигание вредных газообразных примесей.

Очищают воздух от древесной пыли, образующейся в деревообрабатывающих цехах и шлифовальных станках с помощью циклонов: в них пыль отделяется от запылённого воздуха под действием центробежных сил и тканевых фильтров.

Для очистки воздуха от сварочного аэрозоля, выделяемого при сборке, используют мокрые пылеуловители, например, барбатеры, где загрязнённый воздух в виде пузырьков проходит через слой жидкости и очищается. Могут быть использованы и пластинчатые электрофильтры, в которых частицы пыли получают электрический заряд и оседают на электроде.

Выводы по разделу пять.

В данном разделе был рассмотрен вопрос обеспечения нормальных условий труда на участке, электро и пожарной безопасности, охрана окружающей среды.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		76

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Расчет себестоимости изготовления детали

Экономическая часть выпускной квалификационной работы выполняется с целью расчета всех экономических затрат на производство продукции, активное участие в формировании этих расходов принимают основные и оборотные фонды предприятий.

Себестоимость продукции – затраты, связанные с производством и реализацией продукции. Классификация по ряду признаков:

1. По способу отнесения затрат на себестоимость – прямые, косвенные;
2. По степени участия в производственном процессе – основные, накладные;
3. В зависимости от объема – условно-переменные и условно-постоянные;
4. В зависимости от состава – простые (элементные) и сложные (комплексные).

При определении себестоимости изделия используется группировка затрат, которая называется калькуляцией.

Расходы на продажу включают в себя затраты на упаковку, доставку до станции отправления, оплату дилеров, посредников и других расходов.

Основные производственные фонды (ОПФ) - это средства труда, которые в процесс производства используются многократно, постепенно изнашиваются, не изменяют свою натуральную форму и переносят свою стоимость на себестоимость продукции по частям, в виде амортизационных отчислений.

Классификация основных производственных фондов:

- здания;
- сооружения;
- передаточные устройства;
- силовые машины и оборудование;

- измерительные и регулирующие приборы и устройства, не установленные непосредственно на агрегатах и машинах, лабораторное оборудование;
- инструмент;
- транспортные средства (средства передвижения грузов);
- производственный и хозяйственный инвентарь.

6.1.1 Определение стоимости основных и оборотных фондов участка

Определяется стоимость здания:

$$C_{зд.} = V \cdot C_{пом.}, \text{ р} \quad (66)$$

где $C_{пом.}$ – цена помещения за 1 м³ р.

$$C_{зд.} = 3432 \cdot 24600 = 84427200 \text{ руб.}$$

Стоимость оборудования определяется по ведомости оборудования (с учетом доставки, установки, стоимость которой примем 10 % от стоимости оборудования)

$$C_{об.} = C_{об.} + 0,1 \cdot C_{об} \quad (67)$$

$$C_{об.} = 17253840 + 172523840 \cdot 0,1 = 18979224 \text{ р.}$$

Стоимость приспособлений можно принять 10% от стоимости оборудования

$$C_{пр} = 0,1 \cdot C_{об} \quad (68)$$

$$C_{пр.} = 0,1 \cdot 18979224 = 1897922,4 \text{ р.}$$

Стоимость инвентаря (принимается 1% от стоимости оборудования)

$$C_{инв.} = 0,01 \cdot C_{об} \quad (69)$$

$$C_{инв.} = 0,01 \cdot 18979224 = 189792,24 \text{ р.}$$

Стоимость основных фондов участка и расчет амортизационных отчислений приведем в таблицу 6.1.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		78

Таблица 6.1 – Стоимость основных фондов участка и расчет амортизационных отчислений

Группы ОПФ	Стоимость ОПФ, тыс.руб.	Норма амортизации, %		Амортизационные отчисления, тыс. руб.
		в год	2 месяца	
1. Здания	84427,2	4	0,67	565,662
2. Оборудование	18979,224	12,5	2,08	394,768
3. Приспособления	1897,922	30	5,0	94,896
4. Инвентарь	189,792	30	5,0	9,489
Итого	105494,138			1064,815

Расчет амортизационных отчислений выполнен линейным способом, исходя из первоначальной стоимости основных фондов и норм амортизации, исчисленных с учетом срока полезного использования основных средств.

Оборотные средства-это активы предприятия, которые в процессе производства участвуют однократно, входят в состав готовой продукции и переносят свою стоимость на себестоимость готовой продукции полностью, постоянно изменяя свою натуральную форму.

Оборотные фонды подразделяются на: производственные запасы, в состав которых входят сырье, основные и вспомогательные материалы, топливо и энергия на технологические цели, запасные части, малоценные и быстроизнашивающиеся предметы, покупные полуфабрикаты и комплектующие изделия.

Определяется стоимость основных материалов на производственную программу по формуле:

$$B = m_3 \cdot N \cdot C_{\text{мат}} \quad (70)$$

где m – масса заготовки, кг.;

N – готовая программа выпуска, шт.;

$\Pi_{\text{мат}}$ = стоимость основных материалов.

$$B=6700 \cdot 7,8 \cdot 158,32=8273830 \text{ руб.}$$

Стоимость основных материалов вычисляется с учетом транспортно-заготовительных расходов (5% от стоимости основных материалов).

Стоимость основных материалов в расчете на 1 изделие:

$$\Pi_1 = \Pi_{\text{мат}} \cdot m_3 \quad (71)$$

$$\Pi_1 = 7,8 \cdot 158,32 = 1234,9 \text{ р.}$$

Определение массы отходов на одно изделие:

$$m_{\text{отх}} = m_3 - m_{\text{д}} \quad (72)$$

где m_3 – масса заготовки, кг.;

$m_{\text{отх}}$ – масса отходов, кг.;

$$m_{\text{отх}} = 7,8 - 3,9 = 3,9 \text{ кг}$$

Определение стоимости отходов на одно изделие:

$$C_{\text{отх}} = \Pi_{\text{отх}} \cdot m_{\text{отх}} \quad (73)$$

$\Pi_{\text{отх}}$ – цена отходов, р.

$$C_{\text{отх}} = 48,62 \cdot 3,9 = 189,62 \text{ р.}$$

Определение стоимости отходов на партию:

$$C_{\text{отх}} = C_{\text{лотх}} \cdot N \quad (74)$$

$$C_{\text{отх}} = 6700 \cdot 189,62 = 1270454 \text{ р.}$$

Стоимость материала на одно изделие:

$$M = \Pi_1 - C_{\text{лотх}} \quad (75)$$

$$M = 1234,9 - 189,62 = 1045,28 \text{ р.}$$

Стоимость материалов на программу:

$$M_{\text{пр}} = M \cdot N \quad (76)$$

$$M_{\text{пр}} = 6700 \cdot 1045,28 = 7003376 \text{ р.}$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		80

Определение стоимости воды на бытовые нужды:

$$C_{м.в.д.} = \frac{D_p \cdot R \cdot H_b \cdot Ц}{1000} \quad (79)$$

где D_p – количество рабочих дней в периоде;

R – численность всех работающих на участке, чел.;

H_b – норма потребления воды, л.;

$Ц$ – цена 1т. воды для бытовых нужд, р..

$$C_{м.в.д.} = \frac{37 \times 41 \times 70}{1000} \times 818,4 = 86906р.$$

Определение стоимости воды для технических нужд:

$$C_{т.в.} = Q_b \cdot K_z \cdot m \cdot Ц_b \cdot K \quad (80)$$

где Q_b – годовой расход воды на один станок, м³.

K_z – коэффициент загрузки оборудования;

m – число смен работы оборудования;

K – количество оборудования, работающего с водой на технические цели;

шт.

$Ц_b$ – стоимость 1 м³. технической воды, р.

$$C_{т.в.} = 0,06 \cdot 592,8 \cdot 6 \cdot 0,59 \cdot 28,6 = 3601 р.$$

Определение стоимости сжатого воздуха:

$$C_{сж.в.} = F_{д} \cdot K_z \cdot (K_{пн} \cdot q + K_{об} \cdot q') \cdot Ц_{сж} \quad (81)$$

где $K_{пн}$ – количество станков с пневматическими зажимами;

$K_{об}$ – количество станков с применением обдувки;

q – расход сжатого воздуха на один станок с пневматическим зажимом (0,1 м³/ч.);

q' – расход сжатого воздуха на один станок с обдувкой (1 м³/ч.),

$Ц_{сж}$ – цена 1.м³. сжатого воздуха, р.

$$C_{\text{ст.в.}} = 592,8 \cdot 0,59 \cdot 15 \cdot 0,1 \cdot 1,5 \cdot 1,22 = 960 \text{ р.}$$

Определение стоимости отопления:

$$C_{\text{от.в}} = \frac{Q_o \cdot H_o \cdot V}{i \cdot 1000} \cdot Ц \cdot 0,7, \quad (82)$$

где Q_o – удельный расход теплоты,

H_o – отопительный период, 4320 ч. за год;

V – объем помещения, м³.,

$Ц$ – цена горячей воды за 1т., р.

i – теплоотдача, 540.

$$C_{\text{от.в}} = \frac{25 \times 720 \times 3432}{540 \times 1000} \times 1104,16 = 126316 \text{ р.}$$

Определение стоимости энергетических ресурсов на технологические цели на программу:

$$C_{\text{э.р.}} = C_{\text{т.в}} + C_{\text{т.б.}} + C_{\text{сж.в}} \quad (83)$$

$$C_{\text{э.р.}} = 181845 + 3601 + 960 = 186406 \text{ р.}$$

Определение стоимости энергетических ресурсов на 1 деталь:

$$C_{\text{э.р.1}} = \frac{C_{\text{э.р.}}}{N} \quad (84)$$

$$C_{\text{э.р.1}} = \frac{186406}{6700} = 27,82 \text{ р.}$$

Определение стоимости материальных затрат на программу с учетом осветительной энергии, воды на бытовые нужды и отопление:

$$M_3 = C_{\text{м.пр}} + C_{\text{т.осв}} + C_{\text{т.б.б.}} + C_{\text{от.в}} + C_{\text{э.р.}} \quad (85)$$

$$M_3 = 7003376 + 8888,9 + 86906 + 126316 = 7225487 \text{ р.}$$

Определение затрат на осветительную энергию, воды на бытовые нужды, отопление:

$$C_T = C_{\text{осв}} + C_{\text{т.в.б.}} + C_{\text{т.в.о}} = 8888,9 + 86906 + 126316 = 222110,9 \text{ р.} \quad (86)$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		83

6.1.2 Определение фонда оплаты труда для работающих на участке

1 Определение ФОТ основных рабочих:

$$\text{Прямой ФОТ о. р.} = P_{\text{сд}} \cdot N, \text{ руб.} \quad (87)$$

$$\text{Прямой ФОТ} = 6700 \cdot 79,72 = 534124 \text{ р.}$$

$$005 P_{\text{сд}} = 2,34 \cdot 96,6/60 = 3,8 \text{ руб.}$$

$$010 P_{\text{сд}} = 3,2 \cdot 96,6/60 = 5,2 \text{ руб.}$$

$$015 P_{\text{сд}} = 3,2 \cdot 96,6/60 = 5,2 \text{ руб.}$$

$$020 P_{\text{сд}} = 3,12 \cdot 96,6/60 = 5,02 \text{ руб.}$$

$$040 P_{\text{сд}} = 7,87 \cdot 88,4/60 = 11,6 \text{ руб.}$$

$$045 P_{\text{сд}} = 9,7 \cdot 96,6/60 = 15,6 \text{ руб.}$$

$$055 P_{\text{сд}} = 2,47 \cdot 88,4/60 = 3,6 \text{ руб.}$$

$$060 P_{\text{сд}} = 2,49 \cdot 88,4/60 = 3,7 \text{ руб.}$$

$$065 P_{\text{сд}} = 3,5 \cdot 88,4/60 = 5,2 \text{ руб.}$$

$$095 P_{\text{сд}} = 1,21 \cdot 3 \cdot 88,4/60 = 5,4 \text{ руб.}$$

$$100 P_{\text{сд}} = 3,2 \cdot 96,6/60 = 5,2 \text{ руб.}$$

$$105 P_{\text{сд}} = 3,36 \cdot 88,4/60 = 5,0 \text{ руб.}$$

$$110 P_{\text{сд}} = 3,5 \cdot 88,4/60 = 5,2 \text{ руб.}$$

$$\text{Робщ} = 79,72 \text{ руб.}$$

2. Расчет основного ФОТ основных рабочих

$$\text{ФОТ о.р.} = \text{ФОТ пр} \cdot K_{\text{д}} \quad (88)$$

где $K_{\text{д}}$ – коэффициент доплаты за условия труда

$$\text{ФОТ осн} = 1,85 \cdot 534124 = 988129 \text{ руб.}$$

3. Расчет общего ФОТ основных рабочих

$$\text{ФОТ о.р.} = \text{ФОТ осн} \cdot K_{\text{д}} \quad (89)$$

где $K_{\text{д}}$ – коэффициент доплаты за отпуск

$$\text{ФОТ общ} = 988129 \cdot 1,3 = 1284568 \text{ руб.}$$

4 Определение ФОТ вспомогательных рабочих:

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		84

$$\text{Прямой Фот всп} = T_c \cdot \text{Фдр} \cdot R \text{ всп. р.} \quad (90)$$

где Фдр – фонд рабочего времени;

Rвсп. р. – количество вспомогательных рабочих

$$\text{ФОТ пр} = 11 \cdot 289,8 \cdot 71,29 = 227258 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ст. ср}} = \frac{3 \times 80,6 + 3 \times 73,3 + 5 \times 64,5}{7} = 71,29 \text{ руб.}$$

5. Основной ФОТ вспомогательных рабочих

$$\text{ФОТвсп} = \text{ФОТпр} \cdot K_{\text{допл}} \quad (91)$$

$$\text{ФОТ} = 227258 \cdot 1,6 = 363613 \text{ руб.}$$

6. Общий ФОТ вспомогательных рабочих

$$\text{ФОТвсп} = \text{ФОТосн} \cdot K_d \quad (92)$$

$$\text{ФОТвсп} = 1,3 \cdot 363613 = 472697 \text{ руб.}$$

7. Специалисты

$$\text{ФОТ спец} = 2 \cdot 1 \cdot 16100 = 32200 \text{ руб.}$$

$$\text{ФОТ общ} = 1,9 \cdot 32200 = 61180 \text{ руб.}$$

8. Расчет общего ФОТ по всем категориям работающих:

$$\text{ФОТ} = \text{ФОТ общ осн. р.} + \text{ФОТ общ. Всп. р.} + \text{ФОТ общ. АУП} \quad (93)$$

$$\text{ФОТ} = 1284568 + 472697 + 61180 = 1818445 \text{ руб.}$$

8. Определение заработной платы по категориям:

$$\text{ЗП} = \text{ФОТобщ} / R \cdot T_{\text{пл}} \quad (94)$$

где R – численность в соответствующей категории; чел

Tпл – плановый период, месяц.

Основные рабочие:

$$\text{ЗП} = \frac{1284568}{2 \times 25} = 25691 \text{ руб.}$$

Вспомогательные рабочие:

$$\text{ЗП} = \frac{472697}{2 \times 11} = 21486 \text{ руб.}$$

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		85

Сменный мастер

$$ЗП = \frac{61180}{2 \times 1} = 30590 \text{ руб.}$$

6.1.3 Расчет общепроизводственных и общехозяйственных расходов

К общепроизводственным расходам относятся: амортизация зданий и сооружений цехового назначения; амортизация основных фондов; заработная плата вспомогательных рабочих и административно управленческого персонала с отчислениями на социальные нужды и т.п. Смета общепроизводственных расходов представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Смета общепроизводственных расходов

Наименование статьи затрат	Сумма в тыс. р.	Примечание
1. Амортизация оборудования	394,768	п.5.1
2. Содержание оборудования	189,792	6% от стоимости
3. Текущий ремонт	221,424	7% от стоимости
4. Затраты на энергетические ресурсы	222,11	п.5.2
5. Содержание специалистов и вспомогательных рабочих	61,18 472,697	
6. Отчисления на социальное страхование: специалистов Вспомогательных рабочих	18,354 141,809	30% от ФОТ _{общ} АУП 30% от ФОТ _{общ} всп
7. Износ инструментов и приспособлений сроком эксплуатации до 12 месяцев	6,04	1450 р. в расчете на 1-го основного рабочего
8. Амортизация зданий	565,662	п.5.1
9. Содержание зданий	844,272	6% от стоимости
10. Текущий ремонт	984,984	7% от стоимости
11. Амортизация приспособлений и инвентаря	104,385	п.5.1
12. Расходы на рационализаторство изобретательство	9,25	1500 р. в расчете на 1-го работающего
13. Расходы по охране труда и технике безопасности	9,87	1600 р. на 1-го работающего
14. Прочие расходы	197,626	20% от ФОТ _{осн} р.
Итого общепроизводственные расходы	4444,223	

Процент общепроизводственных расходов:

$$\Pi = \frac{OP}{\text{ФОТ}_{\text{осн.осн.}}} \times 100\% \quad (95)$$

где OP – сумма общепроизводственных расходов;

$\text{ФОТ}_{\text{осн.осн.}}$ – основной фонд оплаты труда основных рабочих.

$$\Pi = \frac{4444223}{988129} \times 100\% = 450\%.$$

Общепроизводственные расходы на 1 деталь:

$$OP_1 = \frac{OP}{N} \quad (96)$$

$$OP_1 = \frac{4444223}{6700} = 663,32 \text{ р.}$$

Общехозяйственные расходы - комплексная статья затрат, в ее состав входит заработная плата управленческого персонала всего завода; амортизация зданий, сооружений, оборудования производственного назначения и т.д.

Общехозяйственные расходы составляют 350% от $\text{ФОТ}_{\text{осн.осн.}}$ рабочих.

Общехозяйственные расходы на участке составят:

$$PO = 3,5 \cdot 988129 = 3458452 \text{ р.}$$

Общехозяйственные расходы на 1 деталь:

$$OP_1 = \frac{3458452}{6700} = 516,19 \text{ р.}$$

6.1.4. Составление калькуляции и сметы затрат на производство продукции

Смету затрат на производство продукции сведем в таблицу 6.4, калькуляцию сведем в таблиц 6.5.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		87

Таблица 6.4 – Смета затрат на производство

Смета затрат	Стоимость тыс. руб.	Примечание
1. Материальные затраты	7225,487	п.5.1
2. Расходы на оплату труда	1818,445	п.5.2.
3. Отчисления на социальные нужды	545,534	30%
4. Амортизация основных фондов	1064,815	п.5.1
5. Прочие расходы	197,626	п.5.3
Итого	10851,907	

Таблица 6.5 – Калькуляция детали

Статья затрат	Стоимость, р.	Примечание
1. Сырье и основные материалы	1045,28	п.5.1
2. Транспортные расходы	52,26	п.5.1.
3. Вспомогательные материалы	10,45	п.5.1
4. Энергетические ресурсы	27,82	п.5.1
Итого материальные затраты	1135,81	
5. Основная заработная плата рабочих	147,48	п.5.2
6. Дополнительная заработная плата рабочих	44,24	30% от ЗП основных рабочих
7. Отчисление на социальное страхование	57,52	30 % от ЗП общ.
8. Общепроизводственные расходы	663,32	п.5.3
9. Общехозяйственные расходы	516,19	п.5.3
Итого производственная себестоимость	2564,56	
10. Расходы на продажу	25,64	1% от произ. себестоимости
Итого полная себестоимость	2590,21	
11. Прибыль	518,04	20% от полной себестоимости
Оптовая цена	3108,25	
12. НДС	559,49	18% от Ц _{опт}
Отпускная цена	3667,8	

Выводы по разделу шесть.

В данном разделе была рассчитана себестоимость изготовления детали.

Программа участка - 32500 шт., программа детали - 6700 шт.

Для изготовления деталей необходимо 26 единиц оборудования, из них 15 единиц металлорежущие станки. Средняя загрузка оборудования на участке 59%.

Для выполнения заданной программы деталей необходимо 37 человек, из них 25 человек основные рабочие, 11 человек вспомогательные рабочие и 1 человек сменный мастер. Среднемесячный доход 1 основного рабочего 25691 руб., 1 вспомогательного рабочего 21486 руб., 1 сменного мастера 30590 руб.

Общая трудоемкость изготовления программы деталей 5605,7 час.

Производительность 1 основного рабочего 833011 руб./чел. Коэффициент использования материала $K_{им}=0,5$

Оптовая цена 1 детали 3108,25 руб.

Прибыль от реализации программы деталей 3470868 руб. Общая площадь участка 343,2 м².

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		89

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011».

Произведен размерный анализ, который позволил определить размеры заготовки близкие к размерам детали. Благодаря этому уменьшились припуски на обработку.

Спроектировано станочное приспособление для выполнения операции 060-Зубофрезерная, и специальный режущий инструмент, что позволило сократить штучное время на каждой операции, вследствие чего сократилось количество технологического оборудования и обслуживающего персонала, работающего на этом оборудовании.

Также было разработано контрольное приспособление для замера радиального биения, что позволило достигнуть более точных результатов замеров.

Разработана планировка участка. Оборудование на участке располагается по ходу технологического процесса.

Выявлены опасные и вредные производственные факторы на проектируемом участке. Определены меры по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Рассчитаны технико – экономические показатели участка. Таким образом, цель работы достигнута, задачи решены.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		90

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белоусов, А. П. «Проектирование станочных приспособлений» – М.: Высшая школа, 1980. – 240 с., ил.
2. Гельфоргат, Ю. И. «Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах» – М.: Машиностроение, 1992. – 112 с., ил.
3. Данилевский, В.В. Справочник технолога машиностроителя. – М.: Высшая школа, 1962. – 645с., ил., черт.
4. Кован, В.М. «Расчет припусков на обработку в машиностроении» – Москва: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 1953. – 207с.
5. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. / Под редакцией А.Ф. Горбачевича – М.;Машиностроение ,1974г. – 406 с.
6. Мовчин В.В., Мовчин С.В. Сборник задач по техническому нормированию труда в механических цехах. – М.: Машиностроение., 1989. – 157 с., ил.
7. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемые на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть 1 – М.: Экономика труда., 1990. – 207 с.
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2, 3 Зубофрезерные, зубодолбёжные, горизонтально - расточные, резьбонакатные и отрезные станки. – М.: Машиностроение., 1974. – 200 с., черт.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательное, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение., 1984. – 472 с.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		91

10. Общие машиностроительные нормативы времени и режимы резания на станках с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 1980. – 72 с.

11. Справочник технолога-машиностроителя. Том 1. / Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

12. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. / Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.

13. Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения. – М.: издательство стандартов., 1987. – 72 с.

					15.03.05.2020.100.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		92

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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./
_____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента(ки)

_____ Корякина Антона Анатольевича _____

Группа 531

1.Тема работы: Участок механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011»

утверждена приказом ректора университета от 24.04.2020 г. № 627

2.Срок сдачи студентом законченной работы «29» июня 2020 г.

3.Исходные данные к работе

3.1 Чертеж детали

3.2 Чертеж узла

3.3 Существующий технологический процесс изготовления детали

3.4 Годовая программа выпуска деталей –6700 шт.

3.5 Материалы преддипломной практики

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

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Анализ исходных данных.

Описание узла изделия. Служебное назначение детали. Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел.

Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса. Разработка предлагаемого варианта технологического процесса. Выбор и характеристика принятого типа производства. Выбор и обоснование способа получения заготовки. Поэлементный техпроцесс обработки детали. Выбор и обоснование технологических баз. Размерный анализ разрабатываемого техпроцесса. Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел.

Проектирование станочного приспособления для операции 060-Зубофрезерная. Расчет и проектирование червячной фрезы. Проектирование контрольного приспособления для замера радиального биения. Выводы.

4.4 Строительный раздел.

Определение потребного количества оборудования, его загрузка. Расчет и организация многостаночного обслуживания на участке. Состав и расчет количества участников производства с учетом многостаночного обслуживания. Планировка оборудования и расчет потребных производственных площадей. Транспортировка детали на участке. Удаление отходов производства с участка. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности.

Обеспечение нормальных условий и безопасности труда на участке. Расчет вентиляции и освещения на участке. Электробезопасность и пожарная безопасность. Охрана окружающей среды. Выводы.

4.6 Экономический раздел.

Расчет стоимости основных оборотных фондов участка. Выводы

Заключение

Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1 Чертеж детали (Вал-шестерня)	0,5 л
2 Чертеж поковки	0,5 л
3 Карта расчетно-технологическая	1,0 л
4 Приспособление зубофасочное (сборочный чертеж)	1,0 л
5 Приспособление контрольное (сборочный чертеж)	1,0 л
6 Фреза червячная	0,5 л
7 Карты наладок	0,5 л
8 Планировка участка механического цеха	1,0 л

Всего 6,0 листов

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	Козлов А.В.	24.04.2020	24.04.2020
Безопасность жизнедеятельности	Бобылев А.В.	24.04.2020	24.04.2020

7 Дата выдачи задания 24.04.2020г.

Руководитель Козлов Александр Васильевич
(ФИО)

(подпись)

Задание принял к исполнению 24.04.2020 г.

Студент-дипломник Корякин Антон Анатольевич
(ФИО)

(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Отметка о выполнении
Введение Обзорный анализ	30.04.2020	
Технологический раздел	10.05.2020	
Конструкторский раздел	15.05.2020	
Строительный раздел	20.05.2020	
Безопасность жизнедеятельности	25.05.2020	
Экономический раздел	06.06.2020	
Оформление проекта	20.06.2020	
Сдача ВКР на кафедру	26.06.2020	

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

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

Студент _____ /А.А. Корякин/
(подпись)

АННОТАЦИЯ

Корякин А.А. Участок механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011». Выпускная квалификационная работа - Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ НИУ», кафедра ТМСИ, 2020г., 114 с., библиограф. список – 13 наименований, 4 листа формата А1, 4 листа формата А2, 17 листов карт техпроцесса.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ технологичности детали и существующего технологического процесса. Разработан предполагаемый вариант технологического процесса. Выполнен расчет режимов резания и нормирование технологического процесса.

Спроектировано станочное приспособление для операции 060 – Зубофрезерная, а так же выполнен расчет и проектирование червячной фрезы.

В строительном разделе определено требуемое количество оборудования и его загрузка, произведен расчет и организация многостаночного обслуживания на участке, состав количества участников производства с учетом многостаночного обслуживания, планировка оборудования и расчет потребных производственных площадей.

Рассмотрен вопрос безопасности жизнедеятельности на данном участке, включающий в себя расчет вентиляции и освещения на участке, электробезопасность и пожарную безопасность, а так же охрану окружающей среды.

В экономическом разделе выполнен расчет себестоимости изготовления детали.

					15.03.05.2020.100.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Корякин			Участок механической обработки детали «Вал-Шестерня 145-4215011» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Козлов					6	
Тех. Контр		Дерябин				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ НИУ» в г.Златоусте Кафедра ТМСИ		
Н. Контр.		Миронова						
Утверд.		Бобылев						