



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 Фролов Алексей Анатольевич гр. ТМбз-1132

1. Тема Технологический процесс изготовления вала многошпиндельной головки
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

Фролов А.А. Технологический процесс изготовления вала многошпиндельной головки. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2016 г.

В данной работе разрабатывается технологический процесс изготовления вала многошпиндельной головки.

Для этого производится ряд мероприятий. В частности, производится описание исходных данных, на основе которых ставятся задачи работы. Затем производится выбор заготовки, выбор методов обработки, определение припусков и проектирование заготовки. Выбираются технологические маршруты обработки, проектируется плана изготовления, выбираются средства технологического оснащения и проектируются технологические операции. Для наиболее загруженных операций производится проектирование приспособления и режущего инструмента.

Также в работе производится анализ безопасности и экологичности технического объекта и расчет ее экономической эффективности.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	14
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	15
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	20
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.7 Проектирование технологических операций.....	26
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	29
3.1 Проектирование приспособления.....	29
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	33
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.....	40
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	44
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	48
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта».....	51

5 Экономическая эффективность работы.....	53
Заключение.....	58
Список использованных источников.....	59
Приложения.....	62

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

В условиях массового производства требуется большая производительность. Для сверления отверстий в этом случае широко применяются многошпиндельные головки. Они позволяют произвести обработку сразу нескольких отверстий с необходимой точностью при обеспечении допусков взаимного расположения.

Рассматриваемый вал является одним из исполнительных органов головки. Поэтому к нему, предъявляются высокие требования по надежности, а, следовательно, точности изготовления и долговечности. Обеспечение вышеперечисленных качеств обусловлено технологией его изготовления, которого должна обеспечить высокую долговечность эксплуатации и максимальное снижение затрат на изготовление.

Цель выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления вала многошпиндельной головки заданного качества, в указанные сроки с наименьшими затратами при обеспечении годовой программы выпуска 4000 штук в год.

## 1 Описание исходных данных

### 1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Вал многошпиндельной головки предназначен для передачи крутящего момента от привода станка оправке режущего инструмента. Устанавливается в корпусе на два подшипника.

Режим работы достаточно тяжелый, в связи с работой при постоянных вибрациях системы, вызванных процессом резания. Нагрузки, возникающие при эксплуатации, весьма значительные по величине. Рабочая среда является умеренно агрессивной, т.к. возможен контакт с окружающей средой некоторых поверхностей, поэтому есть вероятность попадания на них смазочно-охлаждающей жидкости и стружки, что приведет к повышенному износу.

### 1.2 Анализ технологичности детали

Анализ технологичности конструкции детали будем проводить по критериям, рекомендованным в литературе [1]:

Анализируя материал вала можно прийти к выводу, что исходя из условий работы, выбран оптимальный материал. Кроме того он имеет хорошую обрабатываемость резанием, т.к. коэффициент обрабатываемости при обработке [2] твердосплавным инструментом 0,8, быстрорежущим инструментом 0,72. Для легированных сталей данный показатель считается приемлемым.

Заготовка рассматриваемого вала может быть получена одним из методов обработки металлов давлением. Для выбора конкретного метода нужно провести более детальный экономический анализ. В любом случае форма заготовки будет достаточно простой и с точки зрения технологии ее получения не вызовет каких-либо затруднений.

Конфигурация вала достаточно сложная. Имеются шейки различные по диаметру, что не позволяет производить обработку детали с одного станка. Исходя из формы поверхностей их механическая обработка не вызовет затруднений. Кроме того, все конструктивные элементы детали являются

типовыми, размеры соответствуют нормальному ряду чисел, поэтому не требуется применения специального инструмента и контрольно-измерительных приборов.

Анализируя различные варианты базирования данной детали можно сказать, что в качестве баз на первой операции могут быть наружные цилиндрические поверхности, для других операций в качестве баз могут быть приняты центровые отверстия. Такое решение, по сути, является типовым для валов и может быть легко реализовано стандартными средствами технологического оснащения. Также это позволит соблюсти основные принципы базирования и тем самым сократить припуски на обработку и увеличить ее точность.

Исходя из рекомендованных заготовительных операций, нужно обрабатывать все поверхности детали. При этом часть поверхностей имеет точность и шероховатость, требующие выполнения точных финишных операций. Изменение точности и шероховатости поверхностей в данном случае недопустимо, т.к. они полностью соответствуют функциональному назначению детали.

Проведенный анализ показал, что вал является достаточно технологичным. Имеются некоторые недостатки, но они не могут быть устранены внесением изменений в конструкцию вала.

### 1.3 Систематизация поверхностей

Для выявления поверхностей, которым нужно уделить особое внимание при их механической обработке и которые являются наиболее значимыми для детали проводим их систематизацию по назначению [1].

Для этого выполняем эскиз вала, и все поверхности номеруем (рисунок 1.1). Далее систематизируем их по назначению (таблица 1.1).

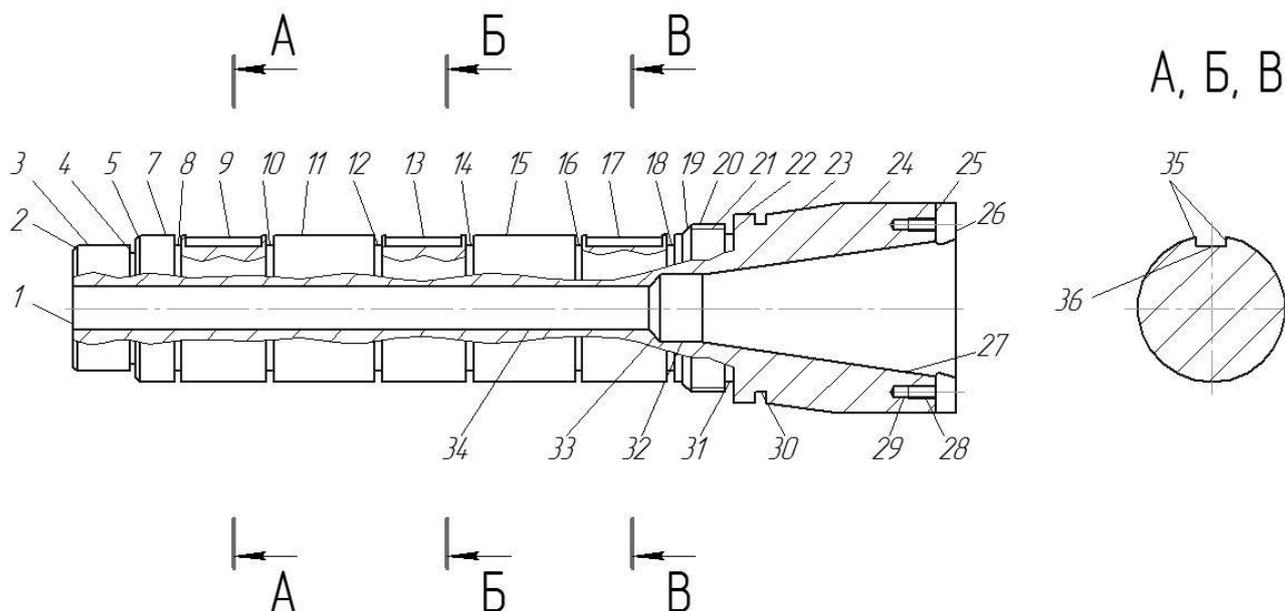


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

Таблица 1.1 - Систематизация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная конструкторская база	3, 23
Вспомогательная конструкторская база	9, 11 13, 15, 17, 25, 27, 36
Исполнительная поверхность	28, 35
Свободные поверхности	Все оставшиеся поверхности

#### 1.4 Задачи работы

Исходя из анализа исходных данных, необходимо решить ряд задач:

- 1) выбрать способ получения заготовки и спроектировать ее на основе расчета припусков на обработку;
- 2) разработать маршрут и план изготовления детали;
- 3) выбрать средства технологического оснащения;
- 4) спроектировать технологические операции;
- 5) спроектировать специальные приспособления и инструмент;
- 6) рассмотреть вопросы безопасности и экологичности технического объекта;
- 7) рассчитать экономическую эффективность работы.

## 2 Технологическая часть работы

### 2.1 Определение типа и характеристик производства

С целью определения характеристик производства необходимо определить его тип. В данном случае с достаточной для проектных решений точностью, это можно сделать по методике [3]. При заданном объеме выпуска детали 4000 штук в год и массе детали равной 12,34 кг тип производства среднесерийный.

На основании типа производства выявляем следующие его характеристики [1, 4]:

- предпочтительный вид стратегии – последовательная;
- форма организации техпроцесса – непоточная;
- выбор методов обработки поверхностей производится табличным методом по коэффициенту удельных затрат;
- для определения припусков на обработку применяется табличный метод, в обоснованных случаях припуски определяются по переходам;
- разработка технологических процессов производится на базе типового техпроцесса;
- маршрут обработки формируется по принципу экстенсивной или интенсивной концентрации операций;
- при базировании заготовок обязательным является соблюдение принципов постоянства баз и единства баз;
- точность обработки обеспечивается методом работы на настроенном оборудовании;
- в данном случае применяется универсальное оборудование и оборудование, оснащенное числовым программным управлением;
- станочные приспособления: универсальные, стандартные, универсально-сборные, при необходимости специальные;
- режущие инструменты: стандартные, при необходимости специальные;
- средства контроля: универсальные, при необходимости специальные;

– режимов резания определяются по общемашиностроительным нормативам, в отдельных случаях по эмпирическим формулам;

– нормирование технологического процесса выполняется по опытно-статистическим нормам, для наиболее сложных операций возможно применение детального пооперационного нормирования;

– в качестве технологической документации используются маршрутные карты, для наиболее сложных операций возможна разработка операционных карт.

## 2.2 Выбора метода получения заготовки

Согласно рекомендаций [5] заготовку рассматриваемого вала получают штамповкой на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП) или на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Для окончательного выбора метода получения заготовки необходимо выполнить сравнительный экономический анализ [5], который заключается в сравнении общих затрат на получение детали.

Общие затраты определяются по формуле:

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

где  $C_i$  – общие затраты;

$C_{3i}$  – затраты на получение заготовки;

$C_{ОБР.i}$  – затраты на обработку;

$i$  – номер варианта получения заготовки.

Здесь  $i=1$  для ГКМ,  $i=2$  для КГШП.

Стоимость заготовки определим по формуле:

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

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

$M_{3.i}$   $M_3$  – масса заготовки;

$K_{IM}$  – коэффициент использования металла;

$M_{Д.і}$  – масса детали;

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

$K_T$  – коэффициент, учитывающий точность заготовки;

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

Массу детали определим путем ее объемного моделирования в «Компас-3D V15» (рисунок 2.1) и применения специального программного модуля встроенного в данную систему.



Рисунок 2.1 - Трехмерная модель вала

В результате получаем  $M_д = 12,34$  кг.

Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_{3i} = M_д \cdot K_p, \quad (2.3)$$

где  $M_д$  – масса детали;

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

$$M_{31} = 12,34 \cdot 1,2 = 13,92 \text{ кг.}$$

$$M_{32} = 12,34 \cdot 1,3 = 16,04 \text{ кг.}$$

Определим коэффициент использования материала:

$$K_{ИМ.i} = \frac{M_{\partial}}{M_3} \quad (2.4)$$

Подставляя полученные значения масс получаем:

$$K_{ИМ1} = \frac{12,34}{13,92} = 0,87 .$$

$$K_{ИМ2} = \frac{12,34}{16,04} = 0,77 .$$

Стоимость заготовки:

$$C_{31} = \frac{30000 \cdot 13,92 \cdot 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 451,08 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = \frac{30000 \cdot 16,04 \cdot 1,3 \cdot 0,9 \cdot 1}{1000} = 563,01 \text{ руб.}$$

Затраты на механическую обработку:

$$C_{ОБР.i} = \frac{C_{уд} \left( \frac{1}{K_{ИМ.i}} - 1 \right) M_{\partial}}{K_{\partial}} \quad (2.5)$$

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

$K_{\partial}$  – коэффициент обрабатываемости материала.

$$C_{ОБР1} = \frac{40 \cdot \left( \frac{1}{0,87} - 1 \right) \cdot 12,34}{0,85} = 86,77 \text{ руб.}$$

$$C_{ОБР2} = \frac{40 \cdot \left( \frac{1}{0,77} - 1 \right) \cdot 12,34}{0,85} = 173,46 \text{ руб.}$$

Тогда суммарные затраты равны:

$$C_1 = 451,08 + 86,77 = 537,85 \text{ руб.}$$

$$C_2 = 563,01 + 173,46 = 736,47 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что наиболее выгодной является заготовка, полученная штамповкой на ГКМ

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Как отмечалось ранее, при определении характеристик производства методы обработки поверхностей в условиях среднесерийного производства определяются по коэффициентам удельных затрат [6].

Все методы сводим в таблицу 2.1, согласно рекомендаций [6].

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Маршрут обработки
1	2	3	4	5
1	П	12	12,5	Ф-ТО
2	К	12	12,5	Тч-ТО
3	Ц	6	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
4	Ц	12	12,5	Тч-ТО
5	К	12	12,5	Тч-ТО
6	П	12	12,5	Т-ТО
7	Ц	8	1,25	Т-Тч-ТО-Ш
8	Ц	12	12,5	Тч-ТО
9	Ц	8	0,8	Т-Тч-ТО-Ш
10	Ц	12	12,5	Тч-ТО
11	Ц	8	1,25	Т-Тч-ТО-Ш
12	Ц	12	12,5	Тч-ТО
13	Ц	8	0,8	Т-Тч-ТО-Ш
14	Ц	12	12,5	Тч-ТО
15	Ц	8	1,25	Т-Тч-ТО-Ш
16	Ц	12	12,5	Тч-ТО
17	Ц	8	0,8	Т-Тч-ТО-Ш
18	Ц	12	12,5	Тч-ТО
19	К	12	12,5	Тч-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
20	Ц	12	12,5	Т-ТО
21	Р	10	12,5	РН-ТО
22	Ц	12	12,5	Т-ТО
23	К	6	0,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч- ПО
24	Ц	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
25	П	12	12,5	Ф-ТО
26	П	12	12,5	Ф-ТО
27	КВ	6	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
28	Р	10	12,5	РН-ТО
29	ЦВ	12	12,5	С-ТО
30	Ц	12	12,5	Тч-ТО
31	Ц	12	12,5	Тч-ТО
32	ЦВ	12	12,5	С-ТО
33	КВ	12	12,5	С-ТО
34	ЦВ	12	12,5	С-ТО

В таблице приняты следующие обозначения : П – плоская поверхность; Ц – цилиндрическая поверхность; КВ – коническая внутренняя поверхность; ЦВ – цилиндрическая внутренняя поверхность; Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Ф – фрезерование; Ш – шлифование; Шч – шлифование чистовое; С – сверление; РН – резбонарезание; ПО – полирование.

#### 2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Согласно типа производства припуски и операционные размеры на самую точную поверхность  $\varnothing 60k6^{(+0,021/+0,002)}$  определим по методике [7].

Минимальное значение припуска определяем по формуле:

$$Z_{i \min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.6)$$

где  $i$  - индекс данного перехода;

$i-1$  - индекс предыдущего перехода;

$i+1$  - индекс последующего перехода;

$a$  - суммарная величина дефектного слоя;

$\Delta$  - суммарное отклонение формы и расположения поверхностей;

$\varepsilon$  - погрешность установки заготовки в приспособлении.

$$Z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,601$$

$$Z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0,025^2} = 0,438$$

$$Z_{3 \min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,282$$

$$Z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,012^2 + 0,012^2} = 0,167$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле:

$$Z_{i \max} = Z_{i \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_{i-1}} \quad (2.7)$$

$$Z_{1 \max} = Z_{1 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_0 + Td_1} = 0,601 + 0,5 \cdot \sqrt{2 + 0,30} = 1,351$$

$$Z_{2 \max} = Z_{2 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_1 + Td_2} = 0,438 + 0,5 \cdot \sqrt{0,30 + 0,12} = 0,648$$

$$Z_{3 \max} = Z_{3 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{TO} + Td_3} = 0,282 + 0,5 \cdot \sqrt{0,160 + 0,046} = 0,385$$

$$Z_{4 \max} = Z_{4 \min} + 0,5 \cdot \sqrt{d_3 + Td_4} = 0,167 + 0,5 \cdot \sqrt{0,046 + 0,019} = 0,200$$

Определяем среднее значение припуска по формуле:

$$Z_{cp i} = \sqrt{Z_{i \max} + Z_{i \min}} \quad (2.8)$$

$$Z_{cp1} = \sqrt{Z_{1 \max} + Z_{1 \min}} = \sqrt{0,601 + 1,351} = 0,976$$

$$Z_{cp2} = \sqrt{Z_{2 \max} + Z_{2 \min}} = \sqrt{0,438 + 0,648} = 0,543$$

$$Z_{cp3} = \sqrt{Z_{3 \max} + Z_{3 \min}} = \sqrt{0,282 + 0,385} = 0,334$$

$$Z_{cp4} = \sqrt{Z_{4 \max} + Z_{4 \min}} = \sqrt{0,167 + 0,200} = 0,184$$

Предельные размеры для каждого перехода:

$$d_{(i-1)\min} = d_{i\min} + 2 \cdot Z_{i\min} \quad (2.9)$$

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

Для термообработки минимальный диаметр равен:

$$d_{(TO-1)\min} = d_{(i-1)\min} \cdot 0,999 \quad (2.11)$$

$$d_{4\min} = 60,002$$

$$d_{4\max} = 60,021$$

$$d_{3\min} = d_{4\min} + 2 \cdot Z_{4\min} = 60,002 + 2 \cdot 0,167 = 60,336$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 60,336 + 0,046 = 60,382$$

$$d_{TO\min} = d_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\min} = 60,336 + 2 \cdot 0,282 = 60,9$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 60,9 + 0,160 = 61,06$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 60,9 \cdot 0,999 = 61,004$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 61,004 + 0,12 = 61,124$$

$$d_{1\min} = d_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\min} = 61,004 + 2 \cdot 0,438 = 61,88$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 61,88 + 0,30 = 62,18$$

$$d_{0\min} = d_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\min} = 61,88 + 2 \cdot 0,601 = 63,082$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 63,082 + 1,2 = 64,282$$

Определяем средние значения размеров:

$$d_{icp} = \sqrt{d_{i\max} + d_{i\min}} \quad (2.12)$$

$$d_{cp0} = \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} = \sqrt{64,282 + 63,082} = 63,682$$

$$d_{cp1} = \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} = \sqrt{62,18 + 61,88} = 62,03$$

$$d_{cp2} = \sqrt{d_{2\max} + d_{2\min}} = \sqrt{61,124 + 61,004} = 61,01$$

$$d_{cpTO} = \sqrt{d_{TO\max} + d_{TO\min}} = \sqrt{61,06 + 60,9} = 60,98$$

$$d_{cp3} = \sqrt{d_{3\max} + d_{3\min}} = \sqrt{60,382 + 60,336} = 60,359$$

$$d_{cp4} = \sqrt{d_{4\max} + d_{4\min}} = \sqrt{60,021 + 60,002} = 60,012$$

Определяем общий припуск на обработку:

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{4\max} \quad (2.13)$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.14)$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \quad (2.15)$$

$$2Z_{\min} = 63,082 - 60,021 = 3,061$$

$$2Z_{\max} = 3,061 + 1,2 + 0,019 = 4,28$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (3,061 + 4,28) = 3,671$$

Минимальные припуски на обработку остальных поверхностей определяются по таблицам [8]. Все остальные параметры определяются аналогично предыдущему методу. Следует заметить, что табличный метод менее точный и иногда дает завышенные припуски, но в данном случае это не играет существенной роли.

Результаты определения припусков на обработку заносим в таблицу 2.2

Таблица 2.2 - Припуски на обработку

№ пов.	Наименование перехода	$Z_{\min}$	$Z_{\max}$
1	2	3	4
1	Фрезерование	2,5	5,315
4	Точение черновое	2,5	4,235
7	Точение черновое	1,7	3,45
	Точение чистовое	0,35	0,56
	Шлифование	0,75	0,833
	Шлифование чистовое	0,06	0,106
9	Точение черновое	1,7	3,45
	Точение чистовое	0,35	0,56

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
	Шлифование	0,75	0,833
	Шлифование чистовое	0,06	0,106
11	Точение черновое	1,7	3,45
	Точение чистовое	0,35	0,56
	Шлифование	0,75	0,833
	Шлифование чистовое	0,06	0,106
13	Точение черновое	1,7	3,45
	Точение чистовое	0,35	0,56
	Шлифование	0,75	0,833
	Шлифование чистовое	0,06	0,106
15	Точение черновое	1,7	3,45
	Точение чистовое	0,35	0,56
	Шлифование	0,75	0,833
	Шлифование чистовое	0,06	0,106
	Точение чистовое	0,35	0,56
	Шлифование	0,75	0,833
	Шлифование чистовое	0,06	0,106
19	Точение черновое	2,5	4,5
20	Точение черновое	1,7	3,45
22	Точение черновое	2,15	3,9
23	Точение черновое	2,15	3,925
	Точение чистовое	0,4	0,645
	Шлифование	0,65	0,747
	Шлифование чистовое	0,06	0,098
	Полирование	0,005	0,027
24	Точение черновое	2,15	3,925
	Точение чистовое	0,4	0,645

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
	Шлифование	0,65	0,747
	Шлифование чистовое	0,06	0,098
26	Фрезерование	2,5	5,315
27	Точение черновое	0,55	2,3
	Точение чистовое	0,35	0,56
	Шлифование	0,3	0,383
	Шлифование чистовое	0,2	0,238

Заготовка проектируется по результатам расчетов припусков на обработку и рекомендаций [5, 8]. Полученная заготовка представлена на листе графической части работы.

### 2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Исходя из серийности производства, разработка технологического маршрута изготовления вала ведется на базе уже известных и типовых технологических маршрутов изготовления [3, 9]. Следует учесть, что окончательную обработку самых точных поверхностей следует производить в конце обработки.

В соответствии с рекомендациями [6] маршрут изготовления вала представим в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления вала

№	Метод обработки	Обрабатываемые поверхности	№ опер.	Наименование операции
1	2	3	4	5
1	Фрезерование, сверление	1, 26, 37, 38	005	Фрезерно-центровальная
2	Точение	3, 5, 7, 19, 20	010	Токарная

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
3	Точение	22, 23, 24, 27, 32	015	Токарная
4	Точение	2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 20	020	Токарная
5	Точение	23, 24, 27	025	Токарная
6	Фрезерование	35, 36	030	Фрезерная
7	Сверление	34	035	Сверлильная
8	Фрезерование, сверление, резьбонарезание	25, 28, 29	040	Фрезерная
9	ТО	все	045	Термическая
10	Правка		050	Правильная
11	Шлифование	23, 24	055	Круглошлифовальная
18	Шлифование	27	060	Внутришлифовальная
19	Шлифование	3, 7, 9, 11, 13 ,15, 17	065	Круглошлифовальная
20	Шлифование	23, 24	070	Круглошлифовальная
21	Шлифование	27	075	Внутришлифовальная
22	Шлифование	3, 7, 9, 11, 13 ,15, 17	080	Круглошлифовальная
23	Полирование	23	085	Полировальная
24	Мойка	все	090	Моечная
25	Контроль	все	095	Контрольная

План изготовления формируется на основе полученного маршрута изготовления согласно рекомендаций [6] и представляет собой графический документ, в котором отражен маршрут изготовления с указанием на каждой операции типа оборудования, схемы базирования и технологических требований.

План обработки входит в графическую часть работы.

## 2.6 Выбор средств технологического оснащения

Данный этап выполняется на основании рекомендаций [1] и справочных данных [10, 11, 12, 13, 14].

При выборе средств технологического оснащения будем учитывать не только технические характеристики и стоимость, но и степень его технического совершенства. Это поможет в дальнейшем использовать его для изготовления других деталей без серьезных экономических затрат на модернизацию.

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	Фреза торцовая Ø120 ГОСТ9473-80 Зенковка Ø80 МН727-80 Сверло центровочное Тип А ГОСТ 14952-75	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89, калибр	Тиски станочные винтовые самоцентрирующие ГОСТ 21167-75
010	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Резец проходной специальный ВОК-60	Штангенциркуль ШЦ-III ГОСТ166-89	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80
015	Токарная	Токарный с	Резец		Патрон

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		ЧПУ HAAS GT10	проходной специальный ВОК-60 Сверло сборное 880- D3200L40-04 GC4014 «Sandvik» Резец токарный расточной специальный ВОК-60	Штангенцир куль ШЦ-III ГОСТ166- 89, нутромер НМ ГОСТ160-80	цанговый специаль- ный
020	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Резец проходной специальный ВОК-60 Резец канавочный ВОК-60	Штангенцир куль ШЦ-III ГОСТ166-89	Патрон трехкулач- ковый ГОСТ 2675-80
025	Токарная	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	Резец проходной специальный ВОК-60 Резец токарный расточной специальный	Штангенцир куль ШЦ-III ГОСТ166- 89, нутромер НМ ГОСТ160-80	Патрон цанговый специаль- ный

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			ВОК-60		
030	Фрезерная	Вертикаль- ный обрабатываю- щий центр HAAS VF 1	Фреза концевая R216.34- 10050-CC16P GC1640 «Sandvik»	Штангенцир- куль ШЦ-III ГОСТ166-89	Тиски станочные
035	Сверлильная	Сверлильный HAAS OM 1	Сверло специальное Ø21 GC 1020 «Sandvik»	Штангенцир- куль ШЦ-III ГОСТ166- 89, калибры	Тиски станочные
040	Фрезерная	Вертикаль- ный обрабатываю- щий центр HAAS VF 1	Фреза концевая RA216.34- 4850-CK19P GC1640 «Sandvik» Сверло R840- 0500-30-A0A GC1220 «Sandvik» Фреза резьбовая 327R09-18 150MM-TH GC1025 «Sandvik»	Штангенцир- куль ШЦ-III ГОСТ166- 89, калибры	Тиски станочные

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
045	Термическая				
050	Правильная				
055	Кругло-шлифовальная	Кругло-шлифовальный с ЧПУ RSM 500 ф. "Knuth"	Круг шлифовальный 1 – 500x40x127 23A46K7V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75	Патрон цанговый специальный
060	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный 3K225B	Круг шлифовальный 1 – 20x32x6 23A46K7V	Нтромер НМ ГОСТ160-80	Патрон цанговый специальный
065	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный с ЧПУ RSM 500 ф. "Knuth"	Круг шлифовальный 1 – 500x40x127 23A46K7V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75	Патрон поводковый
070	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный с ЧПУ RSM 500 ф. "Knuth"	Круг шлифовальный 1 – 500x40x127 24A60K6V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75	Патрон цанговый специальный
075	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный 3K225B	Круг шлифовальный 1 – 20x32x6 24A60K6V	Нтромер НМ ГОСТ160-80	Патрон цанговый специальный

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
080	Кругло-шлифовальная	Кругло-шлифовальный с ЧПУ RSM 500 ф. "Knuth"	Круг шлифовальный 1 – 500x40x127 24A60K6V	Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75	Патрон поводковый
085	Полировальная	Полировально-шлифовальный 3A352	Круг полировальный 1 – 500x40x127 фибровый		Патрон цанговый специальный
090	Моечная				
095	Контрольная				

## 2.7 Проектирование технологических операций

Определение режимов резания производим согласно рекомендаций [15] по справочным данным [2, 16, 17].

Однако, следует заметить, что в нашем случае используется большое количество импортного инструмента, поэтому для реализации его потенциала в полной мере воспользуемся соответствующим каталогом фирмы-изготовителя инструмента [13].

Нормирование операций производим исходя из типа производства согласно рекомендаций [1, 2] расчетно-аналитическим методом по данным соответствующим конкретным видам обработки.

Результаты вычислений сведены в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания

Номер перехода	$S_0$ мм/об	$V$ м/мин	$n$ об/мин	$T_0$ мин	$T_{шт}$ мин
1	2	3	4	5	6
Операция 005 – Фрезерно-центровальная					
1	(0,15)	79	250	0,32	0,52
2	1,1	6	36	0,08	
Операция 010 – Токарная					
1	0,45	410	1900	0,39	0,51
Операция 015 – Токарная					
1	0,45	410	1300	0,19	1,08
2	0,1	200	2000	0,35	
3	0,3	350	1400	0,29	
Операция 020 – Токарная					
1	0,15	600	2100	1,05	1,95
2	0,07	210	1200	0,45	
Операция 025 – Токарная					
1	0,15	600	1900	0,37	1,26
2	0,15	450	1800	0,48	
3	0,07	210	840	0,12	
Операция 030 – Фрезерная					
1	(0,035)	100	2300	0,38	0,5
Операция 035 – Сверлильная					
1	0,3	51	760	2,15	2,8
Операция 040 – Фрезерная					
1	(0,065)	100	1700	0,28	0,77
2	0,1	60	3000	0,21	
3	1,5	63	3300	0,1	
Операция 055 - Круглошлифовальная					

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
1	0,0021	35	120	0,86	1,12
Операция 060 – Внутришлифовальная					
1	0,0015	30	320	1,34	1,74
Операция 065 - Круглошлифовальная					
1	0,0022	35	120	1,64	2,13
Операция 070 - Круглошлифовальная					
1	0,0015	35	120	1,12	1,46
Операция 075 - Внутришлифовальная					
1	0,001	30	320	1,57	2,04
Операция 080 - Круглошлифовальная					
1	0,0015	35	120	1,97	2,56
Операция 085 - Полировальная					
1	15м/мин	50	320	0,89	1,16

### 3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

#### 3.1 Проектирование приспособления

Проектирование приспособления проведем для токарной операции с целью обеспечения принятой схемы базирования и надежного закрепления детали. Эскиз операции представлен на рисунке 3.1.

Расчет проводим согласно методики [18, 19, 20].

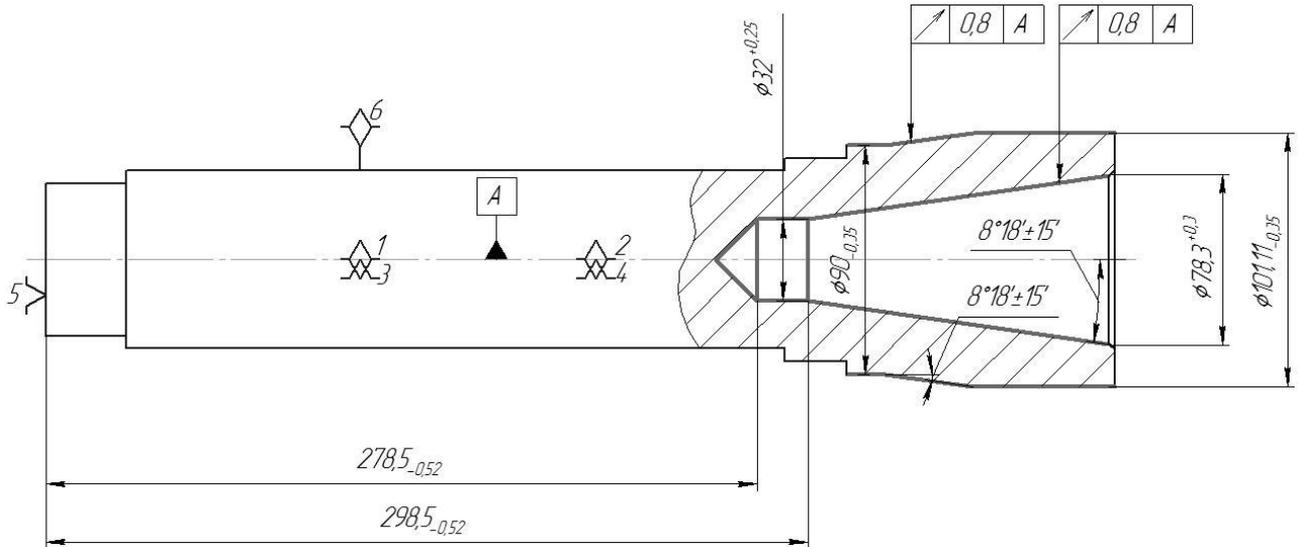


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Составляющие силы резания определяем согласно данным [11].

Получаем:  $P_Y = 152$  Н,  $P_Z = 265$  Н.

Составим схему закрепления заготовки (рисунок 3.2) для определения усилия зажима.

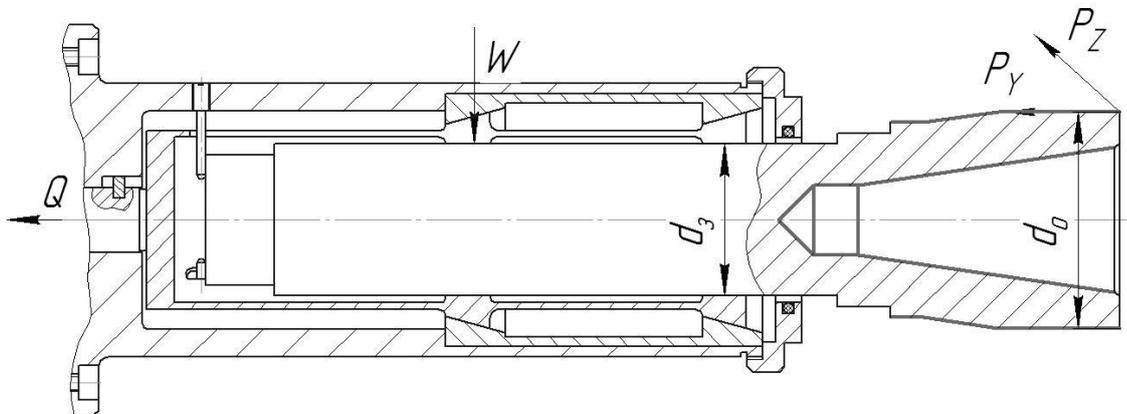


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

Согласно данной схемы момент резания от силы  $P_z$  :

$$M_{Pz} = P_z \cdot \frac{d_o}{2} \quad (3.1)$$

где  $d_o$  – обрабатываемый диаметр.

Уравновешивающий его момент от силы зажима:

$$M_{3pz} = \frac{3 \cdot W \cdot f \cdot d_3}{2} \quad (3.2)$$

где  $W$  - сила зажима;

$f$  – коэффициент трения;

$d_3$  – диаметр закрепления.

Из равенства этих моментов определяем необходимое усилие зажима:

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_o}{3fd_3} \quad (3.3)$$

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

$$W = \frac{2,5 \cdot 265 \cdot 100}{3 \cdot 0,2 \cdot 70} = 1577 \text{ Н.}$$

Определяем усилие, создаваемое силовым приводом:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (3.4)$$

где  $\alpha$  – угол наклона рабочей поверхности цанги;

$\varphi$  – угол трения на наклонной поверхности цанги.

$$Q = 1577 \cdot \operatorname{tg}(5 + 6,5) = 1346 \text{ Н.}$$

Для создания полученного исходного усилия определим необходимые

параметры привода, главным из которых является диаметр поршня.

В нашем случае рабочей является штоковая полость, поэтому ее диаметр определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.5)$$

где  $P$  - избыточное давление рабочей среды;

$d$  - диаметр штока.

Получим:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1346}{2,5} + 30^2} = 86 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартное большее значение диаметра поршня 90 мм.

Погрешность установки в приспособлении определяется по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{ПП}^2} \quad (3.6)$$

где  $\varepsilon_B$  - погрешность базирования;

$\varepsilon_3$  - погрешность закрепления;

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

На рисунке 3.3 представлена схема погрешностей элементов приспособления.

Из схемы следует:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.7)$$

где  $\Delta_1$  - погрешность, возникающая вследствие неперпендикулярности выходному конца привода;

$\Delta_2$  - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжении;

$\Delta_3$  – погрешность изготовления размера.

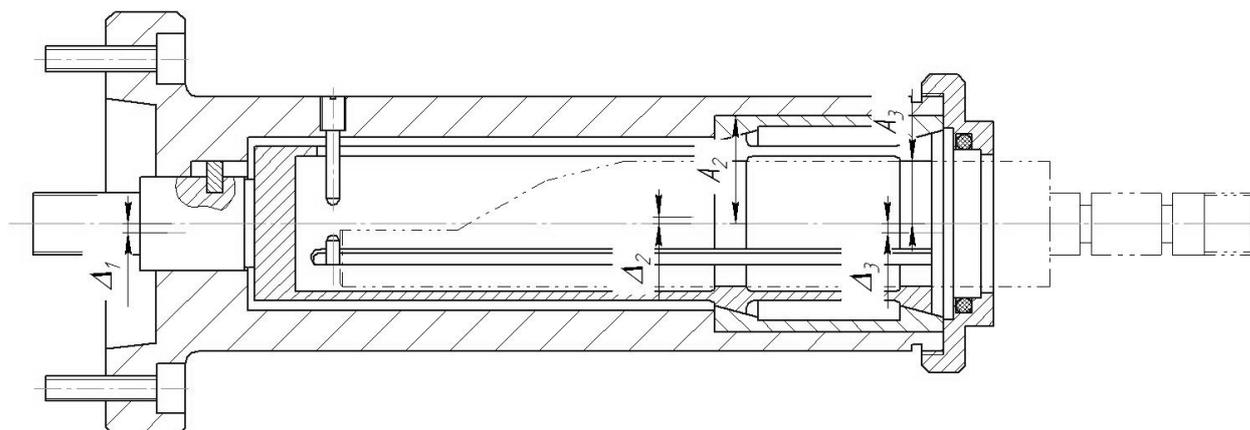


Рисунок 3.3 - Схема погрешностей

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,02^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,024 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность приспособления составляет

$$\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ мм.}$$

Расчетная погрешность меньше чем допустимая, значит спроектированный цанговый патрон удовлетворяет заданной точности.

Данное приспособление состоит из упора 10 и цанги 11, которая устанавливается в корпусе цанги 2. Для зажима цанги служит тяга, которая через шток 12 связана с гидроцилиндром. Внутри гидроцилиндра располагается поршень 8. Для подачи масла к гидроцилиндру проведены отверстия, находящиеся в муфте 6.

Приспособление работает следующим образом.

После установки заготовки до упора в разжатую цангу масло подается в правую полость гидроцилиндра. Поршень, передвигаясь влево через тягу перемещает цангу вниз по конической поверхности корпуса цанги, в результате чего лепестки цанги сжимаются, происходит центрирование и закрепление заготовки. При подаче масла в левую полость гидроцилиндра поршень, шток и тяга возвращаются в исходное положение. Цанга высвобождается, при этом лепестки цанги под действием силы упругости расходятся, происходит раскрепление заготовки.

### 3.2 Проектирование режущего инструмента

При выполнении токарных операциях наиболее часто встречаемые проблемы – низкая стойкость инструмента и 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.

Материал заготовки - сталь 19ХГН. Производится точение наружных поверхностей по контуру.

Материал режущей части резца – минералокерамика ВОК - 60.

Расчет режущего инструмента будем производить на операцию токарную чистовую по методике изложенной в [21].

Выбираем главный угол в плане  $\varphi=92^\circ$ .

Для определения конструктивных размеров резца необходимо определить сечение срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S \quad (3.8)$$

где  $t$  - глубина резания;

$S$  - подача.

$$F = 2,15 \cdot 0,45 = 0,97 \text{ мм}^2.$$

При сечении срезаемого слоя до  $F=1,0 \text{ мм}^2$  резец должен иметь рабочую высоту  $H=20 \text{ мм}$ .

Принимаем следующие размеры резца: размер державки резца 20x20 мм; длина резца  $L=125 \text{ мм}$ .

Для крепления режущей пластины к корпусу резца будем использовать систему крепления прихватом с винтом.

Определим минимально допустимый диаметр винта:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.9)$$

где  $Q_1$  - усилие, действующее на винт;

$\sigma_0$  - допустимое напряжение.

Усилие, действующее на винт, находим по формуле:

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.10)$$

где  $P_{z \max}$  - усилие резания.

$$Q_1 = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

Тогда получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Минимально допустимый диаметр винта при данных режимах резания 1,6 мм. Принимаем винт М4. Это позволит использовать данный резец на более интенсивных режимах резания и при резании с большей глубиной резания.

Кроме того, для решения описанных выше проблем данный резец имеет усовершенствованную конструкцию.

Суть усовершенствования заключается в том, что в качестве режущей пластины используется керамика ВОК-60 подвергнутая азотированию [22], кроме того в конструкции резца предусмотрены каналы для подвода смазочно-охлаждающей жидкости непосредственно в зону резания [23].

Данные усовершенствования позволяют использовать более интенсивные режимы резания, что положительно скажется на производительности операций точения. Конструкция данного резца представлена на листе графической части 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 Вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF 1	12ХНЗА, СОЖ
2	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ HAAS GT10	12ХНЗА, СОЖ
3	Сверление	Сверлильная операция	Сверловщик	Сверлильный HAAS OM 1	19ХГН, СОЖ
4	Шлифование	Шлифовальная	Шлифовщик	Круглошлифовальный	12ХНЗА, СОЖ

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
		операция		с RSM 500 ф. "Knuth", Внутри- шлифовальный 3K225B	

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 изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей	Фрезерно-центровальный МР-71 Вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF 1

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>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 изделия, заготовки; повышенная запыленность воздуха рабочей зоны</p>	Токарный с ЧПУ HAAS GT10

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>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 изделия, заготовки;</p>	Сверлильный НААС ОМ1

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>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	Шлифовальная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки;</p>	<p>Круглошлифовальный с RSM 500 ф. "Knuth", Внутришлифовальный 3К225В</p>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>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 обучения персонала; своевременное проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности выполнения работ, применение ограничительных устройств; применение знаков безопасности	Каска защитная
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия,	Своевременное проведение обучения персонала; своевременное	Каска защитная, очки защитные

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	заготовки	проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности выполнения работ; применение ограничительных устройств; применение предохранительных устройств; применение устройств автоматической сигнализации; применение устройств дистанционного управления; применение знаков безопасности	
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Своевременное проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил	Спецодежда, рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		безопасности выполнения работ; ограждение оборудования	
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Своевременное проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности выполнения работ; применение звукоизоляции источников шума; выполнение настройки оборудования	Наушники противозумные, вкладыши противозумные (беруши)
5	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	Своевременное проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей; контроль за соблюдением правил безопасности	Резиновый диэлектрический коврик; спецодежда, спецобувь

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		выполнения работ; применение систем защитного заземления, защитного отключения; применение знаков безопасности.	
6	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Своевременное проведение обучения персонала; своевременное проведение инструктажей; соблюдение правил безопасности выполнения работ	Спецодежда, спецобувь, рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием
7	Монотонность труда	Соблюдение режима 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 механической обработки	Фрезерно-центровальный МР-71 Вертикальный обрабатывающий центр НААС VF 1 Токарный с ЧПУ НААС GT10 Сверлильный НААС OM 1 Круглошлифовальный с RSM 500 ф. "Knuth", Внутришлифовальный 3К225В	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 термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования; вынос (замыкание) высокого электрического напряжения

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
				дыму (задымлен- ных пространст- венных зонах).	на токопроводя щие части технологи- ческих установок, оборудова- ния.

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки систем пожарной тушения	Средства ва пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Пожарные щиты	Пожарные	Системы автома	Извещатели	Пожарные	Респираторы,	Ломы, багры, топоры,	Автоматическая

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
огнетушители, пожарные кра- ны, ящики с пес- ком	автомобили, пожарные авто- лестницы, пожарные автоцистерны	технические огнетушители, пожаротушения	пожарные, приборные приемно- контрольные пожарные, техниче- ские средст- ва опове- щения	гидранты, пожарные подста- вки, пожарные краны, пожарные пеносмесители	противогазы, самоспасатели, огнестой- кие накладки	лопаты, универсальный пневматический и гидравлический инструмент для резки и перекусывания	пожарная сигнали- зация, приемно- конт- рольные прибо- ры

#### 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
Фрезерная операция, Фрезерно-центровальный МР-71; Вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF 1; Токарная операция, Токарный с ЧПУ HAAS GT10; Сверлильная операция, Сверлильный HAAS OM1; Шлифовальная операция, Круглошлифовальный с RSM 500 ф. "Knuth", Внутришлифовальный 3K225B	Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов,

результаты которой отражены в таблице 4.7.

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.	Воздействия 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; Вертикальный обрабатывающий центр HAAS VF 1	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, пыль, металлический лом, ветошь
Токарная	Токарный с	Пары СОЖ	Механические	Стружка,

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
операция	ЧПУ HAAS GT10		примеси, нефтепродукты, СОЖ	металлический лом, ветошь
Сверлильная операция	Сверлильный HAAS OM 1	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь
Шлифовальная операция	Круглошлифовальный с RSM 500 ф. "Knuth", Внутришлифовальный 3K225B	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, металлический лом, ветошь

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов.

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

Наименование технического объекта	Фрезерная операция, Токарная операция, Сверлильная операция, Шлифовальная операция
1	2
Мероприятия по снижению негативного	Применение электростатических фильтров

Продолжение таблицы 4.8

1	2
антропогенного воздействия на атмосферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Контроль состава сточных вод; применение песколовок, решеток, механических фильтров; применение нефтеловушек; применение флотационных установок; применение сорбции; применение нейтрализации
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переплавка стружки и лома, соблюдение правил хранения, периодичности вывоза отходов на утилизацию и захоронение

#### 4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления вала многошпиндельной головки, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления вала многошпиндельной головки, 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.

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Вал многошпиндельной головки». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Поэтому считаем необходимым указать только эти изменения, которые, в конечном счете, и позволят сделать вывод о целесообразности описанных изменений. Краткое описание сравнений по вариантам представлено в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов ТП

Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2
<u>Операция 015 – Токарная</u>	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16K20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка цанговая.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец контурный Т15К6, стойкость инструмента 20 мин.</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ, модель HAASGC-10.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка цанговая.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец контурный с пластиной из металлокерамики ВОК-06, стойкость инструмента 60 мин.</p>
<u>Операция 035 – Сверлильная</u>	
<p><u>Оборудование</u> – вертикально-сверлильный, модель 2Н135.</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски самоцентрирующие.</p>	<p><u>Оборудование</u> – сверлильный станок с ЧПУ, модель HAAS OM1.</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски самоцентрирующие.</p>

Продолжение таблицы 5.1

1	2
Инструмент – сверло спиральное Ø21, P6M5, стойкость инструмента 10 мин.	Инструмент – сверло специальное с пластинами GC1020 "Sandvik", стойкость инструмента 20 мин.
Материал детали – Сталь 19ХГН – штамповка	
Тип производства – среднесерийный	
Условия труда – нормальные.	
Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся другие параметры, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	Годовая программа выпуска	$P_G, шт.$	4000	4000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}^{015}, мин.$	1,4	1,08
		$T_{маш}^{015}, мин.$	1,05	0,83
		$T_{шт}^{035}, мин.$	4,54	2,8
		$T_{маш}^{035}, мин.$	3,89	2,15

С учетом представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их предложения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [25], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг».

Далее, применения программное обеспечение Microsoft Excel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

– капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие изменения по обеим представленным операциям, включающие приобретение нового оборудования, замену инструмента, а также затраты на проектирование и другие необходимые затраты. Общие капитальные вложения составят  $K_{ВВ,ПР} = 167000,38$  руб., которые учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

– полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам:  $C_{ПОЛН(БАЗ)} = 78,82$  руб.,  $C_{ПОЛН(ПР)} = 49,33$  руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат. В основу расчетов полной себестоимости была включена технологическая себестоимость, детальная структура которой представлена на рисунке 5.1.

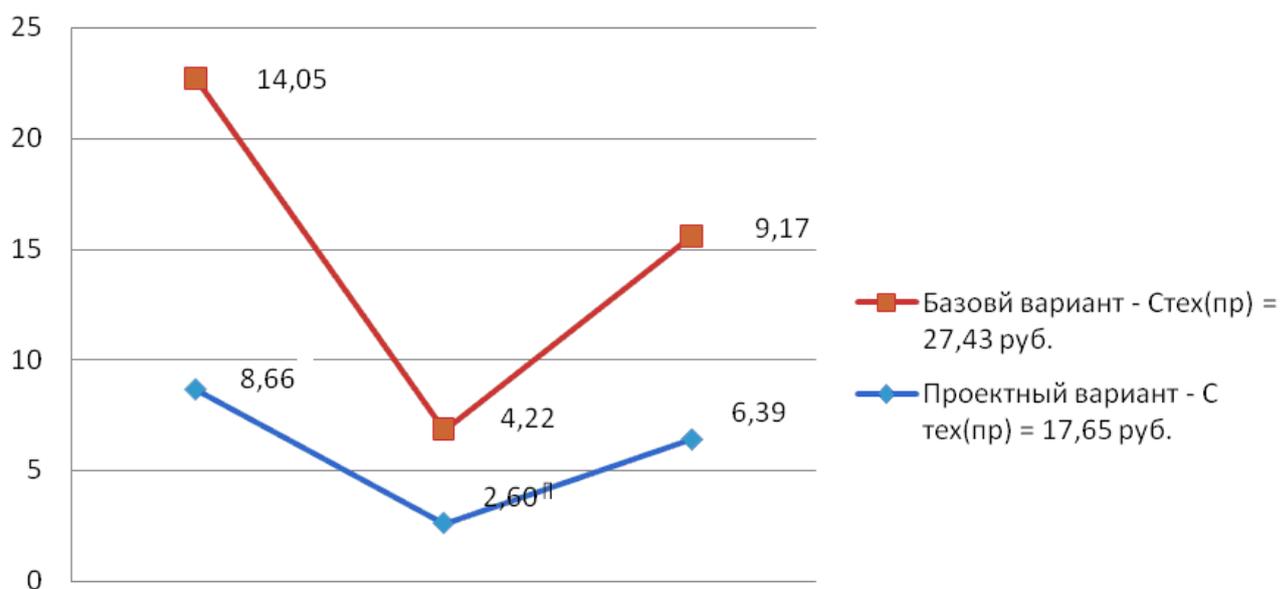


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости выполнения токарной операции 015 и сверлильной – 035 по сравниваемым вариантам

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике[25] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (C_{ПОЛ.САЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot P_{Г} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

$$P_{P.OЖ} = \mathcal{E}_{УГ} = (8,82 - 49,33) \cdot 4000 = 117960 \text{ руб.}$$

$$H_{ПРИБ} = P_{P.OЖ} \cdot K_{НАЛ} \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$H_{ПРИБ} = 117960 \cdot 0,2 = 23592 \text{ руб.}$$

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

$$P_{P.ЧИСТ} = 117960 - 23592 = 94368 \text{ руб.}$$

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

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{167000,38}{117960} + 1 = 2,77 = 3 \text{ года}$$

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

$$D_{ДИСК.ОБЩ} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 94368 \cdot \left( \frac{1}{(1+0,2)^1} + \frac{1}{(1+0,2)^2} + \frac{1}{(1+0,2)^3} \right) = 198739,01 \text{ руб.}$$

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

$$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \mathcal{CДД} = 198739,01 - 167000,38 = 31738,63 \text{ руб.}$$

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

$$ИД = \frac{198739,01}{167000,38} = 1,19 \text{ руб.} / \text{руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений токарной и сверлильной операций технологического процесса изготовления детали «Вал многошпиндельной головки». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости на 37,42%, в размере 94368 руб., а также достичь экономического эффекта величиной 31738,63 руб. Кроме того срок достижения окупаемости наступит в течение 3 лет, что также свидетельствует об его эффективности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы, для достижения поставленной ее цели - разработки технологического процесса изготовления вала многошпидельной головки обеспечивающего выпуск деталей заданного качества в установленном количестве в указанные сроки с наименьшими затратами были решены ряд задач:

- 1 выбрана и спроектирована заготовка, на основе расчетов припусков на обработку;
- 2 определены режимы резания;
- 3 разработан технологический процесс изготовления;
- 4 спроектирован патрон для токарной операции;
- 5 спроектирован режущий инструмент;
- 6 проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта.

Правильность выбранных решений подтверждается экономическими расчетами.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 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.

2 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.

3 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.

4 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

5 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

6 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.

7 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.

8 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.

9 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина.

- Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

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 [www.int.haascnc.com](http://www.int.haascnc.com)

13 [www.sandvik-coromant.ru](http://www.sandvik-coromant.ru)

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

15 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

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 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

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

19 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

20 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н.

Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

21 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.

22 Верещака, А.А. Повышение режущих свойств твердосплавного инструмента путём рационального выбора состава, структуры и свойств наноразмерных износостойких комплексов : дис. ... канд. техн. наук.М.: РУДН , 2010. – 242 с.

23 <http://tverdysplav.ru>

24 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.

25 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	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			16.07.ТМ.619.010.000.СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
A3	1		16.07.ТМ.619.010.001	Державка	1	
A4	2		16.07.ТМ.619.010.002	Прихват	1	
A4	3		16.07.ТМ.619.010.003	Винт М4	1	
A4	4		16.07.ТМ.619.010.004	Винт М2	1	
A4	5		16.07.ТМ.619.010.005	Пластина режущая	1	
A4	6		16.07.ТМ.619.010.006	Пластина опорная	1	
A4	7		16.07.ТМ.619.010.007	Стружколом	1	
16.07.ТМ.619.010.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Фролов				Лит.	Лист
Пров.	Щипанов				Д	1
Н.контр.	Виткалов				ТГУ, ТМбз-1132	
Утв.	Бабровский					

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Маршрутные карты









А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа								
						СМ	госф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
Б	Код, наименование оборудования													
Т 117	рычажная СР ГОСТ11098-75.													
118														
А 119	XX XX XX 070 4131 Круглошлифовальная													
Б 120	381311 Круглошлифовальный RSM500"Клuth" 3					18873	312	1P	1	1	1	800	1	146
О 121	Шлифовать поверхность 23, 24 в размер $\phi 100_{0,022}$ , $326,5_{0,23}^{+0,23}$													
Т 122	396190 Патрон цанговый специальный; 392841 Центр ГОСТ8742-75; 39810 Круг шлифовальный;													
Т 123	394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.													
123														
А 124	XX XX XX 075 4132 Внутршлифовальная													
Б 125	381312 Внутршлифовальный ЗК225В 3					18873	312	1P	1	1	1	800	1	204
О 126	Шлифовать поверхность 27 в размер $\phi 80_{0,022}$													
Т 127	396190 Патрон цанговый специальный; 392841 Центр ГОСТ8742-75; 39810 Круг шлифовальный;													
Т 128	394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.													
129														
А 130	XX XX XX 080 4131 Круглошлифовальная													
Б 131	381311 Круглошлифовальный RSM500"Клuth" 3					18873	312	1P	1	1	1	800	1	256
О 132	Шлифовать поверхность 3, 7, 9, 11, 13, 15, 17 в размер $\phi 60,021_{0,016}$ , $\phi 70_{0,016}$ .													
Т 133	396190 Патрон цанговый специальный; 392841 Центр ГОСТ8742-75; 39810 Круг шлифовальный;													
Т 135	394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.													
136														
А 137	XX XX XX 085 4191 Полурабочая													
Б 138	381337 Полурабочая-шлифовальныйЗА352 3					18873	312	1P	1	1	1	800	1	116
О 139	Шлифовать поверхность 23 в размер $\phi 100_{0,022}$ , $326,5_{0,23}^{+0,23}$													
МК														

A	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа									
						СМ	граф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Клм	Тлоз
B	Код, наименование обработки														
T 140	396190 Патрон цанговый специальный; 392841 Центр ГОСТ8742-75; 39810 Круг шлифовальный;														
T 141	394300 Скоба рычажная СР ГОСТ11098-75.														
142															
A 143	XX XX XX 090 Маячная														
144															
A 145	XX XX XX 095 Контрольная														
146															
147															
148															
149															
150															
151															
152															
153															
154															
155															
156															
157															
158															
159															
160															
161															
162															
МК															

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Операционные карты







