

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень специалиста)**

**направление подготовки 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение
автоматизированных машиностроительных производств
Специальность «Технология машиностроения»**

Студент Пынзарь Лилия Викторовна гр. ТМз-1001

1. Тема Технологический процесс изготовления шестерни с внутренним зацеплением редуктора конусной дробилки

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «_____» 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе N=500 шт/год, 2 смены

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 90-120 с.)

Титульный лист. Задание. Реферат (аннотация). Содержание.

Введение, цель проекта

1)Описание исходных данных

2)Технологическая часть проекта

3)Совершенствование операций с помощью научных исследований

4)Проектирование приспособления

5)Проектирование режущего инструмента

6)Проектирование средств контроля

7)Безопасность и экологичность технического объекта

8)Экономическая эффективность проекта

Заключение. Литература.

Приложения: технологическая документация

Пынзарь Л.В. Технологический процесс изготовления шестерни с внутренним зацеплением редуктора конусной дробилки. Выпускная квалификационная работа. ТГУ:Тольятти, 2016 год. – 101 с., 9 л. формата А1.

На основе служебного назначения детали в узле выявлен ряд недостатков в базовом технологическом процессе. Разработаны технологический процесс и план изготовления детали, проведён расчёт или назначены операционные припуски, режимы резания, выполнено нормирование. Приведены расчёты приспособлений, режущего инструмента, контрольного приспособления.

Содержание

Введение, цель проекта	6
1. Описание исходных данных	7
1.1. Анализ базового варианта техпроцесса	7
1.2. Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса	8
2. Технологическая часть проекта	11
2.1 Служебное назначение деталей	11
2.2. Анализ технологичности конструкции деталей	15
2.3 Выбор типа производства	16
2.4. Выбор и проектирование заготовки	17
2.5. Разработка технологического маршрута и плана изготовления	21
2.6 Разработка схем базирования	22
2.7. Выбор средств технологического оснащения	23
2.8. Проектирование технологических операций	26
2.8.1. Расчёт припусков	26
2.8.2 Расчёт режимов обработки	33
2.8.3 Определение технических норм времени	36
3. Совершенствование операций с помощью научных исследований	42
3.1. Точность обработки внутренних зубьев обкаточными резцами	42
3.2 Расчёт зубьев колеса на изгиб	42
3.3 Расчёт достигаемой точности обработки внутреннего зацепления обкатными резцами	44
3.4. Совершенствование операции на основе выбора наиболее производительного способа зубообработки	47
4. Проектирование приспособления	53
4.1 Исходные данные	53

4.2	Расчёт усилий резания	54
4.3.	Расчёт зажимного устройства.....	56
4.5	Расчёт деформации заготовки от усилий зажима	58
4.5.	Описание устройства и работы приспособления	59
5.	Проектирование режущего инструмента	61
5.1.	Исходные данные.....	61
5.2.	Расчёт фрезы улитки.....	61
5.3.	Расчётные размеры фрезы	64
6.	Проектирование средств контроля.....	67
7.	Безопасность и экологичность технического объекта	68
8.	Экономическая эффективность проекта	77
8.1.	Краткая характеристика сравниваемых вариантов.....	77
8.2.	Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки.....	79
8.3.	Расчет капитальных вложений в совершенствование тп	79
8.4.	Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов.....	81
8.5.	Расчет показателей экономической эффективности	83
	Заключение	85
	Литература.....	86
	Приложения	89

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ ПРОЕКТА

Основной задачей машиностроения является выпуск конкурентоспособной продукции. Решение этой задачи требует постоянного совершенствования технологических процессов обработки. Был проанализирован технологический процесс обработки детали - неподвижной коронной (центральной) шестерни планетарного редуктора.

В данном технологическом процессе был выявлен ряд недостатков: нерациональный метод получения заготовки, не используется в достаточной степени мощность станков (на токарно-карусельных); зубобработка, выполняемая на зубострогальном станке и является лимитирующей операцией, и при данной производительности не может обеспечить выпуск назначенной годовой программы; на сверлильной операции много вспомогательного времени уходит на разметку, сверление отверстий под крепёжную резьбу выполняется последовательно двумя свёрлами (второе - для заходной фаски).

В дипломном проекте предлагается устранить эти недостатки за счёт изменения способа получения заготовки, использования прогрессивного инструмента.

Целью проекта является совершенствование технологического процесса изготовления коронной шестерни планетарного редуктора за счет повышения производительности обработки и снижения трудоёмкости изготовления деталей и стоимости обработки.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Анализ базового варианта техпроцесса

Базовый технологический процесс на заводе (ОАО ВЦМ) включает следующие операции:

- 000 заготовительная операция (ковка)
- 005 токарная карусельная (обдирочная)
- 010 маркировочная
- 015 термообработка (закалка)
- 020 карусельная (разрезка)
- 025 карусельная (черновая)
- 030 контрольная (ультразвуковой контроль)
- 035 карусельная (получистовая)
- 040 слесарная
- 045 карусельная (чистовая)
- 050 зубострогальная
- 055 контрольная
- 060 слесарная
- 065 разметочная
- 070 сверлильная
- 075 сверлильная
- 080 контрольная
- 085 моечная

Способ получения заготовки ковкой нерационален, так как большое количество металла уходит в стружку. При механической обработке коэффициент использования металла 49%. Также при получении заготовки до 30% от первоначальной массы слитка отрубается. Метод получения заготовки не обеспечивает большую точность, что приводит к большим припускам. Припуск на размер до 100 мм.

На токарно-карусельной операции обработка ведётся резцами с напаянными твёрдосплавными резцами, что при затуплении пластины вынуждает менять весь резец.

Лимитирующая операция зубострогальная. Нарезка зубьев осуществляется в три прохода – черновой, получистовой, чистовой.

1.2. Задачи проекта. Пути совершенствования техпроцесса

Главной задачей проекта является повышение производительности обработки и снижение трудоёмкости изготовления деталей и стоимости обработки.

Этого можно достичь путём усовершенствования технологического проекта изготовления детали за счёт:

1. Использование прогрессивной схемы резания на обдирочной карусельной операции резцами с вертикальным расположением твёрдосплавной пластины с механическим креплением (рис. 1.1). Резцы позволяют использовать режущие свойства твёрдого сплава на небольших скоростях резания, но при снятии значительных припусков с большими подачами по [8] сечение срезаемого слоя металла достигает 80 мм^2 при подачах до $3,5 \text{ мм/об.}$ Это позволяет повысить производительность по основному времени в 2-3 раза по сравнению с обычными резцами.

2. Лимитирующей операцией в базовом процессе является зубострогальная операция, в которой нарезка внутренних зубьев осуществляется в три прохода: черновой, предчистовой и чистовой.

Обработка ведётся по методу обката. Во время рабочего хода обрабатываемое колесо и резец имитируют зацепление колеса с исходной рейкой (рис. 1.2). После рабочего хода резец отводится от детали и возвращается в исходное положение, колесо также возвращается в исходное положение. Таким касательным

движением производится нарезка каждой впадины последовательно по всей окружности.

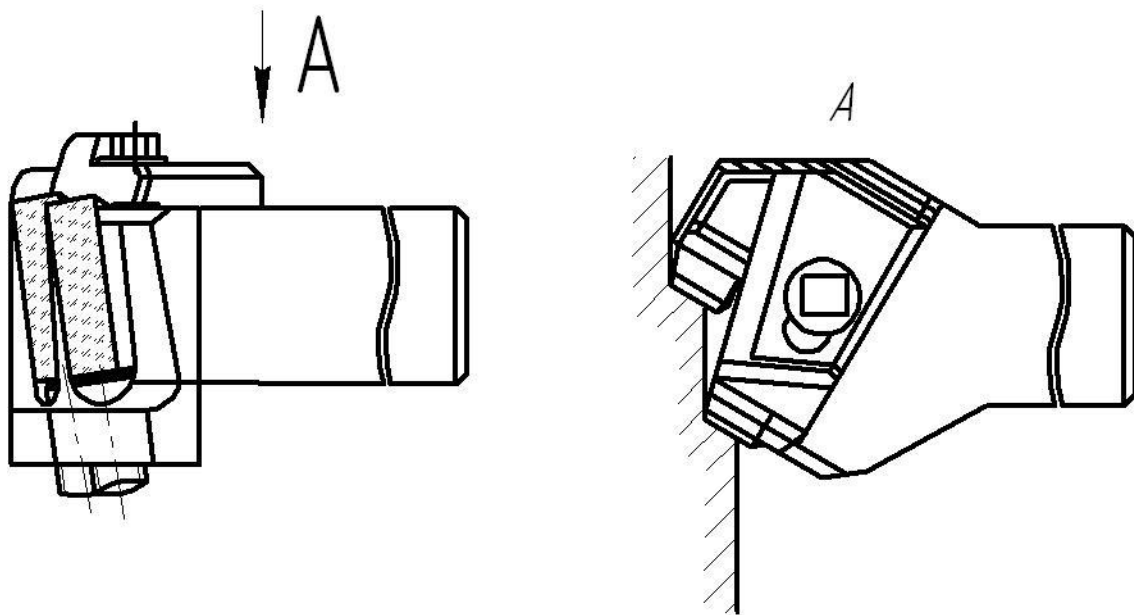


Рис. 1.1. Резец с вертикальным расположением твёрдосплавной пластины

Данный метод нарезки зубьев является непроизводительным и его применение для изготовления годовой программы выпуска нецелесообразно, т.к. Для её выполнения необходимо три зубострогальных станка «МААГ». Предлагается производить обработку зубьев на вертикальном зубофрезерном станке Коломенского СПО, модель 5343 (имеющаяся на производстве).

Нарезку зубьев предлагается осуществлять в два прохода. Черновая нарезка зубьев производится фрезой-улиткой с прогрессивной схемой. По сравнению с зубострогальным резцом фреза-улитка является более дорогостоящим и сложным инструментом, но в тоже время она даёт возможность в 1,5-2 раза повысить производительность чернового зубонарезания.

Фреза-улитка является универсальным инструментом и может применяться для обработки различных колёс с разными модулями и числом зубьев. Вставленные резцы легко заменяются и

затягиваются, а сама фреза может применяться как долгостоящий инструмент.

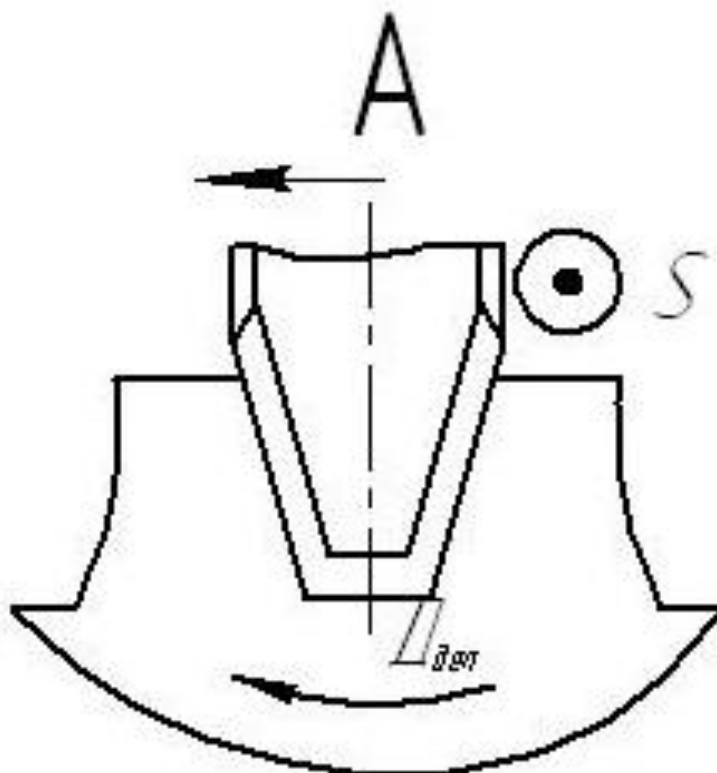


Рис. 1.2. Схема обработки зубьев зубострогальным резцом.

Чистовую нарезку предлагается осуществлять обкаточным резцом. Метод обработки – зуботочение является также намного производительнее, чем зубострогание.

Резец устанавливается в корпусе фрезы-улитки вместо одного из калибрующих резцов в специальный паз. После черновой обработки обеспечивается равномерное распределение припуска, что повышает точность обработки и стойкость чистового обкаточного резца.

2.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

2.1 Служебное назначение деталей

Неподвижная центральная шестерня с внутренним зацеплением планетарного редуктора представлена на рис 2.1. Кинематическая схема самого редуктора показана на рис. 2.2. неподвижная центральная шестерня с внутренним зацеплением имеет следующие размеры:

Диаметр внешний $d = 1195$ мм;

Ширина зубчатого венца $b = 150$ мм.

Неподвижная центральная шестерня с внутренним зацеплением (корона) входит в одну из ступеней планетарного редуктора (рис. 2.1), который состоит из двух ступеней - простых зубчатых планетарных передач.

Каждая ступень состоит из неподвижной центральной шестерни с внутренним зацеплением (рис. 1.1), по которой обкатываются зубчатые колёса с вращающимися геометрическими осями - сателлитами 2. Сателлиты 2 при помощи втулок 3 зафиксированы относительно водила 4 и вращаются вместе с ним вокруг главной оси. Сателлиты 2 вращаются на подшипниках 5, а водило 4 в подшипниках 9. Центральная шестерня закреплена в корпусе 10.

Планетарный редуктор работает следующим образом: зубчатый вал 6 и насаженное на него зубчатое колесо 7 приводят в движение сателлиты 2, которые обкатываются по неподвижной шестерне 1 и передают крутящий момент водилу 4. Через водило 4 момент передаётся валу 8.

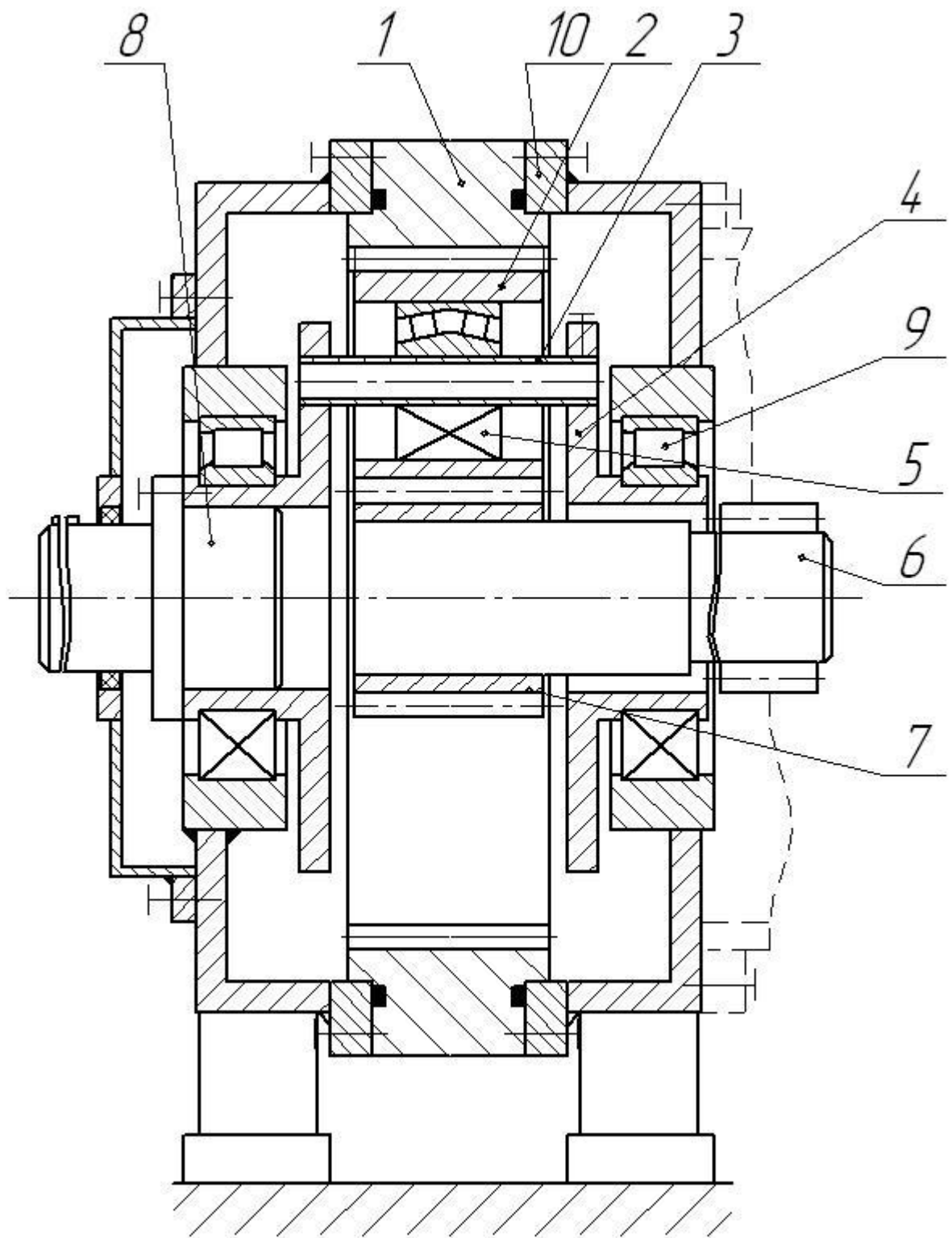


Рис. 2.1. Схема планетарной передачи

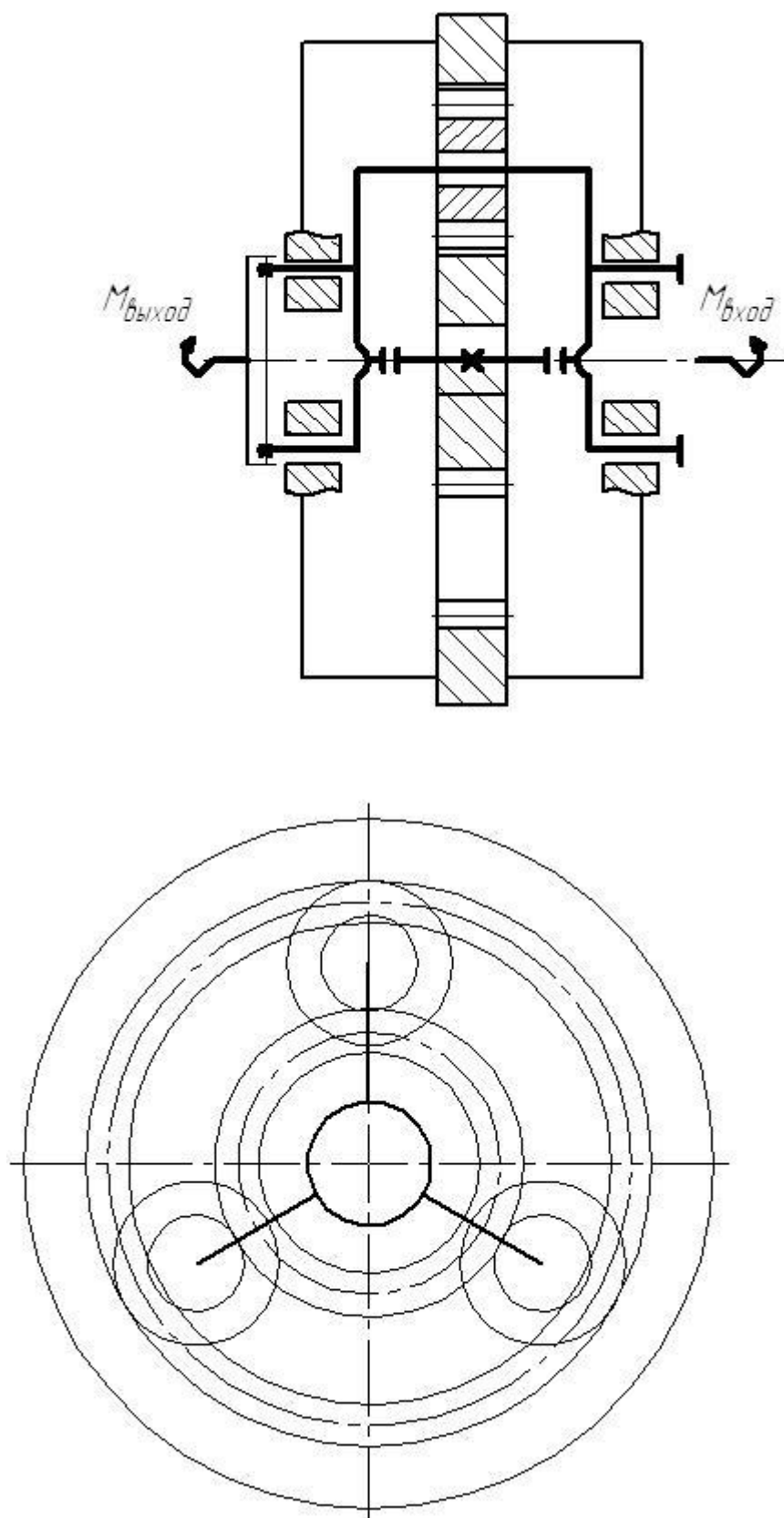


Рис. 2.2. Кинематическая схема узла планетарного редуктора

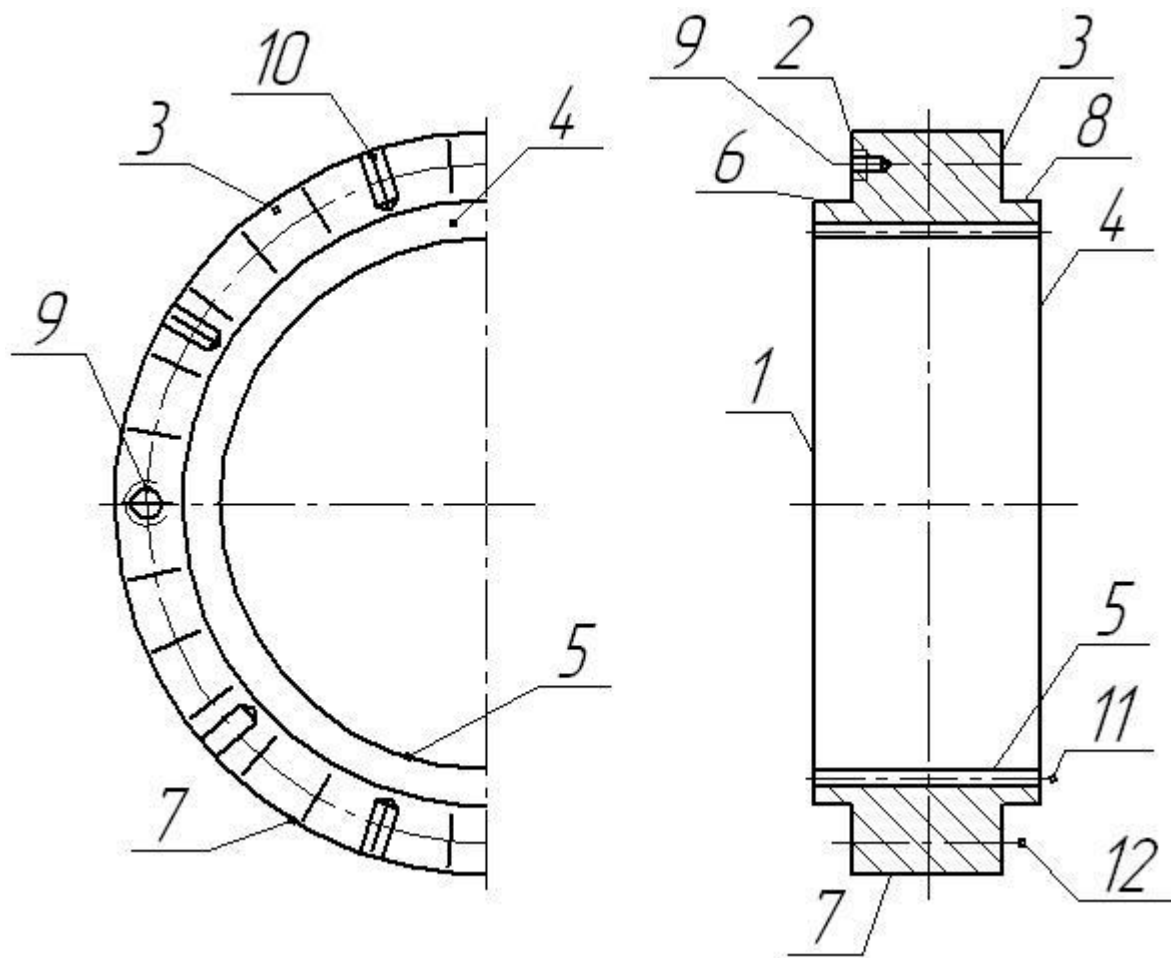


Рис. 2.3. Эскиз шестерни - зубчатого колеса с внутренним зацеплением.

Данные планетарные редукторы используются в качестве силовых приводов для дробильных мельниц и изготавливаются для передачи крутящего момента $1,1 \cdot 10^4$ Нм, передаточное отношение редуктора 55.

Чертеж детали представлен на листе.

Исполнительная поверхность - зубья короны. Их изготавливают по 7-ой степени точности и с шероховатостью Ra 2,5 мкм. (рис. 2.3, №11). Корона устанавливается в корпусе редуктора по буртикам 6 и 8 и торцам 2 и 3.

Угловое положение детали определяется резьбовыми крепёжными отверстиями 9. Все эти поверхности являются основными конструкторскими базами.

Посадочные поверхности изготавливают: буртики по 7 качеству с шероховатостью Ra 5 мкм, торцы с допуском на радиальное биение 0,06 мм. Это соответствует рабочим поверхностям шестерён нормальной точности [1].

Крепёжные отверстия выполняются с угловым допуском 8', что соответствует требуемому зазору $S_p = 2$ мм [9].

Классификация поверхностей полностью приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Классификация поверхностей

№	Наименование поверхности	Номер поверхности
1	Исполнительная поверхность	11
2	Основные конструкторские базы	2,3,6,8,10
3	Вспомогательные конструкторские базы	2,3,6,8,9, 10
4	Свободные поверхности	1,4,5,7

2.2. Анализ технологичности конструкции деталей

Конфигурация контура и внутренние поверхности имеют простую форму и не вызывают значительных затруднений при получении заготовки и обработке.

К не технологичности детали можно отнести малую толщину зубчатого венца, что при больших размерах деталей (больше 1100 мм) и больших усилий зажима, направленных радикально по отношению к детали, может привести к деформации. При снятии

нагрузки, после обработки, к большим остаточным напряжениям и большим погрешностям обработки.

Не технологичен способ получения заготовки – ковкой. Это ведёт к низкому коэффициенту использования металла (ким). Вследствие этого необходимо удалять большие припуски (до 100 мм на размер), что приводит к большой трудоёмкости.

К не технологическим особенностям детали можно отнести такие конструктивные элементы, обусловленные выполняемыми функциями короны, как большое количество крепёжных отверстий (60 отверстий) и зубчатое внутреннее зацепление 7 степени точности с шероховатостью Ra 2,5 мкм.

Но так как в данном случае, целью работы планетарного редуктора является передача больших моментов с значительным передаточным отношением, а изменение конструкции шестерни невозможно без изменений узла, в который она входит, то конструкцию детали оставляем без изменений.

2.3 Выбор типа производства

При данной программе выпуска: 500 деталей и массе 447 кг тип производства по [15] крупносерийный.

Технологический процесс по операциям дифференцирован. Станки применяются преимущественно универсального типа из-за больших размеров детали.

Принимаем форму организации работы по виду оборудования: технологический принцип.

Станки располагаются по признаку предметности, т.е. Создаётся участок станков, карусельных, зубообрабатывающих, сверлильных, предназначенных для обработки деталей одного вида.

2.4. Выбор и проектирование заготовки

В базовом технологическом процессе заготовка получается ковкой из слитка восьмиугольного сечения. В результате получается заготовка с повышенными припусками (до 30 мм), что значительно повышает трудоёмкость обработки. Неравномерные припуски сказываются на точности обработки, стойкости инструмента ($K_{им} = 0,48$).

В проектируемом технологическом процессе предлагается использовать метод получения заготовки с большим, чем уковки, коэффициентом использования металла.

В тяжёлом машиностроении для деталей массой до 2500 кг и общей программой выпуска 500 штук в год наиболее целесообразным видом получения заготовок является литьё. Данные детали имеют простую форму внутренних и внешних поверхностей (полый цилиндр).

В процессе работы деталь не испытывает значительных нагрузок (динамических и статических).

Легированная сталь, используемая для изготовления детали в базовом техпроцессе, 38Х2Н1МА не пригодна в использовании для получения заготовки методом литья. Близкой ей по физико-механическим свойствам является 35ХМФЛ ГОСТ 1357-87 [16].

Метод получения заготовки – литьё в полукокильные формы [12-14]. Основная часть полукокильной формы является металлический макет, поверхность которого облицована тонким слоем формовочной смеси. Вследствие ограниченной толщины слоя формовочной смеси остывание отливок происходит быстрее, чем в обычной форме.

На отливках не образуется трещин, значительно увеличивается стойкость металлических макетов и соответственно сокращаются

затраты на их изготовление. Отливки имеют мелкозернистую структуру.

В проектируемом техпроцессе в качестве полукокильных макетов используют сварные конструкции, сделанные из набора прогнутых стальных листов, в результате чего получается многоугольная форма (рис. 2.4).

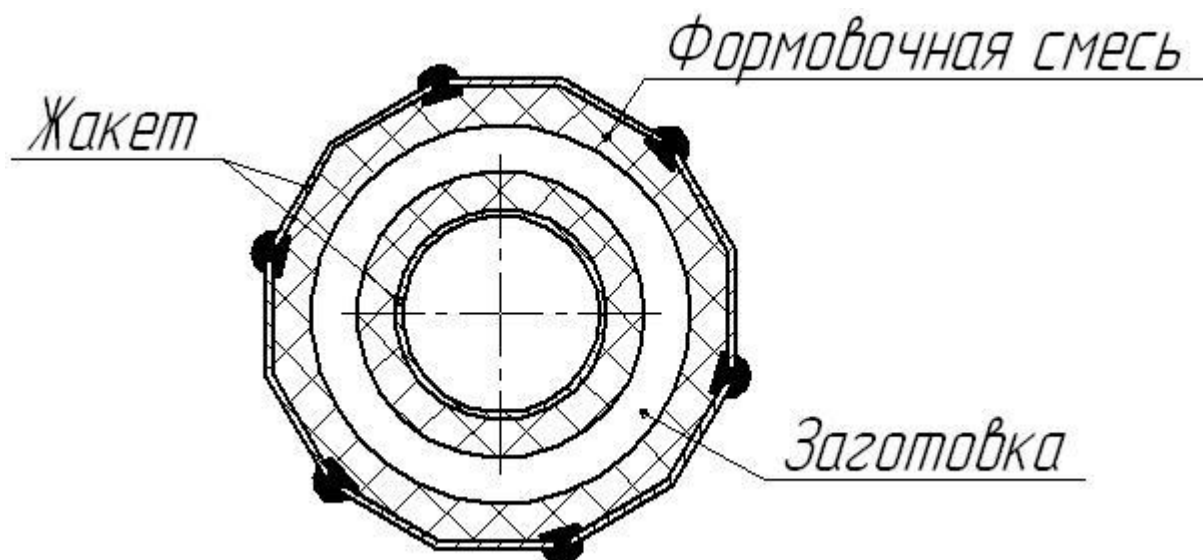


Рис. 2.4. Схема полукокильного макета.

Формовочная смесь – сыпучая, песчаная, на термотвердеющем связующем.

После набивки пакета формовочной смесью пескодувным способом его ставят в печь. Формовочная смесь твердеет. После модель извлекают и заливают металл.

Метод получения заготовки изменяется. Но это обстоятельство не вызывает изменений в технологическом процессе механической обработки. Поэтому целесообразность выбора метода получения заготовки определяется по коэффициенту использования металла и стоимости заготовки по следующим формулам.

Стоимость получения заготовки ковкой (базовый вариант) и литьём (проектируемый вариант) [5,21].

$$S_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} Q \cdot K_T \cdot K_c \cdot K_v \cdot K_m \cdot K_p - (Q-G) \frac{S_o}{1000} \text{ руб} \quad (2.1)$$

где C_i – базовая стоимость 1 тонны заготовок, руб.;

K_T, K_c, K_v, K_m, K_i – коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объёма производства заготовок;

Q – масса заготовки, кг;

$S_{отх}$ – цена 1 кг отходов, руб.;

G – масса готовой детали, кг.

По [21] для поковок цена 1 тонны заготовок $C_1 = 315$ руб., для отливок $C_2 = 290$ руб.

По [5] коэффициенты выбираются по следующим данным для литья:

А) в зависимости от точности отливок K_T :

для чёрных металлов, 3-й класс точности – 1;

Б) в зависимости от марки материала коэффициент K_m :

для легированной стали – 1,6;

В) в зависимости от группы сложности K_c , массы отливок

K_v и объёма производства K_p :

для 2-ой группы сложности $K_c = 0,7$;

для массы заготовки более 200 кг $K_v = 0,78$;

для группы серийности – 1, материала – сталь – $K_p = 0,5$.

Для поковки:

А) в зависимости от класса точности:

для 3-его класса точности $K_T = 0,9$;

Б) в зависимости от марки материала:

для легированной стали $K_m = 1,27$.

остальные коэффициенты такие, что и у литья.

масса детали – 447 кг, масса заготовки (поковка) – 802 кг. Для литья массу заготовки принимаем приблизительно (припуск берём как $0,7 \cdot z$ поковки) 669 кг. $S_{отх} = 144$ руб.

Тогда:

$$S_{заг}^{поковка} = \frac{315}{1000} \cdot 802 \cdot 0,9 \cdot 1,27 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 - (802 - 447) \cdot \frac{144}{1000} = 111 \text{ руб.}$$

$$S_{заг}^{отливка} = \frac{290}{1000} \cdot 669 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,7 \cdot 0,78 \cdot 1,0 - (669 - 447) \cdot \frac{144}{1000} = 137 \text{ руб.}$$

С учетом механической обработки

$$S_{заг}^{поковка} = 111 + 0,62 \cdot (802 - 447) = 331 \text{ руб.}$$

$$S_{заг}^{отливка} = 137 + 0,62(669 - 447) = 275 \text{ руб.}$$

Экономический эффект рассчитывается по формуле:

$$\text{Эз} = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot n, \text{ руб.} \quad (2.2)$$

Где $S_{заг1}$, $S_{заг2}$ - стоимость сопоставляемых заготовок, руб;

N – годовой объем выпуска:

$$\text{Эз} = (331 - 275) \cdot 500 = 28000 \text{ руб.}$$

Следовательно, применение нового метода получения заготовки – литьё в полукокильную форму даёт годовой экономический эффект при сравнении с ковкой 28000 руб.

Так как литьё по двум показателям: Киму и стоимости получения заготовки является более выгодным, чем ковка, мы выбираем этот метод.

Таблица 2.2 - Сводная таблица по выбору метода получения заготовки

№	Показатели	Литьё (проект)	Ковка (базовый вариант)
1	Ким, %	67	57
2	Стоимость, руб	275	331

Замена материала 38Х2НМА на 35ХМФЛ не вызывает снижения функциональных показателей детали. Физико-механические свойства двух материалов одинаковы. Обкатка шестерни после обработки из 35 ХМФЛ вызывает пластическое деформирование и упрочнение поверхностного слоя, что приводит к улучшению качественных характеристик зубьев колеса.

Применение полукокильного макета, стойкость которого равна 120 заготовкам в одной форме, снижает себестоимость изготовления детали по сравнению с ковкой, где требуются прокатный стан, прошивки различных диаметров, бойки, печи, раскатные козла, оправки.

2.5. Разработка технологического маршрута и плана изготовления

В соответствии с требуемыми точностными параметрами детали по [11, 14] разработан технологический маршрут обработки, представленный в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки

№ опер.	Название операции	№ обработ. поверхн.	Jт	Ra, мкм	Модель станка
000	Заготовительная (отливка)	-	19	80	
005	Карусельная (обдирочная)	1,4,5,7	17	20	Токарно-
010	Карусельная (черновая)	1,4,5,7	15	10	карусельный
015	Карусельная (получистовая)	1,2,3,4,5,6,7,8	13	5	станок ИМТ
020	Карусельная (чистовая)	2,6,3,8	7	2,5	interma
		7	11	2,5	to VBM
025	Зубофрезная	11	7	2,5	18.25
030	Сверлильная	9	9	5	5343
035	Сверлильная	10	7	1,25	2М58
					2Ш55

В соответствии с разработанными схемами базирования и технологическим маршрутом был спроектирован план, представленный на листе 3 графической части.

На плане обработки представлены номера и названия операций, модель оборудования, качество и шероховатость поверхностей по операциям, операционные эскизы с операционными размерами.

2.6 Разработка схем базирования

При разработке схем базирования в проектируемом технологическом процессе обработки зубчатого колеса с внутренним зацеплением учитывались следующие принципы:

Принцип постоянства баз – для выполнения всех операций обработки детали использовать одни и те же базы.

Принцип совмещения баз – в качестве измерительной следует использовать установочную базу, в противном случае возникает погрешность базирования, равная допуску на размер между измерительной и установочной базами.

В соответствии с этим разработана схема базирования: на карусельных операциях обработка ведётся детали, закреплённая на горизонтальной планшайбе четырьмя кулачками с независимыми приводами. Операционные размеры задаются от установочной плоскости. На сверлильной и зубофрезерной операциях схема установки та же; на зубофрезерной для обеспечения дополнительной жёсткости используются прихваты, причём силы зажатия направлены так, чтобы не деформировать заготовку, соответственно противоположно реакциям опор.

2.7. Выбор средств технологического оснащения

Выбранные модели оборудования представлены в маршруте обработки (см. Табл. 2.3) и плане обработки. По сравнению с базовым техпроцессом оборудование было заменено на зубообрабатывающую операцию: вместо зубострогального станка «МААГ» sn 400/500 используется вертикальный зубофрезерный станок 5343, на сверлильной операции вместо радиально-сверлильного станка 2М57 используется 2М58.

В качестве приспособлений для установки и закрепления деталей на всех операциях используется планшайба, в пазах которой устанавливаются кулачки. На зубофрезерной операции используются такие гидравлические прихваты, для выверки биения по торцу используются механогидравлические домкраты.

На сверлильной операции для безразметочной обработки отверстий и нарезания резьбы используется откладывающийся кондуктор секторного типа.

В качестве измерительного инструмента используются универсальные приспособления и инструмент. На самой ответственной зубонарезной операции применяются: скоба мерительная для замера длины общей нормали, прибор для контроля шага Е1-401, измерительный прибор для контроля радиального биения. На сверлильной операции применяются калибры – резьбовые ГОСТ 17758-72. Также применяются штангенциркули, а для выверки деталей при установки и закреплении их на станке индикаторы 2МИГГ-0,002 ГОСТ 9696-75.

В качестве инструмента используется: на карусельной операции вместо резцов с напаянными твёрдосплавными пластинами резцы с механическим креплением пластин. На обдирочной операции используется резец в вертикальном расположении твёрдосплавных пластин. На зубофрезерной операции используется фреза-улитка с обкаточным резцом. На сверлильной операции вместо двух стандартных сверл используется комбинированное сверло для совместной обработки отверстия и фаски.

Таблица 2.4 - Средства технологического оснащения

№	Наименование	Оборудование	Оснастка
1	2	3	4
005	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный ИМТ intermato VBM 18.25	Кулачки с независимым приводом , Индикатор. 2 МИГ ГОСТ 9696-75, Резец двухлезвийный Т15К6 по ГОСТ 2209-79
010	Термическая		
015	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный ИМТ intermato VBM 18.25	Кулачки с независимым приводом, Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, Резец проходной отогнутый правый ГОСТ 9696-75, Резец проходной отогнутый правый Т15К6 ГОСТ 18868-73
025	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный ИМТ intermato VBM 18.25	Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75; 392104 Резец проходной отогнутый правый Т15К6 ГОСТ 18879-73 резец проходной прямой Т15К6 ГОСТ 18878-73, резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18878-73, ШЦШ-400- 0,1 Гост 166-80
030	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный ИМТ intermato VBM 18.25	Кулачки с независимым приводом, Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, Резец проходной отогнутый правый Т15К6 ГОСТ 18868-73, ШЦ-Ш- 400-0,1 ГОСТ 166-80
035	Зубофрезерная	Зубофрезерный 5343	Кулачки с независимым приводом, Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, фреза-улитка с резцами из стали Р6М5К5 резец обкаточный Р9М4К8, прибор для контроля шага EL401, биенемер, скоба
040	Слесарная		
045	Радиально сверлильная	Радиально-сверлильный 2М57	Кондуктор секторный, Сверло комбинированное д.20-9 Р6М5; Метчик М24х1,5 Р6М5 ГОСТ 1604- 71; Калибр резьбовой М24 ГОСТ 17758-72

1	2	3	4
055	Сверлильная	Радиально-сверлильный 2ш55	Кулачки с независимым приводом, Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, Стол делительный У1Н2065 ГОСТ 396171 механогидравлический домкрат, Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, Сверло спиральное Р6М5 d18,5 ГОСТ 866-770, Развёртка Р6М5 d20 ГОСТ 1672-80, Зенкер Р6М5 d19,75 ГОСТ 12489, ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 160-80

2.8. Проектирование технологических операций

2.8.1. Расчёт припусков

Подробный расчёт припусков ведётся для поверхности 7 детали №3. На остальные поверхности припуски назначаются по [16, 21] укрупнено.

Заготовка – отливка, степень точности 10 по ГОСТ26645-85.

Технологический маршрут обработки поверхности 7 диаметром 1195h11(-0,66) состоит из четырёх переходов. В связи с большими размерами заготовки и напусками он включает обдирочное, черновое, получистовое и чистовое обтачивания. Заготовка базируется в четырёх кулачковый патрон с независимым перемещением кулачков.

Результаты расчета припусков представлены в таблице 2.4, в которую последовательно заносится маршрут обработки и все элементы припуска.

Суммарное значение R_z и T , характеризующие качество поверхности отливки по [21] составляет 1300 мкм. Остальные значения R_z и T берутся из [21].

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} \quad (2.3)$$

где $\rho_{кор}$ – величина коробления, мкм; $\rho_{см}$ – величина смещения, мкм.

Величина коробления учитывается, как в диаметральном, так и в осевом направлении

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2}, \quad (2.4)$$

где Δk - величина удельного коробления, мкм. Для отливок она составит $\Delta k = 0,7$ мкм на 1 мм длины заготовки.

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,7 \cdot 1195)^2 + (0,7 \cdot 150)^2} = 843 \text{ мкм.}$$

Суммарное смещение отверстия в отливке

$$\rho_{см} = T\Gamma^{00},$$

где $T\Gamma^{00}$ - допуск на размер поверхности 7 отливки, который по [24] равен $\rho_{см} = 5,6 \text{ мм}$.

Таким образом суммарное значение пространственного отклонения будет:

$$\rho_3 = \sqrt{843^2 + 5600^2} = 5663 \text{ мкм.}$$

Величина остаточного пространственного отклонения по формуле

$$\rho_i = \rho_{i-1} K_{уб};$$

после карусельной обдирочной:

$$\rho_{ост1} = 5663 \cdot 0,06 = 340 \text{ мкм};$$

$$\rho_{ост2} = 283 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (2.5)$$

где $\varepsilon_{\delta} = 0$ – для закрепления детали в четырёхкулачковом патроне и совпадении измерительных и технологических баз.

ε_3 - погрешность закрепления по [5] для черновой $\varepsilon_{3_1} = 800$ мкм; получистовой $\varepsilon_{3_2} = 400$ мкм; чистовой $\varepsilon_3 = 80$ мкм.

На основании записанных в таблице 2.4. данных проводим расчёт минимальных значений припусков:

$$2Z_{\min} = 2(R_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (2.6)$$

минимальный припуск под обработку:

обдирку

$$2Z_{\min 1} = 2(1300 + \sqrt{5663^2 + 800^2}) = 2 \cdot 7020 \text{ мкм};$$

черновую обработку

$$2Z_{\min 2} = 2(640 + 100\sqrt{340^2 + 400^2}) = 2 \cdot 1165 \text{ мкм}$$

получистовую обработку

$$2Z_{\min 3} = 2(480 + 50\sqrt{283^2 + 100^2}) = 2 \cdot 780 \text{ мкм};$$

чистовую обработку

$$2Z_{\min 4} = 2(200 + 50\sqrt{170^2 + 80^2}) = 2 \cdot 388 \text{ мкм}.$$

Расчётный размер вычисляется путём последовательного прибавления к конечному размеру минимального припуска:

$$d_{p4} = 1194,34 \text{ мм};$$

$$d_p = 1194,34 + 2 \cdot 0,388 = 1195,12 \text{ мм};$$

$$d_{p2} = 1195,12 + 2 \cdot 0,780 = 1196,68 \text{ мм};$$

$$d_{p1} = 1196,68 + 2 \cdot 1,17 = 1199,02 \text{ мм};$$

$$d_p = 1199,02 + 2 \cdot 7,02 = 1213,06 \text{ мм}.$$

Наибольшие предельные размеры вычисляем путём прибавления допуска к округлённому наименьшему предельному значению:

$$d_{\max 4} = 1213,06 + 9,0 = 1222,06 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 1199,02 + 4,2 = 1203,22 \text{ мм};$$

$$d_{\max 2} = 1196,68 + 1,6 = 1198,28 \text{ мм};$$

$$d_{\max 1} = 1195,12 + 1,0 = 1196,12 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = 1194,34 + 0,66 = 1195 \text{ мм}.$$

Предельные значения припусков $Z_{\text{тч}...}^{np}$ определяем как разность предельных размеров:

$$2Z_{\text{тч}..4}^{np} = 1222,0 - 1230,22 = 2 \cdot 9,4 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{тч}..3}^{np} = 1230,22 - 1198,28 = 2 \cdot 4,7 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{тч}..2}^{np} = 1198,28 - 1196,12 = 2 \cdot 1,08 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{тч}..1}^{np} = 1196,12 - 1195 = 2 \cdot 0,558 \text{ мм}.$$

Общий номинальный припуск:

$$Z_{0 \text{ ном}} = Z_{\min} + T_z - T_d = 18,78 + 9 - 0,66 = 27,12 \text{ мм}.$$

$$d_z \text{ ном} = d_{\det} + T_z - T_d = 1195 + 27,12 = 1222,12 \text{ мм}.$$

На остальные обрабатываемые поверхности припуски и допуски назначаем по таблицам ГОСТ 26645-89 и записываем их значения в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Расчёт припусков и предельных размеров по операциям для диаметра 1190h11(-0,66)

№ оп.	Название операции	Элементы припуска, мкм				Расчётный размер d_p , мм	Допуск TA , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
		R_z	T	ρ	ε			d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
00	Заготовительная	1300		5663		1217,5	9,0	1213,02	1222,02	-	-
05	Карусельная (обдирочн)	320	320	340	800	1203	4,2	1199,02	1203,22	2 x 7000	2 x 9400
10	Карусельная (черновая)	240	240	283	400	1198,3	1,6	1196,68	1198,28	2 x 1170	2 x 4700
15	Карусельная (получист)	100	100	170	100	1196,1	1,0	1195,12	1196,12	2 x 780	2 x 1080
20	Карусельная (чистовая)	20	20	113	80	1195	0,66	1194,34	1195	2 x 388	2 x 558

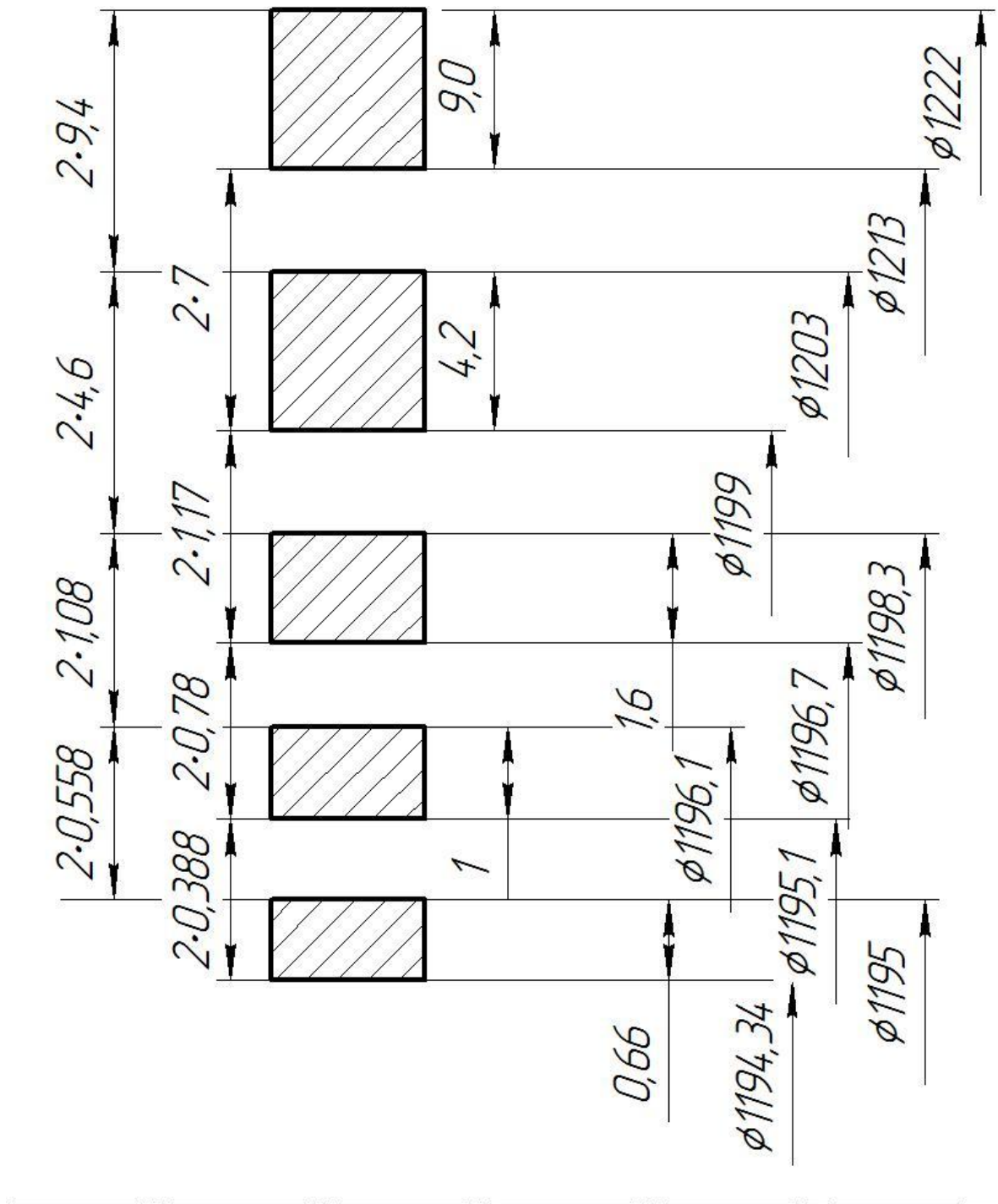


Рис. 2.5. Схема припусков и допусков на обработку поверхности диаметром 1195h11(-0,66)

Таблица 2.5- Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности зубчатого колеса с внутренним зацеплением.

Поверхность	Размер	Припуски, мм		Допуск
		Баз.	Расч.	
7	1195	2 x 18	2 x 11,25	± 4,5
1, 4	150	2 x 12		± 4
5	970	2 x 18		± 2,8

2.8.2 Расчёт режимов обработки

Режимы резания рассчитываются для карусельной получистовой операции на 1-ый переход, остальные переходы режимы резания назначаются по [27].

Режимы резания рассчитываются в следующей последовательности:

Исходные данные: на данном переходе обрабатывается внешняя цилиндрическая поверхность $d1195$ мм и торец 150 мм. Материал детали – легированная сталь 35ХМФЛ ГОСТ 21357-87. Инструмент для обработки диаметра – токарный сборный проходной резец с механическим креплением треугольной твёрдосплавной пластины Т15К6 по ГОСТ18878-73, для обработки торца – резец токарный сборный проходной с механическим креплением твёрдосплавной пластины Т15К6 по ГОСТ 18879-73. Станок – токарно-карусельный станок IMT Intermato VBM 18.25.

Глубина резания: $t = 0,9$ мм (оставляя припуск на чистовую обработку 0,4 мм).

Подача по [16] для диаметра детали до 1200 мм, размера державки резца 30 x 45 мм и глубине резания до 3 мм

$$S = 0,63 \text{ мм/об.}$$

Скорость резания рассчитывается по эмпирической формуле [25]:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (2.7)$$

где C_V , x , y , m - значения коэффициентов, приведённых в [25]. T - стойкость инструмента, мм. При одноинструментной обработке $T = 90$ мин.

Значение коэффициента K_V определяется по формуле:

$$K_V = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (2.8)$$

где K_{mv} - коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

K_{nv} - коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности;

K_{uv} - коэффициент, учитывающий материал инструмента.

По [25] значение коэффициентов:

$$K_{mv} = 0,86; \quad K_{nv} = 1,0; \quad K_{uv} = 1,0$$

Тогда $K_V = 0,86$.

Значения коэффициентов C_V , x , y , m : $C_V = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$. Тогда

$$V = \frac{340}{90^{0.2} \cdot 0.93^{0.15} \cdot 0.63^{0.45}} \cdot 0.86 = 148 \text{ м/мин}$$

Число оборотов планшайбы:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi D}, \quad (2.9)$$

где D – диаметр детали, мм

$$n = \frac{148 \cdot 1000}{\pi 1195} = 40 \text{ об/мин.}$$

Определим силу резания P_Z по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.10)$$

где C_p – постоянная, значения показателей степени x , y , n для конкретных условий обработки приведены в таблице 22 [25].

Поправочный коэффициент представляет собой произведение ряда коэффициентов:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\sigma p} \cdot K_{yp} \cdot K_{vp} \cdot K_{\lambda p}, \quad (2.11)$$

где K_{mp} – коэффициент, учитывающий материал детали;

$K_{\sigma p} = 0,89$ – коэффициент, учитывающий главный угол в плане $\varphi = 90^\circ$;

$K_{ur} = 1$ – коэффициент, учитывающий передний угол (10°);

$K_{\lambda p} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий угол наклона главного лезвия;

$K_{\nu p} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий радиус при вершине.

$$K_p = 0,95 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,85.$$

Тангенциальная сила P_Z

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,93^{1,0} \cdot 0,63^{0,75} \cdot 148^{-0,15} \cdot 0,85 = 3549 \text{ Н.}$$

Определяется мощность резания и сравнивается с паспортной станка:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.12)$$

$$N = \frac{3549 \cdot 148}{60 \cdot 1020} = 8,1 \text{ кВт} \ll 125 \text{ кВт}$$

На остальные переходы назначаются табличные режимы резания по [27]. Они представлены на технологической наладке и операционной карте.

2.8.3 Определение технических норм времени

Расчёт технических норм времени ведётся на 1 переход карусельной операции. На остальные они назначаются укрупнено по [10] и представлены в технологических наладках и в операционной карте.

Норма штучного времени выражается следующей формулой [21]:

$$t_{шт} = t_o + t_g + t_{об} + t_{нотр} \text{ мин,} \quad (2.13)$$

где t_o - основное время, мин;

t_g - вспомогательное время, мин;

$t_{об}$ - время обслуживания рабочего места, мин;

$t_{нотр}$ - время на физические потребности и отдых, мин.

Основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \quad (2.14)$$

где L – длина обработки; n, s – число оборотов шпинделя и подача. Длина обработки:

$$L = L_{вр} + L_{рез} + L_{вых} \text{ (перебега)} \quad (2.15)$$

где $L_{вр}$ – длина врезания;

$L_{переб}$ – длина перебега по [21] принимаем $L_{ор} = 3$ мм;

$L_{переб} = 5$ мм.

Тогда

$L = 3 + 120 + 5 = 128$ мм (для поверхности диаметром 1195 мм);

$L = 3 + 80 + 5 = 88$ мм (для поверхности 150 мм).

Лимитирующая позиция на этом переходе на установке А– обработка поверхности диаметром 1195 мм, поэтому расчёты ведём для неё.

$$t_o = \frac{128 \cdot 1}{40 \cdot 0.63} = 5 \text{ мин}$$

На остальные переходы время считается аналогично:

$$t_o = \frac{70 \cdot 2}{44 \cdot 0.63} = 5,3 \text{ мин};$$

$$t_o = \frac{157 \cdot 1}{49 \cdot 0.4} = 5 \text{ мин};$$

$$t_o = \frac{15 \cdot 1}{49 \cdot 0.4} = 0,8 \text{ мин};$$

$$t_o = \frac{22 \cdot 1}{44 \cdot 0.63} = 0,83 \text{ мин}.$$

На установе Б

$$t_o = \frac{128 \cdot 1}{40 \cdot 0.63} = 5 \text{ мин};$$

$$t_o = \frac{70 \cdot 2}{44 \cdot 0.63} = 5,3 \text{ мин};$$

$$t_o = \frac{15 \cdot 1}{49 \cdot 0.4} = 0,8 \text{ мин};$$

$$t_o = \frac{22 \cdot 1}{44 \cdot 0.63} = 0,83 \text{ мин}.$$

Суммарное время $t_o = 31,9 \text{ мин}$

Вспомогательное время на 1-ый переход:

$$t_v = t_{уст.снятдет.} + t_{упр} + t_{пер.мех.} + t_{изн}, \quad (2.16)$$

где $t_{уст.снятдет.}$ - время на установку и снятие детали;

$t_{упр}$ - время на управление станком;

$t_{пер.мех.}$ - время на перемещение механизмов станка;

$t_{изн.}$ - время на контрольные измерения.

По [5] назначаем:

$$t_g = 35 + 1,2 \cdot 9 + 0,8 \cdot 9 + 1,5 \cdot 8 = 65 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание:

$$t_{об} = t_{м.об} + t_{о.об} = t \frac{\alpha}{100} + \frac{(t_o + t_g)}{100}, \quad (2.17)$$

где $t_{м.об}$ - время на техническое обслуживание, которое выражается в процентах от основного времени;

$t_{о.об}$ - время на организационное обслуживание в процентах γ от операционного времени.

По [5]:

$$t_{об} = 31,8 \cdot \frac{7}{100} + \frac{(65 + 31,8) \cdot 5}{100} = 7,1 \text{ мин.}$$

Время на отдых и физические потребности: $t_{физ.пот} = 2,3$ мин.

Штучное время:

$$t_{шт} = 31,8 + 65 + 7,1 + 2,3 = 106,2 \text{ мин.}$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}, \quad (2.18)$$

где $T_{п.з} = 40$ мин – подготовительно-заключительное время;

$n = 10$ шт – партия деталей.

$$t_{шт.к} = 106,2 + \frac{40}{10} = 110,2 \text{ мин.}$$

Программа запуска:

$$n = \frac{\Phi \cdot 60}{N}, \text{ мин,} \quad (2.19)$$

где Φ – эффективный фонд времени работы оборудования, ч; N – программа выпуска, дет/год.

$$n = \frac{500 \cdot 6}{254} = 10,8 \text{ дет.}$$

Таблица 2.6 - Нормы времени

№	Наименование	Основное время, мин	Штучное время, мин
1	2	3	4
005	Токарно-карусельная	234	430
010	Термическая		
015	Токарно-карусельная	31,8	110,2
025	Токарно-карусельная	46	185
030	Токарно-карусельная	26	83
035	Зубофрезерная	410+475(1200)	1098/1645

Продолжение табл.2.5

1	2	3	4
040	Слесарная		
045	Радиально сверлильная	164	210
055	Сверлильная	67	109

3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Точность обработки внутренних зубьев обкаточными резцами

По [17] достигаемая точность обработки зубчатых колёс из закаливаемых сталей твёрдосплавным лезвийным инструментом, в том числе обкаточными резцами:

черновая – 8 – 9 степень точности;

чистовая – 6 – 7 степень точности.

По [33] проводилась обработка зубчатого колеса с внутренним зацеплением на зубофрезерном станке 5348 диаметром $d = 2300$ мм, шириной венца $h = 300$ мм, модулем 12 мм, числом зубьев $Z = 164$, общая длина обработки составляла $L = 56$ м. Нарезание чистовое зубьев проводилось при следующих режимах:

скорость резания $V = 30$ м/мин;

глубина резания (припуск под чистовое нарезание) $t = 0,8$ мм;

подача $S = 2$ мм/об.

Были достигнуты следующие показатели: предельное отклонение шага зацепления $f_{pt}=35$ мкм ($f_{pt}=50$ мкм – для седьмой степени точности); погрешность профиля – 32 мкм (40 мкм – для седьмой степени точности); шероховатость $R_a 2,5$ мкм.

3.2 Расчёт зубьев колеса на изгиб

В результате изменения способа получения заготовки –ковки на литьё, изменяется структура материала детали. Если физико-механические свойства стали в результате изменения способа получения заготовки значительно ухудшаться, то может произойти поломка зубьев. Редуктор проходит стадию обкатки перед вводом в

эксплуатацию при сниженных скоростях и нагрузке, при которой поверхностный слой зубьев короны деформируется и упрочняется. Шероховатость при этом снижается, что приводит к улучшению норм контакта. Поэтому расчёт на контактную прочность вести не будем.

Основной причиной поломки зубьев в данном случае является превышение запаса прочности в сердцевине зуба, поэтому проведём проверочный расчёт зуба на изгиб по [7].

$$\sigma_F = \frac{Ft \cdot K_F}{b_\omega m} \cdot Y_{FS} \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\sigma \leq [\sigma_F], \text{ МПа} \quad (3.1.)$$

где σ_F – предельное напряжение в зубе колеса, МПа;

$[\sigma_F]$ – допускаемое напряжение, МПа;

$$Ft = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T}{d}, \quad (3.2)$$

где T – момент, $T = 5 \cdot 10^3$ Нм;

$d = 950$ мм – делительный диаметр;

$K_F = 1,2$ – динамический коэффициент;

$Y_{FS} = 3,75$ – коэффициент формы зуба;

$Y_\varepsilon = 1$; $Y_\sigma = 1$ – коэффициенты перекрытия и направления

зуба.

$[\sigma_F]$ по [28] для легированной стали с твёрдостью до 260 НВ

и коэффициентом безопасности $S_F = 1,7$ равно $[\sigma_F] = 146$ МПа.

$$\sigma_F = \frac{10526 \cdot 10^3 \cdot 1.2}{0.15 \cdot 0.01} \cdot 3.75 = 31,6 \text{ МПа} \leq 146 \text{ МПа}.$$

Следовательно, применение литья из стали 35ХНМЛ не приводит к снижению прочности зубьев колеса.

3.3 Расчёт достигаемой точности обработки внутреннего зацепления обкатными резцами

Для обоснования выбора метода обработки проведем расчет.

Для расчёта берутся следующие исходные данные: внешний диаметр – 1195 мм, внутренний диаметр – 990 мм, модуль $m = 10$ мм, ширина венца – 150 мм, глубина резания $t = 0,5$ мм, подача $S_o = 2$ мм/об, скорость резания $V = 25$ м/мин.

По [24] точность обработки определяется погрешностью, которая рассчитывается по формуле:

$$\Delta_E = \sqrt{\Delta_{упр} + \Delta_{изн} + \Delta_{уст} + \Delta_T} \quad (3.3)$$

где $\Delta_{упр}$ - погрешность, возникающая от упругих деформаций в системе деталь – инструмент – станок;

$\Delta_{изн}$ - погрешность, обусловленная износом инструмента;

$\Delta_{уст}$ - погрешность, возникающая от неточности установки детали и инструмента;

Δ_T - погрешность от температурных деформаций, так как обработка ведётся с охлаждением и снимается небольшой припуск Δ_T не учитывается.

Погрешность из-за упругих деформаций определяется по схеме на рис.3.1.

Величина прогиба σ определяется консольной балки, нагруженной силой Р по [26]:

$$\sigma = \frac{Pl^3}{3EJ}, \quad (3.4)$$

где Р – сила Рх, которая определяется по формуле [23]:

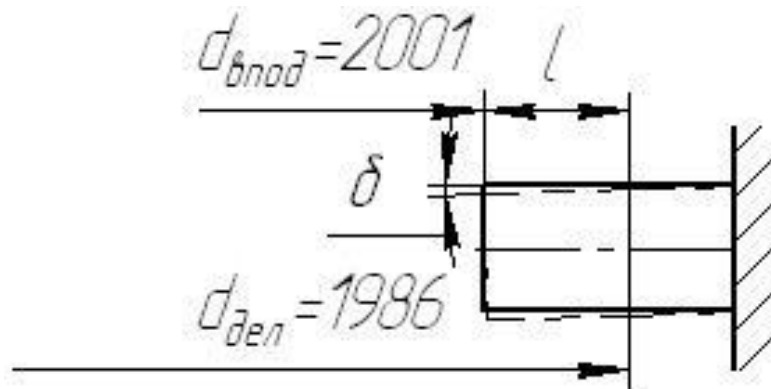


Рис.3.1 Схема деформации зуба от составляющей силы резания

$$P_x = 2F \cos \lambda \cos \omega, \quad (3.5)$$

где F- сечение среза на участке, когда рабочая длина режущей кромки достигла наибольшего значения

$$F \approx 0,5tS_0 = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 2 = 0,5 \text{ мм}^2 \quad (3.6)$$

где a_ω - удельная работа резания.

Для материала твёрдостью НВ 260-280 $a_\omega = 250 \text{ кгс/мм}^2$ [12];

λ - угол наклона режущих кромок $\lambda = 60$; ω - угол наклона режущих кромок

$$P_x = 2 \cdot 0,5 \cdot 250 \cos 60 \cdot \cos 2^{\circ} 12' = 220 \text{ Н};$$

$$\Delta_{упр} = \sigma = \frac{220 \cdot \left(\frac{1195}{2} - \frac{970}{2}\right)^3}{3 \cdot 2,16 \cdot 10^9 \cdot 8,3 \cdot 10^6} = 0,00005 \text{ м} = 5 \text{ мкм}.$$

$$\Delta_{изн} = \frac{2I_o l}{1000}, \quad (3.7)$$

где I_o – износ в мкм на км длины резания для материала Т15К6 и обрабатываемой стали с твердостью НВ260 $I_o = 10$ мкм/км [24].

l – длина резания. Для данных ширина венца – 150 мм, число зубьев – 95, длина обработки $L = 150 \cdot 95 \cdot 10^{-3} = 14,5$ м. По номограмме [24] для $t = 0,5$ мм это составит $l = 135$ м.

Тогда погрешность от износа инструмента для одной детали:

$$\Delta_{изн} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 135}{1000} = 2,7 \text{ мкм}$$

Погрешность $\Delta_{уст}$ от неточности установки инструмента по [16] для допускаемых смещений инструмента $\Delta a = 210$ мкм; $\Delta \epsilon = 250$ мкм, где Δa – изменение межосевого расстояния; $\Delta \epsilon$ – смещение инструмента вдоль оси шпинделя.

$$\Delta_{уст} = \sqrt{\Delta f a^2 + \Delta f \epsilon^2}, \quad (3.8)$$

где

$$\Delta F_a = \frac{3,75 \cdot \Delta a}{Z}, \quad (3.9)$$

$$\Delta F_b = \frac{10,5 \cdot \Delta \epsilon}{Z}, \quad (3.10)$$

где Z – число зубьев.

$$\Delta F_a = \frac{3,75 \cdot 210}{95} = 8,6 \text{ мкм},$$

$$\Delta F_b = \frac{10,5 \cdot 250}{95} = 26 \text{ мкм}.$$

Тогда погрешность от установки:

$$\Delta_{уст} = \sqrt{8,6^2 + 26^2} = 28 \text{ мкм},$$

Общая погрешность:

$$\Delta_E = \sqrt{5^2 + 2,7^2 + 28^2} = 29 \text{ мкм},$$

Для 7-ой степени точности – погрешность профиля составляет 32 мкм. Обработка обкаточным резцом позволяет при обработке деталей с модулем $m = 10$ м и числом зубьев $Z = 95$ достигнуть 7-ой степени точности.

3.4. Совершенствование операции на основе выбора наиболее производительного способа зубообработки

Внутренние зубья нарезают зубодолблением, фрезерованием специально спрофилированными дисковыми и пальцевыми фрезами на зубофрезерных станках, оснащённых специальными накладными головками. Также применяются методы обработки, характерные только для этого вида колёс, такие как зуботочение на

зубофрезерных станках обкаточными резцами, обработка червячными фрезами с укороченными профилирующими кромками.

Зубострогание, применяющееся в базовом технологическом процессе, при имеющемся оборудовании, не обеспечивает необходимую производительность. Протягивание применяется главным образом в крупносерийном и массовом производстве при отсутствии необходимости точного взаимного расположения зубьев и других поверхностей детали. Шевингование и шлифование для крупных зубчатых колёс (диаметром больше 500 мм) применяется только в случаях, когда необходимое количество и точность можно достигнуть только этими способами [17,18].

Нарезание зубьев модулем $m = 10-12$ мм производится в три прохода: черновой, предчистовой и чистовой.

Глубина резания на чистовом проходе – 1,4 т, предчистовом - 0,7 т, на чистовом оставляется припуск по толщине зуба от 0,5 до 1 мм [31].

На черновых проходах необходимо использовать наиболее производительный метод, при этом желательно обеспечить равномерный припуск под чистовую обработку. Если деталь обрабатывается с нескольких установов, то это вносит дополнительную погрешность обработки. Смена инструмента при обработке одной детали вносит дополнительную погрешность.

На чистовой обработке смена инструмента недопустима, то есть стойкость режущего клина должна обеспечивать размерный износ режущих кромок в установленных пределах при обработке всех зубьев колеса.

В таблицах 3.1 и 3.2. даются формулы основного времени t_o для всех видов обработки, перечисленных выше по [18].

Обрабатывается колесо с внутренним зацеплением с шириной венца 150 мм, модулем $m = 10$ мм, числом зубьев $Z = 95$, степень точности – 7-ая, шероховатость $Ra = 2,5$ мкм.

Примечание к таблице 3.1, 3.2:

ℓ_o - длина нарезаемого зуба, мм; $\ell_{сп}$ - длина врезания, мм; ℓ_n - длина перебага, мм; Z – число зубьев нарезаемого колеса; S – подача на один оборот зубчатого колеса, мм; n – число оборотов инструмента в минуту (или двойных ходов долбяка); g – число заходов червячной фрезы; $S_{рх}$ – минутная подача, мм/мин; i – число проходов; h – глубина нарезаемой впадины между зубьями, мм; S_r – радиальная подача на один двойной ход долбяка; M – модуль зубьев, нарезаемого колеса; $S_{кр}$ – круговая подача зубчатого колеса на один двойной ход долбяка.

При этом количество проходов для расчёта берётся следующее:

Черновое нарезание пальцевой фрезой- 2 прохода.

Черновое нарезание дисковой фрезой – 1 проход.

Черновое нарезание долбяком - 2 прохода.

Черновое нарезание червячной фрезой – 2 прохода.

Черновое нарезание фрезой-улиткой – 1 проход.

Чистовое нарезание для всех видов обработки – 1 проход.

Таблица 3.1 - Сравнение производительности различных черновых методов обработки внутренних зубьев

№	Методы обработки	Расчётная формула осн. времени, мин	Осн. время, мин	Отн.производ., %	JT	Ra, мкм	Мат-л инстр.	Стойк инстр	Затр. на инстр. в у.е.
1	Черновая обработка Пальцевой фрезой	$t_{o.nф} = \frac{l_o + l_{sp} + l_n}{S_{p.x}} Z \cdot i$	1200	89	9-10	10-15	T15K6		-
2	Дисковой фрезой	-----	532	34	9-10	10-15	T15K6		-
3	Долбяком		1335	100	8-9	5-10	P6M5		-
4	Червячной фрезой	$t_{од} = \frac{h}{Sp \cdot h} + \frac{n \cdot MZ \cdot i}{Sk \dots n}$	1053	79	8-9	5-10	P6M5K5		1
5	Фрезой-улиткой	$t_{оф} = \frac{(l_o + l_{sp} + l_n) Z \cdot i}{Sngm}$	773	56	8-9	5-10	P6M5K5		1

Таблица 3.2 - Сравнение производительности различных методов чистовой обработки внутренних зубьев

№	Методы обработки	Расчётная формула осн. времени, мин	Осн. время, мин	Отн.производ., %	ЛТ	Ra, мкм	Мат-л инстр.	Стойк инстр.	Затраты на инстр. в у.е.
1	Чистовая обработка зубьев Червячной фрезой	$t_{оф} = \frac{(l_o + l_{сп} + l_n)Z \cdot i}{Sngm}$	445	91	6-7	2,5-5	P6M5K5		1
2	Долбяком	$t_{од} = \frac{h}{Sp \cdot h} + \frac{n \cdot MZ \cdot i}{Sk \dots n}$	490	100	6-7	2,5-5	P6M5		-
3	Обкаточн. резцом	$t_{ор} = \frac{(l_o + l_{сп} + l_n)Z}{S \cdot n}$	325	66	6-7	2,5-5	P6M5K5		0,1

В результате расчётов, представленных в таблице 3.1, были получены данные, из которых видно, что наибольшая производительность достигается на черновой обработке: дисковой фрезой и фрезой-улиткой (червячная фреза для внутреннего зацепления); на чистовой обработке: червячной фрезой и обкаточным резцом. Но применение предварительной прорезки впадин зубьев дисковой фрезой влечёт за собой переустановку детали, а это вызывает необходимость двух чистовых проходов [17].

Сравнение относительной стоимости червячной фрезы и обкаточного резца – затраты на обкаточный резец составляют 10% стоимости червячной фрезы.

Сравнение чистового зубонарезания червячной фрезой и обкаточным резцом при одинаковых условиях показало уменьшение шероховатости при обработке обкаточным резцом в 1,5-2 раза.

При чистовой обработке стойкость обкаточного резца выше стойкости червячной фрезой в 2-3 раза.

По [31] были проведены стойкостные испытания, в которых были определены величины износа для различных скоростей резания для червячных фрез и обкаточных резцов. Наибольшая стойкость инструмента наблюдалась при скорости резания 19,5 м/мин. Это обусловлено интенсивным наростообразованием. Но это приводит к ухудшению качества обработанной поверхности.

По графику 3 [32] (см. лист научных исследований) определяется оптимальная скорость резания $V = 24$ м/мин. Она позволяет обработать все зубья одним инструментом с общим износом $h_3 = 0,15$ мм, что позволяет получить 7-ую степень точности и шероховатость Ra до 2,5 мм.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

4.1 Исходные данные

На всех операциях в техпроцессе для установки используют механизированные кулачки с винтовым приводом. Для надёжной фиксации заготовки (особенно это касается черновых переходов), необходимо прикладывать значительные усилия к зажимному приводу.

Предлагается на всех операциях использовать механизированные кулачки с комбинированным механо-гидравлическим приводом.

Центрирование заготовки идет в два этапа. На первом этапе установка заготовки проводится с помощью винтового привода без окончательного зажима. При этом необходимо прикладывать усилия для грубой приблизительной установки с погрешностью ± 2 мм. На втором этапе клиновым зажимом с гидравлическим усилителем происходит выверка и окончательно закрепление заготовки. Расчёт ведется для заготовки диаметром 1195 мм.

Заготовка кладется на планшайбу станка. Затем проводим четырьмя кулачками выверку заготовки относительно центра стола станка. Погрешность установки заготовки задается точностью выверки. Она зависит от контрольной поверхности, по которой проходит выверка. Приспособление рассчитывается на минимальное необходимое усилие зажима.

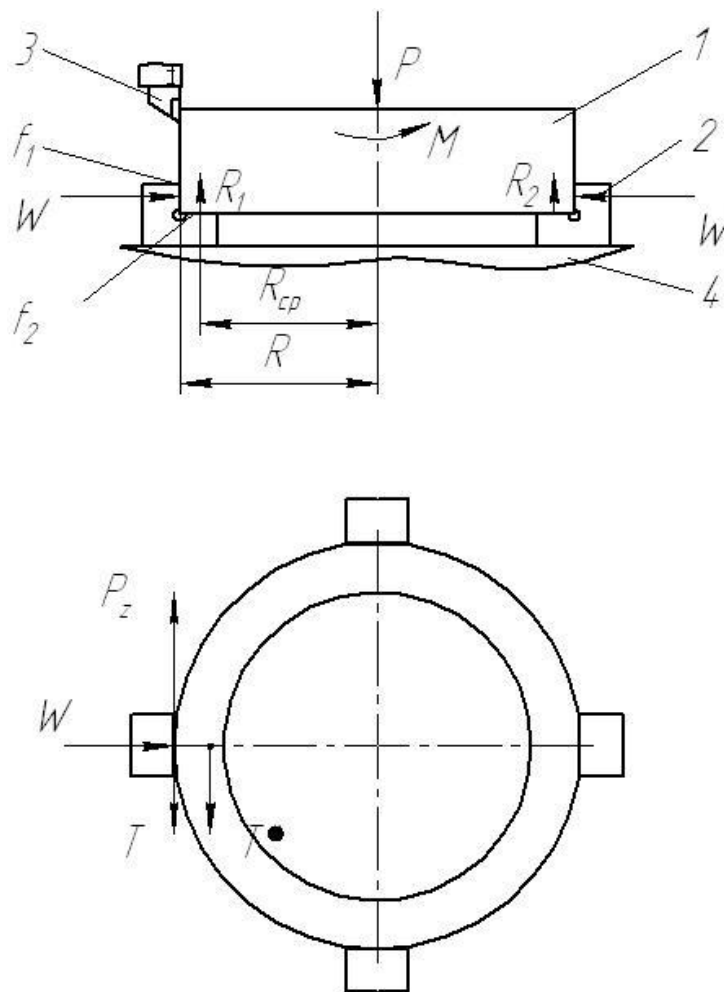


Рис. 4.1. Схема установки и закрепления. Схема действия сил резания при обработке.

4.2 Расчёт усилий резания

Заготовка 1 обрабатывается при зажиме в кулачках 2 на планшайбе 4 токарными резцами 3 с суппортах карусельного станка. Основная сила, стремящаяся повернуть заготовку в кулачках, тангенциальная составляющая силы P_z . Ей противостоит сила трения T при контакте заготовки с кулачками и при контакте с опорами T' . Тангенциальная составляющая силы P_z равна:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot t^x S^y V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (4.1.)$$

где C_p – постоянный коэффициент; x , y , n – коэффициенты с показателем степени [2, с.273]: $C_p = 300$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 0,15$.

Коэффициент K_p находится как произведение поправочных коэффициентов ($K_p = I_{mp} \cdot I_{\sigma p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\nu p}$):

$$K_p = 0,89 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 = 0,73;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 8^{10} \cdot 0,8^{0,75} \cdot 100^{-0,15} \cdot 0,73 = 7428 \text{ Н.}$$

Тогда крутящий момент:

$$M_{pz} = P_z \cdot V = 7428 \cdot 0,55 = 4085 \text{ Н} \cdot \text{М}.$$

Момент от сил зажима W и веса заготовки P препятствует повороту заготовки:

$$M_{mp} = 4T \cdot r + T \cdot r_B = 4f_1 W r + f_2 \cdot P \cdot R_{cp} \quad (4.2)$$

Из условия равенства моментов резания и зажима и с учётом коэффициента безопасности $K=3$

$$K \cdot M_p = 4f_1 W r + P f_2 R_{cp} \quad (4.3)$$

Тогда необходимое усилие зажима:

$$W = \frac{K \cdot M_p - P f_2 \cdot R_{cp}}{4 \cdot f_1 \cdot r}, \quad (3.4)$$

где f_1, f_2 - коэффициенты трения сталь по стали; $R=0,6$ м,
 $R_{cp}=0,56$ м (см рис. 4.1).

$$W = \frac{3 \cdot 4085 - 9670 \cdot 0,2 \cdot 0,56}{4 \cdot 0,2 \cdot 0,6} = 23274 \text{ Н}.$$

4.3. Расчёт зажимного устройства

В кулачке используется черновой просто винтовой механизм и для окончательного закрепления комбинированный клиновой - винтовой зажимной механизм.

Внешний диаметр резьбы у винта d определяется по формуле:

$$d = C \sqrt{\frac{W}{[\sigma]}}, \quad (4.5)$$

где C – коэффициент резьбы. Смотрим для метрической резьбы. $C = 1,4$;

$[\sigma]$ – допускаемое предельное напряжение, Мпа. Для винтов из стали 45 $[\sigma]=100$ Мпа.

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{23274}{100}} = 21 \approx 30 \text{ мм}.$$

Определяется момент M , который необходимо развить на винте для обеспечения заданной зажимной силы W :

$$M = V_{cp} \cdot W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) + M_{TP}, \quad (3.6)$$

где V_{cp} – средний радиус резьбы ($V_{cp}=0,45 \cdot d$); α - угол подъёма резьбы 2° ; φ – угол трения в резьбе $10^\circ 30'$; $M_{тр}$ – момент трения на опорном торце гайки: $M_{тр} = W \cdot f \cdot V_{пр}$;

$V_{пр}$ – приведённый радиус кольцевого торца; для гаек $V_{пр} = [(D^3 - d^3)/(D^2 - d^2)]/3$; наружный диаметр кольцевого торца гайки с учётом всех упрощений:

$$M = 0,5dw, \quad (4.7)$$

$$M = 0,2 \cdot 30 \cdot 23274 = 193644 \text{ Н.м.}$$

Для уменьшения момента применяется гидравлический усилитель с диаметрами малого поршня 22 мм и большого 80 мм.

$$W' = \frac{W \cdot S_2}{S_1 \cdot i_k i_B} \quad (4.8)$$

Где i_k и i_B – передаточные отношения по силе для клинового и винтового зажимных механизмов. Необходимое осевое усилие, где S_1, S_2 - диаметры большого и малого поршней, равно

$$W' = \frac{23274 \cdot 22}{80 \cdot 2,4} = 267 \text{ Н.}$$

И момент на гайке

$$M = 0,5 \cdot 0,02 \cdot 267 = 2,67 \text{ Н.м.}$$

Для создания крутящего момента при зажиме предлагается использовать шаговый двигатель FL60STH86-2008. Крутящий момент на валу до 3 Нм.

Шаг перемещения кулачка на один поворот винта равен шагу резьбы. В данном случае шаг равен 3 мм.

4.5 Расчёт деформации заготовки от усилий зажима

На рис. 4.2. представлена схема деформации заготовки от усилий зажима P . Величина деформации δ будет максимальна для обдирочной операции (сила резания $P_z = 7428$ Н), где требуются усилия зажима 23274 Н.

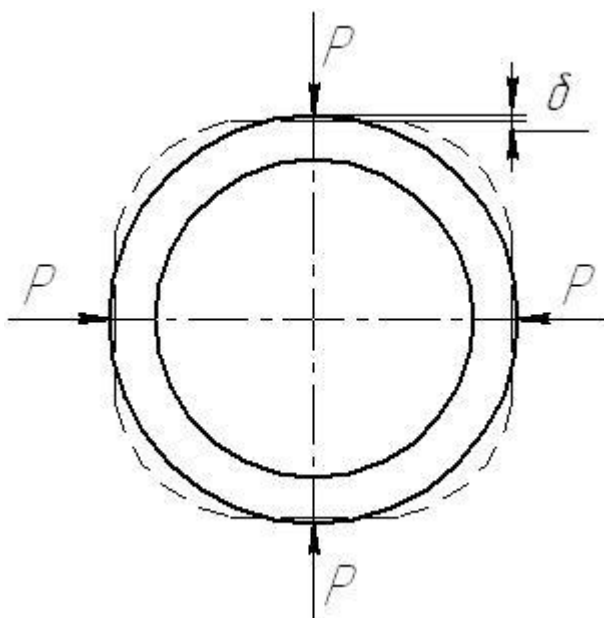


Рис.4.2. Схема деформации заготовки при закреплении.

По [14] величина деформации δ в радиальном направлении от силы P определяется по следующей формуле:

$$\delta = \frac{16 \cdot P \cdot R^2}{E(R^2 - r^2)} \left[(1 - \mu) \cdot R + (1 + \mu) \frac{r^2}{R} \right]. \text{ м} \quad (4.10)$$

где $P = 22500 \text{ Н}$ – сила зажима; R, r – соответственно внешний и внутренний радиус: $R = 1,3 \text{ м}$, $r = 0,05 \text{ м}$. E – модуль упругости; μ – коэффициент Пуассона.

$$\delta = \frac{16 \cdot 23274 \cdot 0,6^2}{2,1 \cdot 10^{11} \cdot (0,6^2 - 0,065^2)} [(1 - 0,3) \cdot 0,6 + (1 + 0,3) \frac{0,56^2}{0,6}] = 0,00019 \text{ м} = 0,019 \text{ мм}.$$

На чистовой операции сила зажима меньше в 13 раз, поэтому $\delta_{\text{чист}} = 0,001 \text{ мм}$.

4.5. Описание устройства и работы приспособления

Приспособление – кулачок с комбинированным механо-гидравлическим приводом состоит из корпуса 7, опорной крышки 2. В ее пазах при помощи передачи винт-гайка, состоящей из винта 3 и гайки 5, перемещается кулачок 4. На кулачке 4 крепится корпус 6, в отверстии которого перемещается пуансон 9. Внутри него перемещается шток 8. Пуансон 9, шток 8 и поршень 10 образуют замкнутую полость. Поршень 10 фиксируется в осевом направлении крышкой 19. Шток 8 с левого торца опирается на клин 16, который приводится в движение винтом шагового двигателя 1. Клин 16 с противоположной стороны поджимается регулируемой крышкой 27. Винт 3 установлен в опорах подшипниках скольжения: втулки 12 и 22. В осевом направлении он фиксируется гайками 27 и контргайками 21. Корпус 7 в нижней части имеет две шпонки.

Приспособление работает следующим образом. Для обработки шестерни по шкале на столе станка кулачки предварительно устанавливаются по соответствующим рискам и закрепляются по проушинам в корпусе 7. Корпус 6 отведен в крайнее левое положение. Заготовка устанавливается на опоры. При помощи

динамометрического ключа винтом 3 корпус 6 перемещается к заготовке, сдвигая ее. При перемещении корпуса 6 до упора, заготовка устанавливается с погрешностью равной погрешности установки кулачков на планшайбе.

Точная установка осуществляется при выверке с индикатором. Он устанавливается в суппорте или в специальной стойке. Подводится к выверяемой заготовке. Погрешность индикатора 0,001 мм. Точность выверки должна быть на уровне 0,02 мм. Включая шаговые двигатели 1 на разных кулачках добиваются выстановки заготовки с заданной точностью. При вращении вала-винт шагового привода 1 клин 16 смещает шток 8. Он создает давление в замкнутой полости. При этом рабочая среда (масло промышленное) выдавливается из малой полости в большую. При этом создается давление в S_2/S_1 больше, чем в малой гидравлической полости (где S_1 - площадь малого поршня, S_2 - площадь толкателя). При этом может создаваться усилие зажима кулачком до 40000 Н. Сам поршень 10 на внешней части имеет сменную опору 11. При раскреплении клин 16 отводится в исходное положение. Пружина 39 отжимает шток 8 в левое положение до контакта с клином 16. За счет разрежения давления в полости поршень 10 с опорой 11 отходят от заготовки. Вращением винта 3 корпус 6 отводят окончательно.

5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

5.1. Исходные данные

Расчёт обкатного инструмента фрезы-улитки начинается со сбора исходных данных.

Материал детали – 35ХМФЛ ГОСТ 21437-87, материал режущей части пластин – Р6М5К5. Обрабатывается деталь с внутренним диаметром 970 мм, шириной зубчатого венца – 150 мм; модулем – 10 мм; числом зубьев – 95.

Режимы резания назначаются укрупнено по [18]:

глубина резания под черновое нарезание зубьев $t = 19,9$ мм;

подача на врезание инструмента $S_{вр} = 2$ мм/об;

подача продольная $S_{пр} = 4$ мм/об;

скорость резания $V = 20$ м/мин;

число оборотов инструмента для фрезы диаметром 400 мм

$n = 18$ об/мин.

5.2. Расчёт фрезы улитки

Расчёт фрезы-улитки ведется в следующей последовательности [3, 19,22]:

Принимаются конструктивно основные размеры фрезы рис.5.1:

наружный диаметр фрезы – 400 мм;

посадочный диаметр отверстия – 60Н7 мм;

общая длина фрезы – $L = 165$ мм;

длина буртиков - $\ell = 30$ мм;

число зубьев – $Z = 18$.

Размеры профиля зубьев в нормальном сечении (см. рис. 5.2.)

угол профиля режущей части резца $\alpha = 20^{\circ} \pm 4'$;

угол профиля другой части резца $\alpha = 15^{\circ} \pm 30'$.

Резание происходит попеременно каждой стороной резцов с углом профиля $\alpha_p = 20^\circ \pm 4'$, при этом достигается уменьшение ширины стружки, увеличение доли свободного резания, что способствует уменьшению сил резания и повышению виброустойчивости процесса резания.

Шаг профиля зуба:

$$t_n = \pi \cdot m, \quad (5.1)$$

$$t_n = 3,14 \cdot 10 = 31,4 \text{ мм.}$$

Расчётная толщина зуба по нормам (рис.5,2):

$$\frac{S_n}{2} = \frac{t_n}{2} - \frac{(S_{d_1} + \Delta S)}{2}, \quad (5.2)$$

где S_{d_1} - толщина зуба нарезаемого колеса по нормам, ΔS - величина припуска под последующую чистовую обработку.

$$\frac{S_n}{2} = \frac{31,4}{2} - \frac{(18,85 + 1)}{2} = \frac{17,85}{2} \text{ мм} = 5,78 \text{ мм.}$$

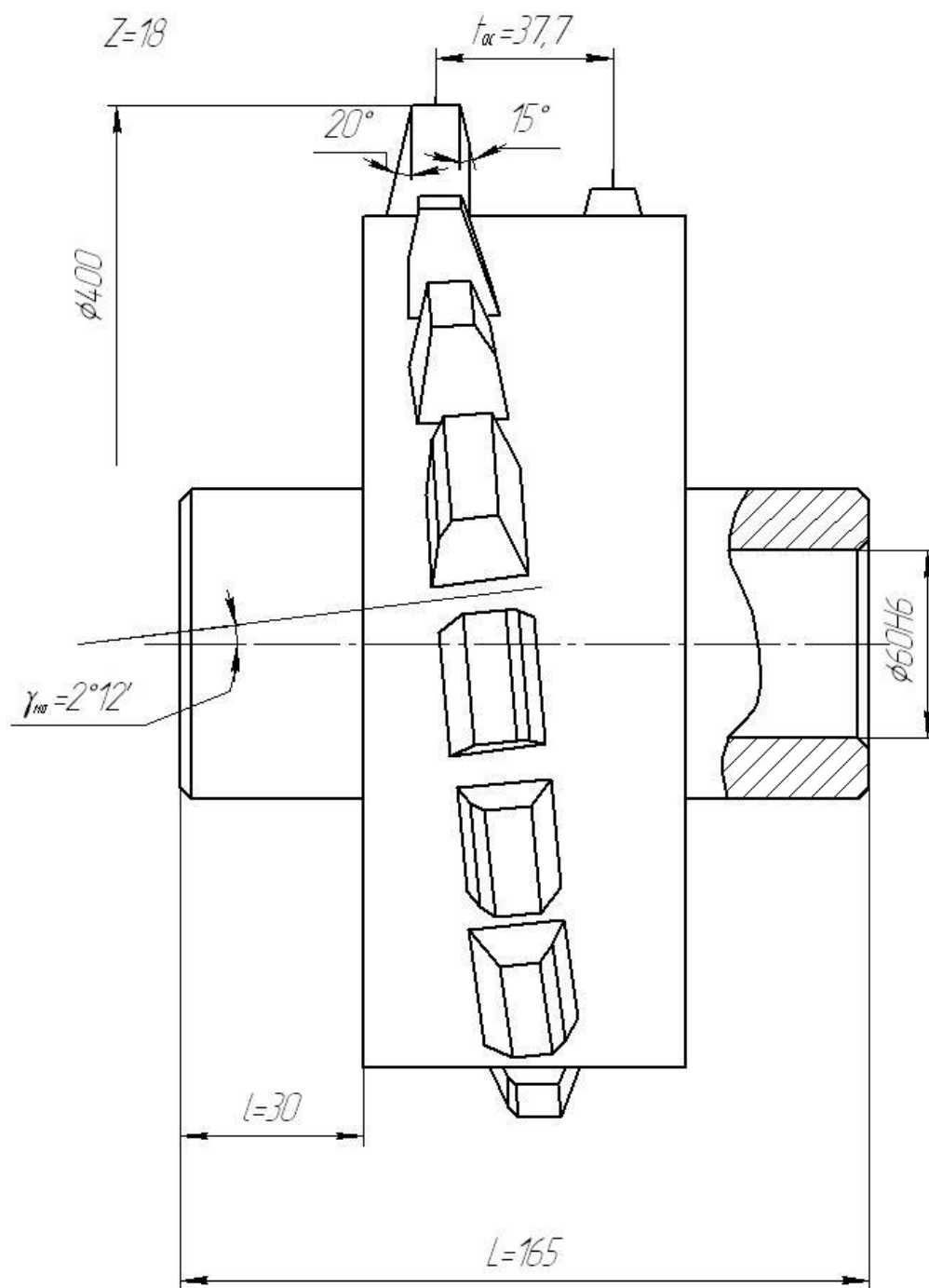


Рис. 5,1. Эскиз фрезы-улитки

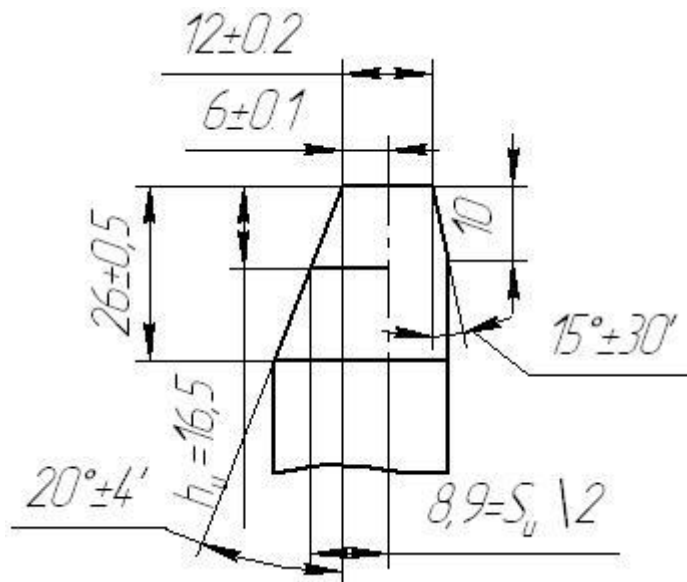


Рис. 5.2. Схема профиля зуба в нормальном сечении.

Высота головки зуба фрезы (рис. 5.2)

$$h_n = \frac{d_{o_1} - d_{i_1}}{Z}, \quad (5.3)$$

где d_{o_1}, d_{i_1} - диаметры делительной окружности и окружности впадин колеса.

$$h_n = \frac{950 - 965,5}{2} = 7,75 \text{ мм}.$$

5.3. Расчётные размеры фрезы

Угол подъёма витка γ_{mo}

$$\sin \gamma_{mo} = \frac{m \cdot a}{d_\delta}, \quad (5.4)$$

где m – модуль, мм;

a – число заходов фрезы $a = 1$;

d_δ - диаметр фрезы $d_\delta = D_{нар} - 2h$, $D_{нар} = 400$ мм – наружный диаметр фрезы.

$$\sin \gamma_{mo} = \frac{10 \cdot 1}{400 - 2 \cdot 16.5} = 0,0327 ,$$

$$\gamma_{mo} = \arcsin 0,0327 = 2^{\circ}12'.$$

Шаг фрезы в осевом сечении:

$$t_{oc} = \frac{t_n}{\cos \gamma_{mo}}, \quad (5.5)$$

$$t_{oc} = \frac{31,4}{\cos 2^{\circ}12'} = 37,73 \text{ мм}.$$

Шаг подъёма зубьев по архимедовой спирали.

$$h = \frac{t_{рез}}{Z_{чер}}, \quad (5.6)$$

где $t^{рез}$ - глубина резания, мм; $Z_{чер}$ - число черновых зубьев.

$$h = \frac{28.4}{14} = 2.03 \text{ мм}.$$

4. Шпоночный паз выполняют по ГОСТ 9472-83.

Для облегчения шлифования отверстия и лучшей посадки фрезы на оправку в ней делают выточку глубиной 1 мм и длиной $l = 0,3$; $L=50$ мм.

Геометрические элементы лезвия рабочей части резца: передний угол $\gamma = 5^{\circ}$; задний угол $\alpha = 10^{\circ}$, по [19].

Технические требования к фрезам принимают по ГОСТ 9324-90.

Сборочный чертёж фрезы-улитки представлен на листе графической части.

6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ

Важным элементом зубчатого колеса, обеспечения его правильной работы является радиальное биение его зубчатого венца по делительной окружности. В базовом техпроцессе отсутствовало приспособление для его контроля.

Радиальное биение детали равно детали 0,1 мм.

Принцип действия биенемера основывается на определении положения измерительного наконечника во впадинах между двумя зубьями (рис. 10.1) при соприкосновении его с боковыми поверхностями зубьями. Наконечник – комбинированный ролик с диаметром [27]:

$$D = 0,5P_{\alpha}m + 2\sin 2\alpha A_{нг} \dots, \quad (6.1)$$

где P_{α} - шаг эвольвентного зацепления; $A_{нг}$ – дополнительное смещение исходного контура; $\alpha = 20^{\circ}$ - угол профиля зуба. С учётом упрощений:

$$D = 1,475 \cdot m + 0,684 \cdot A_{нг}, \quad (6.2)$$

$$D = 1,475 \cdot m + 0,684 \cdot 0,15 = 17,8 \text{ мм.}$$

Измерительный прибор сделан с учётом возможности переналадки для измерения разных по типоразмерам деталей. Для этого гайкой 42 измерительную штангу 30 перемещают и закрепляют на необходимом расстоянии непосредственно на детали (см. лист).

7. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Таблица 7.1 - Технологический паспорт объекта

№ оп	Наименование операции	Вид выполняемых работ	Наименование должности работника	Оборудование	Материалы вещества
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	Литье	Оператор	Литейная машина	
005	Токарно-карусельная	Точение обдирочное	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25	Резцы BK10; СОЖ
010	Термическая	Нормализация	Термист	Печь муфельная	
015	Токарно-карусельная	точение черновое	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25	Резцы T5K10; СОЖ
025	Токарно-карусельная	Точение получистовое	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25	Резцы T15K6; СОЖ
030	Токарно-карусельная	Точение чистовое	Оператор станков с ЧПУ	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25	Резцы T15K6; СОЖ
035	Зубофрезерная	зубофрезерование	Оператор станков с ЧПУ	Зубофрезерный 5343	Зуборезный инструмент (фреза и обкаточный резец), СОЖ

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
040	Слесарная	Зачистка кромок	Слесарь	Стенд	Шлифовальные машинки
045	Радиально сверлильная	Сверление, нарезание резьбы	Сверловщик	Радиально-сверлильный 2М57	Сверла, метчики, СОЖ
055	Сверлильная	Сверление, зекерование, развертывание, шлифование	Сверловщик	Радиально-сверлильный 2Ш55	Сверла, зенкеры, развертки, СОЖ
060	Моечная	Мойка	Мойщик	Камерная моечная машина	Моющие средства
065	Контрольная	Измерение	Контролер измерения продукции	Контрольный стол	

Таблица 7.2 - Идентификация профессиональных рисков

№ оп	Наименование операции	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного производственного фактора
1	2	3	4
000	Заготовительная	Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; движущиеся механизмы и машины; повышенные уровни шума и вибрации; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест	оборудование, материал изделия производства.

Продолжение табл. 7.2

1	2	3	4
005, 015, 025, 030	Токарная	Повышенная температура материала; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука; токсичные вещества.	оборудование; СОЖ; материал изделия производства.
010,020	Термическая	Повышенная температура поверхностей оборудования и материала; запыленность и загазованность воздуха рабочей среды; недостаточная освещенность рабочих мест	оборудование; материал изделия производства.
035	Зубофрезерная	Повышенная температура; отлетающие частицы материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука; испарение токсичных веществ.	оборудование; СОЖ; материал изделия производства.
040	Слесарная	Отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; повышенные уровни шума, вибрации	оборудование; СОЖ; материал изделия производства.
045,050	Сверлильная	Повышенные уровни шума и вибрации; отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента; Повышенная температура.	оборудование; СОЖ; материал изделия производства.
055	Моечная	Высокие влажность	Пары
060	Контрольная	Повышенная яркость света и пульсация светового потока	Рабочее место
	Транспортировка	Обрушивающиеся конструкции, движущиеся механизмы, электрическое напряжение, пыль, шум, вибрации	Подъемно- транспортное оборудование, места складирования

Таблица 7.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов.

№	Опасный и вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенная температура поверхностей оборудования и материала	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха; система охлаждения активных органов оборудования; ограждения и разметка зон повышенной опасности	специальная одежда
2	Отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента	Беспрерывная подача СОЖа на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха	защитные очки; спец. одежда респиратор.
3	Повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений	защитный экран рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования;	беруши, спец. одежда.
4	Испарение токсичных веществ; химический ожог кожного покрова.	Беспрерывная подача СОЖ на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха	спец. одежда респиратор.
5	Высокая влажность и скорость движения воздуха.	Система вентиляции и кондиционирования атмосферного воздуха;	Спец. одежда.
6	Повышенная яркость света и пульсация светового потока	Искусственное подавление светового потока.	-

Таблица 7.4 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

№	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Металлургическое производство	Литейная машина	А	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей
2	Механосборочное производство	Токарно-карусельный, Зубофрезерный, Радиально-сверлильный	В	Пламя и искры; тепловой поток	вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества
3	Термический цех		В	Пламя и искры; тепловой поток	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 7.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности. Первичные средства пожаротушения

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Воздушно-пенный огнетушитель ОВП-8(з)-АВ; Порошковый огнетушитель ОП-3(з)	Передвижные воздушно-пенные огнетушители	Пенная система пожаротушения: модули БК-ПТ	Технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Гидрант пожарный	Респиратор, очки, спец.одежда	Шит пожарный ЩП-А	Извещатели пожарные ручные, Световые и звуковые пожарные оповещатели,

Таблица 7.6 - Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Литейная операция Металлорежущие станки – механическая обработка Термическая операция -печь	применение установок пожаротушения и водяного орошения; применение автоматических установок пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией при пожаре; устройства, ограничивающие распространение пожара; применение строительных конструкций с регламентированными пределами огнестойкости и классами конструктивной пожарной опасности; организация	Пожарные оповещатели, устанавливаемые на объекте, должны обеспечивать однозначное информирование людей о пожаре в течение времени эвакуации, а также выдачу дополнительной информации, отсутствие которой может привести к снижению уровня безопасности людей. Автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации должны обеспечивать автоматическое обнаружение пожара, подачу

1	2	3
	своевременной эвакуации людей и снабжением персонала средствами коллективной и индивидуальной защиты от опасных факторов пожара.	управляющих сигналов на технические средства оповещения людей о пожаре и управления эвакуацией людей, приборы управления установками пожаротушения, технические средства управления системой противодымной защиты, инженерным и технологическим оборудованием.

Таблица 7.7 - Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Заготовительная операция (литье)	Литейная машина	Пыль, токсичные испарения,	-	Формовочная смесь
Механическая обработка	Металлорежущие станки	Пыль, токсичные испарения,	СОЖ, моющие средства	Стружка, ветошь

Таблица 7.8 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Мероприятия
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Центробежный скруббер батарейного типа СЦВБ-20 для мокрой очистки нетоксичных и невзрывоопасных газов от средне- и крупнодисперсной пыли (литье) Рукавный фильтр ФРИ-30(обработка)

1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	локальная установка для очистки сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Утилизация на полигонах, переплавка (стружка)

Заключение по разделу «безопасность и экологичность технического объекта».

1. В разделе «безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления коронной шестерни, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия (таблица 7.1).

2. Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления коронной шестерни, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ. В качестве опасных и вредных производственных факторов идентифицированы следующие: повышенная температура поверхностей оборудования и материала, отлетающие частицы обрабатываемого материала и инструмента, повышенные уровни шума, вибрации, ультразвука и различных излучений, испарение токсичных веществ, химический ожог кожного покрова, высокая влажность и скорость движения воздуха, повышенная яркость света и пульсация светового потока.

3. Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно система охлаждения активных органов оборудования, ограждения и разметка зон повышенной опасности, непрерывная подача сож на обрабатываемый материал; защитный экран рабочей зоны оборудования; система вентиляции и

кондиционирования атмосферного воздуха, защитный экран рабочей зоны оборудования; виброизоляция оборудования, искусственное подавление светового потока.. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников (таблица 7.3).

4. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности (таблица 7.4). Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности (таблица 7.5). Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте (таблица 7.6).

5. Идентифицированы экологические факторы (таблица 7.7) и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте (таблица 7.8).

8. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического проекта, произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта и определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

8.1. Краткая характеристика сравниваемых вариантов

Программа выпуска – 500 шт. Материал детали – сталь 35ХМФЛ. Метод получения заготовки – отливка. Масса детали – 447 кг, масса заготовки – 669 кг.

Остальная краткая характеристика с необходимыми данными по писанию изменений в вариантах технологического процесса, представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1 - Описание изменений по сравниваемым вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 035 – зубофрезерная	
<u>Оборудование</u> – зубострогальный станок, модель maag sh250/300.	<u>Оборудование</u> – зубофрезерный станок, модель 5343.
<u>Оснастка</u> – кулачки с независимым приводом, ключ трещёточный, индикатор 2миг.	<u>Оснастка</u> – кулачки с независимым приводом, ключ трещёточный, индикатор 2миг.
<u>Инструмент</u> – червячная фреза со строгальными резцами	<u>Инструмент</u> – фреза-улитка с обкатными резцами из стали рбм5к5.
Тип производства – среднесерийный	
Условия труда – нормальные.	
Форма оплата труда – повременно-премиальная	

Необходимые исходные данные по оборудованию, приспособлению, инструменту и т.д. Заносим в таблицу 8.2. Представленные значения не будут учитывать затраты, связанные материалами, т.к. Согласно описанию (табл. 8.1), ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Таблица 8.2 - Исходные данные для расчета экономической эффективности

№	Исходные данные	Обозначение	Единица измерения	Числовое значение	
				Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$N_{ГОД}$	Шт.	500	500
2	Норма штучного времени на операцию	$T_{ШТ}$	Мин	1645	1098
	В т.ч. Машинное время	$T_{МАШ}$	Мин	1200	885
3	Трудоемкость проектирования технологии или техники	$T_{ТР.ПР}$	Час	–	557,6
4	Цена единицы оборудования	$Ц_{ОБ}$	Руб.	807290	1816400
5	Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)	$B_{Р.ОБ}$	Руб.	40364,5	90820
6	Цена одной единицы приспособления	$Ц_{ПР}$	Руб.	17437,8	17437,8
7	Выручка от реализации изношенного приспособления	$B_{Р.ПР}$	Руб.	3487,5	3457,5
8	Цена единицы рабочего инструмента	$Ц_{И}$	Руб.	8692	11098,8
9	Выручка от реализации изношенного инструмента	$B_{Р.И}$	Руб.	1738,4	2219,8
10	Количество переточек	$N_{ПЕР}$		18	18
11	Цена одной переточки	$Ц_{ПЕР}$	Руб.	286,9	286,9
12	Стойкость одной переточки	$T_{И}$	Час	2,7	3,3
13	Коэффициент случайной убыли инструмента	$K_{УБ}$		1,13	1,07
14	Часовая тарифная ставка рабочего	$C_{Ч}$	Руб./час	66,71	66,71
15	Часовая тарифная ставка наладчика	$C_{ЧН}$	Руб./час	97,67	97,67
16	Часовая заработная плата конструктора, технолога	$C_{Ч.ТЕХ}$	Руб./час	–	77,8
17	Габариты станка	$P_{УД}$	M^2	6,3	36,2
18	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь станка	$K_{ДОП.ПЛ}$		3,5	2
19	Стоимость эксплуатации $1m^2$ площади здания в год	$Ц_{ПЛ}$	Руб./ m^2	4500	4500
20	Установленная мощность единицы оборудования	$M_{УСТ}$	Квт	25	42
21	Цена за 1 квт электроэнергии	$Ц_{ЭЭ}$	Руб./квт	2,582	
22	Цена за $1 m^3$ воды	$Ц_{В}$	Руб./ m^3	4,479	
23	Цена за $1 m^3$ сжатого воздуха	$Ц_{СЖ}$	Руб./ m^3	0,279	

8.2. Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Используя исходные данные, представленные в таблице 8.2 и методику расчета необходимого количества оборудования, представленную в методических указаниях «экономическое обоснование дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки детали», определим данную величину.

$$N_{\text{ОБ.РАСЧ}} = \frac{N_{\text{ГОД}} \cdot T_{\text{ШГ}}}{\Phi_{\text{ЭФ.ОБ}} \cdot K_{\text{В.Н}} \cdot 60}, \text{ шт.} \quad (8.1)$$

Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего, большего числа и получаем их принятое или фактическое количество $N_{\text{об.прин}}$ или $N_{\text{об}}$.

$$K_3 = \frac{N_{\text{ОБ.РАСЧ}}}{N_{\text{ОБ.ПР}}} \quad (8.2)$$

Учитывая то, что на каждой операции необходимо по одному станку, то в этом случае коэффициент загрузки оборудования на этих операциях будет равен расчет величине оборудования, определенной по формуле (8.1). Результаты расчета по представленной методике записаны в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Результаты расчетов количества оборудования и коэффициента загрузки оборудования

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение И единица измерения	Значение параметра	
		Базовый	Проектный
1	Расчетное количество оборудования, $N_{\text{об.расч}}$	2,845	1,899
2	Принятое количество оборудование, $N_{\text{об}}$.	3	2
3	Коэффициент загрузки оборудования K_3	0,948	0,95
4	Средний коэффициент загрузки оборудования, $K_{3,ср}$	0,948	0,95

8.3. Расчет капитальных вложений в совершенствование тп

Для определения капитальных вложений, так же будем использовать уже представленные методические указания, которые, учитывая описанные изменения, позволят определить необходимые средства для вложений. Принимая во внимание тот факт, что изменениям подверглись лишь приспособления и инструмент, определим величину капитальных вложений с

учетом этих особенностей по формулам (8.6) – (8.15). Так как интерес для нас представляет проектируемый вариант, то и расчеты будем вести только данному варианту, без учета базового.

$$Z_{ПР} = T_{ТР.ПР} \cdot C_{Ч.ТЕХ}, \text{ руб.} \quad (8.6)$$

$$K_{ОБ} = \sum H_{ОБ} \cdot C_{ОБ} \cdot \kappa_3, \text{ руб.} \quad (8.7)$$

$$K_M = K_{ОБ} \cdot \kappa_{МОИТ}, \text{ руб.} \quad (8.8)$$

$$K_{ТР} = K_{ОБ} \cdot 0,05, \text{ руб.} \quad (8.9)$$

$$K_{ПР} = \sum H_{ПР} \cdot C_{ПР} \cdot \kappa_3, \text{ руб.} \quad (8.10)$$

$$K_{И} = \sum \frac{C_{И} \cdot T_{МАШ} \cdot N_{Г} \cdot \kappa_{УБ} \cdot H_{И}}{T_{И} \cdot (i_{ПЕР} + 1) \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (8.11)$$

$$K_{Э.ПЛ} = \sum H_{ОБ} \cdot P_{УД} \cdot \kappa_{ДОП} \cdot \kappa_3 \cdot C_{Э.ПЛ}, \text{ руб.} \quad (8.12)$$

$$Z_{ДЕМ} = 0,1 \cdot \sum H_{ОБ} \cdot C_{ОБ.ДЕМ}, \text{ руб.} \quad (8.13)$$

$$B_{РЕАЛ} = 0,05 \cdot \sum H_{ОБ} \cdot C_{ОБ.ДЕМ}, \text{ руб.} \quad (8.14)$$

$$K_{ВВ.ПР} = Z_{ПР} + K_{ОБ} + K_M + K_{ТР} + K_{ПР} + K_{И} + Z_{ДЕМ} - B_{РЕАЛ}, \text{ руб.} \quad (8.15)$$

Для расчетов значений по формулам (8.6) – (8.15) использовалось программное обеспечение Microsoft Excel, а полученные значения записаны в таблице 8.4.

Таблица 8.4 - Расчетные значения, входящие в капитальные вложения по проектному варианту

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение И единица измерения	Значение Параметра
1	Затраты на проектирование, $Z_{ПР}$, руб.	62208,88
2	Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, $K_{ОБ}$, руб.	3449576,59
3	Затраты на доставку и монтаж оборудования, K_M , руб.	724411,08
4	Затраты на транспортные средства, $K_{ТР}$, руб.	172478,83
5	Затраты на приспособление, $K_{ПР}$, руб.	33116,62
6	Затраты на инструмент, $K_{И}$, руб.	1396864,52
7	Затраты на эксплуатацию производственной площади, $K_{Э.ПЛ}$, руб.	618735,99
8	Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, $Z_{ДЕМ}$, руб.	242187
9	Выручка от реализации высвобожденного оборудования, $B_{РЕАЛ}$, руб.	121093,5
10	Итого капитальные вложения в проектируемый вариант, $K_{ВВ.ПР}$, руб.	6578486,01

8.4. Расчет технологической себестоимости сравниваемых вариантов

Основными элементами, входящими в технологическую себестоимость являются: основные материалы, заработная плата основных рабочих (операторов и наладчиков), начисления на заработную плату и расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, состоящие из определенного количества параметров. Все перечисленные элементы определяются по формулам, которые имеют подробное описание в методических рекомендациях.

Учитывая то, что материал и метод получения заготовки не изменился по вариантам, поэтому расчеты по определению величины основных материалов проводит не целесообразно, это связано с тем, что данная величина не повлияет на конечных результат расчетов. Остальные значения рассчитаем по следующему алгоритму.

$$Z_{\text{пл.оп}} = \frac{\sum T_{\text{шт}} \cdot C_{\text{ч}}}{60} \cdot K_{\text{У}} \cdot K_{\text{ПФ}} \cdot K_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Д}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{В.Н}}, \text{ руб.} \quad (8.16)$$

$$Z_{\text{пл.оп}}^{\text{газ}} = \frac{1645 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 3833,21$$

$$Z_{\text{пл.оп}}^{\text{пр}} = \frac{1098 \cdot 72,24}{60} \cdot 1,087 \cdot 1,14 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,076 \cdot 1,2 = 2558,58$$

$$H_{3,\text{пл}} = 3\text{П} \cdot K_{\text{С}} = Z_{\text{пл.оп}} \cdot K_{\text{С}}, \text{ руб.} \quad (8.17)$$

$$H_{3,\text{пл}}^{\text{газ}} = 3833,21 \cdot 0,3 = 1149,96$$

$$H_{3,\text{пл}}^{\text{пр}} = 2558,58 \cdot 0,3 = 767,57$$

$$P_A = \frac{C_{\text{об}} \cdot (C_{\text{монт}} + 1) \cdot B_{\text{р.об}} \cdot H_A \cdot H_{\text{об}} \cdot K_3}{\Phi_{\text{эф.об}} \cdot 100 \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}}, \text{ руб.} \quad (8.18)$$

$$P_A = \frac{C_{\text{об}} \cdot (C_{\text{монт}} + 1) \cdot B_{\text{р.об}} \cdot K_{\text{Р}} \cdot H_{\text{об}} \cdot K_3}{\Phi_{\text{эф.об}} \cdot 60 \cdot K_{\text{ВН}}}, \text{ руб.} \quad (8.19)$$

$$P_{\text{э.э}} = \frac{M_{\text{уст}} \cdot T_{\text{маш}} \cdot C_{\text{ээ}} \cdot K_{\text{М}} \cdot K_{\text{П}} \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\text{В}}}{\text{КПД} \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (8.20)$$

$$P_{\text{И}} = \frac{C_{\text{И}} \cdot K_{\text{тр.И}} - B_{\text{р.И}} \cdot K_{\text{УБ}} + H_{\text{пер}} \cdot C_{\text{пер}} \cdot T_{\text{маш}} \cdot H_{\text{И}}}{T_{\text{И}} \cdot (C_{\text{пер}} + 1) \cdot 60}, \text{ руб.} \quad (8.21)$$

$$P_{\text{ПР}} = \frac{C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{Р.ПР}} - B_{\text{р.ПР}} \cdot H_{\text{ПР}} \cdot K_3}{N_{\text{год}} \cdot T_{\text{ПР}}}, \text{ руб.} \quad (8.22)$$

$$P_{CM} = \frac{H_{OB} \cdot K_3 \cdot P_{COЖ}}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.23)$$

$$P_B = \frac{\Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot H_{OB} \cdot K_3 \cdot C_B \cdot Y_B}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.24)$$

$$P_{ПЛ} = \frac{H_{OB} \cdot K_3 \cdot P_{УД} \cdot K_{ДОП.ПЛ} \cdot C_{ПЛ}}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.25)$$

$$P_{СЖ} = \frac{H_{OB} \cdot K_3 \cdot \Phi_{ЭФ.ОБ} \cdot Y_{СЖ} \cdot C_{СЖ}}{N_{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.26)$$

$$P_{Э.ОБ} = P_A + P_{P.ОБ} + P_{Э.Э} + P_{И} + P_{ПР} + P_{СМ} + P_B + P_{ПЛ} + P_{СЖ}, \text{ руб.} \quad (8.27)$$

Для расчетов значений по формулам (8.18) – (8.27) использовалось программное обеспечение microsoft excel, а полученные значения представлены в таблице 8.5

Таблица 8.5 - Расчетные значения параметров, входящих в расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

№ п/п	Наименование параметра, условное обозначение И единица измерения	Значение параметра	
		Базовый	Проектный
1	Расходы на амортизацию оборудования, p_a , руб.	2,765	4,153
2	Расходы на текущий ремонт, $p_{p.об}$, руб.	0,590	0,886
3	Расходы на электроэнергию $p_э$, руб.	874,081	1082,987
4	Расходы на содержание и эксплуатацию рабочего инструмента, $p_{и}$, руб.	30,43	20,312
5	Расходы на содержание и эксплуатацию приспособления, $p_{пр}$, руб.	3954,927	2876,948
6	Расходы на смазочно-охлаждающую жидкость, $p_{см}$, руб.	7,398	4,938
7	Расходы на технологическую воду, $p_в$, руб.	61,400	40,983
8	Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, $p_{э.пл}$, руб.	0,829	0,553
9	Расходы на сжатый воздух, $p_{сж}$, руб.	564,637	1237,472
10	Итого расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $p_{э.об}$, руб.	5497,056	5269,23

$$C_{ТЕХ} = 3П + H_{э.пл} + P_{Э.ОБ}, \text{ руб.} \quad (8.25)$$

$$C_{ТЕХ(БЗ)} = 3833,21 + 1149,96 + 5497,06 = 10480,22$$

$$C_{ТЕХ(П)} = 2558,58 + 767,57 + 5269,23 = 8595,38$$

Далее определяем полную себестоимость выполнения рассматриваемых операций, для этого используем калькуляцию себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса. Согласно ей мы получаем: полную себестоимость по базовому варианту – $C_{\text{полн(баз)}} = 24506,39$ руб., а по проектному варианту – $C_{\text{полн(пр)}} = 17962,33$ руб.

8.5. Расчет показателей экономической эффективности

$$P_{\text{ОЖ}} = (C_{\text{полн(баз)}} - C_{\text{полн(пр)}}) \cdot N_{\text{ГОД}}, \text{ руб.} \quad (8.26)$$

$$P_{\text{ОЖ}} = (24506,39 - 17962,33) \cdot 500 = 3272030$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = P_{\text{ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}}, \text{ руб.} \quad (8.27)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 3272030 \cdot 0,2 = 654406$$

$$P_{\text{ЧИСТ}} = P_{\text{ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}}, \text{ руб.} \quad (8.28)$$

$$P_{\text{ЧИСТ}} = 3272030 - 654406 = 2617624$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{P_{\text{ЧИСТ}}} + 1, \text{ года} \quad (8.29)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{6578486,01}{2617624} + 1 = 3,513 \approx 4 \text{ года}$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}} \cdot \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (8.30)$$

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 2617624 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) = 7475934,14$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ОБЩ}}, \text{ руб.} \quad (8.31)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = ЧДД = 7475934,14 - 6578486,01 = 897448,13$$

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ОБЩ}}}, \text{ руб./ руб.} \quad (8.32)$$

$$ИД = \frac{7475934,14}{6578486,01} = 1,14$$

Благодаря замене оборудования и инструмента на зубофрезерной операции, удалось уменьшить трудоемкость ее выполнения. Это привело к снижению себестоимости на 26,7% и позволит получить дополнительную чистую прибыль в размере 2617624 руб. Необходимые капитальные вложения в

объеме 6578486,01 руб. окупятся в течение 4-х лет. Расчеты подтвердили эффективность инженерных решений, положительной величиной интегрального экономического эффекта, которая составляет –897448,13 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был спроектирован техпроцесс по изготовлению коронной шестерни. Был выбран экономически целесообразный метод получения заготовки – отливка, рассчитаны припуски на обработку. Выбраны: оборудование, режущий и измерительный инструмент, станочные приспособления. Рассчитаны и выбраны табличные значения параметров режима обработки на все операции, а также нормы времени. Разработаны методы и средства обработки по обработке и контролю зубчатого венца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 2-х т. Т.3/ В. И. Анурьев [и др.]- М.: Машиностроение, 1982. – 576с.
2. Бушуев В.В. Тяжёлые зубообрабатывающие станки./В.В. Бушуев, С.П. Налётов. - М.: Машиностроение, 1986. – 325 с.
3. Технология изготовления типовых деталей машин:(Опыт Минского тракт. з-да)/В. Е. Антонюк, А. И. Рубинчик, В. А. Королев. -Минск: Беларусь, 1970. - 232 с.
4. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
5. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения./А.Ф. Горбацевич, Шкред В.А. - Минск, "Высш. Школа", 1983 - 256 с.
6. Горохов В.А. Проектирование и расчет приспособлений/В.А.Горохов – Мн.: Высш. школа, 1986. – 238с.
7. Голованов Н.Ф. Зубчатые и червячные передачи. / Н.Ф. Голованов, Е.Г. Гинзбург, Н.Б. Фирун. - Ленинград: Машиностроение,1967 – 254 с.
8. Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.
9. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.2/ Мягков В.Д. [и др.]. - Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
10. Дипломное проектирование по технологии машиностроения. / В.В. Бабука [и др.]. Минск, 1979 318 с.

11. Егоров М.Е. Технология машиностроения./ М.Е. Егоров, В.И. Дементьев, В.А. Дмитриев. - М.: «Высшая школа», 1976 – 352 с.
12. Принципы построения тяжёлого машиностроения./ Попов В.А. [и др.]. - М.: МашГИЗ, 1993.- 472 с.
13. Технология тяжёлого машиностроения./ С.И. Самойлова [и др.] – М.: Машиностроение, 1967. – 296 с.
14. Технология тяжёлого машиностроения./ М.Л. Шахрая [и др.] – М.: МашГИЗ, 1952 – 198 с.
15. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.
16. Маракулин И.В. Краткий справочник технолога тяжёлого машиностроения. /И.В. Маракулин, А.П. Бунец, В.Г. Коринюк. -М.: Машиностроение, 1986 – 412 с.
17. Производство зубчатых колёс. / Б.А. Тайца [и др.] - М.: Машиностроение, 1990 – 592 с.
18. Овумян Г.Г. Справочник зубореза. / Г.Г. Овумян, Я.И. Адам. М.: Машиностроение, 1993 – 194 с.
19. Нефёдов Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту/ Н.А. Нефёдов, К.А. Осипов. - М.: Машиностроение, 1990 – 382 с.
20. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие /Д. А. Расторгуев; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва".- ТГУ. - Тольятти: ТГУ, 2013. - 51 с.
21. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс]:электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

22. Романов В.Ф. Расчёты зуборезных инструментов. / В.Ф. Романов. - М.: Машиностроение, 1969 – 217 с.
23. Сильвестров В.Н. Справочник молодого зуборезчика /В.Н. Сильвестров- М.: «Высшая школа», 1981 – 153 с.
24. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
25. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
26. Справочник по сопротивлению материалов/ Г.С. Писаренко [и др.]-. Киев, 1988 – 526 с.
27. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник. / под ред. В.И. Баранчикова. М.: Машиностроение, 1990.
28. Справочные таблицы по деталям машины. / В.З. Васильева . [и др.]- М.: Машиностроение, 1965 -426 с.
29. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений./ В.С. Корсаков. - М.: Машиностроение, 1983. - 277с.
30. Марков А.Л. Измерение зубчатых колёс. /А.Л. Марков - Ленинград: Машиностроение, 1977 – 219 с.
31. Г.Г. Овумян, С.Л. Хухрий. Чистовая обработка зубьев режущих модулей.: Станки и инструмент, 1975, №1, с. 21,
32. Г.Г. Овумян, О.И. Антонов, С.А. Хухрий. Инструмент для чистового зубонарезания цилиндрических колёс.//Станки и инструмент, 1975, № 1, с. 22-23.
33. Б.В. Яковлев. Производительное зубонарезание колёс внутренними зубьями.: Станки и инструмент, 1974, № 1, с. 29-30.
34. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении / Е.Я. Юдин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1983. – 432с.
35. Цвосс Ю.В. Профилирование режущего обкатного инструмента./ Ю.В. Цвосс.- М.: МашГИЗ, 1961- 263 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Разраб.	Пынзрь			Кафедра ОиТМП							
Провер.	Расторгуев										
Н. контр.	Виткалов				Коронная шестерня						
Утв.	Бобровский										
				Наименование операции				Материал			
				Карусельная (получистовая)				35ХНМЛ ГОСТ 977-88			
				Твердос ть	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
				НВ 260	166	447	Ø1200×160		669	1	
				Оборудование				Обозначение программы			
				ИМТ Intermato VBM 18265							
				Т _о	Т _в	Т _{пз}	Т _{шт}	СОЖ			
31.8	65	40	110.2	Сульфозфрезол							
Р		ПИ	Д или В, мм	L	t, мм	i	S, мм/мин	Ноб/ми н	Vз		
О 01	1. Установить, выверить деталь с точностью до 0,1 мм и закрепить										
Т 02	396170 Кулачки с независимым приводом, 392650 Ключ трещёточный, 393410 Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75										
О 03	2. Точить пов., выдержав размеры согласно эскиза										
Т 04	392104 Резец проходной отогнутый правый Т15К6 ГОСТ9696-75, резец проходной прямой Т15К6 ГОСТ18868-73,										
Т 05	393311 штангенциркуль ШЦIII-400-0,1 Гост 166-80										
Р 06			1196	220	0.93	1	0,6	40	148		
Р 07			1196	80	0.9	1	0,6	44	148		
Р 08			1066	70	8	2	0,4	49	148		
О 09	3. Переустановить, выверить и закрепить заготовку										
О 10	4. Точить пов. выдержав размеры согласно эскиза										

Разраб.	Пынзарь			Кафедра ОиТМП							
Провер.	Расторгуев										
Н. контр.	Виткалов										
Утв.	Бобровский										
Р				ПИ	Д или В, мм	L	t, мм	i	S, мм/мин	Ноб/ми н	Vз
Т 01	392104 Резец проходной отогнутый правый Т15К6 ГОСТ9696-75, резец проходной прямой Т15К6 ГОСТ18868-73,										
02	393311 штангенциркуль ШЦШ-400-0,1 Гост 166-80										
Р 03					1196	220	0.93	1	0,6	40	148
Р 04					1196	80	0.9	1	0,6	44	148
Р 05	5. Снять деталь со станка				1066	70	8	2	0,4	49	148
О 06											
OK											

Разраб.	Пынварь		Кафедра ОиТМП											
Провер.	Расторгуев													
Н. контр.	Виткалов		Коронная шестерня											
Утв.	Бобровский													
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Переход 1</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Переход 2</i></p> </div> </div>				Наименование операции				Материал						
				Зубофрезерная				35ХНМЛ ГОСТ 977-88						
				Твердос ть	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД				
				НВ 260	166	447	$\phi 1200 \times 160$		669	1				
				Оборудование				Обозначение программы						
				5343										
T_o	T_b	$T_{пз}$	$T_{шт}$		СОЖ									
885	186	40	1098		МРЗ									
Р	ПИ		Д или В, мм	L, мм	t, мм	i	Свр	Спр	Ноб/ми н	Vз				
О 01	1. Установить, выверить и закрепить заготовку с точностью до 0,03 мм													
Т 02	396170 Кулачки с независимым приводом, 392650 Ключ трещётчный Лрук =300 мм, 393410 Индикатор 2МИГ-0,002 ГОСТ 9696-75													
О 03	Нарезать зубья, предварительно выдержав размеры, согласно эскизу													
Т 04	391810 Фреза-улитка с резами из стали Р6М5К5													
Р 05			964	150	17	1	2	4	18	20				
О 06	2. Нарезать зубья начисто, выдержав размеры 7, 8, 9, 10 согласно эскизу													
Т 08	391810 Резец обкаточный двух кромочный Р9М4К8, 394300 Прибор для контроля шага EL401, 393120 Скоба ВТ 8107-6287,													
Р 09			965.5	150	0.5	1	0,5	2,8	22	24				

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
																			3	1
Разраб.	Пынзарь																			
Провер.	Расторгуев																			
Н. Контр.	Виткалов																			
M01	Сталь 35ХМФЛ ГОСТ 21357-87																			
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.			Профиль и размеры				КД	МЗ				
	02		1	447	1	1	0,67	03			1205х170				02	669				
A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.		Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.		
A 01				000	Заготовительная															
B 02																				
A 03				005	4113 Токарно-карусельная															
B 04	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25						3	18219		12	20	1	1	1	50	1	40	430		
O 05	Подрезать торец 1 в размер 660-3 проточить пов. 5, 7 в размер д. 2320-1935, подрезать торец 4 в размер 652-3																			
T 06	396171 Кулачки с независимым приводом ,392650 Ключ трёхточный ,393410 Индикатор. 2 МИГ ГОСТ 9696-75, 392104 Резец двухлезвийный с пластинами																			
T 07	T15K6 по ГОСТ 2209-79																			
8																				
A 9				010	Термическая															
10																				
A 11				015	4113 Токарно-карусельная				3	18219		12	20	1	1	1	50	1	40	110
B 12	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25																			
T 13	396171 Кулачки с независимым приводом, 392650 Ключ трёхточный, 393410 Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, 392104 Резец проходной отогнутый правый																			
T 14	ГОСТ 9696-75, 392104 Резец проходной отогнутый правый T15K6 ГОСТ 18868-73, резец отрезной T15K6 ГОСТ 1887673, 392650 Клинья распорные.																			
O 15	Подрезать торец 1 в размер 648-2 проточить пов. 3, 7 в д. 2312-2019, отрезать в размер 312-1, Подрезать торец 4 в размер 306-2																			
A 16				020	Контрольная (УЗК)															
17																				
B 18				025	4113 Токарно-карусельная				3	18219		12	20	1	1	1	50	1	40	185
B 19	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25																			
O 20	Подрезать торец 1 в размер 303-0,6, проточить пов. 7 в размер д. 2306 1,1., проточить уступ 2 в размеры 289-0,3 проточить пов. 6 8 в размер д. 2102 -1,1,																			
O 21	размеры 289-0,3 проточить пов. 6 8 в размер д. 2102 -1,1, точить пов. 5 в размер д. 1945-0,6 , пов. 3 4 в 286-0,3, 300-0,6 396171 Кулачки с независимым приводом,																			
M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ.	Код загот.			Профиль и размеры				КД	МЗ				

А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
Т 01	392650 Ключ трещеточный, 393410 Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75; 392104 Резец проходной отогнутый правый Т15К6 ГОСТ 18879-73 резец проходной															
Т 02	Прямой Т15К6 ГОСТ 18878-73, резец подрезной Т15К6 ГОСТ 18878-73, 393311 штангенциркуль ШЦШ-400-0,1 Гост 166-80															
А 03				030	4113 Токарно-карусельная	3	18219	12	20	1	1	1	50	1	40	185
О 04	Подрезать торец 2, 3 в размер 275-0,4, проточить пов. 6, 8 в размер д. 2095-0,3/0,5															
Б 05	Токарно-карусельный ИМТ Intermato VBM 18.25															
Т 06	396171 Кулачки с независимым приводом, 392650 Ключ трещеточный, 393410 Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, 392104 Резец проходной отогнутый правый															
Т 07	Т15К6 ГОСТ 18868-73, 393311 штангенциркуль ШЦ-Ш- 400-0,1 ГОСТ 166-80															
А 08				035	4153 Зубофрезерная											
Б 09					381572 Зубофрезерный 5343	3	12287	12	20	1	1	1	50	1	35	1098
О 10	Нарезать зубья 11 в размеры согласно чертежа															
Т 11	396171 Кулачки с независимым приводом, 392650 ключ трещеточный, 393410 Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, 391810 фреза-улитка с резцами из стали Р6М5К5,															
Т 12	резец обкаточный Р9М4К8, 394300 Прибор для контроля шага EL401, биенмер наладочный 393120 Скоба															
А 13				040	0910 Слесарная	4	17474	12	20	1	1	1	50	1		8
А 14				045	4123 Радиально сверлильная	3	17335	12	20	1	1	1	50	1	-25	210
Б 15	381217 Радиально-сверлильный 2М57															
О 16	Сверлить 120 отв. 9, 12 в размере д. 20,9+0,2, нарезать 120 резьбовых отв. 9, 12 вразмер М24-Н9															
Т 17	396171 Кулачки с независимым приводом, 392650 Ключ трещеточный, 393410 Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, 396151 Стол делительный У1Н2065 ГОСТ															
Т 18	141650-77, 396171 Кондуктор секторный, 391290 Сверло комбинированное д. 209 Р6М5; 391330 Метчик М24х1,5 Р6М5 ГОСТ 1604-71; 393140 Калибр резьбовой															
Т 19	М24 ГОСТ 17758-72															
А 20				055	4123 Сверлильная	3	17335	12	20	1	1	1	50	1	25	109
Б 21	381217 Радиально-сверлильный 2Ш55															
О 22	Сверлить 16 отв. 10 в размере д. 28,5+0,5, зенкеровать 16 отв. 10 в размер д. 29,75+0,1, развернуть 16 отв. 10 в размер д. 30-0,01															
Т 23	396171 механогидравлический домкрат, 393410 Индикатор 2МИГ ГОСТ 9696-75, 391267 Сверло спиральное Р6М5 д. 28,5 ГОСТ 866-770, 391720 Развёртка Р6М5															
Т 24	д. 30 ГОСТ 1672-80, 391610 Зенкер Р6М5 д. 29,75 ГОСТ 12489, 393311 Штангенциркуль ШЦ-Ш-400-0,1 ГОСТ 160-80															
А 25				060	Контрольная											
А 26				065	Моечная											

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																								
<u>Документация</u>																																														
A2			16.07.514.76.000.СБ	Сборочный чертеж	1																																									
<u>Сборочные единицы</u>																																														
	1		16.07.514.76.100.СБ	Стойка	1																																									
<u>Детали</u>																																														
	2		16.07.514.76.002.	Основание	1																																									
	3		16.07.514.76.003.	Кольцо	1																																									
	4		16.07.514.76.004.	Втулка	1																																									
	5		16.07.514.76.005.	Кольцо	1																																									
	6		16.07.514.76.006.	Сфера	30																																									
	7		16.07.514.76.007.	Шар	1																																									
	8		16.07.514.76.008.	Корпус	1																																									
	9		16.07.514.76.009.	Шар	1																																									
	10		16.07.514.76.010.	Опора верхняя	1																																									
	11		16.07.514.76.011.	Опора нижняя	1																																									
	12		16.07.514.76.012.	Оправка	1																																									
16.07.514.76.000.СП																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Изм.</td> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">№ докум.</td> <td style="width: 10%;">Подп.</td> <td style="width: 10%;">Дата</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Пындзарь</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Расторгуев</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Виткалов</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Бабровский</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				Разраб.	Пындзарь							Проб.	Расторгуев							Н.контр.	Виткалов							Утв.	Бабровский						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																										
Разраб.	Пындзарь																																													
Проб.	Расторгуев																																													
Н.контр.	Виткалов																																													
Утв.	Бабровский																																													
Контрольное приспособление					Лит.	Лист	Листов																																							
					Д	1	2																																							
					ТГУ ТМз-1001																																									

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Стандартные изделия</i>		
		7		Гайка 1 М12 х 1,25-6Н.12.40Х.16 ГОСТ 5915-70	1	
		14		Болт 1 М5 х 1,25-6д х 605835Х.16 ГОСТ 7808-70	3	
		15		Винт 2 М10 х 1,25-6д х 255835Х.01 ГОСТ Р 11738-84	3	
		8		Гайка 1 М20 х 1,25-6Н.12.40Х.16 ГОСТ 5915-70	1	

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № подл.	Подп. и дата

16.07.514.76.000.СП

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист
					2

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			16.07.514.70.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<u>Детали</u>						
	1		16.07.514.70.001.	Корпус	1	
	2		16.07.514.70.002.	Крышка	2	
	3		16.07.514.70.003.	Винт	3	
	4		16.07.514.70.004.	Ползун	1	
	5		16.07.514.70.005.	Гайка	1	
	6		16.07.514.70.006.	Корпус	1	
	7		16.07.514.70.007.	Винт	1	
	8		16.07.514.70.008.	Гайка	1	
	9		16.07.514.70.009.	Поршень	1	
	10		16.07.514.70.010.	Поршень	1	
	11		16.07.514.70.011.	Упор	1	
	12		16.07.514.70.012.	Втулка	2	
	13		16.07.514.70.013.	Фиксатор	1	
	14		16.07.514.70.014.	Гайка	1	
	15		16.07.514.70.015.	Кольцо	1	
	16		16.07.514.70.016.	Шпонка	1	
	17		16.07.514.70.017.	Винт	1	
	18		16.07.514.70.018.	Заглушка	1	
	19		16.07.514.70.019.	Крышка	1	
	20		16.07.514.70.020.	Винт	1	
			16.07.514.70.000.СП			
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Разраб.	Пындзарь		
			Проб.	Расторгуцев		
			И.контр.	Виткалов		
			Утв.	Бабровский		
				Кулачок		
				ТГУ ТМз-1001		

Копировал

Формат А4

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

Формат	Экз.	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		21	16.07.514.70.021.	Винт	1	
		22	16.07.514.70.022.	Втулка	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
		23		Подшипник 7000072 К ГОСТ 8338-75	1	
		24		Винт М10х30 ГОСТ 1497-88	4	
		25		Шайба 10 С-78422	4	
		26		Винт М20х25 ГОСТ 1497-88	1	
		27		Гайка М30х15 ГОСТ 2526-51	1	
		28		Гайка М26х15 ГОСТ 2526-51	1	
		29		Шпонка 2-20 х 20 х 30 ГОСТ 23360-78	2	
		30		Винт М10х18 ГОСТ 1497-88	2	
		31		Шайба 10 С-78422	2	
		32		Винт М20х45 ГОСТ 1497-88	14	
		33		Шайба 20 С-78422	14	
		34		Сальник 59-76 ГОСТ6418-81	1	
		35		Шнур 1С-φ8 ГОСТ6467-79	2	
		36		Уплотнение 60-80-1-7 МН5657-78	2	
		37		Винт М20х30 ГОСТ 1497-88	8	
		20		Гайка М30х15 ГОСТ 2526-51	1	