

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

УТВЕРЖДАЮ

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

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

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

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Дружинин Павел Игоревич гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления вала поворотного механизма сборочной линии
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 4000 шт в год; режим работы участка – двухсменный
4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист

Задание. Аннотация. Содержание

Введение, цель работы

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и режущего инструмента

4) Безопасность и экологичность технического объекта

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список использованных источников

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Дружинин П.И. Технологический процесс изготовления вала поворотного механизма сборочной линии. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2016 г.

Работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления вала поворотного механизма сборочной линии.

В первом разделе работы описываются исходные данные и ставятся ее задачи.

Во втором разделе производится комплекс мероприятий посвященных непосредственно разработке технологического процесса изготовления, а именно, определяется тип производства и его характеристики, выбирается и проектируется заготовка, разрабатывается маршрут обработки, выбираются средства технологического оснащения, проектируются технологические операции.

Третий раздел посвящен проектированию приспособления и режущего инструмента.

В четвертом разделе анализируются безопасность и экологичность технического объекта.

В пятом разделе рассчитывается экономическая эффективность работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	8
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	10
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.4 Определение припусков на обработку.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	19
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	20
2.7 Проектирование технологических операций.....	24
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	27
3.1 Проектирование приспособления.....	27
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	35
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	41
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	45
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	49
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	51
5 Экономическая эффективность работы.....	53

Заключение.....	57
Список использованных источников.....	58
Приложения.....	61

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В условиях массового производства для осуществления сборочных технологических процессов широко применяются сборочные линии. Их применение позволяет существенно повысить производительность труда. Как правило, такие линии не обладают большой гибкостью и работают в строго заданном цикле, который обеспечивается различными устройствами и механизмами. Одно из таких устройств поворотный механизм, в конструкцию которого и входит рассматриваемый вал. При выходе из строя любой из деталей останавливается вся сборочная линия, что приводит к вынужденному простоям и финансовым потерям.

Исходя из вышесказанного, целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование такого технологического процесса изготовления вала поворотного механизма сборочной линии, который обеспечит выпуск необходимого количества деталей с наименьшими экономическими затратами при условии обеспечения заданного качества.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Вал является одной из основных деталей поворотного механизма сборочной линии и служит для передачи крутящего момента со шлицов вала на кулачок, который взаимодействует с элементами привода поворота по своим рабочим поверхностям. Таким образом, кулачок вала служит для включения в работу необходимых механизмов с целью включения и выключения поворотного механизма сборочной линии.

Режим работы вала достаточно тяжелый, в связи с работой при постоянных вибрациях системы, циклической работой механизма, что может приводить к износу рабочих поверхностей и направляющих элементов кулачка вала. Нагрузки, возникающие при эксплуатации незначительны по величине, но являются циклическими. В процессе работы происходит непосредственный контакт с окружающей средой некоторых поверхностей, поэтому возможно попадание на них остатков смазочно-охлаждающей жидкости и других используемых в производстве химических элементов.

1.2 Описание технологичности детали

Материал заготовки сталь 19ХГН ГОСТ 4543-71 имеет следующий химический состав [1]: 0,16-0,21% углерода, 0,8-1,1% хрома, 0,8-1,1% никеля, 0,035% серы, 0,035% фосфора, 0,17-0,37% кремния, 0,7-1,1% марганца. При этом обеспечивается прочность σ_B в состоянии поставки до 520 МПа. Данные характеристики удовлетворяют служебному назначению детали.

Наиболее эффективно получать заготовку вала методами штамповки. Это обусловлено формой детали и физико-механическими свойствами материала. Наиболее эффективными методами, согласно данных [2], в данном случае являются штамповка в закрытых штампах на молоте и штамповка на горизонтально-ковочной машине.

Вал имеет достаточно сложную конфигурацию. Имеются шейки различные по диаметру и кулачок не симметричной формы, что затрудняет

обработку детали. Однако, следует заметить, что такая форма характерна для всех деталей данного типа, поэтому можно использовать типовые технологические процессы в качестве аналогов. Все размеры соответствуют нормальному ряду чисел, точности и шероховатости поверхностей оптимальны с точки зрения выполнения деталию ее служебного назначения. Поэтому можно широко использовать универсальные и стандартизированные средства технологического оснащения.

Механическая обработка не вызовет затруднений, т.к. нет необходимости использования специальных методов обработки. Имеются достаточно точные поверхности, которые нужно обрабатывать абразивной обработкой, но данные операции тоже являются типовыми. Следует отметить, что поверхности с различными характеристиками разделены канавками. Это облегчает их обработку.

Базирование при механической обработке и его реализация осуществляются по типовым схемам и при помощи типовой оснастки. При этом гарантируется соблюдение принципов единства и постоянства баз, что приведет к снижению припусков на обработку и уменьшению количества брака.

Исходя из проведенного анализа, вал можно считать технологичным.

1.3 Задачи работы

Исходя из сформулированной во введении цели работы и проведенного анализа данных, можно сформулировать задачи работы.

Метод получения заготовки следует необходимо выбрать так, чтобы ее форма была максимально приближена к форме детали, при этом заготовка должна быть максимально дешевой.

Проектирование технологии изготовления вала необходимо выполнить на основе рекомендаций для соответствующего типа производства, с учетом достижений техники и технологии.

Необходимо провести совершенствование лимитирующих операций путем проектирования соответствующего приспособления и режущего инструмента.

Для оценки безопасности и экологичности технического объекта необходимо провести соответствующий анализ.

Эффективность выбранных решений необходимо проверить путем экономических расчетов.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

Тип производства зависит, прежде всего, от номенклатуры изготавливаемых изделий и суммарной годовой программы. В случае отсутствия полных данных по производству допускается определять тип производства согласно данных [3] по годовой программе выпуска деталей и массе. При годовой программе выпуска деталей 4000 штук в год и массе детали равной 1,48 кг выбираем среднесерийный тип производства.

Характеристики производства принимаем согласно данных [3, 4].

Для дальнейшего проектирования следует отметить такие характеристики как:

- непоточная форма организации техпроцесса;
- проектирование техпроцесса на базе типового;
- расчет припусков на точные поверхности аналитическим методом, на остальные по нормативам;
- нормирование операций на основе аналитического метода;
- применение универсальных и стандартных средств технологического оснащения;
- разработка маршрутно-операционной технологии.

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Как отмечалось при анализе исходных данных заготовку данного вала можно получить методами штамповки в закрытых штампах на молоте или на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Выбора метода получения заготовки выполняется согласно методики [2], путем сравнения общих затрат на получение детали.

Общие затраты рассчитываются:

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

где C_i – общие затраты;

C_{3i} – затраты на получение заготовки;

$C_{ОБР.i}$ – затраты на обработку;

i – номер варианта получения заготовки.

$i=1$ – штамповка ГКМ, $i=2$ – штамповка на молоте.

Стоимость заготовки определим по формулам:

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

где $C_{M.i}$ – цена за тонну металла;

$M_{3.i}$ – масса заготовки;

$M_{д.i}$ – масса детали;

$K_{СП}$ – коэффициент, учитывающий способ получения заготовки;

K_T – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

$K_{СЛ}$ – коэффициент, учитывающий сложность заготовки.

Масса детали:

$$M_{\partial} = V \cdot \rho \quad (2.3)$$

где V – объем детали;

ρ – плотность материала.

$$M_{\partial} = \pi(0,016^2 \cdot 0,02 + 0,045^2 \cdot 0,02 + 0,013^2 \cdot 0,041 + 0,024^2 \cdot 0,035 + 0,016^2 \cdot 0,02 - 0,013^2 \cdot 0,04 - 0,006^2 \cdot 0,014 - 0,796 \cdot 20 \cdot 2 - 0,024 \cdot 6) \cdot 7850 = 1,48 \text{ кг.}$$

Масса заготовки определим по формуле:

$$M_{3i} = M_{\partial} \cdot K_p, \quad (2.4)$$

где M_o – масса детали;

K_p – расчетный коэффициент, зависящий от способа штамповки и формы детали.

Масса заготовки полученной на ГКМ: $M_{31} = 1,48 \cdot 1,5 = 2,22$ кг.

Масса заготовки полученной на молоте: $M_{32} = 1,48 \cdot 1,7 = 2,52$ кг.

Определим коэффициент использования материала:

$$K_{ИМ.i} = \frac{M_o}{M_3} \quad (2.5)$$

$$K_{ИМ1} = \frac{1,48}{2,22} = 0,67.$$

$$K_{ИМ2} = \frac{1,48}{2,52} = 0,59.$$

Стоимость заготовки для каждого метода:

$$C_{31} = \frac{30000 \cdot 2,22 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 71,93 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{30000 \cdot 2,52 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 88,45 \text{ руб.}$$

Определим затраты на механическую обработку для каждого метода.

$$C_{ОБР.i} = \frac{C_{уд} \left(\frac{1}{K_{ИМ.i}} - 1 \right) M_d}{K_o} \quad (2.6)$$

где $C_{уд}$ – удельные затраты на снятие 1 кг стружки при черновой обработке;

K_o – коэффициент обрабатываемости материала.

$$C_{ОБР1} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,67} - 1 \right) \cdot 1,48}{0,85} = 34,30 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{ОБР2}} = \frac{40 \cdot \left(\frac{1}{0,59} - 1 \right) \cdot 11,71}{0,85} = 48,40 \text{ руб.}$$

По формуле 2.1 определим суммарные затраты для каждого метода:

$$C_1 = 71,93 + 34,30 = 106,23 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 88,45 + 48,40 = 136,85 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что оптимальным методом получения заготовки является штамповка на ГКМ.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Для выбора методов обработки поверхностей необходимо произвести нумерацию поверхностей. Эскиз детали с пронумерованными поверхностями представлен на рисунке 2.1.

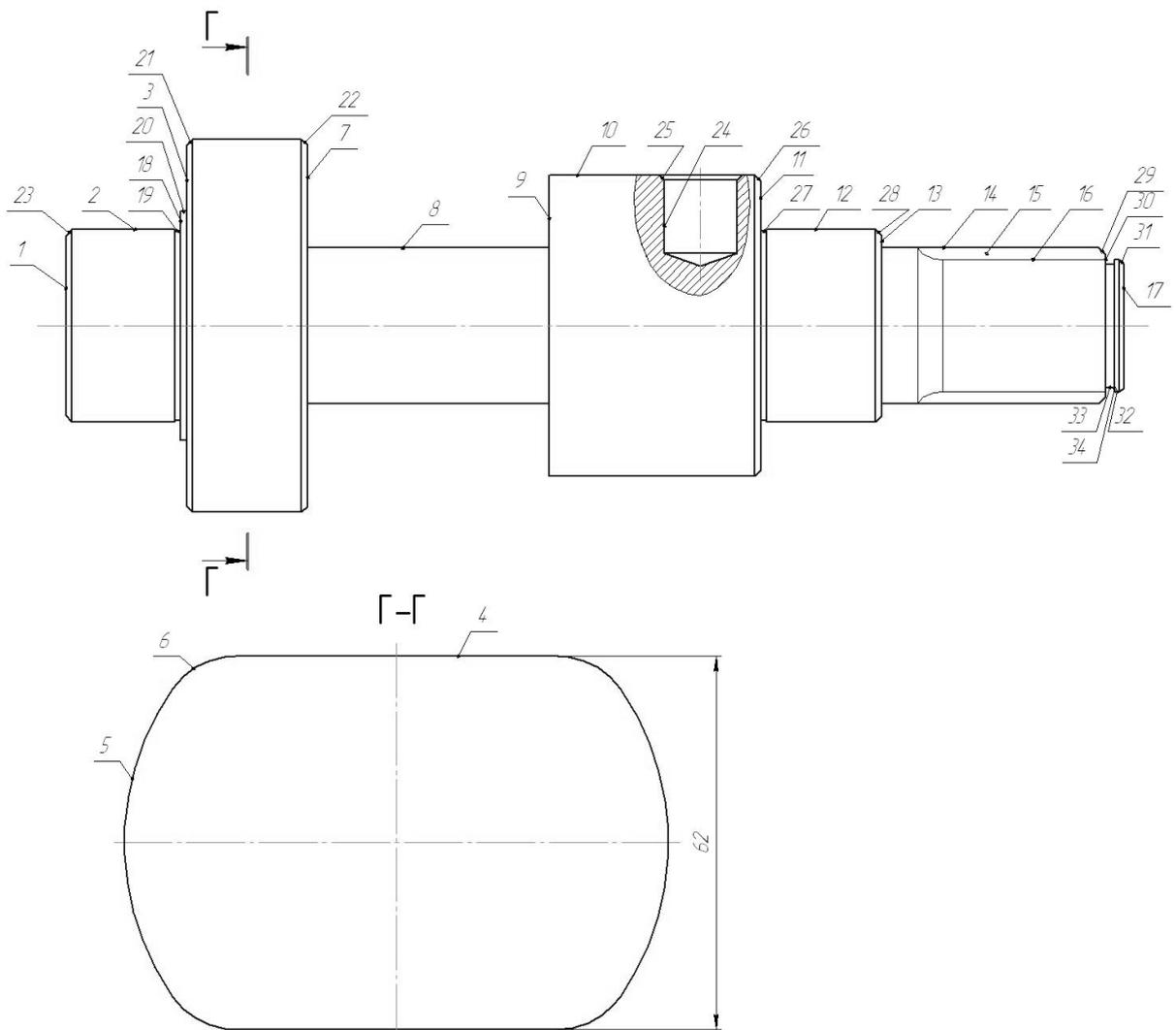


Рисунок 2.1 - Эскиз детали

Экономически обоснованные методы обработки поверхностей выбираем в зависимости от заданных квалитетов точности и шероховатости поверхностей, исходя из коэффициентов удельных затрат согласно данных[5].

Данные по выбору методов обработки поверхностей представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Вид поверхности	<i>IT</i>	<i>Ra</i>	Маршрут обработки
1	2	3	4	5
1	П	12	6,3	Фр-ТО
2	Ц	6	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
3	П	12	6,3	Т-Тч-ТО
4	П	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
5	П	12	12,5	Т-ТО
6	Ц	12	12,5	Т-ТО
7	П	12	12,5	Т-ТО
8	Ц	7	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
9	П	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
10	Ц	6	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
11	П	12	12,5	Т-ТО
12	Ц	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
13	П	12	6,3	Фр-ТО
14	КВ	7	1,25	С-ТО-Ш
16	КВ	7	1,25	С-ТО-Ш
17	П	12	3,2	Фр-ТО
18	Ц	12	3,2	Фр-ТО
19	ЦВ	7	1,25	С-3-РВ-ТО
20	Ц	12	6,3	Т-Тч-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
21	Ц	7	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
22	П	7	0,63	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч
23	Ц	7	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
24	П	7	0,63	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч
25	К	12	12,5	С-ТО
26	К	12	12,5	Тч-ТО
27	К	12	12,5	Тч-ТО
28	К	12	12,5	Тч-ТО
29	К	12	12,5	Тч-ТО
30	ПВ	12	12,5	Тч-ТО
31	К	12	12,5	Тч-ТО
32	Ц	12	12,5	Тч-ТО
33	Ц	12	12,5	Тч-ТО
34	ПВ	12	12,5	Тч-ТО
35	Ц	12	12,5	Тч-ТО

Обозначения принятые в таблице: П – плоская поверхность; Ц – цилиндрическая поверхность; КВ – коническая внутренняя поверхность; ПВ – плоская внутренняя поверхность; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Ф – фрезерование; Фч – фрезерование чистовое; Ш – шлифование; Шч – шлифование чистовое; С – сверление; З – зенкерование; Р – развертывание.

2.4 Определение припусков на обработку

В соответствии с рекомендациями п.2.1 определение припусков и операционных размеров для обработки самой точной поверхности 2 в размер $\varnothing 32k6^{(+0,018}_{+0,002)}$ ведем по методике [6].

Минимальный припуск определяется:

$$Z_{i \min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.7)$$

где i - индекс данного перехода;

$i-1$ - индекс предыдущего перехода;

$i+1$ - индекс последующего перехода;

a - суммарная величина дефектного слоя;

Δ - суммарное отклонение формы и расположения поверхностей;

ε - погрешность установки заготовки в приспособлении.

$$Z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,8^2 + 0,025^2} = 1,1$$

$$Z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,18 + \sqrt{0,05^2 + 0,025^2} = 0,228$$

$$Z_{3 \min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,07 + \sqrt{0,03^2 + 0,02^2} = 0,107$$

$$Z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,025^2 + 0,02^2} = 0,08$$

Максимальный припуск определяется:

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_i} \quad (2.8)$$

$$Z_{1 \max} = Z_{1 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_0 + Td_1} = 1,1 + 0,5 \cdot \sqrt{0 + 0,32} = 2,76$$

$$Z_{2 \max} = Z_{2 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,228 + 0,5 \cdot \sqrt{0,32 + 0,16} = 0,468$$

$$Z_{3 \max} = Z_{3 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{TO} + Td_3} = 0,107 + 0,5 \cdot \sqrt{0,21 + 0,063} = 0,243$$

$$Z_{4 \max} = Z_{4 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,08 + 0,5 \cdot \sqrt{0,063 + 0,04} = 0,132$$

Средний припуск определяется:

$$Z_{cpi} = \sqrt{Z_{i \max} + Z_{i \min}} \quad (2.9)$$

$$Z_{cp1} = \sqrt{Z_{1 \max} + Z_{1 \min}} = \sqrt{1 + 2,8} = 1,95$$

$$Z_{cp2} = \sqrt{Z_{2 \max} + Z_{2 \min}} = \sqrt{0,23 + 0,47} = 0,35$$

$$Z_{cp3} = \sqrt{Z_{3 \max} + Z_{3 \min}} = \sqrt{0,107 + 0,243} = 0,175$$

$$Z_{cp4} = \sqrt{Z_{4 \max} + Z_{4 \min}} = \sqrt{0,08 + 0,132} = 0,106$$

Минимальный и максимальный диаметры определяются:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\max} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.10)$$

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1} \quad (2.11)$$

Для термообработки, следует учесть изменение минимального диаметра в связи с фазовыми превращениями:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.12)$$

$$d_{4\min} = 32,002$$

$$d_{4\max} = 32,018$$

$$d_{3\max} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 32,018 + 0,16 = 32,178$$

$$d_{3\min} = d_{3\max} - Td_3 = 32,178 - 0,025 = 32,153$$

$$d_{TO\max} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 32,153 + 0,107 = 32,260$$

$$d_{TO\min} = d_{TO\max} - Td_{TO} = 32,260 - 0,12 = 32,140$$

$$d_{2\max} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 32,260 \cdot 0,999 = 32,228$$

$$d_{2\min} = d_{2\max} - Td_2 = 32,228 - 0,1 = 32,128$$

$$d_{1\max} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 32,228 + 0,456 = 32,684$$

$$d_{1\min} = d_{1\max} - Td_1 = 32,684 - 0,24 = 32,424$$

$$d_{0\max} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 32,684 + 2,2 = 34,884$$

$$d_{0\min} = d_{0\max} - Td_0 = 34,884 - 1,2 = 33,684$$

Средние диаметры определяются:

$$d_{icp} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2} \quad (2.13)$$

$$d_{cp0} = \frac{d_{0\max} + d_{0\min}}{2} = \frac{34,884 + 33,684}{2} = 34,284$$

$$d_{cp1} = \frac{d_{1\max} + d_{1\min}}{2} = \frac{32,684 + 32,424}{2} = 32,554$$

$$d_{cp2} = \frac{d_{2\max} + d_{2\min}}{2} = \frac{32,228 + 32,128}{2} = 32,178$$

$$d_{cpTO} = \frac{d_{TO\max} + d_{TO\min}}{2} = \frac{32,260 + 32,140}{2} = 32,200$$

$$d_{cp3} = \frac{d_{3\max} + d_{3\min}}{2} = \frac{32,178 + 32,153}{2} = 32,166$$

$$d_{cp4} = \frac{d_{4\max} + d_{4\min}}{2} = \frac{32,018 + 32,002}{2} = 32,010$$

Минимальные припуски на обработку остальных поверхностей определяем по справочным данным [7].

Результаты заносим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку

№ пов.	Наименование перехода	Z_{\min}	Z_{\max}	$Z_{\text{ср}}$
8, 12	Точение черновое	1,7	1,9	1,8
	Точение чистовое	0,25	0,35	0,30
	Шлифование черновое	0,4	0,6	0,5
	Шлифование чистовое	0,08	0,12	0,10
5, 6, 7	Точение черновое	1,7	1,9	1,8
	Точение чистовое	0,25	0,35	0,30
20, 21, 22, 23	Точение черновое	2,0	2,2	2,1
	Точение чистовое	0,25	0,35	0,30
	Шлифование черновое	0,4	0,6	0,5
	Шлифование чистовое	0,08	0,12	0,10
18	Фрезерование шлицев	1,98	2,02	2
2, 4, 9, 10	Точение черновое	1,4	1,6	1,5
	Точение чистовое	0,6	0,8	0,7
	Шлифование черновое	0,2	0,4	0,3
	Шлифование чистовое	0,08	0,12	0,10
19	Сверление	5,3	5,5	5,4
	Зенкерование	0,35	0,45	0,4
	Развертывание	0,18	0,22	0,20

Чертеж заготовки, спроектированной на основе рассчитанных припусков и данных [2, 7] представлен на листе графической части выпускной квалификационной работы.

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Как указывалось в рекомендациях п.2.1 разработка технологического маршрута изготовления детали ведется на базе типовых маршрутов обработки, поэтому при разработке нового технологического маршрута учтем уже известные и типовые технологические маршруты обработки [5, 8, 9].

Маршрута обработки построим на основании рекомендаций [3, 5] и представим в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут

№	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Наименование операции
1	Фрезерование и центрование	1, 13, 14, 16	005	Фрезерно-центровальная
2	Точение	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 23	010	Токарная
3	Точение	2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36	015	Токарная
4	Фрезерование	17, 18	020	Фрезерная
5	Сверление	19, 25	025	Сверлильная
6	ТО	все	030	Термическая
7	Шлифование	14, 16	035	Шлифовальная
8	Шлифование	2, 4, 9, 10	040	Шлифовальная
9	Шлифование	8, 12, 20, 21, 22, 23	045	Шлифовальная
10	Шлифование	2, 4, 9, 10	050	Шлифовальная
11	Шлифование	8, 12, 20, 21, 22, 23	055	Шлифовальная
18	Мойка	все	075	Моечная
19	Контроль	все	080	Контрольная

План изготовления детали формируется согласно рекомендаций [5] и представляет собой графическое изображение маршрута обработки с указанием типа оборудования, схем базирования [9], операционных размеров и технологических требований.

План изготовления представлен в графической части выпускной квалификационной работы.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Под средствами технологического оснащения понимают оборудование, режущий инструмент, средства контроля и станочные приспособления.

Правильный выбор средств технологического оснащения задача зависящая от множества факторов. Для корректного выбора будем использовать рекомендации [3].

Выбор конкретных моделей и типоразмеров средств технологического оснащения будем проводить, используя справочные данные и каталоги [10, 11, 12, 13, 14, 15].

Результаты выбора представим в виде таблицы 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование	Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Средства контроля	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-71	Сверло центровочное Тип А ГОСТ 14952-75 Пластина 03124.7.2.4.1 5.04.5.1.	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89, пробка пневматическая	Тиски станочные винтовые самоцентрирующие ГОСТ 21167-75

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			ГОСТ19052-80		
010	Токарная	Токарный обрабатывающий центр HAAS TL-15HE	Резцовая головка C4-DDHNR-27055-15 с твердосплавной пластиной DNMG-15 06 08-PR Фреза торцовая CoroMill 490-040C4-08H; Ø40; z=4	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89	Патрон трехкулачковый специальный
015	Токарная	Токарный обрабатывающий центр HAAS TL-15HE	Резцовая головка C4-DDHNR-27055-15 с твердосплавной пластиной DNMG-15 06 08-R-K Фреза торцовая CoroMill 490-	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ166-89	Патрон поводковый ИЛУЕ 7162-4004

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			040С4-08L; Ø32; z=4.		
020	Шлице- фрезерная	Полуавтомат шлицефрезер ный с ЧПУ 5Б352ПФ2-01	Червячная фреза Ø20 R6M5 ГОСТ9324-80	Штангенцир куль ШЦ-1 ГОСТ166- 89, Калибр	Делитель- ная поводковая планшайба, центра, хомутки
025	Сверлильная	Вертикально- сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	Сверло спиральное Ø10,8 ГОСТ4010- 77; Зенкер насадной Ø11,6 ГОСТ12489- 71; Развертка сборная насадная Ø=12 ГОСТ11176- 71	Калибр	Кондуктор скальчатый
035	Центро- шлифоваль- ная	Центро- шлифоваль- ный станок МФ-104	Головка шлифоваль- ная EW10x25 24A25CT16K	Пробка пневматичес кая	Тиски станочные винтовые самоцентри

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			А 35м/с ГОСТ 2447-82		рующиеся ГОСТ 21167-75
040	Торцекругло шлифоваль- ная	Торце- круглошлифо вальный станок 3Т160	Круг шлифоваль- ный 1Е1х150 50ЛП 40СТ16К2 ГОСТ 17123-82	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75	Патрон поводко- вый быстро- действую- щий
045	Кругло- шлифо- вальная	Кругло- шлифоваль- ный станок с ЧПУ RSM CNC 500	Круг шлифоваль- ный ПП 200х100х60 24А16СМ28К ГОСТ 17123-79	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75	Поводко- вая планшайба, центра, хомутик
050	Торцекругло шлифоваль- ная	Торце- круглошлифо вальный станок 3Т160	Круг шлифоваль- ный 1Е1х150 50ЛП 40СТ16К2 ГОСТ 17123-82	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75	Патрон поводко- вый быстро- действую- щий
055	Кругло- шлифоваль- ная	Кругло- шлифоваль- ный станок с ЧПУ RSM	Круг шлифоваль- ный ПП 200х100х60	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-	Поводко- вая планшайба, центра,

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		CNC 500	24A16CM28K ГОСТ 17123-79	75	хомутик
060	Моечная				
065	Контрольная				

2.7 Проектирование технологических операций

Проектирование технологических операций производим согласно рекомендаций п.2.1 таблично-аналитическим методом [11].

Проектирование производим согласно справочных данных [15, 16, 17].

Скорость резания:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.14)$$

где V_T – табличное значение скорости резания;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

K_3 - коэффициент, зависящий от вида обработки при точении; от размеров обработки при фрезеровании; от отношения длины к диаметру при сверлении.

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (2.15)$$

где: D – обрабатываемый диаметр или диаметр режущего инструмента.

Длина рабочего хода:

$$L_{p.x} = l_1 + l_{рез} + l_2 \quad (2.16)$$

где l_1 – длина врезания инструмента;

$l_{рез}$ – длина резания;

l_2 – длина перебега инструмента.

Основное время на обработку:

$$T_0 = \frac{L_{pX}}{S_0 \cdot n_D} \quad (2.17)$$

Нормирование производится в зависимости от вида обработки по рекомендациям [3].

Результаты вычислений представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания

Номер перехода	S_o мм/об	t мм	V м/мин	n об/мин	T_o мин	$T_{шт}$ мин
1	2	3	4	5	6	7
Операция 005 – Фрезерно-центровальная						
1	0,20	12	7,5/98	600	0,08	0,42
Операция 010 – Токарная						
Установ А						
1	0,5	1,8	226,20	1500	0,10	4,47
Установ Б						
1	0,50	1,8	223,84	750	0,42	4,47
2	0,50	1,8	223,84	750	0,42	
3	0,2	1,8	265	2100	0,35	
Операция 015 – Токарная						
Установ А						
1	0,20	0,25	427,3	2900	0,28	4,84

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
Установ Б						
1	0,20	0,25	447,8	1500	0,54	4,84
2	0,20	0,25	447,8	1500	0,54	
3	0,1	0,25	242	2000	0,42	
Операция 020 – Шлицефрезерная						
1	0,12	2	100,5	1600	1,13	2,76
Операция 025 – Сверлильная						
1	0,22	6,35	52,1	1250	0,06	4,61
2	0,50	0,5	3,63	80	0,41	
3	0,80	0,15	4,4	100	0,19	
Операция 035 – Центрошлифовальная						
1	0,006	0,2	20,2	1000	0,03	0,37
Операция 040 – Торцруглошлифовальная						
Установ А						
1	0,0075	0,3	30	1650	2,38	5,86
Установ Б						
2	0,0075	0,3	30	1650	2,38	5,86
Операция 045 – Круглошлифовальная						
1	0,0075	0,3	35	2000	3,12	6,62
Операция 050 – Торцруглошлифовальная						
Установ А						
1	0,005	0,06	30	1650	1,46	4,94
Установ Б						
2	0,005	0,06	30	1650	1,46	4,94
Операция 055 - Круглошлифовальная						
1	0,005	0,06	35	2000	2,35	5,21

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

На токарной операции выполняется точение контура детали. Для обеспечения принятой схемы базирования и надежного закрепления детали на операции необходимо разработать соответствующее приспособление. Эскиз операции представлен на рисунке 3.1.

Расчет проводим согласно методики [18].

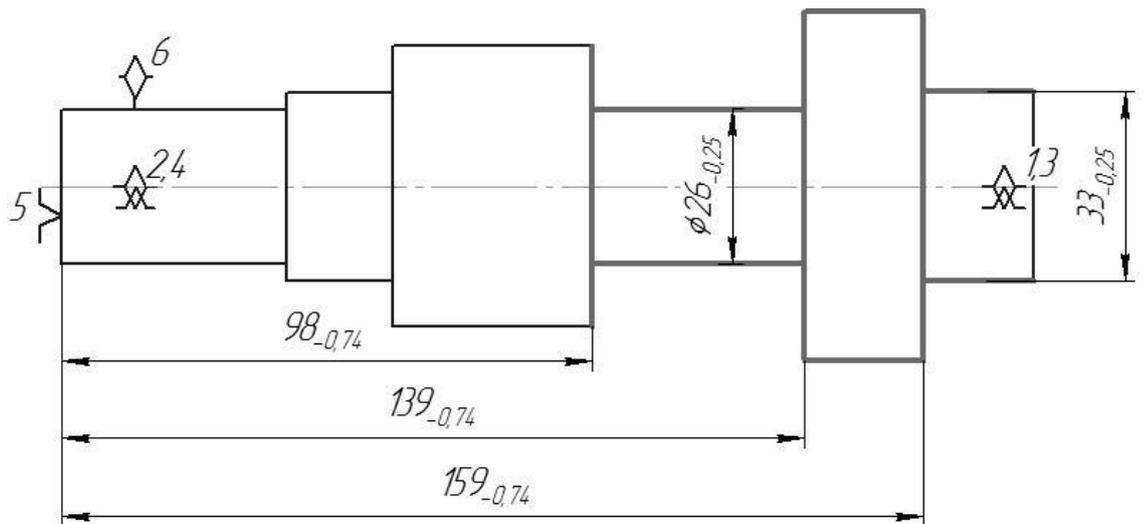


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз.

Необходимые для расчета составляющие силы резания определяются согласно методики [11] и равны: $P_Y = 502$ Н, $P_Z = 1323$ Н.

Усилие закрепления заготовки определяется исходя из схемы закрепления заготовки (рисунок 3.2) и условия равновесия системы.

Крутящий момент от касательной составляющей силы резания:

$$M_{Prz} = P_Z \cdot \frac{d_1}{2} \quad (3.1)$$

где d_1 – обрабатываемый диаметр.

Момент силы зажима:

$$M_{3pz} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.2)$$

где W - сила зажима;

f – коэффициент трения;

d_2 – диаметр закрепления.

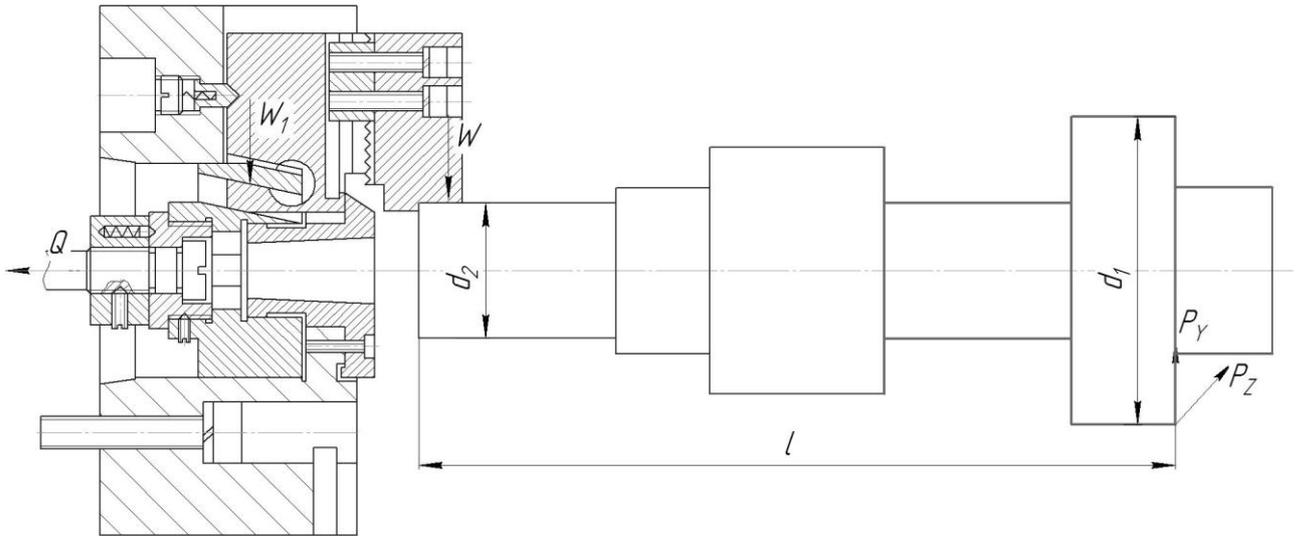


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

Из равенства моментов определим необходимое усилие зажима:

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_o}{f \cdot d_3} \quad (3.3)$$

где K - коэффициента запаса, зависящий от конкретных условий обработки.

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 1323 \cdot 90}{0,3 \cdot 22} = 64947 \text{ Н.}$$

Сила P_Y создает момент:

$$M_p = P_Y \cdot l \quad (3.4)$$

Момент от усилия закрепления равен:

$$M_3 = \frac{2}{3} \cdot W \cdot f \cdot d_2 \quad (3.5)$$

Получаем:

$$W = \frac{2 \cdot 2,52 \cdot 502 \cdot 158}{3 \cdot 0,3 \cdot 22} = 45427 \text{ Н.}$$

Для расчётов принимаем усилие зажима равное 64947 Н

Величина усилия зажима на постоянных кулачках:

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - \left(3 \cdot \frac{l_k}{H_k}\right) \cdot f_1\right)} \quad (3.6)$$

где l_k - вылет кулачка, расстояние от середины рабочей поверхности сменного кулачка до середины направляющей постоянного кулачка;

H_k - длина направляющей постоянного кулачка;

f - коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса.

$$W_1 = \frac{64947}{\left(1 - \left(3 \cdot \frac{62}{80}\right) \cdot 0,1\right)} = 84346 \text{ Н.}$$

Усилие, развиваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.7)$$

где i_c - передаточное отношение по силе зажимного механизма.

Для клинового механизма:

$$i = \frac{1}{\left(\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1\right)} \quad (3.8)$$

где α - угол скоса клина;

φ - угол трения на наклонной поверхности клина;

φ_1 - угол трения на плоской поверхности клина

Получим:

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(5 + 5^{\circ}50') + \operatorname{tg}5^{\circ}50'} = 2,1.$$

$$Q = \frac{84346}{2,1} = 40165.$$

Диаметр поршня силового привода определим по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.9)$$

где P - давление рабочей среды;

d - диаметр штока.

Так как усилие, которое должен развивать силовой привод достаточно велико, применим гидроцилиндр с давлением масла 5 МПа.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 40165}{5,0} + 30^2} = 85,6 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня 90 мм.

Погрешность установки в приспособлении определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПП}^2} \quad (3.10)$$

где ε_B - погрешность базирования;

ε_3 - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{ПП}$ - погрешность элементов приспособления.

Составим размерную схему приспособления для определения его погрешности (рисунок 3.3).

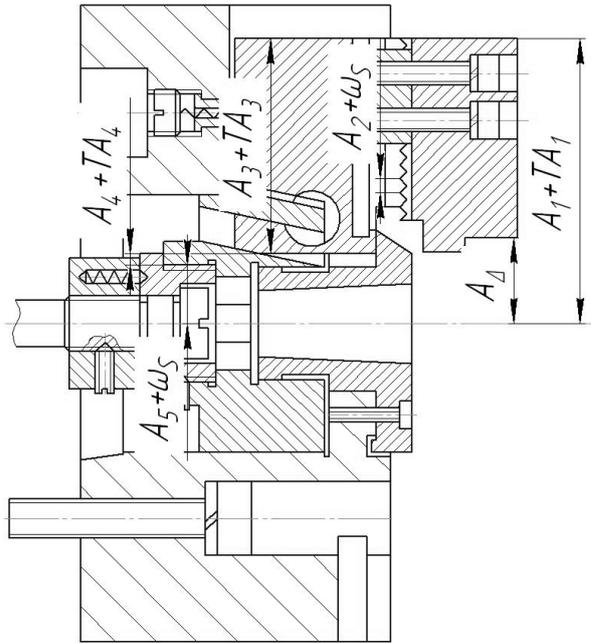


Рисунок 3.3 - Размерная схема приспособления

Из схемы определяем:

$$\varepsilon_v = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.11)$$

где $\omega_{A\Delta}$ - колебания замыкающего размера A_Δ ;

Δ_1, Δ_3 - погрешности, возникающие вследствие неточности изготовления размеров A_1, A_3, A_4 ;

Δ_2, Δ_5 - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях.

Погрешность установки не должна превышать $0,3Td$ на операционный размер.

При расчётах в начале точность составляющих размерной цепи задавать по 7 качеству.

$$\varepsilon_v = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2 + 0,012^2 + 0,01^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_v^{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_v^{\text{доп}} \geq \varepsilon_v$ выполняется.

Приспособление содержит патрон и силовой привод. Патрон содержит корпус 1, в котором установлен клин 3. Один конец клина закреплен с тягой 9, а

другой с постоянными кулачками 4, на которых установлены сменные кулачки 6. К выходному концу шпинделя патрон крепится винтами 28.

Силовой привод содержит: вращающийся корпус 17, с крышкой 16, которая установлена на двух подшипниках 30 в неподвижном корпусе 14, который закреплен на заднем конце передней бабки. В полости корпуса 17 расположены поршень 18 и шток 19. На выступе задней крышки смонтирована муфта 15 для подвода рабочей жидкости.

Приспособление работает следующим образом: при подаче масла в правую полость поршень со штоком и тягой перемещается справа налево, в результате чего через рычажный зажимной механизм происходит закрепление заготовки. При подаче масла в левую полость система возвращается в исходное положение и происходит раскрепление заготовки.

3.2 Проектирование режущего инструмента

При выполнении токарных операциях одна из наиболее часто встречающихся проблем является образование сливной стружки. Такой вид стружки навивается на режущий инструмент, оснастку и деталь, поэтому требуется периодически останавливать станок и удалять ее. Все это приводит к потерям времени и удорожанию токарных операций. Кроме того, данная стружка способно нанести существенный вред здоровью работника, вплоть до летального исхода. С целью решения указанных проблем рассчитаем и спроектируем токарный резец.

Расчет режущего инструмента будем производить на операцию токарную черновую по методике изложенной в [19].

Конструируем токарный контурный правый резец с механическим креплением трехгранной пластины из твердого сплава HAAS EC-300-HMC.

Главный угол в плане $\varphi=93^\circ$.

Сечение срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S \quad (3.12)$$

где t – глубина резания;

S – подача.

$$F = 2,0 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ мм}^2.$$

При полученном сечении срезаемого слоя резец должен иметь рабочую высоту 25 мм и диаметр описанной окружности пластины 12,7 мм.

Определим минимально допустимый диаметр штифта удерживающего режущую пластину:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\delta}}, \quad (3.13)$$

где Q_1 - усилие действующее на штифт;

σ_δ - допустимое напряжение.

Q_1 равно:

$$Q_1 = \frac{P_{\tau \max}}{0,7} \quad (3.14)$$

$$Q_1 = \frac{1250}{0,7} = 1786 \text{ Н.}$$

Тогда получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\delta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1786}{3,14 \cdot 650}} = 1,9 \text{ мм.}$$

Кроме того, данный резец имеет усовершенствованную конструкцию режущей пластины с целью повышения эффективности завивания и дробления стружки.

Суть усовершенствования заключается в выполнении на режущей пластине уступа, который по данным работы [20] позволяет получить дополнительную деформацию срезаемого слоя металла, в результате чего достигается цель данного усовершенствования. Конструкция данного уступа

принята по рекомендациям [20] и представлена на чертеже резца в графической части выпускной квалификационной работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Фрезерование	Фрезерная операция	Фрезеровщик	Фрезерно-центровальный МР-71	Сталь 19ХГН, СОЖ
2	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный обрабатывающий центр НААС TL-15HE	Сталь 19ХГН, СОЖ
3	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с ЧПУ	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2-1	Сталь 19ХГН, СОЖ
4	Нарезание шлиц	Шлицефрезерная операция	Зуборезчик	Шлицефрезерный 5Б352ПФ2-01	Сталь 19ХГН, СОЖ
5	Шлифование	Шлифов-	Шлифов-	Центро-	Сталь

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
		вальная операция	щик	шлифовальный станок МФ-104 Торцекругло-шлифовальный 3Т160 Кругло-шлифовальный станок RSM CNC 500	19ХГН, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	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	4
1	Фрезерная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся	Фрезерно-центровальный МР-71

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
2	Токарная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся</p>	<p>Токарный обрабатывающий центр HAAS TL-15HE</p>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
3	Сверлильная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся</p>	<p>Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2-1</p>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
4	Шлицефрезерная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся</p>	Шлицефрезерный 5Б352ПФ2-01

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
5	Шлифовальная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся</p>	<p>Центрошлифовальный станок МФ-104 Торцекруглошлифовальный 3Т160 Круглошлифовальный станок RSM CNC 500</p>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Своевременное проведение инструктажей и обучения персонала, контроль соблюдения правил безопасности выполнения работ, применение ограничительных устройств, применение знаков безопасности	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия, заготовки	Своевременное проведение инструктажей и обучения персонала, контроль соблюдения правил безопасности выполнения работ,	Каска защитная, очки защитные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		применение ограничительных устройств, применение предохранительных устройств, применение устройств автоматического контроля и сигнализации, применение дистанционного управления, применение знаков безопасности	
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Своевременное проведение инструктажей и обучения персонала, контроль соблюдения правил безопасности выполнения работ, ограждение оборудования	Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Своевременное проведение инструктажей и обучения персонала,	Наушники противошумные, вкладыши противошумные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		<p>контроль соблюдения правил безопасности выполнения работ, применение звукоизоляции, звукопоглощения и глушителей</p>	
5	<p>Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</p>	<p>Своевременное проведение инструктажей и обучения персонала, контроль соблюдения правил безопасности выполнения работ, применение защитного заземления, защитного отключения, применение знаков безопасности</p>	<p>Спецодежда, спецобувь, резиновый коврик</p>
6	<p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</p>	<p>Своевременное проведение инструктажей и обучения персонала, контроль соблюдения правил безопасности выполнения работ</p>	<p>Рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием</p>
7	<p>Монотонность труда</p>	<p>Соблюдение режима</p>	

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		работы и отдыха	

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок изготовления	Фрезерно-центровальный МР-71 Токарный обрабатывающий центр НААС TL-15HE Вертикально сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2-1 Шлицефрезерный	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся технологических установок, производственного и инженерно-

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
		5Б352ПФ2-01 Центрошлифовальный станок МФ-104 Торцекруглошлифовальный 3Т160 Круглошлифовальный станок RSM CNC 500		термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	технического оборудования; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожаротушения автоматические	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Пожарные краны, ящики с песком, пожарные щиты, огнетушители	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы управления пожарные, извещатели пожарные, системы передачи извещений о пожаре	Пожарные шкафы пожарные гидранты, пожарные краны, пожарные рукава пожарные стволы	Самоспасатели, противогазы, респираторы, огнестойкие накидки	Пожарный топор, пожарный багор, пожарный лом, пожарный крюк, комплект универсального гидравлического инструмента	Автоматическая пожарная сигнализация, системы передачи и извещений о пожаре

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
<p>Фрезерная операция, Фрезерно-центровальный МР-71; Токарная операция, Токарный обрабатывающий центр НААС TL-15HE; Сверлильная операция Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2-1, Шлице-фрезерная операция Шлицефрезерный 5Б352ПФ2-01; Шлифовальная операция, Центрошлифовальный станок МФ-104 Торцекруглошлифовальный 3Т160 Круглошлифовальный станок RSM CNC 500</p>	<p>Проведение инструктажей по пожарной безопасности, контроль за эксплуатацией и состоянием оборудования, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров</p>	<p>Соблюдение требований инструкций по пожарной безопасности, запрет на курение и применение открытого огня в недопозволенных местах, наличие первичных средств пожаротушения, сигнализации и средств извещения о пожаре</p>

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	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.)
1	2	3	4	5
Фрезерная операция	Фрезерно-центровальный МР-71	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Токарная операция	Токарный обрабатываю-	Пары СОЖ	Механические примеси,	Стружка, металлический

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	ший центр HAAS TL-15HE		нефтепродук- ты, СОЖ	лом, ветошь
Сверлиль- ная	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2- 1	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Шлице- фрезерная операция	Шлицефрезер- ный 5Б352ПФ2- 01	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Шлифо- вальная операция	Центрошлифо- вальный станок МФ-104, Торцекругло- шлифовальный ЗТ160, Круглошлифов альный станок RSM CNC 500	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродук- ты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Токарная операция; Сверлильная операция; Шлицефрезерная операция; Шлифовальная операция
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение кассетного фильтра
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение песколовков, механических фильтров, отстойников для очистки от механических примесей; применение физико-химической очистки от нефтепродуктов; применение электро-химической очистки от СОЖ; контроль состава сточных вод; применение замкнутого водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Повторная переработка стружки и лома, сжигание ветоши на мусороперерабатывающих заводах, захоронение отходов на полигонах

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления вала

поворотного механизма сборочной линии, перечислены технологические операции, должности работников, оборудование и применяемые материалы.

Проведена идентификация опасных и вредных факторов технологического процесса вала по всем выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

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

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

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.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали «Вал поворотного механизма». Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления данной детали для экономического обоснования.

Базовый вариант.

Операция 010 и 015 – Токарная. Выполняется токарная обработка поверхностей на токарно-винторезном станке с ЧПУ, модель 16К20Ф3. Закрепление детали обеспечивает 3-хкулачковый патрон с ручным зажимом. Получение заданных поверхностей обеспечивает резец проходной из твердого сплава Т5К10.

Проектный вариант.

Операция 010 и 015 – Токарная. Обеспечить выполнение этой операции предлагается с применением токарного станка с ЧПУ, модель HAASTL-15HE. В качестве оснастки используется патрон 3-хкулачковый с механизированным зажимом. Обработка осуществляется проходным резцом со стружколомающими канавками на платине GC4215 фирмы «Sandvik».

Перечисленные изменения позволяют существенно сократить трудоемкость выполнения токарных операций 010 и 015 технологического процесса изготовления детали «Вал поворотного механизма», значение которых представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Трудоемкость выполнения токарных операций по сравниваемым вариантам

Номер операции	Наименование времени	Значение параметров	
		Базовый вариант	Проектный вариант
Операция 010	Штучное время, мин	5,56	4,47
	Основное время, мин	1,74	1,29
Операция 015	Штучное время, мин	6,39	4,84
	Основное время, мин	2,42	1,79

Учитывая описанные изменения необходимо экономически обосновать целесообразность предложенных изменений, для этого нужно:

- определить капитальные вложения в проектируемый вариант;
- рассчитать себестоимость выполнения операции по сравниваемым вариантам;
- составить калькуляцию полной себестоимости операции, также по сравниваемым вариантам;
- рассчитать экономическую эффективность предложенных совершенствований.

Для осуществления перечисленных действий используется методика экономического обоснования инженерных решений [22]. Согласно этим методическим рекомендациям для осуществления рассмотренных мероприятий необходимо наличие капитальных вложений в размере $K_{ВВ.ПР} = 238192,7$ руб.

Принимая во внимание то, что метод получения заготовки и ее материал не изменились по вариантам ТП, целесообразнее расчеты по определению технологической себестоимости выполнять без затрат на материалы, т.к. эти значения влияния на конечный результат не окажут. Сравнительная структура технологической себестоимости изготовления детали «Вал поворотного механизма» по сравниваемым вариантам представлена на рисунке 5.1.

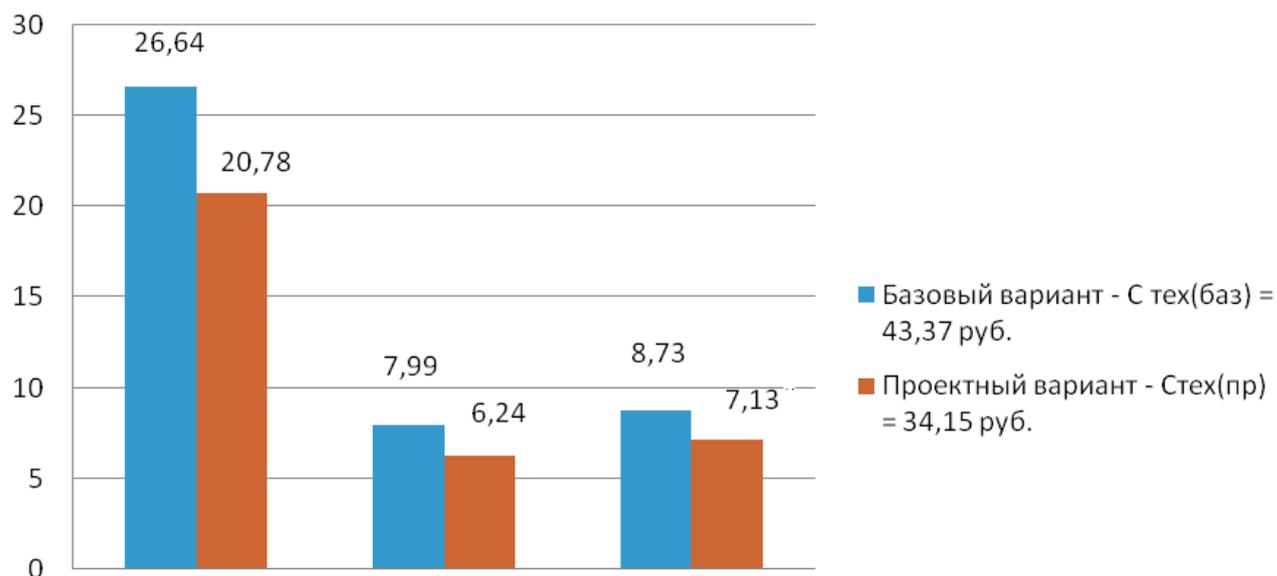


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения токарных операций 010 и 015 по сравниваемым вариантам

На базе представленных, на рисунке 5.1, данных рассчитываем значения полной себестоимости выполнения токарных операций 010 и 015. Согласно расчетам по применяемой методике [22] для базового варианта полная себестоимость составила 140,76 руб.; а для проектного варианта – 110,14 руб.

Все вышеперечисленные параметры необходимы для проведения экономического обоснования предложенных изменений. Для этого будем использовать методику расчета показателей экономической эффективности [22], согласно которой мы получаем следующие данные.

$$P_{P.OJ} = \Delta_{yT} = (C_{\text{пол.баз}} - C_{\text{пол.пр}}) \cdot P_{\Gamma} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

$$P_{P.OJ} = \Delta_{yT} = (140,76 - 110,14) \cdot 4000 = 122480 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{приб}} = P_{P.OJ} \cdot K_{\text{нал}} \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{приб}} = 122480 \cdot 0,2 = 24496 \text{ руб.}$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.ОЖ} - H_{ПРИБ} \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = 122480 - 24496 = 97984 \text{ руб.}$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{P_{P.ЧИСТ}} + 1, \text{ года} \quad (5.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{238192,7}{97984} + 1 = 3,43 = 4 \text{ года}$$

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = \sum_1^T P_{P.ЧИСТ} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (5.5)$$

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 97984 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,15)^1} + \frac{1}{(1+0,15)^2} + \frac{1}{(1+0,15)^3} + \frac{1}{(1+0,15)^4} \right) =$$

$$= 279842,3 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} \text{ руб.} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{ИНТ} = ЧДД = 279842,3 - 238192,7 = 41649,6 \text{ руб.}$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} \text{ руб./руб.} \quad (5.7)$$

$$ИД = \frac{279842,3}{238192,7} = 1,17 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 010 и 015 технологического процесса. В результате чего предприятие имеет возможность получить чистую прибыль в размере 97984 руб. от снижения себестоимости на 21,75%. А также достичь экономического эффекта величиной 41649,6 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, для достижения поставленной цели - разработка технологического процесса изготовления вала поворотного механизма сборочной линии, обеспечивающего выпуск деталей заданного качества в установленном количестве в указанные сроки с наименьшими затратами были решены ряд задач.

Спроектирована заготовка. Сделаны расчеты припусков и режимов резания. Разработана маршрутно-операционная технология изготовления вала, базирующаяся на перспективных достижениях в области методов обработки. Спроектирован патрон для токарной операции. Спроектирован режущий инструмент.

Правильность выбранных решений подтверждается экономическими расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.
2. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
3. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
4. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
5. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
6. 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.
7. 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. Высш. шк. 2007 г.
8. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
9. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

10. Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11. 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.

12. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с

13. Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

14. www.int.haascnc.com

15. www.sandvik-coromant.ru

16. Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17. 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.

18. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

19. Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

20.Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

21.Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

22.Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		21		Пружина ГОСТ9379-85	3	
		22		Винт М8х35 ГОСТ11738-84	6	
		23		Шайба ГОСТ6402-70	6	
		24		Винт М5х25 ГОСТ11738-84	3	
		25		Пружина ГОСТ9379-85	1	
		26		Винт стопорный М5х15 ГОСТ1479-93	1	
		27		Винт стопорный М5х10 ГОСТ1479-93	1	
		28		Винт М14х70 ГОСТ11738-84	3	
		29		Пружина ГОСТ9379-85	3	
		30		Подшипник 206 ГОСТ2893-82	2	
		31		Кольцо ГОСТ 1567-68	3	
		32		Кольцо ГОСТ 1567-68	1	
		33		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		34		Кольцо ГОСТ 1567-68	2	
		35		Пробка М5 ГОСТ 12202-66	2	
		36		Винт стопорный М8х15 ГОСТ1479-93	1	
		37		Винт стопорный М8х15 ГОСТ1479-93	2	
		38		Винт М8х25 ГОСТ11738-84	6	
		39		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

16.07.ТМ.596.008.000

Лист

2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

