

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 кафедры)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных

производств

(направленность (профиль)/ специализация)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни коробки скоростей настольного сверлильного станка

Студент(ка)	<u>М.А. Афанасьев</u> (И.О. Фамилия)	_____
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____
Консультанты	<u>Н.В. Зубкова</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>П.А. Корчагин</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>А.Г. Егоров</u> (И.О. Фамилия)	_____

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2019 г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

Афанасьев Михаил Александрович. Технологический процесс изготовления вала-шестерни коробки скоростей настольного сверлильного станка. Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства», ТГУ, Тольятти, 2019 г.

Выпускная работа призвана провести проектирование эффективного технологического процесса изготовления вала-шестерни коробки скоростей настольного сверлильного станка. Для достижения этой цели работа разделена на пять основных разделов, которые связаны между собой логически. В первом разделе проведен анализ имеющихся данных, по результатам которого сформулированы основные задачи для каждого последующего раздела. Второй раздел посвящен решению задачи проектирования технологической части работы. Третий раздел посвящен рассмотрению возможности улучшения технологического процесса. Для этого проводится проектирование специальной оснастки и режущего инструмента. Четвертый раздел посвящен анализу безопасности при внедрении данного техпроцесса в производство. Пятый раздел посвящен анализу экономического эффекта от внедрения техпроцесса.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки и графической части. Пояснительная записка содержит 74 страниц, 14 таблиц, 4 рисунка. Графическая часть содержит 8 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Технологичность детали.....	6
1.3 Анализ параметров техпроцесса.....	7
1.4 Задачи работы.....	9
2 Разработка технологической части работы.....	10
2.1 Обоснование выбора заготовки.....	10
2.2 Проектирование заготовки.....	12
2.3 Проектирование маршрута изготовления детали.....	19
2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса.....	21
2.5 Определение режимов резания.....	28
3 Проектирование специальных средств оснащения.....	31
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	31
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	36
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	38
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	38
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	43
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	45
4.6 Заключение по разделу.....	47
5 Экономическая эффективность работы.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	53
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	57

ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	68

ВВЕДЕНИЕ

Настольные сверлильные станки в настоящее время получили достаточно широкое распространение. Это связано с развитием малого и среднего бизнеса, который не может себе позволить использование дорогостоящего оборудования более высокого класса. Кроме того такое оборудование удобно в обращении, простое по конструкции, не требует сложного обслуживания и обладает хорошей ремонтопригодностью. Набор этих качеств привел к возрастающему спросу на такое оборудование и увеличению количества фирм производителей. Как следствие конкуренция на данном рынке возрастает. Для удержания клиентов и увеличения рынка сбыта продукции необходимо в первую очередь повышать качество комплектующих при сохранении окончательной цены продукции. Для достижения данной цели необходимо проектировать технологические процессы изготовления комплектующих настольного сверлильного станка, которые отвечают всем перечисленным выше требованиям. Данная работа посвящена разработке такого технологического процесса для вала-шестерни коробки скоростей настольного сверлильного станка.

1 Анализ исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Основным служебным назначением, рассматриваемого вала-шестерни коробки скоростей настольного сверлильного станка является передача крутящего момента на ведомые валы с изменением их частот вращения, что достигается за счет наличия нескольких зубчатых венцов, выполненных на валу. Крутящий момент поступает на вал-шестерню от электродвигателя через соединительную муфту.

В механизме коробки скоростей вал устанавливается на подшипники, которые устанавливаются в корпус. Такое конструкторское решение позволяет ограничить влияние внешней среды на вал-шестерню, за исключением поверхности, которая контактирует с соединительной муфтой. Состояние данной поверхности во многом зависит от условий эксплуатации станка. Следует отметить, что в процессе эксплуатации возникают достаточно серьезные нагрузки, связанные со служебным назначением станка.

1.2 Технологичность детали

Для оценки вала-шестерни на технологичность в первую очередь необходимо оценить характеристики материала, из которого изготавливается деталь. Химический состав стали 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71, согласно данным [1]: С 0,35-0,42%, Cr 1,35-1,65%, Mo 0,15-0,25%, Al 0,7-1,1%, Si 0,2-0,45, Mn 0,3-0,6, Ni до 0,3, S до 0,025, P до 0,025, Cu до 0,3. Временное сопротивление разрыву данного материала составляет $\sigma_B = 882$ МПа.

Данный химический состав обеспечивает хорошие условия для термообработки. Механические свойства обеспечивают следующие показатели обрабатываемости резанием $K_o = 0,8$ для твердосплавного инструмента, $K_o = 0,7$ для быстрорежущего инструмента. Такие показатели являются хорошими при обработке сложнолегированных жаропрочных сталей.

Заготовку для получения детали можно получать различными методами. Наиболее целесообразно в данном случае применить штамповку или литье, т.к. годовая программа выпуска деталей составляет 5000 штук в год и форма детали достаточно сложная. В случае применения заготовки из проката получим низкий коэффициент использования материала, что негативно скажется на экономических показателях проектируемого техпроцесса. Форма заготовок в случае применения для их получения штамповки или литья достаточно простая и не требует специальной оснастки и инструмента. Однако окончательный выбор в пользу одного из методов можно сделать только после экономического сравнения этих методов.

Конструктивные особенности детали позволяют применить для ее получения типовой технологический процесс с его последующей доработкой. Следует учесть в конструкции детали нескольких расположенных близко друг от друга зубчатых венцов, что приведет к включению в техпроцесс дополнительных операций механической обработки. Характеристики поверхностей детали заданы таким образом, что механической обработке необходимо подвергнуть все поверхности.

При механической обработке особое внимание следует уделить базированию детали. В данном случае за черновые базы лучше всего принять основные конструкторские базы, а за чистовые базы, специально подготовленные для этих целей центровые отверстия. Такое решение является типовым для деталей данного типа.

1.3 Анализ параметров техпроцесса

Проведение анализа параметров техпроцесса основано на знании типа производства [2, 3]. Для его определения нужно знать годовую программу (5000 штук в год) и массу детали (1,6 кг). В данном случае тип производства среднесерийный.

Исходя из типа производства определяем параметры техпроцесса.

Для среднесерийного типа производства характерна групповая форма техпроцесса, в связи с этим детали изготавливаются партиями, размер которых рассчитывается заранее.

Получение заготовок производится различными методами. Основными являются методы пластического деформирования и литья, за исключением специальных методов ввиду их высокой стоимости. Выбор конкретного метода получения заготовки производится исходя из ряда факторов, основные из которых это материал, форма заготовки и экономическая эффективность.

Технологический процесс проектируется на основе типового с последующей его модификации с учетом конструктивных особенностей детали. Выбор методов обработки поверхностей производится из условия обеспечения минимальной суммы удельных затрат. Результатом проектирования техпроцесса должны стать маршрутные и частично операционные карты.

Проектирование технологических операций производится исходя из того, что применяется в основном универсальное оборудование и оснащенное ЧПУ, поэтому обработка ведется на заранее настроенном оборудовании. Для этого необходимо соблюдать принципы базирования и достаточно точно определить припуски. В большинстве случаев для решения этой задачи достаточно применения статистического метода определения припусков, но для точных поверхностей возможно применение расчетного метода. Структура операций – экстенсивная концентрация операций. Для большинства операций характерно применение универсальных и стандартизированных приспособлений и режущего инструмента, но при поведении соответствующего экономического обоснования возможно применение специальных средств оснащения. Режимы резания и нормирование операций механической обработки определяются с применением статистических данных.

1.4 Задачи работы

Исходя из анализа исходных данных, в ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы необходимо решить ряд задач. Во-первых, обосновать выбор одного из возможных методов получения заготовки для рассматриваемой детали. Затем необходимо спроектировать данную заготовку. Во-вторых, определить структуру технологического процесса и провести его проектирование, включая определение припусков под обработку, расчет режимов резания, а также выбор оборудования и средств технологического оснащения. По результатам данного этапа необходимо оформить основную технологическую документацию и сделать выводы об операциях, которые нуждаются в дальнейшем совершенствовании. В-третьих, все операции, которые необходимо усовершенствовать нужно проанализировать и изменить путем проектирования специальных средств оснащения. В-четвертых, полученный технологический процесс необходимо рассмотреть с точки зрения безопасности его выполнения, т.к. он подвергается модернизации и не является типовым. В-пятых, необходимо определить экономическую эффективность проектируемого техпроцесса с учетом проведенной технической модернизации. Решению данных задач будут посвящены все дальнейшие разделы данной работы.

2 Разработка технологической части работы

2.1 Обоснование выбора заготовки

Как показал анализ исходных данных, в качестве метода получения заготовки целесообразно применять литье или штамповку. Исходя из формы детали и марки материала, в данном случае наиболее применимы методы получения заготовки литьем в кокиль и горячей штамповкой [4]. Проведение выбора одного из этих двух методов проводится на основе экономического анализа общих затрат C_i [5].

$$C_i = C_{3i} + C_{ОБР.i}, \quad (2.1)$$

где C_{3i} – стоимость получения одной заготовки, руб;

$C_{ОБР.i}$ – стоимость механической обработки одной заготовки, руб.

$$C_{3i} = \frac{Ц_{М.i} \cdot M_{3.i}}{1000} K_{СП} \cdot K_T \cdot K_{СЛ}, \quad (2.2)$$

где $Ц_{М.i}$ – стоимость тонны металла, руб;

$M_{3.i}$ – вес заготовки, кг;

$K_{СП}$, K_T , $K_{СЛ}$ – коэффициенты, учитывающие технологические особенности детали.

Для определения массы заготовки необходимо определить массу детали.

$$M_o = \frac{\pi}{4} (d_1^2 l_1 + d_2^2 l_2 + \dots) \rho, \quad (2.3)$$

где d_1 , d_2 – диаметры шеек детали, мм;

l_1 , l_2 – длина шеек детали, мм;

ρ – плотность стали кг/мм³.

$$M_{\phi} = \frac{\pi}{4} (3,2^2 \cdot 14,4 + 5,7^2 \cdot 3,5 + 4,1^2 \cdot 0,7 + 3,5^2 \cdot 2,4 - 2,2^2 \cdot 1,4 - 0,8^2 \cdot 2,1) \times \\ \times 0,00786 = 1,6 \text{ кг.}$$

Исходя из массы детали, определяем массу штампованной заготовки.

$$M_{31} = 0,785 \cdot (d_1^2 \cdot l_1 + d_2^2 \cdot l_2 + \dots) \cdot K_{шт} \cdot \rho, \quad (2.4)$$

где d_1, d_2 – диаметры шеек штамповки, мм;

l_1, l_2 – длина шеек штамповки, мм;

$K_{шт}$ – коэффициент, учитывающий особенности технологии получения штамповки.

$$M_{31} = 0,785 \cdot (3,48^2 \cdot 14,43 + 5,98^2 \cdot 3,76 + 4,38^2 \cdot 0,71 + 3,76^2 \cdot 2,42) \cdot 1,05 \times \\ \times 0,00786 = 1,8 \text{ кг.}$$

Масса заготовки полученной методом литья:

$$M_{32} = 0,785 \cdot (d_1^2 \cdot l_1 + d_2^2 \cdot l_2 + \dots) \cdot K_{л} \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где d_1, d_2 – диаметры шеек отливки, мм;

l_1, l_2 – длина шеек отливки, мм;

$K_{л}$ – коэффициент, учитывающий особенности технологии получения отливки.

$$M_{32} = 0,785 \cdot (3,66^2 \cdot 14,42 + 6,02^2 \cdot 3,78 + 3,96^2 \cdot 2,46) \cdot 1,05 \cdot 0,00786 = 2,0 \\ \text{кг.}$$

$$C_{31} = \frac{30000 \cdot 1,8 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1}{1000} = 44,28 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{30000 \cdot 2,0 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 1,2}{1000} = 49,20 \text{ руб.}$$

Стоимость механической обработки одной заготовки:

$$C_{OBR,i} = \frac{C_{уд} \left(\frac{1}{K_{ИМ,i}} - 1 \right) M_{д}}{K_o}, \quad (2.6)$$

где $C_{уд}$ – стоимость удаления 1 кг стружки, руб/кг;

K_o – коэффициент обрабатываемости стали;

$K_{ИМ}$ – коэффициент использования материала.

$$K_{ИМ,i} = \frac{M_{д}}{M_з}. \quad (2.7)$$

$$C_{OBR1} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,89} - 1 \right) \cdot 1,6}{1,1} = 0,72 \text{ руб.}$$

$$C_{OBR2} = \frac{4 \cdot \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) \cdot 1,6}{1,1} = 1,46 \text{ руб.}$$

Общие затраты:

$$C_1 = 44,28 + 0,72 = 45 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 49,20 + 1,46 = 50,66 \text{ руб.}$$

Расчеты показали, что минимум затрат обеспечивает метод получения заготовки горячей штамповкой.

2.2 Проектирование заготовки

Заготовка проектируется в несколько этапов [6]. На первом этапе определяется маршрут обработки для каждой поверхности. На втором этапе в соответствии с выбранным маршрутом определяются припуски на механическую обработку для каждого технологического перехода, и производится их суммирование. На третьем этапе определяются характеристики заготовки, определяются напуски, места разъемов формы, отклонения формы и расположения поверхностей, формируется контур

заготовки. Далее производим проектирование заготовки в соответствии с данным алгоритмом.

Для определения маршрутов обработки поверхностей каждой поверхности присвоим свой собственный номер на эскизе детали (рисунок 2.1).

Маршруты формируем исходя из качественных характеристик поверхностей на основе данных [7]. Учитываем, что деталь подвергается термообработке, поэтому введение в технологический процесс операции термической обработки обязательно. В результате получаем следующие маршруты обработки поверхностей.

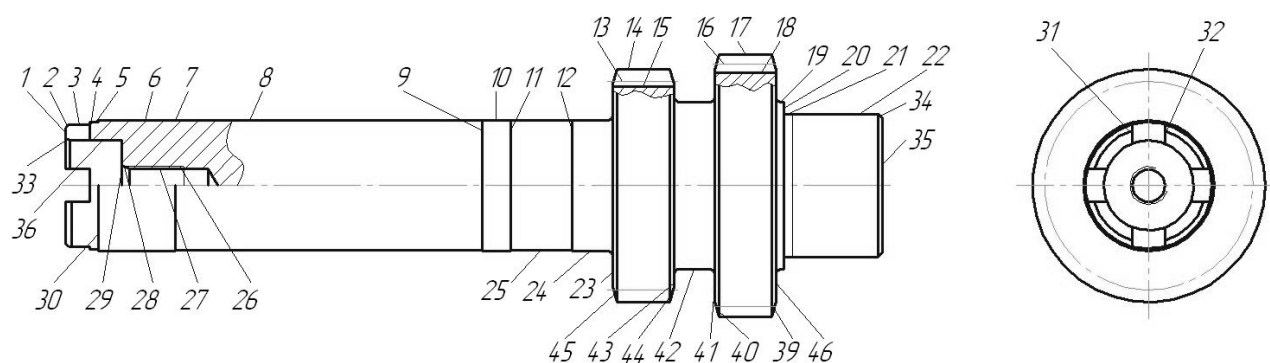


Рисунок 2.1 – Эскиз детали

Поверхности 1, 4, 35 имеют качество точности 14 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: фрезерование и термическая обработка.

Поверхности 2, 7, 9, 11, 12, 33, 34, 39, 40, 44, 45 имеют качество точности 14 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение чистовое и термическая обработка.

Поверхности 3, 5, 23, 41, 43, 46, 30 имеют качество точности 14 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение и термическая обработка.

Поверхности 6, 10, 24 имеют качество точности 6 и шероховатость 0,63 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое.

Поверхность 8 имеет качество точности 10 и шероховатость 1,6 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование.

Поверхности 13, 16 имеют 6 степень точности и шероховатость 0,8 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: фрезерование (долбление), шевингование, термическая обработка, притирка.

Поверхности 14, 17, 19 имеют качество точности 12 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение, термическая обработка.

Поверхности 15, 18 имеют качество точности 14 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: фрезерование (долбление), термическая обработка.

Поверхность 20 имеет качество точности 12 и шероховатость 1,25 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование.

Поверхности 21, 31, 32 имеют качество точности 12 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: фрезерование и термическая обработка.

Поверхность 22 имеет качество точности 5 и шероховатость 0,63 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение, точение чистовое, термическая обработка, шлифование, шлифование чистовое, шлифование тонкое.

Поверхность 25 имеет качество точности 12 и шероховатость 3,2 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: точение, точение чистовое, термическая обработка.

Поверхность 26 имеет шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: нарезание резьбы, термическая обработка.

Поверхности 27, 29, 36 имеют качество точности 14 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: сверление и термическая обработка.

Поверхность 28 имеет квалитет точности 8 и шероховатость 12,5 мкм, что соответствует следующему маршруту обработки: сверление, термическая обработка, шлифование.

Этап расчета припусков выполняется для каждой поверхности детали. В данном случае применимы два различных подхода. Первый [8] заключается в том, что расчет ведется детально при помощи эмпирических формул и соответствующих данных. Второй [9] заключается в том, что припуск определяется на основе статистических данных и операционных допусков. Расчет по первому методу выполняется для самых точных поверхностей, что уменьшит вероятность появления брака при выполнении операционных размеров. Применим данный подход для расчета припусков на обработку поверхности диаметром $35k5^{+0,013}_{+0,002}$.

Расчет минимального значения припуска производится исходя из знания дефектного слоя от предыдущей обработки a , пространственных отклонений от предыдущей обработки Δ и погрешности установки заготовки на данном переходе \mathcal{E} .

$$z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \mathcal{E}_i^2}, \quad (2.8)$$

$$z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \mathcal{E}_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,432 \text{ мм.}$$

$$z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \mathcal{E}_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,05^2 + 0,025^2} = 0,256 \text{ мм.}$$

$$z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \mathcal{E}_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,282 \text{ мм.}$$

$$z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \mathcal{E}_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,008^2 + 0,012^2} = 0,164 \text{ мм.}$$

$$z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\Delta_4^2 + \mathcal{E}_5^2} = 0,01 + \sqrt{0,003^2 + 0,012^2} = 0,023 \text{ мм.}$$

Расчет максимального припуска производится исходя из знания допусков на текущем Td_i и предыдущем переходах Td_{i-1} .

$$z_{i\max} = z_{i\min} + 0,5 \cdot \sqrt{Td_{i-1}^2 + Td_i^2} \quad (2.9)$$

$$z_{1\max} = z_{1\min} + 0,5 \cdot (d_0 + Td_1) = 0,432 + 0,5 \cdot (2 + 0,25) = 1,157 \text{ мм};$$

$$z_{2\max} = z_{2\min} + 0,5 \cdot (d_1 + Td_2) = 0,256 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,100) = 0,431 \text{ мм};$$

$$z_{3\max} = z_{3\min} + 0,5 \cdot (d_{TO} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,039) = 0,382 \text{ мм};$$

$$z_{4\max} = z_{4\min} + 0,5 \cdot (d_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,039 + 0,016) = 0,192 \text{ мм};$$

$$z_{5\max} = z_{5\min} + 0,5 \cdot (d_4 + Td_5) = 0,023 + 0,5 \cdot (0,016 + 0,011) = 0,037 \text{ мм}.$$

Для расчета настроечных размеров рассчитываем значения средних припусков:

$$z_{cp i} = (z_{i\max} + z_{i\min}) / 2, \quad (2.10)$$

$$z_{cp1} = (z_{1\max} + z_{1\min}) / 2 = (1,157 + 0,432) / 2 = 0,795 \text{ мм};$$

$$z_{cp2} = (z_{2\max} + z_{2\min}) / 2 = (0,431 + 0,256) / 2 = 0,344 \text{ мм};$$

$$z_{cp3} = (z_{3\max} + z_{3\min}) / 2 = (0,382 + 0,282) / 2 = 0,332 \text{ мм};$$

$$z_{cp4} = (z_{4\max} + z_{4\min}) / 2 = (0,192 + 0,164) / 2 = 0,178 \text{ мм};$$

$$z_{cp5} = (z_{5\max} + z_{5\min}) / 2 = (0,037 + 0,023) / 2 = 0,030 \text{ мм}.$$

Далее рассчитываем операционные размеры исходя из определенных ранее припусков:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\min} + 2 \cdot z_{i\min}, \quad (2.11)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1}, \quad (2.12)$$

$$d_{icc} = (d_{i\max} + d_{i\min}) / 2. \quad (2.13)$$

Необходимо учесть, что для термического перехода минимальный размер будет рассчитываться по формуле:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999. \quad (2.14)$$

$$d_{5\max} = 35,01 \text{ мм.}$$

$$d_{5\min} = 35,002 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = d_{5\min} + 2 \cdot z_{5\min} = 35,002 + 2 \cdot 0,023 = 35,059 \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_4 = 35,059 + 0,016 = 35,076 \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = d_{4\min} + 2 \cdot z_{4\min} = 35,059 + 2 \cdot 0,164 = 35,404 \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 35,404 + 0,039 = 35,443 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\min} = d_{3\min} + 2 \cdot z_{3\min} = 35,404 + 2 \cdot 0,282 = 36,007 \text{ мм.}$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 36,007 + 0,160 = 36,167 \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 36,007 \cdot 0,999 = 35,971 \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 35,971 + 0,100 = 36,071 \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\min} + 2 \cdot z_{2\min} = 35,971 + 2 \cdot 0,256 = 36,583 \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 36,583 + 0,250 = 36,833 \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\min} + 2 \cdot z_{1\min} = 36,583 + 2 \cdot 0,432 = 37,697 \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 37,697 + 1,2 = 38,897 \text{ мм.}$$

$$d_{cp0} = \frac{d_{0\max} + d_{0\min}}{2} = \frac{38,897 + 37,697}{2} = 38,297 \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = \frac{d_{1\max} + d_{1\min}}{2} = \frac{36,833 + 36,583}{2} = 36,708 \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = \frac{d_{2\max} + d_{2\min}}{2} = \frac{36,071 + 35,971}{2} = 36,021 \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = \frac{d_{TO\max} + d_{TO\min}}{2} = \frac{36,167 + 36,007}{2} = 36,087 \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = \frac{d_{3\max} + d_{3\min}}{2} = \frac{35,443 + 35,404}{2} = 35,424 \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = \frac{d_{4\max} + d_{4\min}}{2} = \frac{35,076 + 35,059}{2} = 35,068 \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = \frac{d_{5\max} + d_{5\min}}{2} = \frac{35,013 + 35,002}{2} = 35,008 \text{ мм.}$$

Расчет общих припусков на обработку поверхности:

$$2z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max}, \quad (2.15)$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + Td_0 + Td_5, \quad (2.16)$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2z_{\min} + 2z_{\max}) \quad (2.17)$$

$$2z_{\min} = 37,697 - 35,013 = 2,684 \text{ мм.}$$

$$2z_{\max} = 2,684 + 1,2 + 0,011 = 3,895 \text{ мм.}$$

$$2z_{cp} = 0,5 \cdot (2,684 + 3,895) = 3,290 \text{ мм.}$$

Припуски на обработку оставшихся поверхностей определяются по второму методу расчета припусков с применением статистических данных (таблица 2.1). В таблице каждому номеру перехода соответствует метод обработки поверхности определенный ранее.

Таблица 2.1 - Припуски на обработку

В миллиметрах

Номер поверхности	Номер и наименование перехода	Z_{\min}	Z_{\max}
1	2	3	4
1, 35	1 фрезерный	1,05	2,08
6, 10, 24	1 токарный	1,5	2,23
	2 токарный	0,3	0,48
	3 шлифовальный	0,5	0,57
	4 шлифовальный	0,06	0,09
13	1 фрезерный	0,6	1,05
	2 шевинговальный	0,18	0,32
	3 шлифовальный	0,2	0,29
16	1 долбежный	0,6	1,05
	2 шевинговальный	0,18	0,32
	3 шлифовальный	0,2	0,29
20	1 токарный	1,8	2,6
	2 токарный	0,8	1,08

Продолжение таблицы 2.1

В миллиметрах

1	2	3	4
	3 шлифовальный	0,4	0,517
25	1 токарный	1,5	2,23
	2 токарный	0,3	0,48
28	1 сверлильный	0,4	0,7
	2 шлифовальный	0,1	0,15

Остальные данные необходимые для проектирования заготовки, такие как степень точности, группа сложности, группа стали, исходный индекс, допуски на размеры, точностные характеристики и другие параметры, принимаются по [10] и отражаются на чертеже заготовки.

2.3 Проектирование маршрута изготовления детали

Маршрут изготовления детали формируется на основе типовых технологических маршрутов [11] и полученных ранее данных о методах обработки для каждой поверхности. Следует учесть особенности конфигурации детали. Наличие двух зубчатых венцов, расположенных на незначительном расстоянии друг от друга накладывает ограничения на использование производительных фрезерных операций. Для решения этой проблемы обработку меньшего из венцов необходимо проводить на долбежной операции, что позволит получить зубчатый венец с заданными параметрами, но увеличит время обработки. Для удобства использования представим полученный маршрут в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут

Номер операции	Название операции	Номера обрабатываемых поверхностей
005	Фрезерноцентровальная	1, 28, 35, 36, 37
010	Токарная	5, 8, 14, 17, 19, 20, 22, 23, 41, 42, 43
015	Токарная	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 34, 39, 40, 44, 45
020	Сверлильная	26, 36
025	Фрезерная	31, 32
030	Зубофрезерная	16, 18
035	Зубодолбежная	13, 15
040	Зубофосаочная	
045	Зубофосаочная	
050	Зубошевинговальная	16
055	Зубошевинговальная	13
060	Термическая	все
065	Центрошлифовальная	28, 37
070	Торцекруглошлифовальная	20, 22
075	Круглошлифовальная	6, 8, 10, 24
080	Торцекруглошлифовальная	20, 22
085	Круглошлифовальная	6, 10, 24
090	Круглошлифовальная	22
095	Притирочная	16
100	Притирочная	13
105	Моечная	все
110	Контрольная	все

Спроектированный маршрут обработки является основой для проектирования технологического процесса изготовления детали. Также следует учесть, что необходимо обеспечить минимальную погрешность

обработки, что достигается соблюдением основных принципов базирования и разработкой рациональных схем базирования [12]. Для вала-шестерни наиболее целесообразно на всех операциях с образующими движениями вращения заготовки использовать центровые отверстия, а для остальных операций шейки вала-шестерни и его торцы. Более подробно результаты проектирования техпроцесса отражены в графической части работы.

2.4 Выбор средств оснащения техпроцесса

Средства оснащения технологического процесса выбираются исходя из следующих факторов: тип производства, конструктивных особенностей изготавливаемой детали, ее массу и материал, структуру операции, требуемую производительность, используемые технологические базы, качество обрабатываемых поверхностей, а также ряд экономических характеристик. Модели, марки и технические характеристики средств оснащения выбираем по данным [13, 14, 15, 16, 17] и заносим в таблицы 2.3-2.6.

Таблица 2.3 – Станочное оборудование

Операция	Обрабатываемые поверхности	Оборудование
1	2	3
005 Фрезерно-центровальная	1, 27, 28, 36, 35, 37	Фрезерно-центровальный МР-71М
010 Токарная	5, 8, 14, 17, 19, 20, 22, 23, 30, 41, 42, 43	Токарно-винторезный 16К20Ф3
015 Токарная	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 34, 39, 40, 45	Токарно-винторезный 16К20Ф3

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3
020 Сверлильная	26, 36	Вертикально-сверлильный 2Н135Ф2П
025 Фрезерная	4, 31, 32	Вертикально-фрезерный 6М82Г
030 Зубофрезерная	16, 18	Зубофрезерный 5306К
035 Зубодолбежная	13, 15	Зубодолбежный 5В12
040 Зубофасочная		Зубофасочный ВС-320А
045 Зубофасочная		Зубофасочный ВС-320А
050 Зубошевинговальная	16	Зубошевинговальный 5А702Г
055 Зубошевинговальная	13	Зубошевинговальный 5А702Г
065 Центрошлифовальная	28, 37	Центрошлифовальный 3922
070 Торцекруглошлифовальная	20, 22	Торцекруглошлифовальный 3Т160
075 Круглошлифовальная	6, 8, 10, 24	Круглошлифовальный 3Б153У
080 Торцекруглошлифовальная	20, 22	Торцекруглошлифовальный 3Т160
085 Круглошлифовальная	6, 10, 24	Круглошлифовальный 3Б153У
090 Круглошлифовальная	22	Круглошлифовальный 3Б153У
095 Притирочная	16	Притирочный 5П722
100 Притирочная	13	Притирочный 5П722

Таблица 2.4 – Станочные приспособления

Операция	Элементы для установки	Название приспособления
1	2	3
005 Фрезерно-центровальная	Призмы установочные, осевой упор	Тиски самоцентрирующие
010 Токарная	Центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ8742-75	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-73
015 Токарная	Центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ8742-75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
020 Сверлильная	Призмы установочные, осевой упор	Тиски самоцентрирующие ГОСТ12195-66
025 Фрезерная	Призмы установочные, осевой упор	Тиски самоцентрирующие ГОСТ12195-66
030 Зубофрезерная	Центр плавающий ГОСТ2375-79, центр специальный	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
035 Зубодолбежная	Центр плавающий ГОСТ2375-79, центр специальный	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
040 Зубофасочная	Центр подпружиненный А1-3-НП-ЧПУ ГОСТ	Патрон поводковый ГОСТ2571-71

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3
	8742-75	
045 Зубофасочная	Центр подпружиненный А1- 3-НП-ЧПУ ГОСТ8742- 75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
050 Зубошевинговальная	Центр подпружиненный А1- 3-НП-ЧПУ ГОСТ8742- 75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
055 Зубошевинговальная	Центр подпружиненный А1- 3-НП-ЧПУ ГОСТ8742- 75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
065 Центрошлифовальная	Центр неподвижный ГОСТ8742-75	Тиски самоцентрирующие
070 Торцекруглошлифовальная	Центр неподвижный ГОСТ8742-75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
075 Круглошлифовальная	Центр неподвижный ГОСТ8742-75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
080 Торцекруглошлифовальная	Центр неподвижный ГОСТ8742-75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
085 Круглошлифовальная	Центр неподвижный ГОСТ8742-75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
090 Круглошлифовальная	Центр неподвижный ГОСТ8742-75	Патрон поводковый ГОСТ2571-71

Таблица 2.5 – Инструмент

Операция	Марка материала	Инструмент
1	2	3
005 Фрезерно-центровальная	T5K10, P6M5	Фрезы торцевые ГОСТ1695-80 Ø40, сверло центровочное А 6,3; ГОСТ14952-80, сверло комбинированное
010 Токарная	T5K10	Резец контурный ОСТ 2.И10.1-83
015 Токарная	T30K4	Резец контурный ОСТ 2.И10.1-83, резец канавочный ОСТ 2.И10.1-83
020 Сверлильная	P6M5, P18	Сверло комбинированное, метчик ГОСТ8859-85
025 Фрезерная	P6M5	Фреза шпоночная Ø8 ГОСТ9308-69
030 Зубофрезерная	P6M5	Фреза зубонарезная Ø50 ГОСТ 9324-80
035 Зубодолбежная	P9K5	Долбяк чашечный прямозубый тип 3 Ø50 ГОСТ 9323-79
040 Зубофасочная	P6M5	Фреза
045 Зубофасочная	P6M5	Фреза
050 Зубошевинговальная	P18	Шевер дисковый Ø180ГОСТ8570-80
055 Зубошевинговальная	P9Ф5	Шевер дисковый Ø180ГОСТ8570-80

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3
065 Центрошлифовальная	Алмаз синтетический АГК	Головка шлифовальная алмазная АГК ГОСТ2447- 82
070 Торцекруглошлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
075 Круглошлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
080 Торцекруглошлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23А80М5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
085 Круглошлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23А80М5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
090 Круглошлифовальная	Электрокорунд белый	Круг шлифовальный 1- 200x50x100 23А90М5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
095 Притирочная	Чугун	Притир
100 Притирочная	Чугун	Притир

Таблица 2.6 – Контрольные приборы и приспособления

Операция	Точность контроля	Средства контроля
1	2	3
005 Фрезерно- центровальная	12, 9	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80, калибр контроля центровочного

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3
		отверстия
010 Токарная	12	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80
015 Токарная	10	Микрометр МК-50 ГОСТ6507-78, калибр- пробка
020 Сверлильная	12, 8	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80, калибр- пробка
025 Фрезерная	12	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80, калибр
030 Зубофрезерная	10	Шаблон
035 Зубодолбежная	10	Шаблон
040 Зубофасочная	12	Шаблон
045 Зубофасочная	12	Шаблон
050 Зубошевинговальная	8	Шаблон
055 Зубошевинговальная	8	Шаблон
065 Центрошлифовальная	8	Шаблон
070 Торцекруглошлифовальная	8	Скоба рычажная
075 Круглошлифовальная	8	Скоба рычажная
080 Торцекруглошлифовальная	6	Скоба рычажная
085 Круглошлифовальная	6	Скоба рычажная
090 Круглошлифовальная	5	Скоба рычажная
095 Притирочная	6	Шаблон
100 Притирочная	6	Шаблон

2.5 Определение режимов резания

Выполнение данного этапа заключается в определении следующих параметров технологических операций: подача S_o , скорость резания V , частота вращения шпинделя n , длина рабочего хода L_{px} и основное время выполнения операции T_o .

Определение этих параметров производится согласно расчетной методике [18] или статистической методике [19].

В первом случае расчеты получаются достаточно точными и не требуют значительной корректировки при внедрении в производство, но требуют значительных затрат времени на их проведение, поэтому применяются только для ответственных операций.

Второй метод достаточно простой и не требует значительных временных затрат, но менее точный. Как правило, данный метод используется для хорошо изученных технологических операций, имеющих большое количество статистических данных. Результаты проведения данных расчетов представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Режимы резания технологических операций

Переход	S_o , мм/об	V , м/мин	n , об/мин	L_{px} , мм	T_o , мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005					
	(0,15)	46,4	250	40	0,6
Операция 010, установ А					
1	0,3	224	1250	80	0,22
Операция 010, установ Б					
1	0,3	224	1250	140	0,37
Операция 015, установ А					
1	0,17	209	1900	33	0,15
2	0,17	209	1900	3	0,09

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6
Операция 015, установ Б					
1	0,17	209	1900	138	0,43
2	0,17	209	1900	3	0,09
Операция 020					
1	0,12	29,12	500	37	0,62
2	1	5,9	250	30	0,12
Операция 025					
1	(0,05)	46	1500	125	0,54
Операция 030					
1	2,5	40	250	35	1,4
Операция 035					
1	0,4 мм/дв. ход	23	380 дв. ход/мин	30	1,7
Операция 040					
1			600	35	0,3
Операция 045					
1			600	35	0,3
Операция 050					
1	120	12	260	35	0,92
Операция 055					
1	120	12	260	35	0,92
Операция 065					
1	0,55 мм/мин	15	300	0,8	0,18
Операция 070					
1	0,009	26	300	0,382	0,2
Операция 075					

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6
1	0,013	26	368	21	0,65
2	0,013	26	368	34	0,98
3	0,013	26	368	67	1,32
Операция 080					
1	0,003	30	300	0,192	0,32
Операция 085					
1	0,008	30	368	21	0,10
2	0,008	30	368	18	0,02
Операция 090					
1	0,001	30	300	21	0,11

Расчеты режимов резания отражаются в соответствующей технологической документации, а также при проектировании отдельных технологических операций.

3 Проектирование специальных средств оснащения

3.1 Проектирование станочного приспособления

Проведем проектирование станочного приспособления для 005 фрезерно-центральной операции. В типовом технологическом процессе основным недостатком данной операции является время на ее выполнение, что обусловлено применяемым приспособлением с отсутствием механизированного привода. Проектирование приспособления выполним по методике [20] для реализации операционного эскиза представленного на рисунке 3.1.

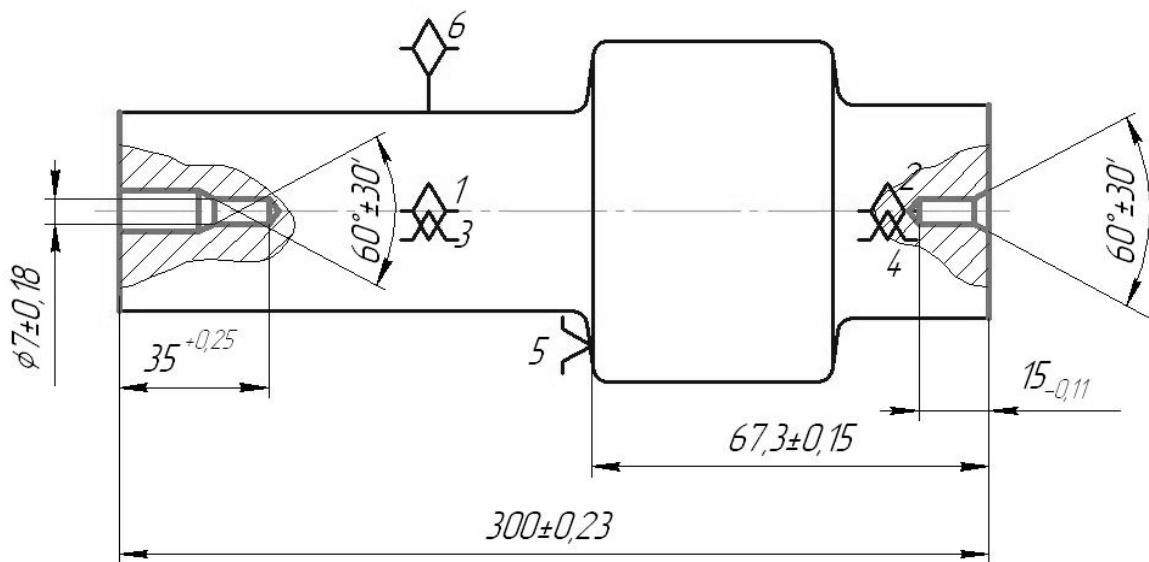


Рисунок 3.1 – Эскиз детали

Расчет приспособления начинаем с определения составляющих сил резания.

$$P_Z = \frac{10C_p t^x S_Z^y B^\omega Z}{D^q n^w} K_{\text{фрз}}, \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , W , q , ω , $K_{\text{фрз}}$ – учитывают реальные условия обработки;

t – глубина резания, мм;

S_Z – подача, мм/зуб;

B – ширина торцевой поверхности;

Z – число зубьев;

D – диаметр фрезы, мм;

n – частота вращения фрезы, мм/об.

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 3^{0,95} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 36^{1,1} \cdot 12}{50^{1,1} \cdot 1} \cdot 1,13 = 5242 \text{ Н.}$$

$$P_y = 0,85 \dots 0,95 \cdot P_z, \quad (3.2)$$

$$P_h = 0,4 \cdot P_z, \quad (3.3)$$

$$P_v = 0,9 \cdot P_z. \quad (3.4)$$

$$P_y = 0,85 \dots 0,95 \cdot 5242 = 4456 \text{ Н.}$$

$$P_h = 0,4 \cdot 5242 = 1783 \text{ Н.}$$

$$P_v = 0,9 \cdot 5242 = 4010 \text{ Н.}$$

Для сверлильного перехода рассчитываем момент и осевую силу:

$$M_{KP} = 10 \cdot C_u \cdot D^{qu} \cdot S^{yu} \cdot K_p, \quad (3.5)$$

где C_u , qu , yu , K_p – показатели, которые учитывают реальные условия обработки;

D – диаметр сверла, мм;

S – подача, мм/об.

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^{qp} \cdot S^{yp} \cdot K_p, \quad (3.6)$$

где C_p , q_p , u_p , K_p – показатели, которые учитывают реальные условия обработки.

$$M_{KP} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 16^{2,0} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 1 = 7450 \text{ Н мм.}$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 0,06^{0,7} \cdot 1 = 1328 \text{ Н.}$$

Согласно составленной схеме действующих на заготовку в процессе обработки системы сил (рис. 3.2) определяем ее составляющие.

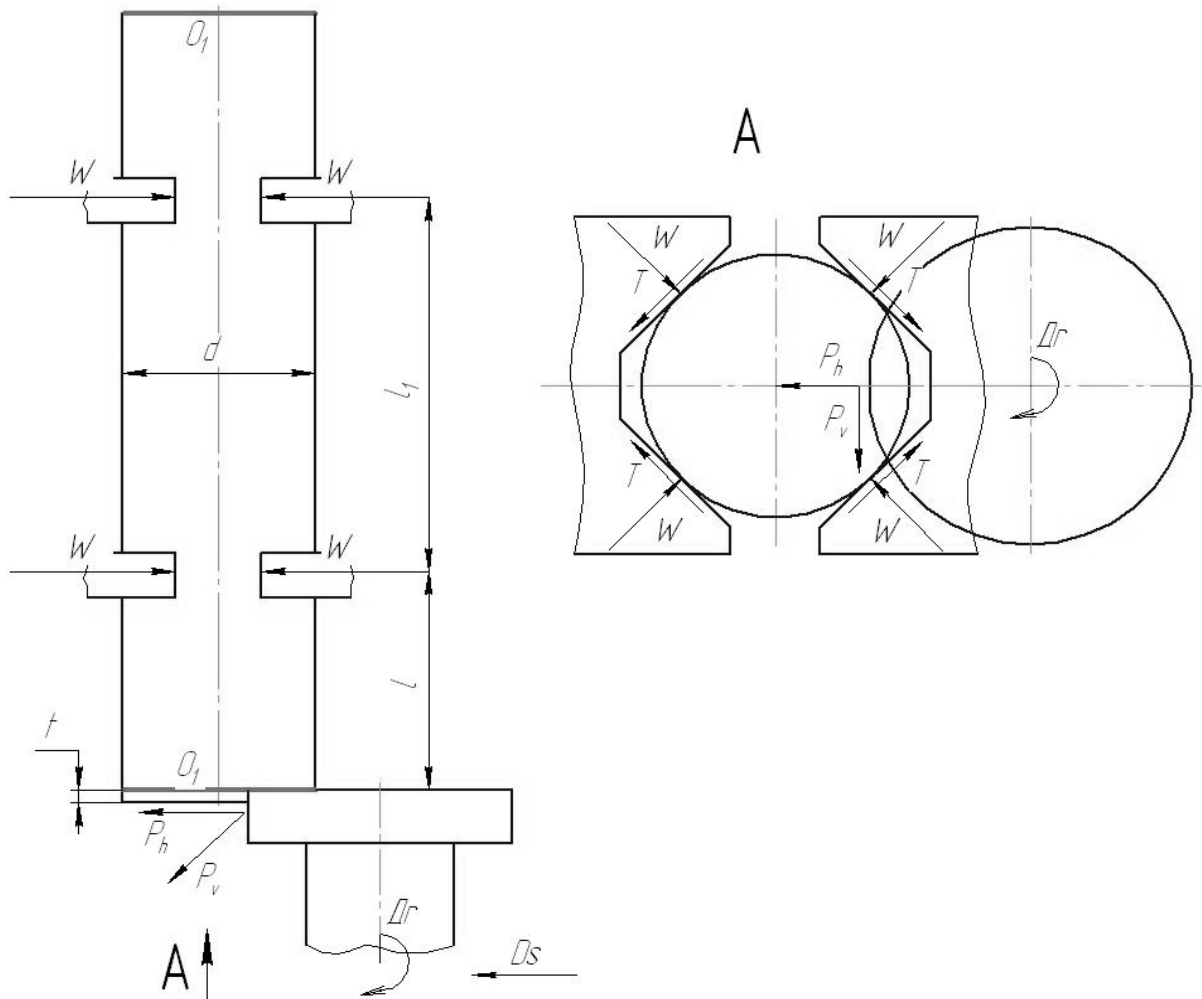


Рисунок 3.2 – Схема действующих на заготовку в процессе обработки системы сил

$$M_p = P_h \cdot l, \quad (3.7)$$

где l – расстояние от торца заготовки до середины губки, мм.

$$M_3 = W \cdot l_1, \quad (3.8)$$

где l_1 – расстояние между губками, мм.

Отсюда выводим искомое усилие:

$$W = \frac{K \cdot P_h \cdot l}{l_1}, \quad (3.9)$$

где K – коэффициент, характеризующий условия обработки.

$$W' = \frac{2,2 \cdot 1783 \cdot 30}{160} = 736 \text{ Н.}$$

Аналогично выводим формулу для составляющей силы резания P_v .

$$M_p = \frac{P_v \cdot d_0}{2}, \quad (3.10)$$

где d_0 – диаметр обработки, мм.

$$M_3 = 4 \cdot W \cdot f \cdot d_3, \quad (3.11)$$

где d_3 – диаметр закрепления, мм.

$$W'' = \frac{K \cdot P_v \cdot d_0}{8 \cdot f \cdot d_3} \quad (3.12)$$

где f – коэффициент трения.

$$W'' = \frac{2,2 \cdot 4010 \cdot 38}{8 \cdot 0,16 \cdot 35} = 7482 \text{ Н.}$$

Усилие с учетом угла призмы:

$$W = \frac{W''}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (3.13)$$

где α – угол призмы, град.

$$W = \frac{7482}{\sin 45^\circ} = 10538 \text{ Н.}$$

К основанию призмы должно быть приложено усилие:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l}{H} \cdot f_1}, \quad (3.14)$$

где l , H - определяются путем прочерчивания призмы.

$$W_1 = \frac{10538}{1 - \frac{3 \cdot 60}{75} \cdot 0,1} = 12621 \text{ Н.}$$

Усилие на ползушках должно составлять:

$$Q = 2 \cdot W_1 / i, \quad (3.15)$$

где i – передаточное отношение механизма зажима.

$$Q = 2 \cdot 12621 / 2 = 12621 \text{ Н.}$$

Для создания усилия применим гидравлический привод. Расчет данного привода заключается в определении диаметра поршня гидроцилиндра:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P_r}}, \quad (3.16)$$

где P_r – давление в системе, МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{12621}{2,5}} = 80,28 \text{ мм.}$$

Ближайшее стандартное значение поршня составляет 82 мм.

Точность приспособления должна удовлетворять условию:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{K_{T1} \varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_H^2 + K_{T2} \omega^2}, \quad (3.17)$$

где T – допуск выполняемого размера, мм;

K_T – коэффициенты, характеризующие отклонение от закона нормального распределения;

ε_{δ} , ε_3 , ε_y , ε_H – погрешности, возникающие при обработке, мм;

ω – точность обработки, мм.

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 0,3 - \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,038^2 + 0,1^2 + 0,6 \cdot 0,12^2} = 0,172 \approx 0,17 \text{ мм.}$$

Исходя из полученных данных назначаем точность составляющих размерной цепи: $l_1 = 25h9 = 25_{-0,042}$ мм; $l_2 = 50h8 = 40_{-0,015}$ мм, $E_h = 0,05$ мм.

3.2 Проектирование режущего инструмента

С целью совершенствования токарных операций чистовой обработки проведем проектирование соответствующего резца, который решит главную проблему при обработке данной стали – появление сливной стружки. Для этого будем использовать методику [21].

В качестве материала режущей пластины выбираем твердый сплав Т5К10. Геометрия режущей пластины выбирается исходя из требуемой точности обработки и шероховатости. В качестве крепления режущей пластины к державке принимаем механический способ крепления.

Для определения параметров резца необходимо определить сечение срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S, \quad (3.18)$$

где t – глубина резания, мм;

S – подача, мм/об.

$$F = t \cdot S = 1,0 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ мм}^2.$$

Данному сечению соответствуют следующие параметры: рабочая высота резца 25 мм; сечение державки резца 20x20 мм; длина резца 140 мм.

Для крепления режущей пластины к державке используем систему крепления винтом через прихват. В данной системе ключевым элементом является винт. Определим его минимально возможный диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}}, \quad (3.19)$$

где Q_1 – сила действующая на винт, Н;

σ_0 – допускаемое напряжение, МПа.

Q_1 определяется из соотношения:

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7}. \quad (3.20)$$

$$Q_1 = \frac{320}{0,7} = 457 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 457}{3,14 \cdot 650}} = 1,94 \text{ мм.}$$

Минимально возможный диаметр винта 1,94 мм. В данном случае из конструктивных соображений удобно принять диаметр винта 4 мм, что обеспечит необходимые прочностные характеристики. Для решения проблемы появления сливной стружки будем использовать накладной стружколом с радиусной формой ломающей поверхности, выполненной по данным [22]. Более подробно геометрические характеристики резца и конструкция стружколома представлены на чертеже режущего инструмента.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Данный раздел выполняется с использованием рекомендаций и литературы [23].

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

Характеристики технологического процесса изготовления вала-шестерни представлены в виде таблицы 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3	Сталь 38Х2МЮА, смазочно-охлаждающая жидкость «OILCOOL CLEANLINE»
	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Станок круглошлифовальный 3Б153У	, ветошь

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Результаты идентификации профессиональных рисков, возникающих в ходе выполнения технологического процесса, оформляем в виде таблицы 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3
Токарная операция, шлифовальная операция	Движущиеся части оборудования, перемещаемые заготовки и изделия, отлетающая стружка	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок круглошлифовальный 3Б153У, станочные приспособления, режущий инструмент, внутрицеховой транспорт
	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Заготовка, режущий инструмент
	Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при повышенном уровне общей вибрации	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок круглошлифовальный 3Б153У, станочные приспособления, режущий инструмент, внутрицеховой транспорт
	Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при повышенном уровне шума	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок круглошлифовальный 3Б153У, станочные

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
		приспособления, режущий инструмент, внутрицеховой транспорт
	Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при воздействии электрического тока	Станок токарно- винторезный 16К20Ф3, станок круглошлифовальный ЗБ153У
	Опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой	Станок токарно- винторезный 16К20Ф3, станок круглошлифовальный ЗБ153У, станочные приспособления, режущий инструмент, внутрицеховой транспорт
	Опасные и вредные производственные факторы, вызванные воздействием паров и взвеси смазочно- охлаждающей жидкости	Смазочно- охлаждающая жидкость «OILCOOL CLEANLINE»

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 4.3 приведены основные методы и технические средства, применение которых позволит сократить влияние или устранить воздействие опасных и вредных производственных факторов и снизить профессиональные риски в ходе выполнения технологического процесса изготовления вала-шестерни.

Таблица 4.3 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего
1	2	3
Движущиеся части оборудования, перемещаемые заготовки и изделия, отлетающая стружка	Инструктажи по охране труда и производственной безопасности, применение защитных устройств в виде экранов, ограждений, и средств автоматического выключения	Костюм х/б 3Ми, головной убор, ботинки кожаные с защитным носком Мун200, рукавицы комбинированные (перчатки трикотажные) Ми, очки защитные 3П
Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструктажи по охране труда и производственной безопасности, при необходимости проведение слесарной доработки после каждой операции	Рукавицы комбинированные (перчатки трикотажные) Ми
Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при повышенном уровне общей вибрации	Инструктажи по охране труда и производственной безопасности, применение при монтаже вибронагруженного оборудования массивных	Антивибрационный и диэлектрический коврик Vibromats

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
	фундаментов	
Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при повышенном уровне шума	Инструктажи по охране труда и производственной безопасности, доработка конструкции оборудования путем установки специальных звукопоглощающих кожухов, глушителей или обработка звукопоглощающими материалами	Наушники противозумные «СОМЗ-8 DriverActive»
Опасные и вредные производственные факторы, возникающие при воздействии электрического тока	Инструктажи по охране труда и производственной безопасности, заземление, изоляция токоведущих частей оборудования, ограждение наиболее опасных частей оборудования, применение автоматического аварийного обесточивания, нанесение предупреждающих знаков	Антивибрационный и диэлектрический коврик Vibromats
Опасные и вредные производственные факторы, вызванные высокой температурой	Инструктажи по охране труда и производственной безопасности, применение смазочно-охлаждающих жидкостей для охлаждения заготовки и инструмента в процессе резания, применение	Костюм х/б 3Ми, головной убор, ботинки кожаные с защитным носком Мун200, рукавицы комбинированные (перчатки трикотажные) Ми,

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3
	теплоотражающих экранов	очки защитные ЗП
Опасные и вредные производственные факторы, вызванные воздействием паров и взвеси смазочно-охлаждающей жидкости	Инструктажи по охране труда и производственной безопасности, изоляция рабочей зоны оборудования, применение нетоксичных смазочно-охлаждающих жидкостей, применение местных вытяжек	Костюм х/б ЗМи, головной убор, ботинки кожаные с защитным носком Мун200, рукавицы комбинированные (перчатки трикотажные) Ми, очки защитные ЗП, респиратор

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Пожарная безопасность на производстве обеспечивается путем разработки комплекса мер, представленных в таблицах 4.4 – 4.6.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок изготовления вала-шестерни	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок круглошлифовальный ЗБ153У	Пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов класс В	Пламя, искры; тепловой поток; повышенная температура; высокая концентрация токсичных веществ в воздухе; низкая концентрация кислорода	Осколки и части от разрушения технологического оборудования; повреждение электроизоляции на оборудовании под напряжением; воздействие средств тушения пожара

Таблица 4.5 – Технические средства пожарной безопасности

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)
Пенные ручные огнетушители, щиты	Пожарные машины и лестницы	Пенная автоматическая система тушения пожара	Системы передачи извещений о пожаре; технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Пожарные рукава, краны, ящики с песком	Противогазы, респираторы	Ломы, лопаты, багры, топоры, ведра

Таблица 4.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Хранение ветоши в специально оборудованных негорючих ящиках, применение плавких	Применение автоматических пожарной сигнализации и извещателей, регламентированное проведение всех видов

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3
	<p>предохранителей и устройств автоматического отключения электрических шкафах, узлах и схемах оборудования</p>	<p>противопожарных инструктажей, обеспечение участка всеми необходимыми средствами пожаротушения</p>

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Мероприятия по оценке и обеспечению экологической безопасности представлены в таблицах 4.7, 4.8.

Таблица 4.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического техпроцесса	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Технологический процесс изготовления вала-шестерни	Станок токарно-винторезный 16К20Ф3, станок круглошлифовальный 3Б153У	Частицы стружки, пыль, взвесь смазочно-охлаждающей жидкости	Растворы нефтепродуктов, смазочно-охлаждающей жидкости, взвешенные вещества	Отходы в виде лома и стружки, ветошь, нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления вала-шестерни
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Использование комплексных систем очистки воздуха перед выбросом в атмосферу
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Использование замкнутой многоступенчатой системы очистки и фильтрации воды
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Использование повторной переработки стружки и металлического лома. Утилизация неперерабатываемых отходов на полигонах

4.6 Заключение по разделу

В разделе проанализирован технологический процесс изготовления вала-шестерни на предмет безопасности и экологичности его выполнения. В результате выявлены наиболее вероятные опасные и вредные производственные факторы и предложены мероприятия по устранению и снижению влияния данных факторов на работников. Проанализирована пожарная и экологическая безопасность рассматриваемого технологического процесса.

5 Экономическая эффективность работы

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

Основные изменения технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня» коснулись операций:

– 005 фрезерно-центровальной, здесь заменили тиски с ручным зажимом на тески призматические с гидравлическим механизированным зажимом, что привело к сокращению вспомогательного времени;

– 075 круглошлифовальной, здесь заменили цельный шлифовальный круг 1-200x50x100 23A46M8V 30м/с1А на составной шлифовальный круг с отверстиями для подвода СОЖ 1-200x50x100 23A46M8V 30м/с1А. Данное совершенствование привело к сокращению основного времени выполнения 075 операции;

– 085 круглошлифовальной, здесь также заменили цельный шлифовальный круг 1-200x50x100 23A80M5V 30м/с1А на составной шлифовальный круг с отверстиями для подвода СОЖ 1-200x50x100 23A80M5V 30м/с1А. Данное совершенствование привело к сокращению основного времени выполнения 085 операции.

Учитывая описанные изменения, по методике «Расчета капитальных вложений в основное технологическое оборудование» [24], определим капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса, который будет учитывать затраты на проектирование совершенствований технологического процесса, затраты на приспособление для операции 005 и затраты на инструменты для операций 075 и 085. Сложив полученные величины, будут определены общие капитальные вложения, равные сумме 62787,11 рублей, которые предназначены только для

выполнения заданной программы выпуска детали «Вал-шестерня» в объеме 5000 штук.

Для проведения экономического сравнения описанных вариантов, также, необходимо определить себестоимость изготовления детали «Вал-шестерня» для описанных операций. Для этого используется методика «Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций» [24]. Обычно технологическая себестоимость складывается из четырех показателей: затрат на основной материал (M), основной заработной платы ($Z_{пл.осн}$), начислений на заработную плату ($H_{з.пл}$) и расходов на содержание и эксплуатацию оборудования ($P_{э.об}$). Однако, если в ходе совершенствования технологического процесса, изменения не касаются метода получения заготовки, то величиной затрат на основной материал можно пренебречь, т.к. ее значение не оказывает влияние на уровень отклонений в технологической себестоимости. Значения, входящих в технологическую себестоимость величин, без учета затрат на основной материал, представлены на рисунке 5.1.

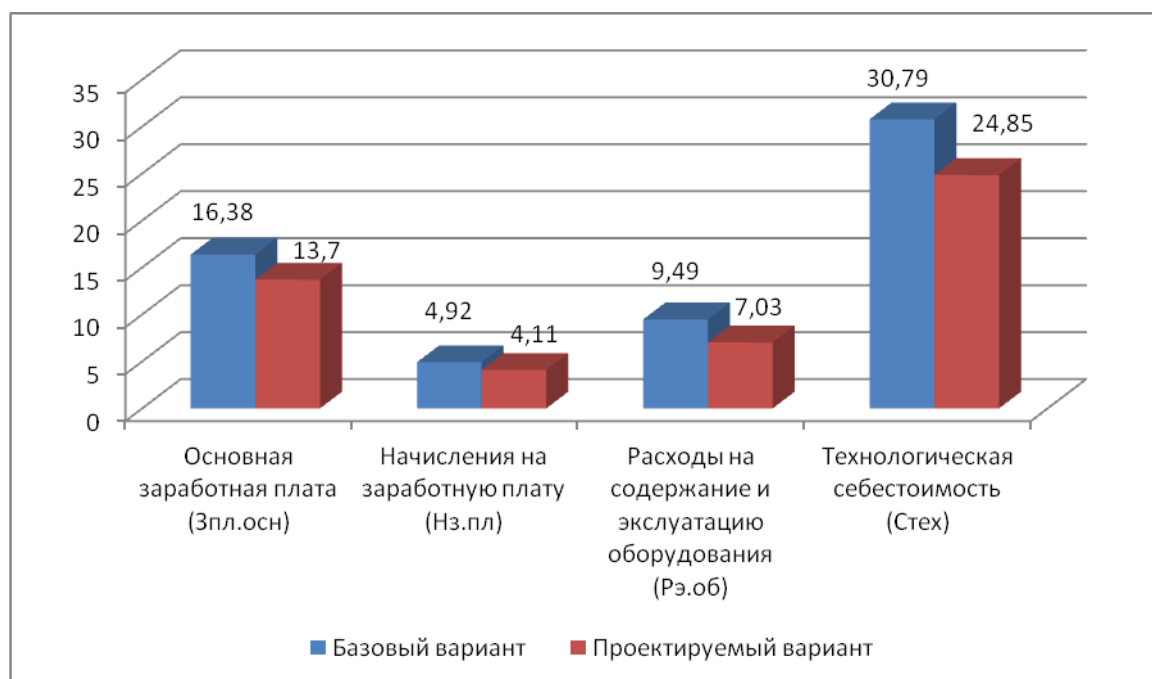


Рисунок 5.1 – Технологическая себестоимость детали «Вал-шестерня», по изменяющимся операциям, и ее составные элементы, руб.

Анализируя представленные значения, можно сделать вывод о том, что по всем параметрам в проектируемом варианте произошло уменьшение, в среднем примерно на 19,5%. Эти изменения привели к снижению всей технологической себестоимости на 5,94 рублей, что составило 19,3%.

Знание величины технологической себестоимости, необходимо для определения величин:

- цеховой себестоимости;
- заводской или производственной себестоимости;
- полной себестоимости детали по сравниваемым операциям.

Для определения всех указанных величин используется «Калькуляция себестоимости обработки» [24], благодаря которой полная себестоимость ($C_{полн}$) по базовому варианту составляет 90,7 рублей, а по проектируемому – 74,95 рублей. Полученные значения, также свидетельствуют о снижении рассчитываемых величин. Разница между сравниваемыми вариантами составляет 15,75 рублей с единицы изделия или 17,4%. Однако при сравнении изменений величин технологической и полной себестоимости, изменение последней уменьшилось, это может быть связано с тем, что на определенном этапе произошло увеличение управленческих расходов.

Далее, учитывая методику «Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта» [24], рассчитаем ряд основополагающих экономических параметров, таких как:

- чистая прибыль ($П_{чист}$), которая составит 63000 рублей;
- срок окупаемости ($T_{ок}$), который составит 2 года;
- чистый дисконтируемый доход ($ЧДД$), величина которого равна 14324,89 рублей.

Последний из представленных параметров, позволяет сделать окончательное заключение об экономической целесообразности проектируемого варианта технологического процесса. Если $ЧДД > 0$, то проект считается эффективным и его рекомендуется внедрять, если $ЧДД < 0$, то проект не эффективен и деньги рекомендуют вкладывать в банк.

Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления детали «Вал-шестерня» позволяют получить положительную величину чистого дисконтируемого дохода, что делает его экономически эффективным, поэтому после вложения денежных средств в совершенствование технологического процесса, предприятие получит прибыль в размере 1,23 рублей на каждый вложенный рубль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения квалификационной работы был разработан технологический процесс изготовления вала-шестерни коробки скоростей настольного сверлильного станка.

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы были решены ряд задач. Обоснован выбор одного из возможных методов получения заготовки для рассматриваемой детали и проведено ее проектирование. Определена структура технологического процесса и проведено его проектирование, включая определение припусков под обработку, расчет режимов резания, а также выбор оборудования и средств технологического оснащения. По результатам данного этапа получена технологическая документация и сделаны выводы об операциях, которые нуждаются в дальнейшем совершенствовании. Операции, которые необходимо усовершенствовать изменены путем проектирования специальных средств оснащения. Полученный технологический процесс рассмотрен с точки зрения безопасности его выполнения. Определена экономическая эффективность проектируемого техпроцесса с учетом проведенной технической модернизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горохов, В.А. Материалы и их технологии: учеб. для студентов вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В.А. Горохов, Н.В. Беляков, А.Г. Схиртладзе ; под ред. В.А. Горохова. - Гриф УМО. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 588 с.
2. Скворцов, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учеб. пособие / В.Ф. Скворцов. - 2-е изд. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 330 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/505001> (дата обращения: 30.04.2019).
3. Меринов, В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. - 263 с.
4. Основы технологии машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 295 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545566> (дата обращения: 30.04.2019).
5. Беляев, С.В. Основы металлургического и литейного производства: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению бакалавриата 22.03.02 "Металлургия" / С.В. Беляев, И.О. Леушин. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону. : Феникс, 2016. - 207 с.
6. Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 269 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/37101> (дата обращения: 02.05.2019).
7. Технология машиностроения: учебник / В.В. Клепиков [и др.]. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 387 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/545572> (дата обращения: 04.05.2019).
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М.

Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 910 с.

9. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2007. – 272 с.

10. Зубарев, Ю.М. Методы получения заготовок в машиностроении и расчет припусков на их обработку: учеб. пособие / Ю.М. Зубарев. - Санкт-Петербург. : Лань, 2016. - 256 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/72581> (дата обращения: 05.05.2019).

11. Маталин, А.А. Технология машиностроения : учебник / А.А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 512 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://e.lanbook.com/book/71755> (дата обращения: 12.04.2019).

12. Расторгуев, Д. А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 12.05.2019).

13. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5-е изд., испр. – Москва. : Машиностроение-1, 2003. – 941 с.

14. Клепиков, В.В. Технологическая оснастка: станочные приспособления: учеб. пособие / В.В. Клепиков. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. – 345 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/765631> (дата обращения: 20.05.2019).

15. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Москва. : ИНФРА-М, 2017. - 273 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/774201> (дата обращения: 20.05.2019).

16. Схиртладзе, А.Г. Станочные приспособления: учеб. пособие для вузов / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. - Гриф МО. – Москва. : Высш. шк., 2001. - 110 с.

17. Инструментальные материалы: учеб. пособие / Г.А. Воробьева [и др.]. - Санкт-Петербург. : Политехника, 2016. - 267 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/563295> (дата обращения: 20.05.2019).

18. Иванов, И.С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И.С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/504931> (дата обращения: 21.05.2019).

19. Пухаренко, Ю.В. Механическая обработка конструкционных материалов: курсовое и диплом. проектирование: учеб. пособие / Ю.В. Пухаренко, В.А. Норин. - Санкт-Петербург. : Лань, 2018. - 240 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/99220> (дата обращения: 21.05.2019).

20. Схиртладзе, А.Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 3 / А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – 3-е изд., перераб. и доп. ; гриф УМО. – Старый Оскол. : ТНТ, 2016. – 536 с.

21. Клименков, С.С. Обработывающий инструмент в машиностроении: учебник / С.С. Клименков. – Москва. : ИНФРА-М, 2013. - 459 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/435685> (дата обращения: 23.05.2019).

22. Солоненко, В.Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – Москва. : ИНФРА-М, 2016. - 416 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/549074> (дата обращения: 23.05.2019).

23. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы

«Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 03.06.2019).

24. Краснопевцева, И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 06.06.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.			
							№	дата		
				<u>Документация</u>						
A1			19.БР.ОТМП.64 7.65.00.000СБ	Сборочный чертеж						
				<u>Детали</u>						
A4		1	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.001	Втулка	1					
A4		2	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.002	Корпус	1					
A4		3	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.003	Корпус гидроцилиндра	1					
A3		4	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.004	Крышка	1					
A4		5	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.005	Палец ромбический	2					
A3		6	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.006	Пластики	4					
A3		7	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.007	Подставка	2					
A3		8	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.008	Ползушка	2					
A3		9	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.009	Поршень	1					
A3		10	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.010	Призма	2					
A3		11	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.011	Рычаг	2					
A4		12	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.012	Упор	1					
A4		13	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.013	Шпонка	2					
A3		14	19.БР.ОТМП.64 7.65.00.014	Шток	1					
				<u>Стандартные изделия</u>						
		15		Винт М8х15 ГОСТ 1172-68	8					
		16		Винт М10х25 ГОСТ 11725-68	2					
			19.БР.ОТМП.64 7.65.00.000							
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
			Разрад.	Афанасьев				Лит.	Лист	Листов
			Пров.	Козлов					1	2
			Н.контр.	Егоров				ТГУ, ИМ, гр. МСДЗ-1404		
			Утв.	Логинов						
			Тиски самоцентрирующие							
			Копировал				Формат А4			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		17		Винт М8х20 ГОСТ 17475-80	4	
		18		Винт М8х25 ГОСТ 17476-84	12	
		19		Винт М8х35 ГОСТ 17475-80	1	
		20		Гайка стопорная ГОСТ 11871-78	1	
		21		Уплотнительное кольцо ГОСТ 1567-68	3	
		22		Уплотнительное кольцо ГОСТ 1567-64	2	
		23		Уплотнительное кольцо ГОСТ 1567-70	1	
		24		Шайба ГОСТ 7019-04	1	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

19.БР.ОТМП.64 7.65.00.000

Лист
2

Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание							
				<u>Документация</u>									
A1			19.БР.ОТМП.64 7.70.00.000СБ	Сборочный чертеж									
				<u>Детали</u>									
A3		1	19.БР.ОТМП.64 7.70.00.001	Державка	1								
A4		2	19.БР.ОТМП.64 7.70.00.002	Прихват	1								
A4		3	19.БР.ОТМП.64 7.70.00.003	Стружколом	1								
				<u>Стандартные изделия</u>									
		4		Винт М4х8 ГОСТ 11738-84	1								
		5		Винт М4х16 ГОСТ 17475-80	1								
		6		Пластина опорная ГОСТ 19086-80	1								
		7		Пластина режущая ГОСТ 19086-80	1								
			19.БР.ОТМП.64 7.70.00.000										
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Резец токарный проходной			Лит.	Лист	Листов	
		Разрад.	Афанасьев										1
		Пров.	Козлов				ТГУ, ИМ, зр. МСБЗ-1404						
		Н.контр.											
		Утв.	Щипанов				Копировал			Формат А4			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

Дил.															
Взам.															
Подп.															
Разработал	ТГУ Кафедра ОТМП														
Проверил	Вал-шестерня														
Утвердил															
Н. контр.															
М01	Сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71														
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры	КД	МЗ					
	12	166	16к2	1		0,89	24	φ60х203	1	2,к2					
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тшт
Б	Код, наименование оборудования														
А03	XX XX XX 000 Заготовительная														
Б04	Горизонтально кобачная машина														
05															
А06	XX XX XX 005 Фрезерно-центробальная														
Б07	381631Фрезерно-центробальный МР-71М 3 17845 312 1Р 1 1 1200 1 0,8														
0 08	Фрезеровать торцы: пов. 1, 35 в размер 200±0,3, сверлить отверстия: пов. 27, 28, 36, 37 в размер														
09	14±0,5; 16 ^{+0,11} ; 35 ^{-0,25} ; 66,3 ^{-0,3} ; φ16 ^{-0,12} ; φ8 ^{-0,18} .														
Т 10	396131 Тиски машинные специальные; 391801 Фреза торцовая ГОСТ 1695-80 Т5К10; 391267 Сверла														
Т 11	Р6М5; 3961267Сверло центробачное ГОСТ14952-80 Р6М5, 39331Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ160-80.														
12															
А 13	XX XX XX 010 4110 Токарная														
Б 14	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 312 1Р 1 1 1200 1 0,74														
0 15	Точить, последовательно поверхности и торцы: Установ А пов.14, 18, 19, 20, 22φ57 ^{-0,3} ; φ41 ^{-0,25} ; φ36,7 ^{-0,25}														
0 16	177,2 ^{+0,4} ; 169 ^{+0,4} ; Установ Б 5, 8, 23, 30 φ31 ^{-0,25} ; φ32,9 ^{-0,25} ; 66 ^{+0,9} ; 192 ^{+0,40} .														
МК															

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кштп	Тштп	
А 94	XX XX XX	050	4157	Зудошвинговальная													
Б 95	381574	Зудошвинговальный	5А702Г	312287	312	1Р	1	1	1	1200	1						1,15
0 96	Швинговать пов. 16 в размер 8-й степени точности																
Т 97	396110	Патрон лободкоаы	ГОСТ 2571-71;	391810	Шевер дисковый Р18	ГОСТ8570-75.											
Т 98	394300	Прибор измерительный	универсальный.														
99																	
А 100	XX XX XX	055	4157	Зудошвинговальная													
Б 101	381574	Зудошвинговальный	5А702Г	312287	312	1Р	1	1	1	1200	1						1,15
0 102	Швинговать пов. 13 в размер 8-й степени точности																
Т 103	396110	Патрон лободкоаы	ГОСТ 2571-71;	391810	Шевер дисковый Р9Ф5	ГОСТ8570-75.											
Т 104	394300	Прибор измерительный	универсальный.														
105																	
А 106	XX XX XX	060		Термическая													
107																	
А 108	XX XX XX	065	4142	Центрошлифовальная													
Б 109	381317	Центрошлифовальный	3922	3	18873	312	1Р	1	1	1200	1						0,4
0 110	Шлифовать поверхность: пов. 28, 37 в размер $\phi 4$																
Т 111	396131	Тиски самоцентрирующие	ГОСТ12195-66;	397120	Круг шлифовальный	АГК ГОСТ2447-82;											
Т 112	393120	Калибры.															
113																	
А 114	XX XX XX	070	4130	Торцекруглошлифовальная													
Б 115	381311	Торцекруглошлифовальный	3Т160	3	18873	312	1Р	1	1	1200	1						0,4
0 116	Шлифовать поверхность: пов. 22, 20 в размер $\phi 35,424_{-0,039}^{+0,074}$; 76																
МК																	

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б	Код, наименование оборудования											
Т 117	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.											
118												
А 119	XX XX XX 075 4131 Шлифовальная											
Б 120	381311 Круглошлифовальный 35153У 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 3,4											
0 121	Шлифовать поверхность б, 8, 10, 24 в размер $\phi 31,8^{+0,005}$, $\phi 32,08_{-0,039}$.											
Т 122	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная											
123												
А 124	XX XX XX 080 4130 Торцекруглошлифовальная											
Б 125	381311 Торцекруглошлифовальный 3Т160 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,51											
0 126	Шлифовать поверхность: пов. 22, 20 в размер $\phi 35,076_{-0,016}$; 76 ^{+0,074} .											
Т 127	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.											
128												
А 129	XX XX XX 085 4131 Шлифовальная											
Б 130	381311 Круглошлифовальный 35153У 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,4											
0 131	Шлифовать поверхность б, 10, 24 в размер $\phi 32_{-0,016}$.											
Т 132	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная											
133												
А 134	XX XX XX 090 4131 Шлифовальная											
Б 135	381311 Круглошлифовальный 35153У 3 18873 312 1Р 1 1 1 1200 1 0,4											
0 136	Шлифовать поверхность: пов. 22 в размер $\phi 35_{-0,002}^{+0,015}$.											
Т 137	396110 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.											
138												
А 139	XX XX XX 095 4151 Притирочная											
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Операционные карты

Дц.дл.	Взам.	Подп.										
Разработ.	Афанасьев											
Проверил	Козлов											
Н.контр.	Егоров											
Наименование операции			Вал-шестерня									
Токарная			Твердость	EB	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД			
Оборудование, устройство ЧПУ			HB 280	166	16	φ60x203		2,1	1			
16К20ФЗ			То	Тб	Тпз	Тшп		СОЖ				
			0,76			0,95		Украсил-1				
			Д или В	Л	+	S		п	V			
1. Установить заготовку												
396171 Патрон поводковый ГОСТ2571-71; 392101 Резец концевый ОСТ2И10.1-83 Т30К4; 392101 Резец канавочный ОСТ 2И10.1-83 Т30К4; 393410 Микрометр МК-50 ГОСТ 6507-78.												
2. Точить последовательно поверхности: 17, 20, 34 выдерживая размеры согласно эскиза.												
			1			0,33	0,17		1900	209		
			2			0,49	0,17		1900	209		
3. Перецстановить заготовку												
4. Точить последовательно поверхности и торцы: пов. 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 21, 22, 23 выдерживая размеры согласно эскиза.												
			1			0,39	0,17		1900	209		

Дъл.									
Взм.									
Подп.									

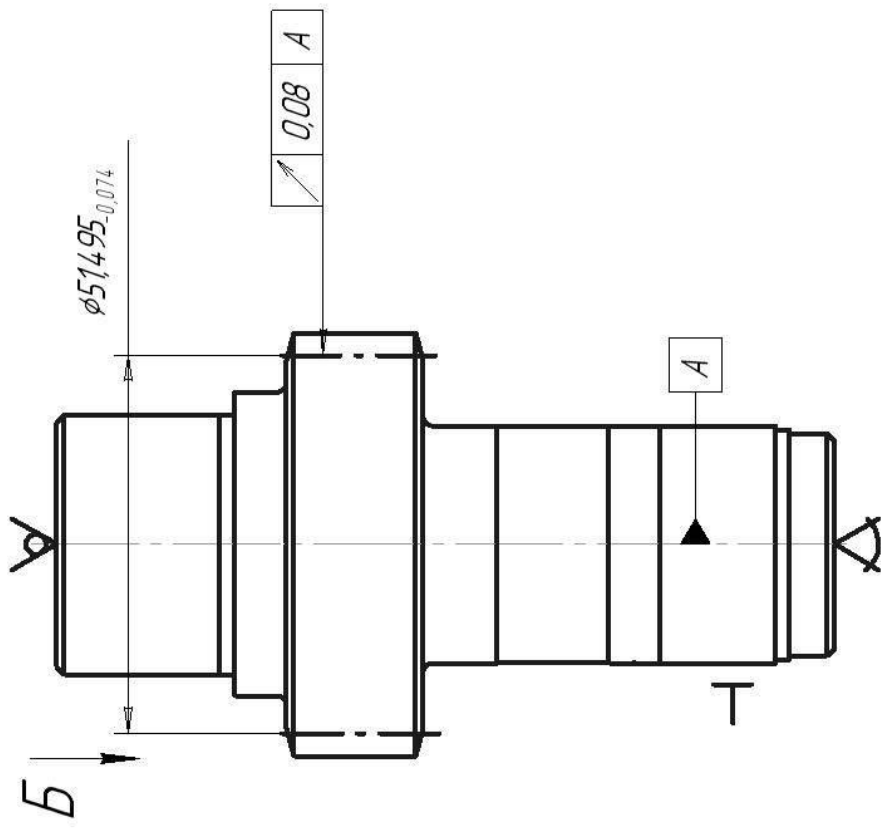
Разработ.	Афанасьев								
Проверил	Козлов								
Н.контр.	Егоров								

ТГУ
Кафедра ОТМП

Вал-шестерня

БР | | | | | | | | | |

030



Б(увеличено)

$23.725_{-0.18}$

$94.2_{-0.04}$

$\phi 47.25$

$\sqrt{Ra3.2}$

Дцл.																									
Взам.																									
Подп.																									
Разработ.	И.А. Афанасьев																								
Проверил	К.А. Козлов												ПГУ Кафедра ОТМП												
Инструмент.	Е.А. Егоров												Вал-шестерня												
Наименование операции		Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД	Цех					Уч.	Р.И.	Опер.			
Зубофрезерная		38Х2МЮА ГОСТ 4543-71			HВ 280		166	16	φ60x203				2,1	1											
Обработка устройством ЧПУ		Обозначение программы			Т _а	Т _б	Т _{пз}		Т _{шп}		СОЖ														
5306К					1,4				18		Укринол-1														
01.	1. Установить заготовку																								
T 02	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 391810 Фреза Р6М5 специальная.																								
O 03	2. Фрезеровать пов. 15, 16 выдерживая размеры согласно эскиза.																								
P 04	1												4		2,5		250		40						
05	3. Открепить, снять деталь с приспособления и положить на тележку.																								
06																									
07																									
08																									
09																									
10																									