

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления приводного вала-шестерни

Обучающийся

С.В. Рогожин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.А. Расторгуев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

## Аннотация

В данной работе разработан технологический маршрут и план изготовления детали «Вал-шестерня редуктора» для условий мелкосерийного производства. Рассматривается технологический процесс изготовления вала. По заданию объем выпуска дан в количестве 10 деталей в год.

Проведен анализ служебного назначения и технологичности детали. Для проектирования технологии выбран тип производства. Представленная технология по всем признакам соответствует необходимым характеристикам мелкосерийного типа производства.

Для спроектированной детали назначены по стандартам требования с учетом обеспечения технологичности по всем группам показателей. Основной недостаток по технологичности – большие габариты и масса.

Спроектирована для выбранного метода исходная заготовка - поковка. С учетом поковки минимальной точности и мелкосерийного производства разработана операционная технология. Разработан технологический маршрут обработки, выбор и проектирование заготовки. Разработана операционная технология. Выбраны станочное оборудование и станочные приспособления. Разработаны технологические наладки, операционные карты, а также составлена маршрутная карта, содержащая полное описание техпроцесса.

Конструкторская разработка направлена на повышение эффективности точения тяжелой и массивной заготовки. Для этого предлагаются переналаживаемые специализированные приспособления – опорные люнеты с регулируемыми рычагами. Инструмент для фрезерования пазов – концевая сборная фреза для обработки крупногабаритных шпоночных пазов. Проектирование технологического процесса сопровождается разработкой мероприятий по защите охраны труда и обеспечению экологичности спроектированного маршрута.

Эффективность изменений на шпоночно фрезерном переходе подтверждается экономическим расчетом.

## Содержание

Введение .....	4
1 Анализ исходных данных .....	5
1.1 Служебное назначение и условия работы детали.....	5
1.2 Назначение поверхностей .....	5
1.3 Анализ технологичности детали .....	6
1.4 Формулировка задач.....	8
2 Технологическая часть работы.....	9
2.1 Определение типа производства .....	9
2.2 Проектирование заготовки.....	9
2.3 Выбор переходов по обработке поверхностей.....	12
2.4 Разработка схем базирования .....	15
2.5 Расчет припуска.....	15
2.6 Выбор средств оснащения .....	18
2.7 Проектирование технологических операций.....	19
2.8 Нормирование.....	27
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	31
3.1 Проектирование станочного приспособления .....	31
3.2 Проектирование инструмента.....	38
4 Экологичность и безопасность проекта .....	41
5 Экономическая эффективность работы .....	44
Заключение .....	48
Список используемых источников.....	49
Приложение А Технологические карты.....	52
Приложение Б Спецификация приспособления .....	59
Приложение В Спецификация инструмента .....	61

## Введение

Изготовление высокоточных механизмов редукторов является необходимым условием развития различных отраслей. Одной из наиболее технологически сложных областей является тяжелое машиностроение, где производят крупные многотонные изделия. Их изготовление создает массу проблем, которые необходимо решить уже на стадии проектирования технологии.

Целью технологии изготовления различных деталей в современном машиностроении является достижение всех технических требований, указанных в конструкторской документации на изделие. Это требует определенного подхода в выполнении всех этапов разработки. Анализ исходных данных выполняется в виде задания на входной технической контроль различных требований с учетом назначения и условий работы изделия. Для этого нужно анализировать особенности обработки данного изделия в соответствии с принципами технологичности. Изменение конструктивных особенностей или технических требований к продукту на этапе конструкторской подготовки производства обеспечивает повышение эффективности технической подготовки производства и снижение себестоимости. Комплексный подход к анализу вала на технологичность с целью избежать дополнительных затрат позволяет обеспечить общую конкурентоспособность выпускаемых отечественной промышленностью механизмов. На этапе формирования операций должно быть обеспечено соответствие средств технологического оснащения и станков, а также методов проектирования особенностям выбранного типа производства. Исходя из вышесказанного, в технологическом процессе необходимо использовать станки с числовым программным управлением и современное оснащение, которое дает возможность использовать высокоскоростную обработку, а это снижает трудоемкость, технологическую себестоимость при условии обеспечения технических требований чертежа.

## **1 Анализ исходных данных**

### **1.1 Служебное назначение и условия работы детали**

Вал шестерня входит в крупногабаритный цилиндрический редуктор. Служит для передачи крутящего момента с использованием двух шпоночных пазов и крупно модульного зубчатого венца. Он установлен в однорядных радиально-упорных подшипниках, которые зафиксированы пружинными упругими кольцами, вставленными в канавках на шейках вала.

Условия действия определяются его большой массой (более 1 тонны). Возникают большие нагрузки под действием силы тяжести. От работы при передаче крутящего момента также действуют циклические нагрузки: поперечные сосредоточенные и крутящий момент.

Из-за больших размеров (высота зуба 18 мм) на них действуют большие изгибающие моменты. В контакте зубьев сопрягающихся шестерен значительные силы трения.

Условия работы – тяжелые.

### **1.2 Назначение поверхностей**

С учетом назначения детали, проведем систематизацию ее поверхности по служебному назначению. Для этого на рисунке 1 показана нумерация поверхностей вал-шестерни.

Все поверхности сгруппированы по своему назначению.

Основные конструкторские базы – шейки 10 и 30 (поверхность имеет дополнительный фиксатор в виде канавки под стопорное кольцо) и буртики 12 и 29.

Исполнительные поверхности - это шпоночные пазы 15, 17, а также поверхность эвольвента зубьев 25.

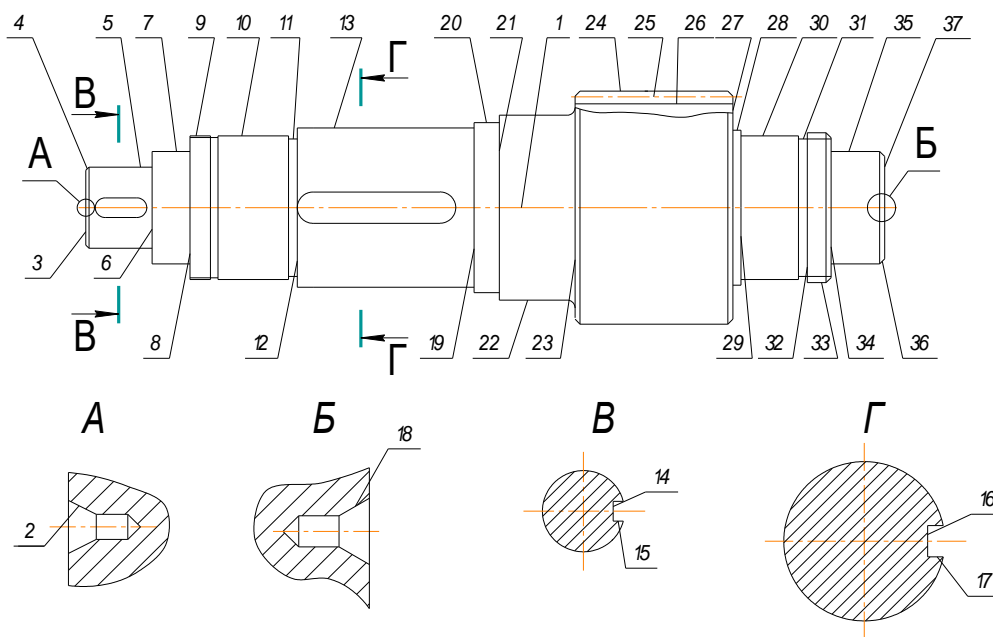


Рисунок 1 - Эскиз вал-шестерни

Вспомогательные конструкторские базы это пазы 14-17, шейки под зубчатые колеса и шкивы 5,6 35, 13 и 19. Также канавки под кольца 31, 32. Шейка под крышку 35. Резьбы под гайки 9 и 33.

Все остальные свободные поверхности, которые не контактируют ни с чем.

### 1.3 Анализ технологичности детали

В качестве материала для изготовления вала выбрана сталь 40ХН ГОСТ 4543-73. Заложено по чертежу требование по твердости НВ 235 после нормализации [7]. Состав в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав 40ХН, %

Элемент	Углерод	Кремний	Никель	Марганец	Хром
Процент	0,4	0,17-0,37	1-1,4	0,5-0,8	0,45-0,75

Деталь вал-шестерня имеет достаточно сложную форму, так как она включает набор шпоночных большиеразмерных пазов разных размеров.

Из-за размеров (длина 1265 мм и диаметра 370 мм) данная деталь относится к категории крупногабаритных. Область изготовления – тяжелое машиностроение. Это делает особенными методы транспортировки и хранения, установки и выверки заготовок на станке, а также их изготовление.

Имеет канавки под стопорные кольца большой ширины (14 мм), а также зубчатый венец с большим модулем.

Конструктивные элементы унифицированы. Вал содержит центровые отверстия для установки. Но для того, чтобы разгрузить опоры, необходимо использовать опорные люнеты, на которые будет приходиться основной вес заготовки.

Материал детали сталь 40ХН, имеющая нормальный коэффициент обрабатываемости резанием.

Форма детали позволяет получать ее из ступенчатой заготовки, которая будет формироваться методомковки. Ступенчатая заготовка может получаться методомковки, поэтому точность будет низкая, а припуски большие. Перепад диаметров по краям на большой (до 70 мм на сторону).

Доступность инструментом обеспечивается, есть нормальный вход – выход инструмента, за исключением канавок. Метод обработки зубьев – фрезерование. Его можно сделать или обкатом или фасонным инструментом.

Базирование данной детали может проводиться стандартным способом при обработке крайних шеек: в патроне и центрах.

Обработка тяжелой заготовки будет требовать дополнительного времени на установку и снятие из-за затрат времени на выверку положения вала, а также на манипуляцию его положением при помощи кран-балки.

Транспортировка и перемещение между станками потребует специального транспортного стапеля для того, чтобы защитить поверхности от действия строп.

Форма конструктивных элементов - стандартизированная.

Из-за больших припусков и протяженности детали время обработки будет значительное.

В целом деталь отличается не высокой технологичностью.

#### **1.4 Формулировка задач**

Цель работы – спроектировать технологию, которая обеспечит изготовления вала по требованиям чертежа в указанном в задании объеме 10 деталей в год. Необходимо выбрать тип производства. Для изготовления вала должна быть спроектирована заготовка – поковка. Для детали выбираются методы обработки. По технологии формируется технологический маршрут, который анализируют на наиболее ответственные операции, которые подробно разрабатывают. Конструирование для разработки оснащения – приспособления и инструмента. Назначение для опасных производственных факторов мер по охране труда. Технико-экономическое обоснование предложенных изменений в технологии или оснащении.

#### **Выводы по разделу**

В первом разделе для вал-шестерни редуктора выполнен анализ исходных данных. С учетом условий работы назначены требования, а также выполнено проектирование с анализом технологичности.



## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа производства

Проектирование технологии изготовления вал-шестерни начинается с определения характеристик технологии по его производству. Для этого необходимо определить тип производства. Это даст возможность правильно выбрать оборудование и оснащение, методы проектирования и тип технологической документации.

С учетом указанного в чертеже массы вала 606 кг, а также объема выпуска 10 деталей в год по [14] тип производства будет мелкосерийным.

Определим размер партии запуска

$$n = N \cdot b / 254, \quad (1)$$

где  $b$  - периодичность запуска (24 дней);

$N$  – объем выпуска по заданию.

Результат

$$n = 10 \cdot \frac{24}{254} = 1 \text{ дет.}$$

### 2.2 Проектирование заготовки

Из данных [3] следует, что лучше всего как заготовка для вала-шестерни из стали 40ХН подходит с учетом размеров детали поковка. Прокат имеет максимальный диаметр 350 мм. Поэтому выбираем только поковку.

На молоте происходит осаживание материала с формированием ступеней. Для материала, размеров и способа поковки выберем параметры заготовок по ГОСТ 8479-70 и [17].

Заготовку в мелкосерийном производстве данной детали можно получить также литьем, хотя сталь 40ХН имеет плохие литейные свойства [9].

На рисунках 2 и 3 показаны приближенные конструкции заготовок, полученных различными способами.

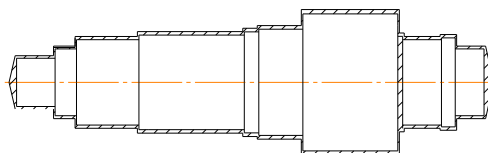


Рисунок 2 - Вариант конструкции заготовки - отливка

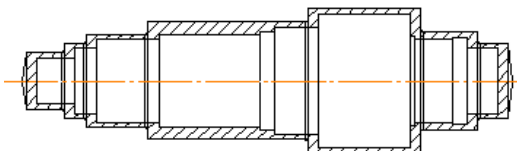


Рисунок 3 - Вариант конструкции заготовки - поковка

По таблицам [17] определяются характеристики поковки.

Для молота гидравлического и цилиндрической поковки с размерами 1265 мм на 370 мм припуск на сторону 20 мм с допуском на размер 14 мм.

Для материала, размеров и способов литья выберем параметры заготовок по ГОСТ 26645-85.

По таблицам [4] определяется точность отливки в землю 12 – 12 – 6 – 10, где по порядку параметры обозначают 12 – класс размерной точности, 6 – степень коробления, 11 – степень точности поверхности, 11 – класс точности массы. Ряд припусков – 5.

Себестоимость заготовки

$$C_T = \frac{m}{K_{им}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{им})], \quad (2)$$

где  $m$  – масса вала, кг;

$K_{M_i}$  – коэффициент использования материала.

$C_{заг_i}$  – стоимость исходной заготовки, руб/кг;

$C_{мех}$  – стоимость обработки, руб/кг;

$C_{отх}$  – стоимость стружки, руб/кг.

Второй параметр

$$K_{им} = \frac{m}{M}, \quad (3)$$

где  $m$  – масса вал-шестерни, мм;

$M$  – масса заготовки, мм.

Массу заготовки поковки можно найти по коэффициенту из формулы (3). Для вал-шестерни 0,83.

Тогда масса поковки равна

$$m = \frac{606}{0,83} = 727 \text{ кг.}$$

Стоимость штамповки

$$C_{заг} = C_б \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II}, \quad (4)$$

где  $C_б$  – базовая стоимость, руб/кг;

« $h_T$  – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

$h_C$  – коэффициент, учитывающий сложность заготовки;

$h_B$  – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

$h_M$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

$h_{II}$  – коэффициент, учитывающий группу серийности» [5].

Базовая цена одной тонны поковок равна 373 руб.

Для штамповок низкой точности  $h_T = 1$ .

Поковка вала при сложности по габаритам и массе имеет коэффициент  $h_C = 1,15$ . Для легированных сталей 15X-50X коэффициент  $h_M = 1,13$ .

Для массы  $h_B = 0,7$ . Объем равен годовой программе. Серийность  $h_{II} = 1$ . Тогда стоимость поковки

$$C_{\text{заг}} = 373 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,7 \cdot 1,13 = 339 \text{ руб/кг.}$$

Данные для расчета по формуле (2) берем из [4] для станкостроения. Себестоимость штамповки с учетом обработки

$$C_T = 727 \cdot [339 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,83)] = 247093 \text{ руб.}$$

Стоимость литья также определяется по формуле (4), только со своими коэффициентами. По данным [9] для литья  $C_i = 360$  руб. Для более точной заготовки примем  $K_{IM} = 0,85$ :

$$m = \frac{606}{0,85} = 713 \text{ кг.}$$

Принимаем  $h_T = 1,1$ ; для третьей группы сложности  $K_C = 1$ ; для группы легированных сталей 40XH  $h_M = 1,26$ ; для серийности  $h_{II} = 1$ . Отливка вала при сложности по габаритам и массе имеет коэффициент  $h_C = 0,83$ .

$$C_{\text{заг}} = 360 \cdot 1,1 \cdot 1,26 \cdot 1 \cdot 1,22 = 414 \text{ руб/кг.}$$

$$C_T = 713 \cdot [414 + (6,58 - 1,4) \cdot (1 - 0,85)] = 295736 \text{ руб.}$$

Принимаем заготовку для вала поковку. Ее проектирование заключается в назначении напусков (делаем трех ступенчатой) и припусков. Принимаем равными 20 мм на все стороны. Допуск примем на размеры 14 мм. Отклонения симметричны относительно номинала.

### **2.3 Выбор переходов по обработке поверхностей**

Выберем переходы по обработки поверхностей вал-шестерни.

При этом нужно учесть тип заготовки – поковку и требования с рабочего чертежа детали. Технологические переходы по поверхностям указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Технологические переходы

Тип поверхности	Квалитет	Ra, мкм	Переход
Крайние торцы	12	12,5	Фрезерование черновое (12; Ra 12,5); нормализация (12).
Промежуточные торцы	12	1,25	Обтачивание торца черновое (12; Ra 12,5); обтачивание чистовое (9; Ra 3,2); нормализация (9); шлифование торца (7; 1,25)
Цилиндрическая шейка	6	0,63	Обтачивание шейки черновое (12; Ra 12,5); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2) нормализация (9); шлифование шейки черновое (7; 2,5); шлифование шейки чистовое (6; 0,63)
Шпоночный паз	9	3,2	Фрезерование (9; Ra 32); нормализация (9).
Резьба	8	2,5	Обтачивание шейки черновое (12; Ra 12,5); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2); Нарезание резьбы (8; Ra 6,3); нормализация (8).
Канавки	12	6,3	Обтачивание шейки черновое (12; Ra 12,5); обтачивание шейки чистовое (9; Ra 3,2); точение канавки (8; Ra 3,2); нормализация (8).

Для проектирования маршрута учетом, что первая операция нужная для обработки чистовых технологических баз. Последними операциями будут отделочные переходы – шлифование цилиндрических шеек.

Общий маршрут по обработке вал-шестерни представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Технологический маршрут

Номер	Наименование	IT	Ra, мкм	Содержание	Станок
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная (поковка)	17	25	Ковка	Молот
010	Фрезерно-центровальная	12 9	12,5 1,25	Позиция I Фрезерование поверхностей 3,37 Позиция II Сверление поверхностей 2, 18	Фрезерно-центровальный полуавтомат MP75M
020	Токарная	12	12,5	Установ А Точение черновое поверхностей Установ Б Точение черновое поверхностей	Токарный центр СА630ФЗ Используются Патрон,

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
020	Токарная	9	3,2	Точение чистовое поверхностей Точение канавки Фрезерование паза Нарезание резьбы на поверхности Установ В Точение чистовое поверхностей Точение канавки Нарезание резьбы на поверхности	вращающийся центр и опорные люнеты
030	Зубофрезерная	10 9	3,2 2,5	Зубофрезерование черновое Зубофрезерование чистовое	Вертикальный зубофрезерный полуавтомат для цилиндрических колес 53А80
040	Термообработка	-	-	Нормализация	Печь муфельная
050	Центрошлифовальная	7	1,25	Шлифование поверхности	Центрошлифовальный JHG1015 Люнет и патрон
060	Круглошлифовальная	7	1,25	Установ А Шлифование поверхности 10 Установ Б Шлифование поверхности 13	Круглошлифовальный 3М150 Используются Центр, люнеты и патрон
070	Круглошлифовальная	6	0,63	Шлифование поверхности 12	Круглошлифовальный 3М150 Используются вращающийся центр и патрон
080	Промывка детали	-	-	Мойка	Моечная машина
090	Технический контроль	-	-	Контроль	Верстак

Одна операция – токарная используется для полного цикла обработки лезвийным инструментом, за исключением зубофрезерования.

В результате маршрут обработки вал-шестерни имеет минимальное количество операций и отличается концентрацией переходов по ним.

## 2.4 Разработка схем базирования

Первая операция фрезерно-центровальная готовит чистовые технологические базы. Для установки используем черновые технологические базы – крайние цилиндрические поверхности с промежуточным торцом.

На остальных операциях базы – цилиндрическая поверхность под патрон, центровое отверстие и опорные шейки под люнеты. Они нужны для разгрузки основных технологических баз.

Для правки центров – используем те же поверхности, что и на фрезерно-центровальной.

## 2.5 Расчет припуска

По формулам рассчитаем припуск и операционные размеры на поверхность 10 и 30 диаметром 230к6. Отклонения размера учтены в таблице 4.

Для них аналитическим способом определим размеры, а также операционные припуски.

Элементы припуска, который определяется расчетным путем, складываются из глубины дефектного слоя и шероховатости, а также включают пространственные отклонения и погрешность установки. Три первых элемента припуска относятся к предыдущим переходам, а последний – к данному. Припуск

$$z_{min} = Rz^{i-1} + T^{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_{iy}^2}, \quad (5)$$

где  $Rz^{i-1}$  – шероховатость от предыдущего перехода, мкм;

$T^{i-1}$  - дефектный слой, мкм;

$\Delta_{i-1}$ - отклонение расположения, мкм;

$\varepsilon_{iy}$  - погрешность установки, мкм.

Расчет ведем для настроенного оборудования и автоматического получения точности.

Пространственное отклонение будет складываться из смещения шейки и ее коробления

$$\Delta_{i-1} = \sqrt{(\Delta_{\text{кор}})^2 + (\Delta_{\text{см}})^2 + (\Delta_{\text{ц}})^2}, \quad (6)$$

где  $\Delta_{\text{кор}}$  – величина коробления, мм;

$\Delta_{\text{см}}$  - смещение шейки по допускам отливки, мм;

$\Delta_{\text{ц}}$  - погрешность зацентровки, мм.

Смещение равно биению данной поверхности относительно исходной базы. В данном случае сама поверхность базовая. Поэтому оно равно  $\Delta_{\text{см}} = 0$  мм.

Коробление для поковки без правки определяется по размерам шейки

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_{\text{кор}.d})^2 + (\Delta_{\text{кор}.L})^2}, \quad (7)$$

где  $\Delta_{\text{кор}.d}$  – величина коробления в диаметральном направлении, мм;

$\Delta_{\text{кор}.L}$  - величина коробления в осевом направлении, мм.

Каждое зависит от удельного коробления  $\Delta_{\text{уд}} = 10$  мкм/мм и размеров поверхности

$$\Delta_{\text{кор}} = \sqrt{(10 \cdot 335)^2 + (10 \cdot 230)^2} = 4064 \text{ мкм.}$$



$$\Delta_{i-1} = \sqrt{(4064)^2 + (500)^2} = 4094 \text{ мкм.}$$

С учетом коэффициента уточнений для всех последующих переходов данная величина пространственных отклонений пересчитывается. Сам коэффициент уточнения берется из ряда 0,06; 0,05; 0,04 [10]. Тогда

$$\Delta_2 = 4094 \cdot 0.06 = 246 \text{ мкм};$$

$$\Delta_3 = 4094 \cdot 0.05 = 205 \text{ мкм};$$

$$\Delta_4 = 4094 \cdot 0.04 = 164 \text{ мкм}.$$

Расчет размеров ведем для размеров по минимальным припускам

$$2d_{\min}^{i-1} = 2d_{\min}^i + 2Z_{\min}^i, \quad (8)$$

где  $2d_{\min}^i$  - диаметр на переходе, мм;

$d_{\min}^{i-1}$  - тоже самое на предыдущем переходе, мм.

Максимальный диаметр

$$2d_{\max}^{i-1} = 2d_{\min}^{i-1} - Td_{i-1}, \quad (9)$$

где  $Td_{i-1}$  - допуск, мм.

Сведения из расчета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 - Расчет припусков

Переход	Элементы припуска, мкм			Допуск, мкм	Размер, мм		Припуск, мкм	
	$Rz$	$T$	$\rho$		$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Прокат	100	150	4094	14000	240,4	254,4	-	-
Точение черновое	90	90	264	420	231,53	231,95	8,89	22,47
Точение чистовое	20	30	205	115	230,675	230,79	0,851	1,156
Шлифование черновое	15	25	164	46	230,248	230,294	0,428	0,497
Шлифование чистовое	10	20	105	29	230,004	230,033	0,244	0,261

При расчете необходимо использовать среднее значение припуска. Оно по переходам будет следующее. Для чернового обтачивания – 7,35 мм. Это с учетом области – тяжелого машиностроения приемлемая величина [2].

## 2.6 Выбор средств оснащения

Все приспособления для зажима заготовок [1], инструменты и другое оснащение показано в таблице 5.

Таблица 5 – Средства технологического оснащения

Операция	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4
Фрезерно-центровальная	Специализированное наладочное приспособление	01.2.059.000-01 Фреза диаметр 125, z=8 P6M5 ТУ 2-035-874-82 2214-0173 Фреза диаметр 400, z=36 BK8 ГОСТ9473-806103-0002 Втулка ГОСТ 13790-68 2317-0037 Сверло диаметр 10 P6M5 ГОСТ 14952-75	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89
Токарная	Центр ГОСТ 13214-79 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75 Патрон 7100-0016 ГОСТ 2675-80	PDINL4040R15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82 Фреза концевая 2223-5655 диаметр 32, z=4 T15K6 ГОСТ 24637-81 Фреза концевая 2223-5655 диаметр 50, z=4 T15K6 ГОСТ 24637-81 Резец канавочный 035-2126-1191 T14K8 ОСТ 2И10-7-84 Резец прорезной 2120-0519 P18 ГОСТ 18874-73 Резец резьбовой 2660-0005 T15K6 ГОСТ 18885-73	Штангенциркуль ШЦ-I-160-0,01 ГОСТ 166-88

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Зубофрезерная	Центр ГОСТ 13214-79 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75 Патрон 7100-0016 ГОСТ 2675-80	Фреза червячная m 10 P6M5 ГОСТ 10996-64	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
Центрошлифовальная	Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75 Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80 Центр ГОСТ 13214-79	EW 32x50x6 25A F40-L6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2447-82	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90
Круглошлифовальная	Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75 Патрон 7100-0061 ГОСТ 2675-80 Центр ГОСТ 13214-79	Круг 3 750x80x305 24A F60-N 6 V 35м/с А 1кл. ГОСТ 2424-83	ШЦ-I-250-0,01 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Для всех переходов токарной операции, для выбранного станка СА630Ф3, выбираем приспособление для установки отливки. На черновой операции – фрезерно-центровальной готовим чистовые базы с установкой в тисках. Далее эти базы применяют далее, на всех последующих операциях.

Для обеспечения операционного контроля необходимо предусмотреть универсальные средства измерения, которые имели бы соответствующую точность [11].

Также выбираем инструмент с хвостовиком типа MAS BT-40 или CAT-40 для сопряжения инструмента с установочными элементами резцедержателя и инструментальных головок.

## 2.7 Проектирование технологических операций

Требуется определить подачу, скорость резания и частоту вращения шпинделя с заготовкой, затем рассчитать мощность, затраченную на

механическую обработку и сделать вывод о целесообразности выбора станка. Расчет режимов резания проведем по [15].

Из операций технологического процесса изготовления вал-шестерни можно выделить две наиболее ответственные и сложные операции. Это токарная операция по обработке точением, включая обработку канавок и шпоночных пазов, а также резьбы. А также зубообработка фрезерованием.

Сама токарная операция проходит по типовой схеме на токарном центре, но выверка заготовки требует дополнительных затрат времени и использования специализированных опорных устройств - люнетов.

С учетом этого, в следующем конструкторском разделе спроектировано приспособление для закрепления вал-шестерни на данной операции по чистовым технологическим базам с выверкой.

Для обработки зубьев на зубофрезерной операции необходимо выполнить последовательное черновое и чистовое зубонарезание [20].

С учетом этого предложена конструкция режущего инструмента – фрезы улитки – одновитковой фрезы, работающей методом обката [21].

Подробное проектирование выполним на токарную операцию по переходам по фрезерованию пазов. Для расчета необходимо использовать начальные параметры: диаметры фрез (по ширине паза). Для точения используем данные, полученные в ходе расчета операционных размеров и припусков; а также параметры технологического оборудования и режущего инструмента, выбранные в предыдущем подразделе [19].

Для закрепления заготовки применяется приспособление – самоцентрирующий патрон с поджимным центром, а также разработанное приспособление – опорный люнет [18].

Операционные размеры поверхностей под подшипники следующие.

Точение черновое (операция 010): 231,53 мм. Допуск 0,46 мм.

Точение чистовое (операция 010): 230,675 мм. Допуск 0,115 мм.

Последовательно обрабатываются поверхности 35, 30, 24 с прилегающими торцами на установе А. На установе Б – поверхности 5, 10,

13, 20, 22 также с торцами. Далее чистовая обработка этих же поверхностей. Обработка канавок, шпоночных пазов и резьбы.

Затем тоже с другой стороны. Материал вал-шестерни – сталь 40ХН. Для расчета коэффициентов скорости и силы резания с учетом предела прочности – для заготовки 690 МПа. Станок – токарно-фрезерный центр СА630. Для точения применим контурный резец PDINL4040R15 Резец Т15К6 ТУ 2-035-892-82 с твердосплавной вставкой из материалов Т5К10 и Т15К6. Эти материалы последовательно применим на черновом, чистовом переходах. Сечение державки 40 на 40 мм, что обеспечивает необходимую прочность и жесткость при точении. Для шпоночных пазов применим фрезу концевую 2223-5655 диаметр 32,  $z=4$  Т15К6 ГОСТ 24637-81 и фрезу концевую 2223-5655 диаметр 50,  $z=4$  Т15К6 ГОСТ 24637-81. Для канавок под выход шлифовального инструмента резец канавочный 035-2126-1191 Т14К8 ОСТ 2И10-7-84. Для пружинных колец канавки точат резец прорезной 2120-0519 Р18 ГОСТ 18874-73. Для резьбы резец резьбовой 2660-0005 Т15К6 ГОСТ 18885-73. Для учета геометрических параметров назначает угол в плане  $93^\circ$ , передний угол –  $-10^\circ$ .

Сначала идет расчет глубины резания. Эти значения берутся из подраздела 2.5.

Глубина резания  $t$  из расчетов по переходам 7,35 мм и 0,5 мм. Также учтем, что размер расчетный заготовки 254 мм меньше диаметра принятой заготовки для данной шейки – 292 мм. Получается для данной шейки и для других ступеней, кроме диаметра 272 мм, на них будет напуск. Это потребует снятия большого количества материала слоями [8].

Схема снятия припуска и напуска послойно по 7 мм показана на рисунке 4.

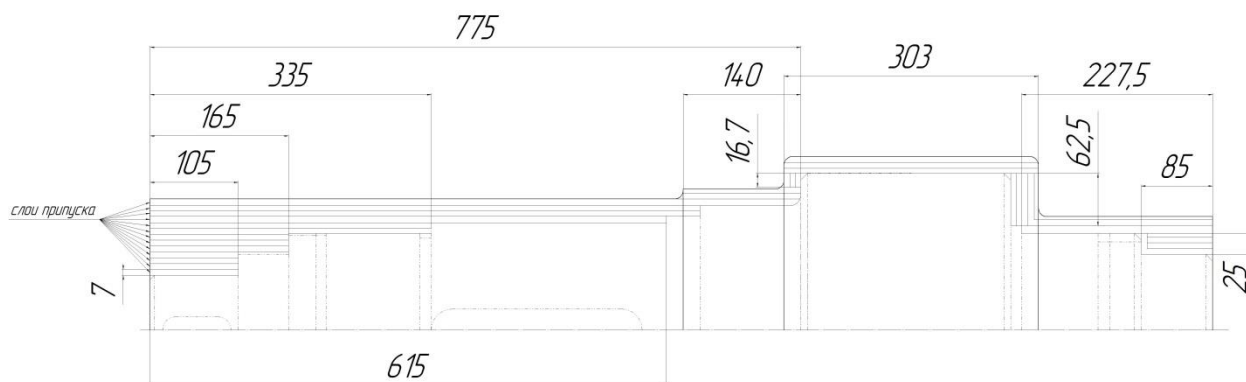


Рисунок 4 – Схема снятия припуска

Подача  $S$  для черновых переходов с учетом сечения резца 40 на 40 мм и глубины резания 7 равна 1 мм/об для всех черновых переходов и 0,6 мм/об для чистового переходов с учетом требуемой шероховатости Ra 6,3 мкм [12].

Скорость резания по выбранным параметрам

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (10)$$

где  $C_v$  – коэффициент обработки;

$T$  – нормируемая стойкость резца, мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$m, x, y$  - показатели степени;

$K_v$  - коэффициент условий обработки.

По [12] параметры в (10) для чернового перехода следующие:  $C_v = 340$ , стойкость  $T$  равна 30 мин, показатели степени  $x=0,15$ ;  $y=0,45$ ;  $m=0,2$ .

По [12] параметры в (10) для чистового перехода следующие:  $C_v = 420$ , стойкость  $T$  равна 90 мин, показатели степени  $x=0,15$ ;  $y=0,2$ ;  $m=0,2$ .

Коэффициент условий обработки

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}, \quad (11)$$

где  $K_{mv}$  - учитывает свойства 40ХН;

$K_{пв}$  – учитывает поверхность;

$K_{ив}$  – учитывает инструментальный материал.

Учет свойств 40ХН

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (12)$$

где  $K_{\Gamma}$ ,  $n_v$  – коэффициент и показатель степени.

Для 40ХН, обрабатываемого твердым сплавом,  $n_v$  равен 1,25.

Тогда

$$K_{mv} = 0,9 \left( \frac{750}{690} \right)^{1,25} = 1.$$

По переходам: для черновой поверхности  $K_{пв}$  равен 0,8; для чистовой поверхности – 1.

Для черного материала Т5К10  $K_{ив}$  примем 0,65, а для Т15К6 – 1.

Черновая обработка

$$K_v = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,52.$$

Для чистовой обработки

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Первый проход:

$$V = \frac{340}{90^{0,20} \cdot 7,35^{0,15} \cdot 10,45} \cdot 0,52 = 53 \text{ м/мин.}$$

Второй:

$$V = \frac{420}{90^{0,20} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,6^{0,20}} \cdot 1 = 210 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (13)$$

где  $V$  – скорость из (10), м/мин;

$D$  - диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Первый проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 53}{3,14 \cdot 370} = 46 \text{ мин}^{-1}.$$

Второй проход:

$$n = \frac{1000 \cdot 210}{3,14 \cdot 370} = 180 \text{ мин}^{-1}.$$

Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n. \quad (14)$$

Первый проход:

$$S_m = 1 \cdot 46 = 46 \text{ мм/мин.}$$

Второй проход:

$$S_m = 0,6 \cdot 180 = 108 \text{ мм/мин.}$$

Тангенциальная составляющая силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (15)$$

где  $C_p$  – коэффициент обработки;

$t, S, V$  – режим резания;

$x, y, n$  – показатели степени;

$K_p$  – поправочный коэффициент.

Последний равен:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (16)$$

где  $K_{mp}$  – поправочный коэффициент для 40ХН;

$K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}$  – коэффициенты, учитывающие соответствующие углы инструмента.



Коэффициент  $C_p$  равен 300, показатели степени  $x=1$ ;  $y=0,75$ ;  $n=-0,15$ .

По геометрии: на главный угол в плане  $K_{\varphi p}$  равен 0,7, на передний угол  $K_{\gamma p} = 1,25$  и наклона кромки  $K_{\lambda p}$  примем 1,0.

Коэффициент для стали

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n. \quad (17)$$

где  $n$  – показатель степени 0,75.

По расчету получается

$$K_{mp} = \left(\frac{690}{750}\right)^{0,75} = 0,94.$$

$$K_p = 0,7 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,88.$$

Для первого прохода, где сила резания имеет максимальное значение

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot (7,35)^{1,0} \cdot (1)^{0,75} \cdot (53)^{-0,15} \cdot 0,88 = 10697 \text{ Н.}$$

Тогда мощность резания будет:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}. \quad (18)$$

После подстановки

$$N = \frac{10697 \cdot 53}{1020 \cdot 60} = 9,3 \text{ кВт.}$$

Что при паспортной мощности станка 15 кВт при проверке:

$$N_e \leq N_{ст} \cdot \eta, \quad (19)$$

где  $N_{ст}$  - мощность станка, кВт ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия (примем 0,85).

Условие соблюдается, значит, обработка возможна.

$$9,3 \leq 15 \cdot 0,85 = 12,8 \text{ кВт.}$$

Для фрезерования шпоночных пазов глубиной 16 мм и 24 мм используем два перехода. Диаметр фрез подбирается по ширине фрезерования 32 мм и 50 мм. Длина пазов составляет 72 мм и 250 мм соответственно.

Глубину резания по проходам примем 5 мм.

Подача на зуб при фрезеровании стальных заготовок концевыми фрезами принимается для двух движений. Первое: осевое врезание на заданную глубину резания (5 мм). Примем  $S_z = 0,08$  мм/зуб. Второе движение: продольное движение фрезы вдоль шпоночного паза. Для него примем  $S_z = 0,15$  мм/зуб.

Число зубьев у обеих фрез  $z=4$ .

Формулы аналогичные для точения, только учитываются еще диаметр фрезы, ширина фрезерования, число зубьев фрезы. Расчет для первой фазы – осевого врезания:

$$V_1 = \frac{12 \cdot 63^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,08^{0,25} \cdot 32^0 \cdot 4^0} \cdot 0,626 = 9,7 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{12 \cdot 100^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,08^{0,25} \cdot 50^0 \cdot 4^0} \cdot 0,626 = 11,1 \text{ м/мин.}$$

Для продольного движения:

$$V_1 = \frac{12 \cdot 63^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,15^{0,25} \cdot 32^0 \cdot 4^0} \cdot 0,626 = 8,3 \text{ м/мин.}$$

$$V_2 = \frac{12 \cdot 100^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,15^{0,25} \cdot 50^0 \cdot 4^0} \cdot 0,626 = 9,5 \text{ м/мин.}$$

Обороты фрез:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 9,7}{3,14 \cdot 32} = 100 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 11,1}{3,14 \cdot 50} = 70 \text{ об/мин.}$$

На продольной подаче:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 8,3}{3,14 \cdot 32} = 83 \text{ об/мин.}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 9,5}{3,14 \cdot 50} = 60 \text{ об/мин.}$$

Режимы резания заносятся в операционную карту в приложении Б.

## 2.8 Нормирование

«Штучное время:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{от}}, \quad (20)$$

где  $T_o$  – основное время, мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин;

$T_{\text{об}}$  – время обслуживания станка, мин;

$T_{\text{от}}$  – время отдыха, мин» [13].

«Машинное время:

$$T_o = \frac{l_1 + l_p + l_2}{S_{\text{мин}}}, \quad (21)$$

где  $l_1$  - подвод, мм;

$l_p$  - длина резания, мм;

$l_2$  - перебеги инструмента, мм;

$S_{\text{мин}}$  - подача» [12].

С учетом схемы снятия припуска (рисунок 4) длина рабочих перемещений равна для установа А.

Это будет срезание послойное, начиная с промежуточной ступени. В формулу включается длина снимаемого слоя на количество одинаковых ходов.

Время по переходам на установе А – черновая обработка:

$$T_o = \frac{(4 \cdot 105 + 4 \cdot 165 + 2 \cdot 335 + 2 \cdot 635 + 775 + 2 \cdot 140 + 3 \cdot 17)}{46} = \frac{4126}{46} = 89,7 \text{ мин.}$$

Время по переходам на установе Б – черновая обработка:

$$T_o = \frac{(3 \cdot 303 + 2 \cdot (228 + 63) + 3 \cdot 85 + 25 + 3 \cdot 63)}{46} = \frac{1960}{46} = 42,6 \text{ мин.}$$

Чистовая по контуру:

$$T_o = \frac{85 + 38 + 105 + 250 + 63 + 25 + 15}{108} = 5,4 \text{ мин.}$$

Для канавки:

$$T_o = \frac{3 \cdot 7}{108} = 0,19 \text{ мин.}$$

Для резьбы 8 проходов с подачей 3 мм/об.

$$T_o = 8 \frac{38 + 8}{180 \cdot 3} = 6,1 \text{ мин.}$$

С другой стороны установ В

$$T_o = \frac{92 + 60 + 170 + 230 + 40 + 120 + 70}{108} = 7,2 \text{ мин.}$$

Канавка протачивается за

$$T_o = \frac{3 \cdot 7}{108} = 0,19 \text{ мин.}$$

Обработка шпоночных пазов будет составлять

$$T_o = 3 \frac{40}{212} + 2 \frac{8}{212} + 5 \frac{210}{137} + 5 \frac{8}{137} = 8,7 \text{ мин.}$$

Общее время обработки составит 153, 5 мин.

Вспомогательное время включает время по установке и закреплению заготовки вал-шестерни в приспособлении, его выверке, а также снятию в конце операции. Также необходимо включать-выключать станок, изменять движение рабочих органов, а также проводить контроль требований (измерение размеров).

Составляющие вспомогательного времени нормируем по [15] с учетом коэффициент серийного типа производства  $K_{ср}$ :

$$T_v = (T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K_{ср}, \quad (22)$$

«где  $T_{у.с.}$  - время установки вал-шестерни;

$T_{з.о.}$  - время закрепления;

$T_{уп}$  - время управления станком;

$T_{из}$  - время контроля, мин;

$K_{ср}$ - коэффициент серийного производства, 1,85» [6].

В сумме

$$T_B = (15 + 1,5 + 1,5 + 0,5 + 5,2) \cdot 1,85 = 40,1 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$T_{оп} = T_B + T_0. \quad (23)$$

Сумма основного по переходам 153,5 мин. Тогда

$$T_{оп} = 153,5 + 40,1 = 193,6 \text{ мин.}$$

Время обслуживания:

$$T_{об} = T_{оп} \cdot \frac{a}{100}. \quad (24)$$

где  $a$  – коэффициент обслуживания.

В серийном производстве

$$T_{об} = 193,6 \cdot \frac{6}{100} = 11,6 \text{ мин.}$$

Время личных надобностей:

$$T_{от} = T_{оп} \cdot \frac{b}{100}, \quad (25)$$

где  $b$  – процент от оперативного для вала массой не более 5 кг.

$$T_{от} = 193,6 \cdot \frac{5}{100} = 9,7 \text{ мин.}$$

Тогда общее время:

$$T_{шт} = 153,5 + 40,1 + 11,6 + 9,7 = 255 \text{ мин.}$$

С учетом подготовительно-заключительного времени по [16] и программы запуска 24 детали (периодичность 6 дней)

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{45}{1} + 255 = 300 \text{ мин.}$$

В результате все данные переносятся на наладку (лист 4) и в приложение А. В таблице А1. Приложения А показана маршрутная карта, а в таблице А.2 - операционная карта.

#### Выводы по разделу

Технологическая часть работы содержит описание всех этапов проектирования технологии изготовления вала-шестерни.

Выполнен выбор типа производства. Для 10 деталей в год – мелко-серийный. Для 40ХН и детали типа вал выбран метод получения – поковка. Спроектирована заготовка, как с табличными припусками, так и с расчетными. Переходы назначены по обработке на каждую поверхность с учетом требований чертежа. Маршрут спроектирован с выбором станков и оснащения. Для выбранной одной из самых сложных по назначению операции (токарная с комплексной обработкой всех поверхностей), рассчитаны режимы и нормы времени.

### **3 Разработка специальной технологической оснастки**

#### **3.1 Проектирование станочного приспособления**

В подразделе 2.6 для 010 токарной операции было выбрано технологическое оснащение в виде специализированного наладочного приспособления – токарного самоцентрирующего патрона и поджимного вращающегося центра. Схема базирования, показанная на листе плана изготовления, соответствует схеме установки по осевой линии с упором в торец. В подразделе 2.7 указана структура операции. Обработка производится с трех установов. Это связано с тем, что на данной операции обрабатывается последовательно с двух сторон крупногабаритная деталь.

Расчет тангенциальной силы резания проведен в предыдущем разделе. При необходимости определения остальных составляющих силы резания расчет будет выполнен ниже для стали 40ХН с пределом прочности после заготовительной операции в виде поковки 590 МПа.

010 токарная операция состоит из трех установов и девяти переходов.

Сначала снимается напуск и черновой припуск по протяженной стороне вал-шестерни. Затем черновой переход с другого установа. После чистового перехода с той же стороны переход по точению канавки, переход по нарезанию резьбы. Затем все тоже с другого установа, а также фрезерование пазов.

Весь силовой расчет проводится для чернового точения с максимальной глубиной резания 7,5 мм. Это силовой переход с максимальным значением припуска, что приводит к наибольшей силе резания.

Для обработки используется токарный упорный резец с твердосплавной пластиной. Материал режущей пластины Т5К10 для чернового перехода.

Режимы резания: глубина резания  $t$  равна 7,5 мм; подача  $S$  1 мм/об, скорость резания  $V$  53 м/мин.

Расчет проведем для опорных люнетов. Они выполняют функцию поддерживающих элементов, снимая весовую нагрузку с базирующих приспособлений – патрона и центра.

Для зажима заготовки в рычагах люнета предлагается использовать гидравлический привод.

По методике проектирования приспособлений необходимо рассчитать силы и момент резания. Сила закрепления должна препятствовать им. Для данного расчета можно использовать вес вал-шестерни – 7270 Н. Если разделить на две опоры – то на один люнет приходится 3635 Н.

Схема базирования на установе А 010 операции изображена на рисунке 5. На остальных установках этой операции и других операциях она аналогичная.

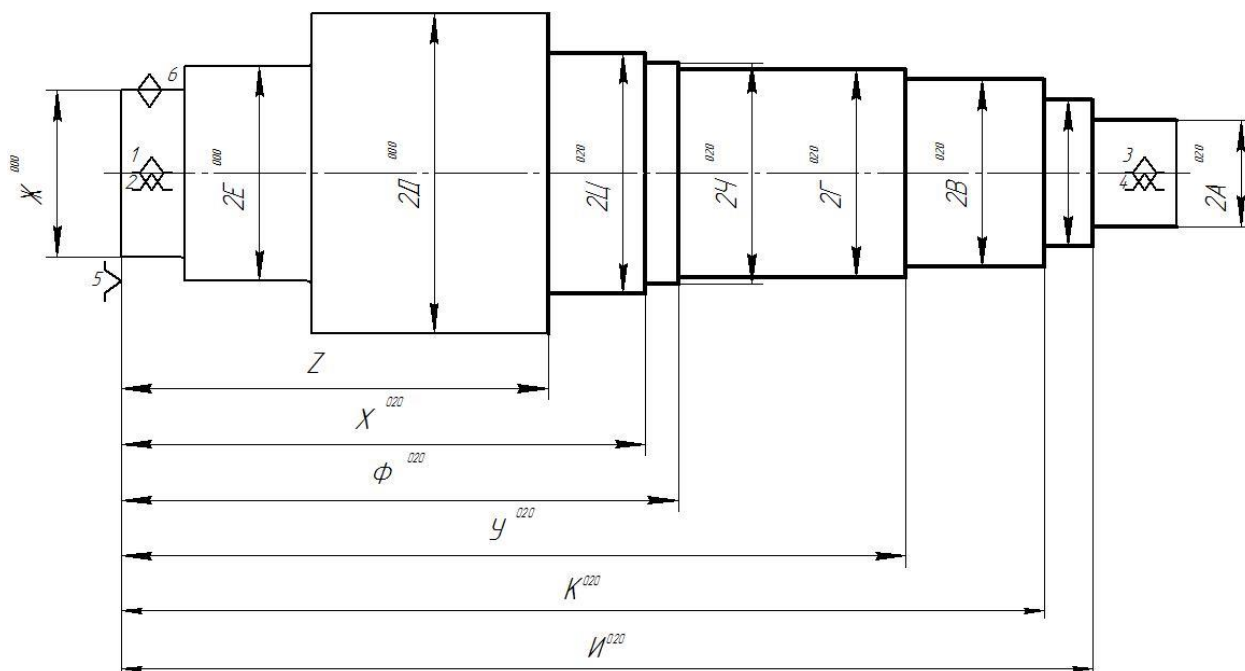


Рисунок 5 -Схема базирования



Расчетная схема составляющих сил резания и сил закрепления дана на рисунке 6.

Осевая сила резания прижимает заготовку к торцу кулачков. Исключает ее из расчета.

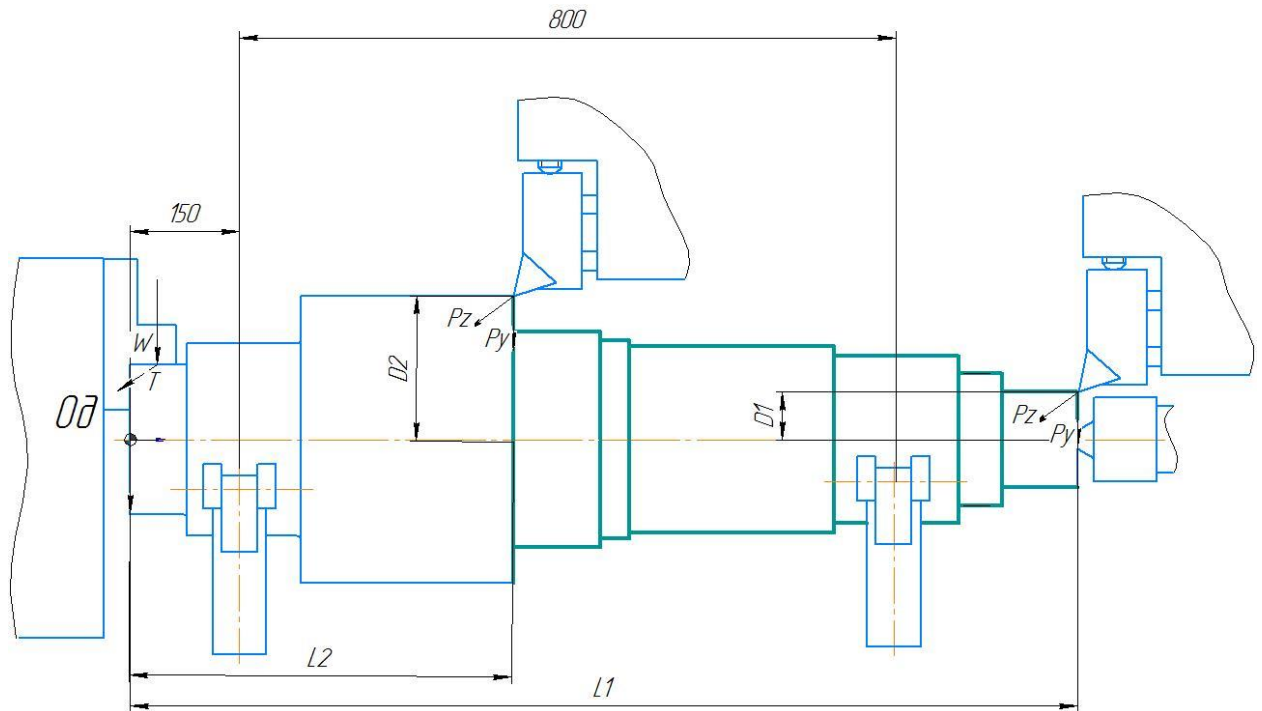


Рисунок 6 -Схема сил резания и зажима

К сдвигу заготовки также ведет действие радиальной силы резания:

$$P_y = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, . \quad (26)$$

где все составляющие идентичны параметрам уравнения (15), только для радиальной силы резания.

Частично действие поперечной силы компенсируется поджимным центром, который работает на срез. Люнеты, показанные на рисунке 6, на самом деле расположены перпендикулярно действию этой составляющей. Поэтому никакого влияния не оказывают. Для повышения надежности

рассчитаем момент резания от поперечной силы на максимальном удалении от патрона. А действие силы касательной-тангенциальной учетом на максимальном диаметре. Выберем тот момент, который окажется больше. Недостающие коэффициенты для формулы (26) определяем по формулам (16) и (17) для соответствующей составляющей радиальной силы.

Для радиальной осевой силы параметры уравнения (26) следующие.

$C_p=243$ ,  $x=0,9$ ;  $y=0,6$ ;  $n=-0,3$ . По параметрам инструмента:  $K_{\varphi p} = 0,5$ ,  $K_{\gamma p} = 1,0$   $K_{\lambda p} = 0,75$ .

Тогда

$$K_{mp} = \left(\frac{690}{750}\right)^{0,75} = 0,94.$$

$$K_p = 0,94 \cdot 0,89 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 0,31.$$

Для черновой обработки  $t$  равно 7,35 мм,  $S$  будет 1 мм/об,  $v$  равна 54 м/мин,  $n$  составят 46 об/мин,  $S_{мин}$  составит 46 мм/мин.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot (7,35)^{0,9} \cdot (1)^{0,6} \cdot (54)^{-0,3} \cdot 0,31 = 1371Н.$$

В приспособлении предполагается использовать три кулачка. Данные кулачки фиксируют заготовку вал-шестерни по цилиндрической шейке.

Из-за сил зажима  $W$  возникают силы трения  $T$  по касательной к поверхности базовой шейки.

Общий момент сил резания складывается из отдельных компонент. Это опрокидывающий момент в горизонтальной плоскости от радиальной составляющей силы резания. Второй момент – от касательной приводит к повороту заготовки относительно оси.

Осевая составляющая силы прижимает заготовку корпуса к кулачкам.

Действие сил максимальное на наибольшем плече. Момент резания имеет максимальную величину при обработке на самом краю самой большой шейки, где плечо действия сил максимальное. При этом расстояние равно 190 мм. Для радиальной силы плечо действия составляет 1265 мм.

В расчете учтем действие трех кулачков.

Сила закрепления заготовки при действии двух составляющих сил резания по схеме рисунка 6

$$W = \frac{k \cdot M_p}{m \cdot f \cdot d_3}, \quad (27)$$

где  $k$  – коэффициент безопасности;

$M_p$  – момент резания, Н·м;

$m$  – количество кулачков;

$f$  – коэффициент трения;

$d_3$  – плечо для расчета момента от силы закрепления, м;

.

Момент резания может быть

$$M_{p1} = P_Z \cdot l_1, \quad (28)$$

$$M_{p1} = P_Y \cdot l_2, \quad (29)$$

где  $P_Z$  – тангенциальная сила резания, Н;

$P_Y$  – радиальная сила резания, Н;

$l_{1,2,3}$  – плечи для расчета момента от тангенциальной или радиальной сил резания, м;

Для расчета

$$M_{p1} = 10697 \cdot 0,19 = 2032 \text{ Нм.}$$

$$M_{p2} = 1371 \cdot 1,150 = 1577 \text{ Нм.}$$

Коэффициент безопасности

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6, \quad (30)$$

где  $k_0$  – минимальный коэффициент,  $k_0 = 1,5$ ;

$k_1$  – коэффициент, учитывающий возмущения сил резания из-за колебаний припуска,  $k_1 = 1$ ;

$k_2$  – коэффициент учитывает износ,  $k_2=1,1$ ;

$k_3$  – коэффициент, учитывает кинематику прерывистого резания.

Точение непрерывное -  $k_3 = 1$ ;

$k_4$  – коэффициент учитывает механизацию,  $k_4=1$ ;

$k_5$  – коэффициент, учитывает эргономику ручного привода,  $k_5 = 1$ ;

$k_6$  – коэффициент установки на опорные штыри не учитываем.

В целом коэффициент по условиям точения

$$k=1,5 \cdot 1,1 \cdot 1,1=1,82.$$

Необходимо округлить до минимально допустимого 2,5.

Для зажимной поверхности кулачков коэффициент трения  $f$  равен 0,3.

Тогда в расчете

$$W = \frac{2,5 \cdot 2032}{3 \cdot 0,3 \cdot 0,18} = 43418 \text{ Н}.$$

Из-за трения кулачков в корпусе сила зажима  $W_1$  фактически увеличивается на потери от трения:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{l_k}{H_k} \cdot f_1 \right)}, \quad (31)$$

где  $W$  - исходная расчетная сила, Н;

$l_k$  – расстояние от центра кулачка до места действия  $W$ , м;

$H_k$  – длина направляющей кулачка, м;

$f_1$  - коэффициент трения по корпусу,  $f_1=0,1$ .

С учетом указанных параметров

$$W_1 = \frac{43418}{1 - \left( \frac{258}{386} \cdot 0,1 \right)} = 46686 \text{ Н}.$$

Для рычажного механизма коэффициент усиления равен

$$Q = W_1 \cdot \frac{l_1}{l_2}, \quad (32)$$

где  $Q$  – усилие штока, МПа;

$l_1, l_2$  – плечи рычага, м.

Конструктивно приняв 83 и 230 мм

$$Q = 46686 \cdot \frac{83}{230} = 16848 \text{ Н.}$$

Определим параметры привода. Диаметр поршня на который действует давления рабочей среды  $P$  создает силу  $W_1$ . С учетом коэффициента полезного действия

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{\eta \cdot P}}, \quad (33)$$

где  $P$  – давление масла, МПа.

Для гидравлики примем  $P = 1,5$  МПа.

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{16848}{0,95 \cdot 1,5}} = 133 \text{ мм.}$$

Принимаем по стандарту  $D = 140$  мм.

Погрешность базирования вала в кулачках зависит от трех сопряжений (рычаг в центровке и в постоянном кулачке), а также от погрешности трех размеров (плеч рычага, а также расстояния от базовой поверхности кулачков до шпонки, по которой базируется сменный кулачок).

В случае протачивания кулачков с фиксацией в кольце после выверки их на заданное положение, погрешность можно принять равной 0,025 мм, как погрешность чистового растачивания.

Приспособление для базирования и закрепления заготовки вала на 025 токарной операции содержит корпус 6, который по внутреннему отверстию

устанавливается на шпиндель станка и крепится к нему при помощи 23. Внутри корпус 6 имеет центральное отверстие, в котором перемещается тяга 15. Она при помощи винта 20 со сферической головкой соединяется с тягой 2. Она при помощи втулки 5 и гайки 3 соединяется со штоком гидравлического привода 1. Корпус последнего крепится при помощи фланца 4 и фиксируется винтами 23. Шток 15 имеет три паза, в которые входят вставки 14. Они при помощи осей 16 соединяются с рычагами 10, которые поворачиваются на осях 13, установленных в корпусе патрона 6. В радиальных пазах корпуса 6 перемещаются постоянные кулачки 7, который через вставки 12 и 16 соединяются с рычагами 10. Сменные кулачки 8 через Т – образную шпонку 9 стягиваются с сменными кулачками 8 при помощи винтов 22. Установка точная сменных кулачков 8 на постоянных кулачках 7 происходит по рифленой поверхности. Центральное отверстие корпуса закрывается крышкой 17 при помощи винтов 19.

Патрон работает следующим образом. В правую полость гидравлического привода 1 подается давление. Это приводит к перемещению тяги 2 и штока 15 влево. За счет вставок 14 и 12 происходит поворот рычагов 10 по часовой стрелке, что перемещает постоянные кулачки 7 и сменные кулачки 8 к центру заготовки. Происходит ее закрепление. При подаче давления в левую полость гидравлического привода 1 тяга 2 и шток 15 смещаются вправо. Рычаги поворачиваются против часовой стрелки и кулачки отходят от центра. Происходит раскрепление заготовки.

### **3.2 Проектирование инструмента**

На операции 010 обрабатывается глухой паз фрезерования.

Режимы предельные 5 мм глубина резания на ход. Для глубины паза 16 мм число ходов составит 3. Для 24 мм – это будет 5 проходов. Скорость резания 67 м/мин.

Заготовка – обработанная начисто цилиндрическая поверхность для стали 40ХН.

Спроектируем концевую фрезу для высокопроизводительной обработки шпоночного паза. Элементы комплектующие: хвостовик, корпус, режущая вставка (рисунок 7).

Хвостовик цилиндрический со шпоночным пазом.

В корпусе хвостовика есть отверстие для установки резцовых вставок.

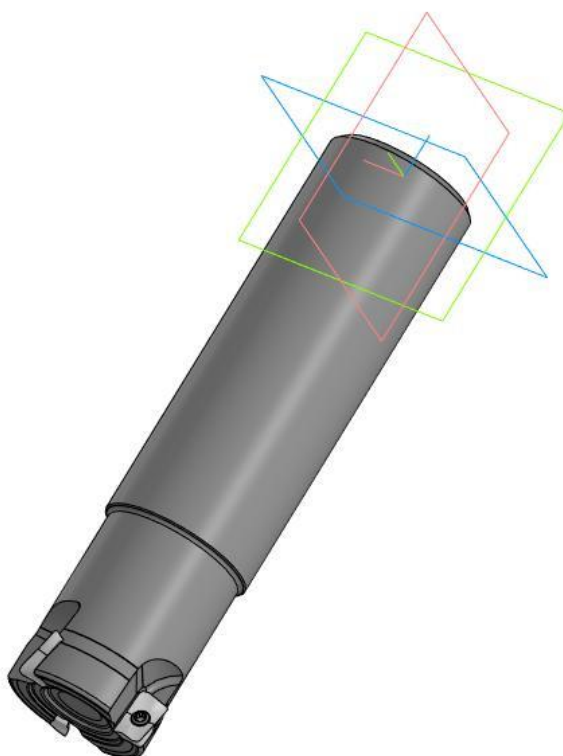


Рисунок 7 – Концевая сборная фреза

В хвостовике (материал корпуса – закаленная сталь 45) крепится корпус (сталь 45), в которой устанавливается режущая вставка. Тип соединения хвостовика и корпуса - центрирующая шейка с упором в торец.

Режущая вставка винтом крепится в паз корпуса.

Обеспечивается оперативная регулировка инструмента, которая повышает точность настройки, снижает количество брака. Сменная пластина изготавливается из сплава T15K6 с покрытием из нитрида титана (NiTi).

Состав конструкции фрезы приведен в таблице В.1 приложения В.

#### Выводы по разделу

В конструкторском разделе разработано станочное приспособление для токарной операции технологического процесса изготовления вала-шестерни по обтачиванию цилиндрической поверхности. Для это используется патрон, люнеты-опоры и поджимной центр. Спецификация на патрон дана в приложении Б в таблице Б.1.

Также предлагается инструмент для обработки шпоночного паза с затрудненным выходом инструмента, который дает возможность высокоточной и оперативной регулировки вылета резцовых вставок, снижает затраты на инструмент.



#### **4 Экологичность и безопасность проекта**

Задача раздела – на основе анализа составляющих технологического процесса выявить вредные и опасные факторы и предложить меры по их или устранению или снижению их вредного воздействия.

На участке по обработке вала-шестерни применяется следующее оборудование: фрезерно- центровальный полуавтомат МР75М, токарный центр СА630Ф3 с патроном, вращающимся центром и опорными люнетами, вертикальный зубофрезерный полуавтомат для цилиндрических колес 53А80, печь муфельная, центрo-шлифовальный станок JHG1015 и кругло-шлифовальный полуавтомат 3М150. Используются в конце технологии моечная машина.

На этих станках применяется разнообразный режущий инструмент.

Для чернового точения применяем контурные резцы с державкой 40 на 40 мм из Т5К10, Т15К6. Также фрезы, канавочные и резьбовые инструменты, а также шлифовальные круги, как алмазные, так и электрокорундовые. Для зубчатого венца – червячную фрезу цельную из Р6М5К5.

При обработке применяются охлаждающие жидкости: Укринол 1М (4-5%), эмульсия.

Основным транспортом являются кран-балка. Транспортировка при помощи стапеля с погрузочными хомутами.

При механической обработке на станках будут следующие опасные и вредные производственные факторы. Физические травмы рабочих движущимися и вращающимися частями станков или инструментов, а также стружкой. Возможно поражение электрическим током. Из-за короткого замыкания или при нагреве заготовок в печах возможны пожары. При перемещениях элементов станков шум и вибрация. Влияет также монотонность труда, физическое переутомление, напряжение анализаторов, в том числе из-за недостатков освещения.

Для устранения этих факторов необходим набор мероприятий.

Для исключения травматизма подвижные части оборудования, а также зона обработки закрываются или ограждаются, в том числе защитными экранами.

Для исключения проблем с электрическими цепями все оборудование заземляется. Все электрические цепи проходят профилактический осмотр и проверку, оснащаются предохранителями.

Все станки должны быть установлены на пружинные виброопоры. Кроме этого, для шумных операций могут использоваться звукопоглощающие экраны. Необходимо минимизировать вылеты режущего инструмента, а также уменьшить пролеты между опорами заготовки, что повысит жесткость подсистемы заготовка-опора и инструментальной подсистемы. За счет повышения жесткости увеличивается собственная частота технологической системы и соответственно сдвигается зона опасных с точки зрения резонанса режимов резания в область более интенсивных режимов резания. Необходимо балансировать вращающиеся части станков, особенно имеющих повышенные скорости вращения (на шлифовальных операциях), а также активно использовать виброизоляторы и виброопоры под оснастку.

Для комплексной защиты рабочих необходимо обеспечить операторов средствами индивидуальной защиты, включая одежду (комбинезоны), обувь и защитными очками, перчатками.

Для очистки воздуха от пыли и паров эмульсии необходимо использовать систему вентиляции. Принудительная вентиляция на рабочих местах осуществляется вытяжными установками. У печи для термообработки используется приточная установка с кондиционированием. Для всего участка задействована естественная вентиляция через окна.

Для нормальной трудовой деятельности обеспечиваются системы отопления и освещения.

Освещение на участке применяется комплексное и естественное и искусственное. В дневное время естественное освещение осуществляется

через окна (верхние и боковые), а в вечернее время – искусственное, при помощи люминесцентных ламп. Искусственное освещение выполняется системой общего освещения, в некоторых местах ( на рабочих станочных операциях) комбинированное.

Здание с участком мехобработки по пожарной опасности относится к категории «Д». Для защиты от пожара необходимы наличие устройства сигнализации. На участке предусматриваются стационарные огнетушащие установки, а также огнетушители марок ОХП-10 и УО-5, а также оборудованные пожарные стенды.

По усовершенствуемой операции – токарной. В первую очередь необходимо обратить внимание на уменьшение концентрации вредных веществ – мелкой стружки и паров эмульсии. На данном рабочем месте применяется приточно-вытяжная вентиляция. Для уменьшения воздухообмена в помещении необходимо улавливать вредные вещества в месте их выделения. Для этого токарный станок снабжают местной вытяжной вентиляцией. На этом станке происходит обработка с пылевыведением и отлетанием крупных частиц необходимо предусмотреть защитно-обеспылевающие кожухи. Из-за использования современного оборудования режимы обработки форсированы – увеличены скорость резания, что сопровождается увеличением динамических нагрузок на оборудование с возникновением вибраций из-за процесса резания. Для уменьшения этих недостатков необходимо следить за состоянием элементов привода. Для нормальной зрительной работы предусматривается местное искусственное освещение. Также предусматривается контроль по соблюдению всех мер безопасности труда, электробезопасности.

#### Выводы по разделу

Рассмотрев все вредные факторы, предложены мероприятия по их устранению для технологии изготовления вала шестерни.

## 5 Экономическая эффективность работы

Основной задачей данного раздела является экономическое обоснование предложенного совершенствования технологического процесса.

Для выполнения данной задачи необходимо проанализировать только отличия между совершенствованиями технического решения. Основываясь на подробном описании технологического процесса из предыдущих разделов бакалаврской работы, на рисунке 8, представлены отличительные особенности сравниваемых вариантов.

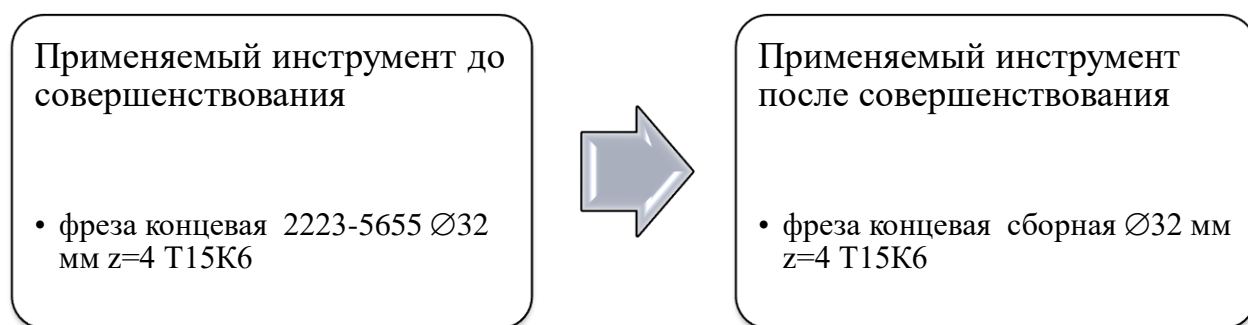


Рисунок 8 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов выполнения операции

На рисунке 8 представлены только предлагаемые изменения на токарно-фрезерной операции. Слева, описан применяемый на данной операции инструмент, по исходному технологическому процессу, а справа – по измененному.

Чтобы дать компетентное заключение по предложенному совершенствованию, необходимо воспользоваться определенными материалами и информацией, которые позволят сделать необходимый вывод. Более детальное описание материалов и информации представлено на рисунке 9.

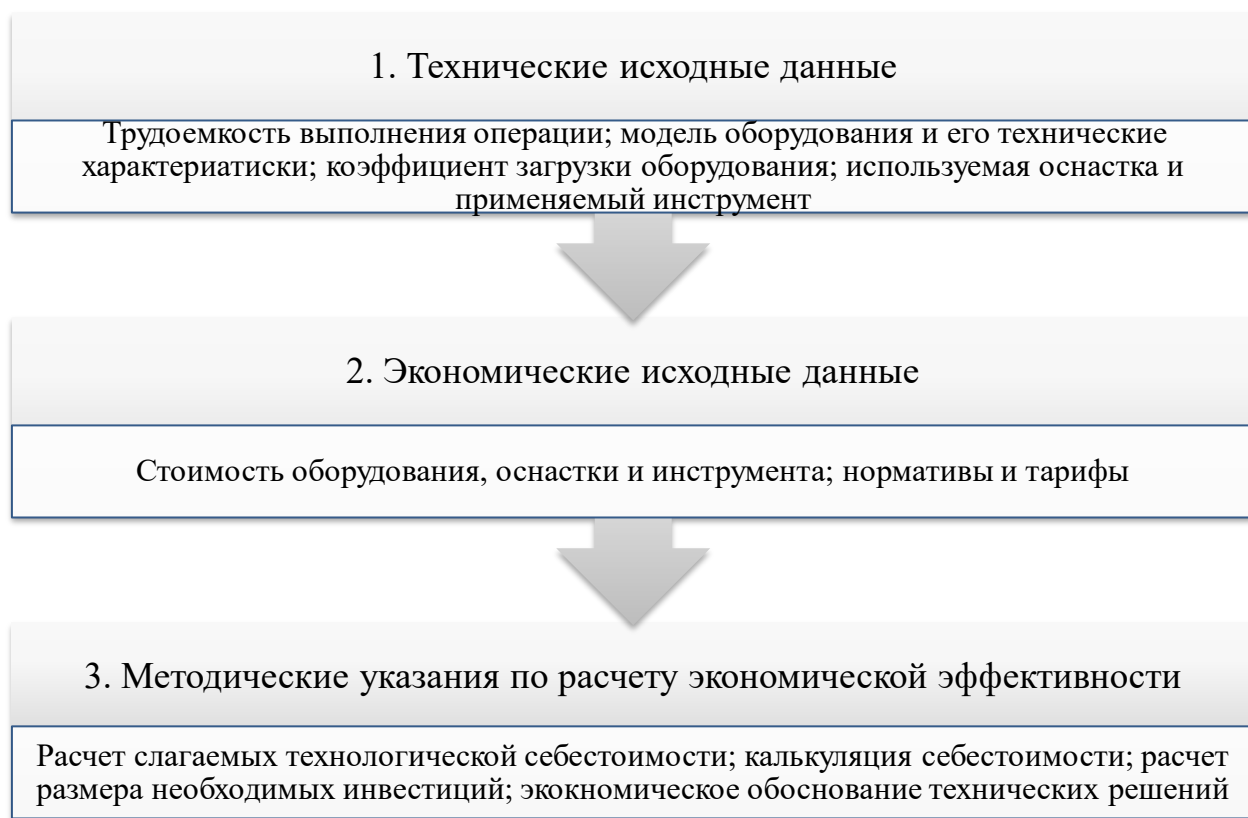


Рисунок 9 – Детальное описание материалов и информации, необходимых для проведения соответствующих экономических расчетов

Информация и материалы, представленные на рисунке 9, описывают совокупность необходимых данных для проведения всех соответствующих расчетов. А также показывают направление на источник, для этой информации, а именно:

– технические исходные данные – это тот материал, который можно найти в технической части бакалаврской работы. При разработке технологического процесса описывают используемое оборудование, оснастка и инструмент, рассчитывается трудоемкость выполнения предложенных операций и коэффициент загрузки этих операций. Естественно оборудование подбираю исходя из серийности производства, которые напрямую зависит от программы выпуска изделия. Что касается технических параметров используемого оборудования, то это общедоступная информация из справочной литературы.

– экономические исходные данные – это стоимостные значения оборудования, оснастки и инструмента, т.е. его цена, тарифы на энергоносители, тарифные ставки по оплате труда и всевозможные экономические коэффициенты. Эти данные, как правило, предоставляются предприятиями, соответствующими министерствами и регулируются правительством РФ.

– методические указания по расчету экономической эффективности – это методики по расчету всех необходимых экономических показателей. По их значениям можно сделать вывод о необходимости внедрения или, наоборот, об отказе вкладывать денежные средства в данный проект. Зная методику и используя соответствующее программное обеспечение, например такое, как Microsoft Excel, можно рассчитать все итоговые показатели и сделать заключение.

Если первые два пункта: технические и экономические исходные данные, это только источники информации, а вот третий – является объектом пристального внимания. Поэтому, далее будут представлены результаты расчетов всех необходимых экономических показателей, по результатам которых будут сделаны выводы, на которые и нацелен данный раздел.

На рисунке 10 представлены значения всех слагаемых технологической себестоимости, которая является основой для всех дальнейших расчетов.

Из рисунка 10 видно, что все значения совершенствованного варианта значительно меньше исходного. Такое изменение привело к итоговой разнице между вариантами значения величины технологической себестоимости в размере 43,69 рублей, что составило 3,3%. Максимальное влияние на такой результат оказал такой показатель, как основная заработная плата работников. Его доля в величине технологической себестоимости составляет 65,9% в исходном варианте, и 66,1% – в совершенствованном. Следующий весомый вклад в результат оказала величина – начисление на заработную плату. Доля этого показателя составила 19,9% и 20% соответственно.

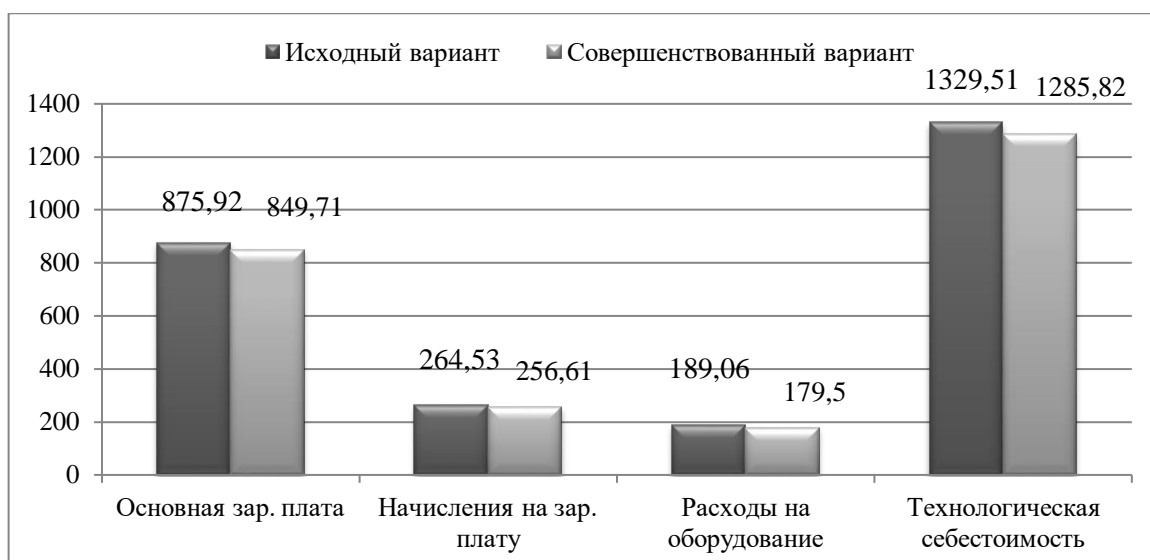


Рисунок 10 – Величина технологической себестоимости выполнения операции и значения ее слагаемых

На рисунке 11 представлены значения итоговых показателей, по которым формируется вывод об эффективности предложенных совершенствований.



Рисунок 11 – Значения итоговых показателей

Учитывая, представленные на рисунке 11 данные, можно сделать вывод об эффективности предлагаемых совершенствований, т. к. экономический эффект в результате расчетов получился положительным.

## Заключение

В выпускной работе спроектирована технология изготовления вала-шестерни редуктора. Для спроектированной детали назначены по стандартам геометрические требования и физико-механические свойства материала. С учетом технических требований, указанных в чертеже, выполненного анализа технологичности и объема изделий в год 10 штук выбран мелкосерийный тип производства. Все последующее проектирование выполнено с учетом обеспечения характеристик данного производства.

При проектировании найдены и учтены технологические недостатки, связанные с общей конфигурацией детали. Использование современных станков с модульной конструкцией, а также настраиваемых приспособлений позволяет при выполнении точения протяженных поверхностей обеспечивать заданную точность и качество.

В технологической части спроектирована для выбранного способа заготовка - поковка.

С учетом поковки пониженной точности и мелкосерийного типа производства разработана операционная технология. Для обработки общего контура, канавок, резьбы и шпоночных пазов выполнено проектирование операций с подробным расчетом припусков, размеров, режимов обработки и нормированием.

Конструкторская часть содержит проектирование налаживаемого патрона с механизированным приводом зажима, которое обеспечивает точность и надежность закрепления заготовки вала. Концевая сборная фреза обеспечивает производительность и точность.

Предлагается список мероприятий по защите охраны труда на участке, меры по обеспечению экологичности.

Эффективность изменений технологической токарной операции путем использования более современной конструкции фрезы подтверждается экономическим расчетом.



## Список используемых источников

1. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений : справ. пособие / В. Е. Антонюк. - Минск : Беларусь, 1991. - 400 с. : ил. - 5-50. - Текст : непосредственный.
2. Бушуев В. В. Практика конструирования машин : справочник / В. В. Бушуев. - Москва : Машиностроение, 2006. - 448 с. : ил. - (Библиотека конструктора). - Прил.: с. 440-448. - Библиогр.: с. 438-439. - ISBN 5-217-03341-X : 500-00. - Текст : непосредственный.
3. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с. - Прил.: с. 31-41. - Библиогр.: с. 26-30. - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-1370-4. - Текст : электронный.
4. Горохов В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учебник для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 301 с. : ил. - Прил.: с. 252-297. - Библиогр.: с. 298-299. - ISBN 978-5-94178-181-2 : 329-60. - Текст : непосредственный.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении : учеб. пособие для студентов машиностр. вузов / Ю. М. Зубарев. - Гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с. : ил. - (Учебник для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 392-395. - ISBN 978-5-8114-1856-5 : 1091-00. - Текст : непосредственный.
6. Зубкова Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова, – Тольятти : ТГУ, 2015. - 46 с.
7. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение,

2003. - 782 с.

8. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В. М. Кишуров, М. В. Кишуров, П. П. Черников, Н. В. Юрасова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-4521-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 17.05.2020)

9. Обработка металлов резанием [Текст] : справочник технолога / А. А. Панов [и др.] ; под общ. ред. А. А. Панова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2004. - 784 с. : ил. - Библиогр. в конце гл. - Прил.: с. 764-779. - Предм. указ.: с. 780-784. - ISBN 5-94275-049-1 : 1242-91. - 1000-00.

10. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин [Текст] : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. - 28-58.

11. 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. : ил. - Библиогр.: с. 55-56. - Прил. : с. 57-140. - ISBN 978-5-8259-0817-5 : 1-00.

12. Расторгуев Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления [Электронный ресурс] : электронное учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2017. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 31-34. - ISBN 978-5-8259-1145-8.

13. Расчет режимов резания при точении и фрезеровании [Текст] : метод. пособие к курс. работе по дисциплине "Технол. процессы машиностроит. пр-ва" для заоч. формы обучения спец. 12 01 00, 12 02 00, 15

01 00, 150200 / ТГУ ; Каф. "Технология машиностроения". - Тольятти : ТГУ, 2002. - 59 с. : ил.

14. Режущий инструмент [Текст] : учеб. для вузов / Д. В. Кожевников [и др.] ; под ред. С. В. Кирсанова. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2004. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 510-511. - ISBN 5-217-03250-2 : 312-00.

15. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

16. Строителей В. Н. Методы и средства измерений, испытаний и контроля [Текст] : учеб. для вузов / В. Н. Строителей ; [редкол.: В. Н. Азаров (председ.) и др.]. - Москва : Европ. центр по качеству, 2002. - 150 с. : ил. - (Управление качеством). - Библиогр.: с. 150. - Прил.: с. 115-149. - ISBN 5-94768-023-8 : 180-00.

17. Станочные приспособления : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям подготовки 15.03.05 (151900) "Конструкторско-технол. обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / В. В. Клепиков [и др.]. - Гриф УМО. - Москва : Форум, 2016. - 318 с.

18. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 547 с.

19. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств : учеб. пособие. Т. 2 / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2008. - 518 с.

20. Heinz, Tschätsch Applied Machining Technology / Tschätsch Heinz – Springer-Verlag : Berlin, Heidelberg, 2009. – p. 396

21. Grote K.-H., Antonsson E.K. Springer Handbook of Mechanical Engineering / K.-H Grote, E.K. Antonsson – New York : Springer Science - Business Media, 2008.

Приложение А

Технологические карты

Таблица А.1 - Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1												
Дубл.												
Взам.												
Лист										3	1	
Разраб.	Рогожин С.В.											
Проверил	Расторгуев Д.А.											
Утвердил	Логиноев Ю.											
Н. контр.	Расторгуев Д.А.											
Вал шестерня												
M 01	Круг 250 ГОСТ 2590-88 / Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71											
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ		
M 02		кг	606	1	750	0,7	Круг	375x1250	1	727		
A	Цех Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа					
B	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Плз.
A03	000	2171	Штамповка	объемная								
B04									1	1	1	
A05	010	4269	Фрезерно-центровальная									
B06	Фрезерный станок (обрабатывающий центр) ИР320ПМФ4											
A07	07	2	020	4114	Токарная	ИОТ Т5, С6						
B08	Токарный центр СА630Ф3											
A09	030	4153	Зубофрезерная									
B10	Вертикальный зубофрезерный полуавтомат для цилиндр.											
A11	040	5030	Закалка									
B12									1	1	1	
A13	050	4143	Центрошлифовальная									
B14	Центрошлифовальный JHG1015											
A15	07	2	060	Круглошлифовальная								
B16	Круглошлифовальный станок 3М194											
МК	Маршрутная карта											



Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Операционная карта

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3										
Дуол.										
Взам.										
Плоп.										
									3	1
Разраб.	Рогожин С.В.									
Проверил	Расторгуев Д.А.									
Утвердил	Логинюв Н.Ю.									
Н. контр.	Расторгуев Д.А.									
Наименование операции	Вал шестерня									020
Токарная	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД			
	Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71	кз	606			727	1			
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	То	Тв	Т лз.	Тшт.	СОЖ				
Токарный центр СА630Ф3		153,5	40,1	45	300					
Р	ПИ	Д или В	L	l	i	s	n	v		
T01	Центр ГОСТ 13214-79									
T02	Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75									
T03	Патрон 7100-0016 ГОСТ 2675-80									
O04	1. Установить и закрепить заготовку									
O05	2. Точить наружную поверхность начерно									
M06										
T07	PDINL4040R15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82									
P08	T1	370	1325	7,5	18	1	46	53		
O09	3. Раскрепить деталь в центрах, застропить и переместить на поставку. Снять хомут первой стороны с шейки вал									
O10	хомут на обработанную поверхность и закрепить. Застропить вал, установить в центра и закрепить.									
T11	Хомут									
O12	4. Точить наружную поверхность начерно									
T13	PDINL4040R15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82									
OK	Операционная карта									

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

		ГОСТ 3.1404-86										Форма
Дубл.	Взам.											
Побл.	Побл.											
												2
												020
P		П	И	В	L	t	i	s	n	v		
P01		T1	370	1250	7,5	18	1	1	46	53		
O02	5. Точить наружную поверхность начисто											
M03												
T04	PDINL4040R15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82											
P05		T2	370	1285	0,5	1	0,6	180	210			
O06	11. Точить канавку											
T07	035-2126-1191 Резец T14K8 ОСТ 2И10-7-84											
P08		T3	8	10	1	1	180	210				
O09	7. Точить наружную поверхность начисто											
T10	PDINL4040R15 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82											
P11		T2	370	1285	0,5	1	0,6	180	210			
O12	8. Контролировать деталь.											
T13	Линейка ГОСТ 427-75											
T14	Штангенциркуль ШЦК-І-250-0,02 ГОСТ 166-89											
O15	9. Фрезеровать паз											
T16	2223-5655 Фреза диаметр 32, z=4 T15K6 ГОСТ 24637-81											
P17		T4	32	200	32	6	0,022	755	75,9			
O18	10. Фрезеровать паз											
OK	Операционная карта											

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

Дуол. Взам. Плодл.	ГОСТ 3.1404-86										Форма	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Р	П	И	Д	или	В	L	t	i	s	n	v	
T01	2223-5655	Фреза диаметр 50, z=4	T15K6	ГОСТ 24637-81								020
P02	T5	50	200	32	6	0,022	731	73,5				
O03	11.	Точиль канавку										
T04	035-2126-1191	Резец	T14K8	ОСТ 2И10-7-84								
P05	T3	240	8	10	2	1	180	210				
O06												
O07	12.	Нарезать резьбу										
T08	2660-0005	Резец	T15K6	ГОСТ 18885-73								
O09	T4	230	32	3	8	3	180	21				
O10												
O11	13.	Раскредить деталь в центрах, застропить и переместить на поставку.										
O12												
O13												
O14												
O15												
O16												
O17												
O18												
OK	Операционная карта											



Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84		Форме	
Дюол.			
Взам.			
Полл.			
			3
			020

КЭ Карта эскизов

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.2

ГОСТ 3.1105-84 <i>Формы</i>											
		3									
Дубл. Взам. Госпл.											
	020										
КЭ	Карта эскизов										

Приложение Б  
**Спецификация приспособления**

Таблица Б.1 – Спецификация приспособления

		Формат	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
		Зона				
Листы примеч.				<u>Документация</u>		
	A1		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
Склад. №				<u>Сборочные единицы</u>		
	1		22.ВКР.ОТМП.18.65.01.000	Муфта	1	
Листы и дата				<u>Детали</u>		
	2		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.002.	Шток	1	
	3		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.003.	Гайка	1	
	4		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.004.	Фланец	1	
	5		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.005.	Переходник	1	
	6		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.006.	Корпус	1	
	7		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.007.	Кулачки постоянные	3	
	8		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.008.	Кулачки сменные	3	
	9		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.009.	Шпонка	3	
	10		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.010.	Рычаг	3	
	11		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.011.	Кулак	3	
	12		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.012.	Ось	3	
	13		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.013.	Ось	6	
	14		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.014.	Вставка	3	
	15		22.ВКР.ОТМП.18.65.00.015.	Центровик	1	
				<b>22.ВКР.ОТМП.18.65.00.000.СП</b>		
Инд. № лист	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.		Рогожин С.В.			Лит.
	Проб.		Распорядцев Д.А.			Лист
	И.контр.		Распорядцев Д.А.			Листов
Учб.		Логинов Н.Ю.				1
				<b>Патрон</b>		2
				ТГУ, ИМ, ТМдд-17028		
				Копировал		
				Формат А4		



