

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

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов  
(направленность (профиль) / специализация)

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

на тему Технологический процесс изготовления корпуса червячной фрезы

Обучающийся

Г.М. Плиева

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Г. Левашкин

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

## Аннотация

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления корпуса червячной фрезы с обеспечением всех конструкторских и технологических требований.

Червячная передача широко используется в приводах для удобства и безопасности передачи крутящего момента. Для достижения поставленной в работе цели производства червяка высокого качества рассмотрен существующий процесс обработки с широким применением процессов фрезерования ЧПУ. На основе анализа технологичности детали предложен процесс изготовления корпуса фрезы путем фрезерования его основных и конструкторских баз. Это обеспечивает высокое качество обработки и высокую производительность при изготовлении корпуса фрезы. Разработан технологический маршрут обработки, который позволяет интегрировать все операции по изготовлению корпуса на одном многооперационном станке с ЧПУ, что значительно повышает эффективность производства червячных фрез.

Спроектировано станочное приспособление, позволяющее сократить потери времени на ручные виды работ, сократить силу резания, а также повысить точность обработки исполнительных поверхностей детали.

Эффективность разработанного технологического процесса червячных фрез достигается решением недостатков типовых технологических процессов их изготовления, снижая при этом себестоимость и время реализации серийного производства. Это показано на этапе технико-экономической экспертизы предложенных в работе технических решений.

Отдельно выполнен анализ безопасности и выбраны мероприятия по снижению негативного воздействия на персонал работников, задействованных в производстве.

Работа включает 52 страницы пояснительной записки включая приложения и графическую часть в количестве 7 листов формата А1.

## Содержание

Введение .....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных .....	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации .	5
1.2 Анализ технологических показателей детали.....	6
1.3 Анализ типа производства .....	7
1.4 Задачи работы.....	8
2 Разработка технологии изготовления .....	9
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки .....	9
2.2 Разработка плана изготовления детали .....	15
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки .....	17
2.4 Проектирование операций технологического процесса.....	18
3 Разработка специальной технологической оснастки .....	23
3.1 Разработка цангового патрона .....	23
3.2 Разработка долбяка.....	27
4 Безопасность и экологичность технического объекта .....	32
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта .....	32
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	33
4.3 Методы и технические средства снижения рисков .....	34
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	35
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	37
5 Экономическая эффективность работы .....	39
Заключение .....	43
Список используемых источников.....	44
Приложение А. Технологическая документация .....	48
Приложение Б. Спецификации к сборочным чертежам .....	51

## Введение

Ввиду сложности обработки инструментальных материалов, вопросы выбора оптимальных режимов обработки рассматриваются на этапах проектирования заготовок инструментального производства, выбору материалов их обработки. Повышение качества и конкурентоспособности важно для машиностроительных предприятий.

Исключительно важное место в данной ситуации занимает качественное изготовление инструмента, в частности червячных фрез для производства зубчатых колес. Процесс обработки корпуса фрезы нестабилен вследствие колебаний сил резания, изменения условий трения и различной жесткости.

Основной методикой решения данной проблемы является повышение точности обработки наряду с повышением его жесткости. Это приводит к снижению динамики процесса обработки инструмента, что требует более мощного шпиндельного привода. Применения более дорогого и менее энергетически выгодного режима обработки.

Анализ показал, что современные подходы идут другим путем, пытаются уменьшить вес инструмента и повысить эффективность его изготовления за счет применения более доступных материалов и модификаций конструкции. В производственной практике, процесс уменьшения веса по отношению к функциональности компонента называется технологической оптимизацией.

В работе рассматривается гипотеза, заключающаяся в том, что изготовление сборного режущего инструмента, имеющего отдельный корпус и вставные зубчатые сегменты, наиболее эффективное решение вопроса об эффективности применения режущего инструмента в современном производстве. Технологическое обеспечение поставленной в работе гипотезы варианта технологии изготовления червячной фрезы является критериально целью выпускной квалификационной работы. К задачам работы относится проектирование технологического процесса с применением современных подходов по решению вопросов обеспечения точности обработки.

# 1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

## 1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Крутящий момент вала шпинделя передается червячной фрезой и обрабатываемой детали на станке. Благодаря осевому перемещению фрезы по валу шпинделя в станке обеспечивается вращение фрезы. Корпус фрезы центрируется по шлицевым направляющим вала шпинделя, что обеспечивает требуемую балансировку фрезы при механической обработке. По наружному диаметру обеспечивается установка на корпус сменной обоймы зубчатого фланца червячной фрезы. Эскиз корпуса приведен на рисунке 1 [2].

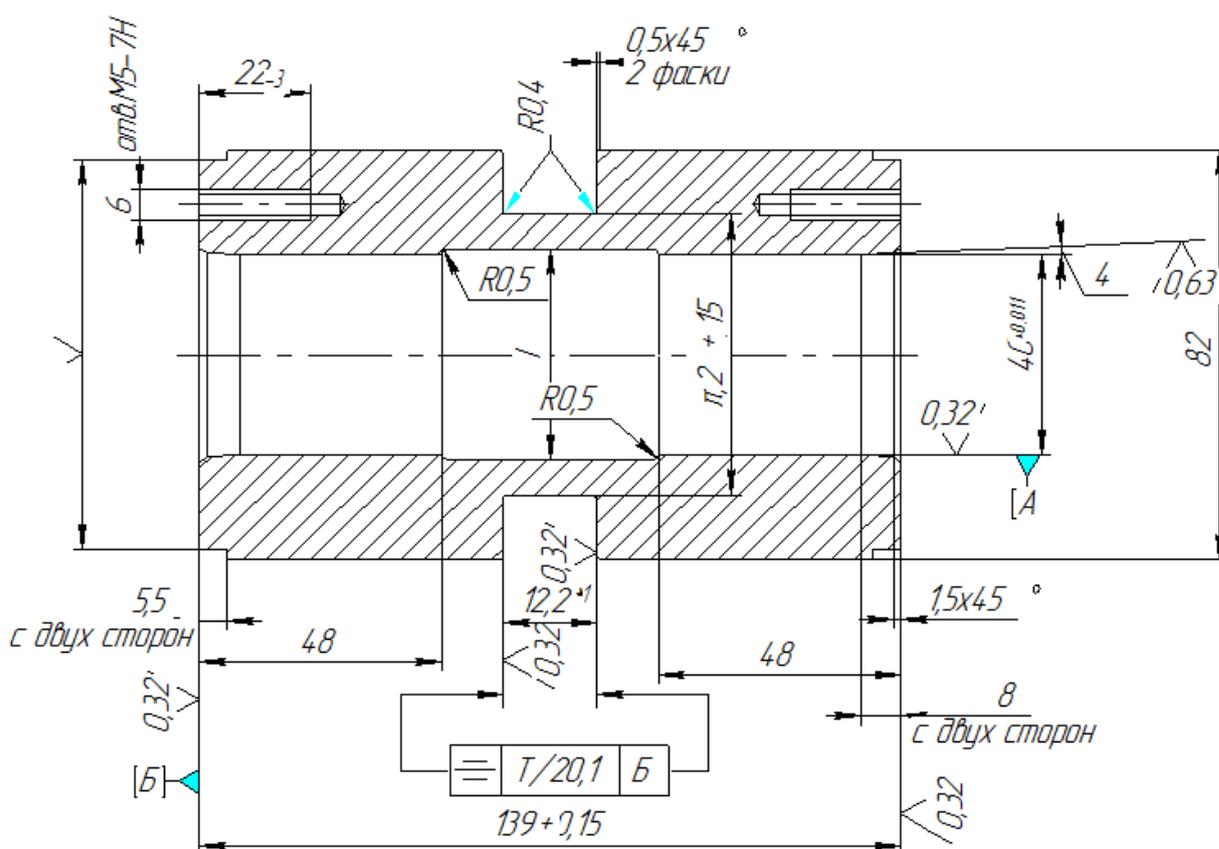


Рисунок 1 – Корпус

Корпус червячной фрезы предназначен для крепления на нем зубчатой обоймы из быстрорежущей стали. Основное назначение корпуса червячной фрезы является экономия быстрорежущей стали, а также возможность быстрой замены обоймы из быстрорежущей стали.

Корпус фрезы работает в условиях ударных нагрузок, а следовательно корпус испытывает те же нагрузки что и деталь, следовательно «для ее изготовления не требуется применения специальных методов механической и термической обработки» [4].

## 1.2 Анализ технологических показателей детали

«Корпус изготавливается из конструкционной легированной стали 40ХН ГОСТ 4543-71» [5]. Механические свойства стали представлены в таблице 1, а ее химический состав приведен в таблице 2 [25].

Таблица 1 – Механические свойства

Материал	«Термообработка» [15]	Предел прочности при растяжении $\sigma_B$	Предел текучести $\sigma_T$	Относительное удлинение $\delta$ , %	«Удельная теплоемкость $c$ , кал/см <sup>3</sup> ·°С» [15]	«Твердость НВ, МПа» [15]
		кгс/мм <sup>2</sup>				
40ХН	термоулучшение [15]	70	40	19	1,21	201...235
	термозакалка [15]	783	152	100	10	980-1890

Отдельно отметим высокий рост показателей твердости выбранной стали корпуса, получаемый после термической обработки путем объемного закалывания.

Таблица 2 – Химический состав

Материал	Процентное содержание элементов по массовой доле, % (не более)					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S
40XH	0.25	0,5...0,8	0,15...0,38	0,4	0,004	0,035

Химический состав соответствует функциональному назначению поверхностей детали [15]. Классификация поверхностей корпуса приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация поверхностей корпуса

«Виды базовых поверхностей» [4]	«Номер поверхности» [4]
«основные» [4]	1, 2, 27, 16
«исполнительные поверхности» [4]	17, 18, 29, 28,
«вспомогательные» [4]	3, 9, 10, 11
«конструкторские» [4]	3, 9, 10, 11, 27, 16

Остальные поверхности детали свободные [4].

### 1.3 Анализ типа производства

«Для выбора типа производства на основе имеющихся данных, наиболее подходящей в данном случае является методика» [14]. При массе детали 8,6 кг и программе выпуска 10000 штук, тип производства определяется как среднесерийный.

«Базы 3, 9, 10, 11, 27, 16, 24 должны быть обработаны на одном установе, без повторного закрепления заготовки в приспособлении. Это необходимо для обеспечения технического требования на биение торца 9 равного 0,01 мм» [1].

В результате анализа типового технологического процесса изготовления корпуса фрезы определены требования для операций технологического процесса. Выполнен анализ технологичности детали. Анализ свойств материала. Анализ конструктивного исполнения поверхностей. На основе этого были сформулированы задачи работы.

#### **1.4 Задачи работы**

По результатам выполненного анализа определены следующие задачи работы:

- выполнить выбор потенциальных производственных процессов на ранней стадии проектирования технологического процесса;
- определить состав приемлемых технологических процессов и методов обработки детали с учетом требований к процессам инструментального производства, и связанных с ними производственных ограничений (шероховатость, допуски, качество, технологический переход и т. д.);
- определить параметры предлагаемых проектных решений в части проектирования технологического и инструментального оснащения необходимого для реализации проектного варианта технологии изготовления корпуса фрезы;
- выполнить экспертизу проектных решений работы на соответствие требованиям безопасности и экологичности проектного варианта технологии изготовления корпуса фрезы при ее внедрении на производстве, выполнить сделать оценку экономических показателей спроектированной технологии.

## 2 Разработка технологии изготовления

### 2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Расчет размеров и стоимости отливки проводим с помощью рекомендаций согласно ГОСТ 26645-85 [5]. Результаты расчетов операционных размеров с учетом выбранных значений припусков и напусков приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Операционные размеры заготовки – отливки

Номинальный размер, диаметр, мм.	Припуск на диаметр, мм	Допуски на диаметр, мм	Операционно-технологический размер, диаметр мм [5].
218	6,5	±2,8	231,6 ± 2,8
127	3,8	±1,8	134,6 ± 1,8
96,4	3,8	±1,6	104 ± 1,6
53	3,5	±1,2	60 ± 1,2
90	3,4	±1,4	96,8 ± 1,4

«Определим объём заготовки:

$$V_{\text{заг}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 , \quad (1)$$

где  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5$  – элементарные объёмы частей заготовки, мм<sup>3</sup>» [5].

$$\ll V = \frac{\pi d^2 l}{4}, \quad (2)$$

где  $d$  – диаметр соответствующего элемента, мм;

$l$  – длина соответствующего элемента, мм» [5].

$$V_{\text{заг}} = 215241,50 + 1675535,40 + 400585,50 - 154354,55$$

- 354493,44 = 1782514,41 мм<sup>3</sup>.

«Рассчитываем коэффициент использования материала. Масса детали равна согласно чертежа  $q = 8,6$  кг. Масса заготовки  $Q = 14$  кг» [5].

$$K_{\text{им}} = \frac{q}{Q} = \frac{8,600}{14} = 0,61$$

Проектирование заготовки-штамповки проводим с помощью рекомендаций согласно ГОСТ 75.05-89» [6]. Результаты расчетов размеров согласно рекомендациям и значений напусков и припусков приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Размеры заготовки – штамповки.

«Диаметр номинальный, мм» [6]	«Припуск на диаметр, мм» [6]	«Допуски на диаметр, мм» [6]	«Размер технологический операционный, мм» [6]
27	1,25	+1,44 -1,2	+1,44 28,25 -1,2
76,5	1,0	+1,4 -0,8	77,4 +1,4 -0,8
73	0,7	+0,66 -0,55	73,7 +0,66 -0,55
60	0,9	+1,05 -0,7	60,9 +1,05 -0,7
118	1,25	+1,44 -1,2	+1,44 119,25 -1,2

«Определим толщину пояска  $h_0$ , мм.

$$h_0 = C_0 \cdot \sqrt{F_{\text{пок}}} = 2,91 \approx 3 \text{ мм} \quad (3)$$

где  $C_0=0,015$  – поправочный коэффициент;

$F_{\text{пок}} = 37735 \text{ мм}^2$  - площадь поковки в плане» [6].

«Назначаем ширину мостика облойной канавки  $l=12$  мм» [6].

«Определим объём заготовки  $V_{заг}$ , мм.

$$V_{заг} = V_{п} + V_{у} + V_{о}, \quad (4)$$

где  $V_{п}$  – объём поковки, мм<sup>3</sup>;

$V_{у}$  – объём угара, принимают 0,7% от  $V_{п}$ , мм<sup>3</sup>;

$V_{о}$  – объём облоя, мм<sup>3</sup>» [6]

«Объём поковки определим, используя выражение (1)

$$V_{п} = 1358474,096 + 219499,394 - 372355,330 - 142612,888 + 369719,433 = 1432724,705 \text{ мм}^3.$$

$$V_{у} = 1432724,705 \cdot 0,007 = 100290,729 \text{ мм}^3 \text{» [6]}$$

«Объём облоя  $V_{о}$  при штамповке определяемый по формуле:

$$V_{о} = \xi \cdot F_{м} \cdot (P_{п} + \xi \cdot \pi \cdot l) \quad (5)$$

где  $\xi$  – коэффициент, сечения получаемого облоя;

$F_{м}$  – площадь поперечного сечения мостика;

$P_{п}$  – периметр поковки» [5].

«Определим объём заготовки.

$$V_{заг} = 1432724,705 + 100290,729 + 12872,587 = 1545888,021 \text{ мм}^3$$

Масса поковки  $Q = 12,135$  кг.

Рассчитываем коэффициент использования материала» [6].

$$K_{им} = \frac{q}{Q} = \frac{8,600}{12,135} = 0,71$$

«Экономическое обоснование выбора метода получения заготовок проводим на основе данных:

Стоимость заготовки рассчитывается по формуле:

$$S_{заг} = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{п}) - S_{отх} \cdot (Q - q), \quad (6)$$

где  $C_i$  – базовая стоимость получения заготовок, руб.;

$Q$  – масса заготовки, кг;

$k_T$  – коэффициент точности;

$k_C$  – коэффициент сложности;

$k_B$  – коэффициент марки материала;

$k_M$  – коэффициент массы заготовки;

$k_P$  – коэффициент объема производства;

$S_{\text{ОТХ}}$  – стоимость отходов механической обработки в виде стружки, руб.;

$q$  – масса детали, кг» [4].

«Стоимость заготовки получаемой штамповкой равна» [4].

$$S_{\text{ЗАГ}} = (56,11 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (1,8 - 1,2) = 76,28 \text{ р.}$$

«Стоимость заготовки получаемой литьем равна» [6].

$$S_{\text{ЗАГ}} = (70,3 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (2,0 - 1,2) = 95,85 \text{ р.}$$

При годовой программе корпуса фрезы  $N= 10000$  шт эффективнее по экономическим соображениям производить заготовку методом штамповки.

«В качестве черновых технологических баз, используемых при первом установе заготовки» [6]. «В качестве черновой базы выбираем цилиндрическую поверхность 27, за исключением линии разъема и торец 28» [11]. Далее, кроме операции внутришлифовальной, в качестве баз используется отверстие 5 и базовый торец 1, т.е. основные конструкторские базы.

При выборе чистовых баз учитываем тот факто, что деталь является с одной стороны корпусной, а с другой стороны также базой для установки других деталей в сборке. Поэтому важным фактором обеспечения точности всей сборки является выбор в качестве чистовых баз именно тех поверхностей,

которые также являются конструкторскими базами. Маршруты обработки поверхностей корпуса фрезы в таблице 6.

Таблица 6 – Маршруты обработки поверхностей

«Маршрут обработки, поверхность» [11]	«Номер и наименование операции» [11]
«изготовление заготовки» [11]	«05 заготовительная» [11]
«термическое улучшение» [11]	10 термическая
точение торца 11, точение торца 9, точение торца 23, 24, 21, 28 точение поверхности 19, 18 точение фаски 15, 25, 22	15 токарная
точение торца 27, 26 точение поверхности 7, фаску 6, 5 точение поверхности 1, 12 точение канавки 3, 10 и фаску 30	20 токарная
расточка поверхности 2, 11, 1	25 токарная
протягивание поверхностей 7, 8	30 протяжная
долбление поверхностей 29, 28, 18, 17	35 зубодолбежная
сверление отверстий 14	40 сверлильная
объемная закалка детали	45 термическая
шлифование поверхностей 2, 11	50 шлифовальная

«Для расчета припуска точных поверхностей будем применять расчетно-аналитическую методику» [21].

«Определение минимального припуска для поверхности 11 и каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (7)$$

где  $a$  – величина дефектного слоя, мм;

$\Delta$  – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

$\varepsilon$  – величина погрешности установки заготовки, мм;

$i$  – индекс текущего перехода;

$i - 1$  – индекс предыдущего перехода» [21].

«Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (8)$$

где  $Rz$  – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

$h$  – глубина дефектного слоя образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [21].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (9)$$

где  $Td$  – поле допуска выполняемого размера, мм» [21].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (10)$$

где  $Td_i$  – поле допуска выполняемого размера, мм;

$Td_{i-1}$  – поле допуска выполняемого размера на предыдущем переходе, мм» [21].

При расчете припусков учитывались наклоны технологических поверхностей, погрешность их плоскостности, а также положение заготовки корпуса фрезы на станке. Минимальные значения допусков рассчитывали на основе метода наименьших квадратов. Припуск плоской поверхности рассчитывается для определения значения припуска на одной поверхности методом анализа маршрута обработки. Далее из трех значений припуска выбирают то значение, которое обеспечивает минимизацию обрабатываемого объема металла. Минимальные припуски, полученные таким методом,

являются ограничениями для дальнейшей минимизации удаляемого припуска для всех поверхностей заготовки.

Результаты расчета минимальных значений припуска для поверхности  $\varnothing 80^{+0.023}$  приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты расчета значений составляющих припуска

№ п/п	Переход обработки поверхности	Элементы припуска					Расчетный размер, d <sub>p</sub>	Допуск, б, мм	Предельный размер, мм		Предельные размеры припусков, мкм	
		Rz	T	ρ	ε	2Z <sub>min</sub> <sup>p</sup>			d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	2Z <sub>min</sub>	2Z <sub>max</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Загот	40	90	78			82,785	0,250	82,535	82,785		
2	Р	12,8		2,7	180	2*596	81,977	0,100	81,877	81,977	1192	1342
3	Рп	10			9	2*22	80,021	0,062	81,959	80,021	44	82
4	Рч	6,4				2*10	80,041	0,041	80,000	80,041	20	41
5	Шп	3,2				2*55	80,023	0,023	80,000	80,023	10	23
	Итого										1266	1488

«Технические параметры заготовки, а также сама спроектированная заготовка представлены в виде чертежа в графической части работы» [7].

## 2.2 Разработка плана изготовления детали

Процесс изготовления корпуса осуществляется с помощью набора операций, порядок которых определяет непосредственно план изготовления.

Содержание каждой операции производства готовой детали, определяют производственные процессы, оборудование, станочная оснастка, применяемый режущий инструмент и средства контроля [13].

При проектировании содержания каждой операции технологического процесса учитываем размеры рабочей зоны станка, вылет шпинделя, а также протяженности рабочего хода инструмента [13, 14]. Сформированный план изготовления приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Маршрут изготовления

№ операции	«№ обрабатываемых поверхностей» [13]	«Маршрут изготовления поверхности» [14]
15	1, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 3, 10, 30	«подрезка торца 11, подрезка торца 9, точить поверхности 7, фаску 6, 5 точить поверхности 1, 12 точить канавку 3, 10 и фаску 30» [13]
20	27, 26, 23, 24, 21, 28, 19, 18, 15, 25, 22	«подрезка торца 27, 26 подрезка торца 23, 24, 21, 28 точение поверхности 19, 18 точение фаски 15, 25, 22» [13]
25	2, 11, 1	«точение поверхности 2, 11, 1» [13]
30	7, 8	«протягивание поверхностей 7, 8» [13]
35	29, 28, 17, 18	«долбление поверхностей 29, 28, 18, 17» [13]
40	14	«сверление отверстий 14» [13]
50	2, 11	«шлифование поверхностей 28, 29, 17, 18, 2, 11, 1» [13]

«На операции 15 чистовыми технологическими базами при обработке пов. 25, 22 служат: технологическая база – ось пов.2, вспомогательная база – торец 11» [18].

«На операция 20 чистовыми базами при обработке 1, 2, 11 служат: технологическая база – ось поверхности 22, реализуемая при установке заготовки поверхностью 25 в самоцентрирующее устройство; явная база – торец 27, реализуемая при его контакте с установочным элементом приспособления» [14].

«На операции 30 при обработке шлицов чистовыми технологическими базами служат: технологическая база – ось по поверхности заготовки 7; явная

база – торец 24. На операции 35 при обработке долблением поверхностей 17, 18, 28, 29 технологическими: база по поверхности заготовки 2 и торец 11. На операции 40 база – ось 8, и торец 9, реализуемая при его контакте с установочными элементами приспособления» [13, 14].

«На операции 50 чистовыми технологическими базами при шлифовании поверхностей 1, 2 служат: ось 8, торец 9, реализуемые при его контакте с установочными элементами приспособления» [13, 14].

«Маршрут изготовления представлен в маршрутной карте (приложение А). План изготовления также выведен на отдельном чертеже графической части работы» [14].

### **2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки**

«Выбор конкретных моделей станочного оборудования и оснащения произведем с использованием данных» [10, 22, 23].

«Металлорежущий инструмент должен обеспечивать заданную точность и производительность обработки, обладать необходимой стойкостью, быть быстро переналаживаемым» [2, 22].

«Контрольные средства должны обеспечивать заданную точность контроля, отвечать требованиям по безопасности эксплуатации, надежности и универсальности» [3, 22].

При выборе оборудования необходимо применять станки с ЧПУ, предпочтительно отечественного производства. Особенностью станков с ЧПУ является тот факт, что производитель оборудования стремясь снизить расходы на проектирование и разработку их приводов, стремится сократить применение электродвигателей высокого момента. В данной работе, были изучены станки с ЧПУ отечественного производства, мощность и привод главного движения которого обеспечивают выполнение операций чернового фрезерования на станке.

«Результат выбора оборудования и технологической оснастки для

обработки детали» [12] представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Необходимое техническое оборудование и оснастка

«Операция плана изготовления» [3]	«Станочное приспособление» [3]	«Режущий инструмент, геометрия, тип» [3]	«Режущий материал» [3]
15 токарная	«центрирующий патрон» [3]	«токарный подрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 19045-80» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 19043-80» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=45$ ГОСТ 19058-80» [3]	T5K10
		«оправка расточная $\phi=45$ , $\phi=90$ ГОСТ 39147-89» [3]	MC2215
20 токарная	«центрирующий патрон» [3]	«токарный подрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 18871-73» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 18879-73» [3]	T5K10
25 токарная	«центрирующий патрон» [3]	«токарный подрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 18871-73» [3]	T5K10
		«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 18879-73» [3]	T5K10
30 протяжная	«центрирующее приспособление» [3]	«протяжка шлицевая» [3]	P6AM5
35 долбежная	«специальное приспособление» [3]	«долбязк зуборезный тип 1 ГОСТ 9323-89» [3]	BK30
40 сверлильная	«специальное приспособление» [3]	«сверло спиральное ГОСТ 4010-77» [3]	P6M5
50 шлифовальная	«центрирующее приспособление» [3]	«шлифовальный круг ГОСТ 2679-73» [3]	ЭБ18

Полученные данные заносим в маршрутную карту и операционные карты (приложение А, таблица А1).

## 2.4 Проектирование операций технологического процесса

«Определяем глубину резания, которая равна максимальному припуску на выполнение данной операции и может быть ограничена техническими возможностями станка. Глубина резания назначается из условия обеспечения станком требуемой мощности резания» [16]. «На операциях 15 и 20 представленных в наладках проводим расчет режимов резания расчетно-аналитическим способом с использованием эмпирических зависимостей» [4].

«На остальные поверхности режимы определяем табличным способом» [24, 25]. «Материал резца твердый сплав Т5К10» [4]. «Глубина резания  $t=1.4$  мм. Подача  $S=0,4$  мм/об. Среднее значение стойкости при одноинструментальной обработке  $T=60$  мин» [4]. «Затем определяется скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (11)$$

где  $V_T$  – нормативная скорость резания, м/мин;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от характеристик обрабатываемого материала;

$K_2$  – коэффициент, зависящий от характеристик инструментального материала;

$K_3$  – коэффициент, зависящий от вида обработки» [16].

«Далее определяется частота вращения шпинделя согласно формуле» [3]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (12)$$

где  $d$  – диаметр обрабатываемой поверхности или режущего инструмента, мм» [16].

«Длина рабочего хода инструмента на выполнение операции определяется согласно формуле» [20]:

$$\llcorner L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (17)$$

где  $l_1$  – длина врезания, мм.;

$l_{\text{рез}}$  – длина резания, мм.;

$l_2$  – длина перебега, мм» [20].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_o = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (18)$$

где  $S$  – подача, мм/об» [20].

Результаты остальных расчетов, выполненных аналогично сведем в таблицу 10.

Таблица 10 - Итоговая таблица режимов резания по операциям техпроцесса

Номер и наименование операции	Номер перехода	$t$ , мм	$V$ , м/мин	$n$ , об/мин	$S_o$ , мм/об	$S_{\text{мин}}$ , мм/мин	$T_o$ , мин
15 токарная	1	0,635	332	1760	0,75	875	0,373
	2	0,815	432	1760	0,945	900	0,32
20 токарная	1	1,47	127	957	0,27	197,49	0,839
	2	1,5	166	990	0,57	181,3	0,908
25 токарная	1	1,8	160	1050	0,378	262,89	0,780
	2	0,56	168	1400	0,77	298,75	0,618
30 протяжная		4,28	5	-	0.11	-	0,031
35 долбежная	1	5,8	7,5	1	1,7	130	0,685
40 сверлильная	1	7,5	724,5	788	0,528	498	0,771
50 шлифовальная		47	137	174	3,7	621,7	0,28

Кроме того, на качество обработки поверхности влияют механические свойства, такие как усталостное поведение, износ, коррозия, смазка и

электропроводность. Полученные данные о значениях режимов позволяют рассмотреть возможность расчета и определения характеристик поверхности корпуса фрезы для расчета норм времени и производительности механической обработки. При расчетах режимов учтена геометрия применяемого инструмента, и, следовательно, это позволяет оценить производительность изготовления корпуса фрезы с учетом влияния геометрии инструмента (радиальный передний угол и радиус вершины) и режимов резания (скорость резания и подача) на производительность обработки корпуса фрезы, выполненной из среднеуглеродистой стали.

«Величину штучно-калькуляционного времени на каждую операцию» [20] определяем по формуле:

$$\langle T_{шт.к} = T_0 + T_v + T_{тo} + T_{оo} + T_{отл} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (19)$$

где  $T_0$  – основное (технологическое) время операции, мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин;

$T_{т.о.}$  – время технического обслуживания рабочего места, мин;

$T_{о.о.}$  – время организационного обслуживания рабочего места, мин;

$T_{от.л.}$  – время на отдых и личные надобности рабочего, мин;

$T_{п.з.}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$n$  – размер партии обрабатываемых изделий, шт» [16].

«Количество деталей  $n$  в партии можно определить по формуле» [20]:

$$\langle n = \frac{T_{пз}}{T_{шт} \cdot a}, \quad (20)$$

где  $T_{шт}$  – норма штучного времени, мин.

$a = 0,05$  – коэффициент серийности производства» [20].

«Расчет норм времени на каждую операцию сведем в таблицу 11» [20].

Таблица 11 - Результат нормирования штучного времени техпроцесса

«Норма времени, мин» [20]	«Номера операций технологического процесса» [20]						
	15	20	25	30	35	40	50
«машинное время» [20]	0,530	0,365	0,671	0,131	1,210	0,547	0,138
«вспомогательное время» [20]	0,361	0,236	0,114	0,531	0,888	0,546	0,148
«штучное время» [20]	0,679	0,643	0,556	0,523	1,956	0,953	0,734
«штучно-калькуляционное время» [20]	0,513	0,621	0,797	0,297	1,698	1,186	0,839

Нормирование времени планирования процесса обработки корпуса фрезы определяет длительность цикла производства одной детали. Нормирование определяет параметры времени на каждую операцию. Среди параметров определяющих нормы времени учитываются режимы резания отказ инструмента и увеличения времени установки детали в приспособлении.

Представленные нормы времени определяют длительность взаимодействия в системе инструмент-заготовка, площадь их контакта и определяет скорость вращения шпинделя и скорость подачи на основе расчетной площади контакта инструмента с заготовкой. Далее определяется длина обработки, которая влияет на стойкость инструмента. На основе норм времени сначала корректируют скорость подачи, частоту вращения инструмента и определяются качество поверхности. Скорость шпинделя определяется так, чтобы средняя скорость тангенциального резания режущие кромки, соприкасающиеся с заготовкой, снижали силу резания. По итогам нормирования выполняют настройку станочного оборудования.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Разработка цангового патрона

Станочное приспособление проектируем для долбежной операции 040.

Недостатком является противоречие между необходимостью сокращения времени, необходимого для обработки долблением и высокая сложности конструкции корпуса фрезы. Высокие требования на обрабатываемые поверхности корпуса требует разработки и внедрения прогрессивных решений для реализации долбления, которые должны быть направлены на интенсификацию режимов обработки и автоматизацию операции 40. Это позволит повысить производительность и качество разрабатываемых производственных решений.

Расчетная схема конструкции приспособления и схема закрепления детали, изображены на рисунке 2 [26].

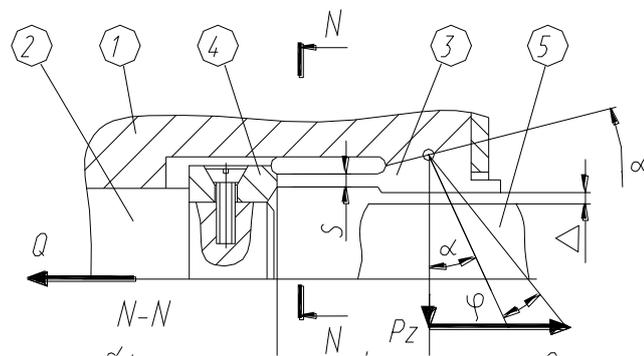


Рисунок 2 - Цанговый зажимной механизм.

Смещение заготовки при зажиме у определим согласно (21):

$$y = \frac{A}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (21)$$

где,  $A$  - зазор между цангой и заготовкой, мм;

$\alpha$  - угол конуса цанги, град» [26].

Усилие зажима  $N$  определяется по формуле (22):

$$N = (Q + Q') \cdot \operatorname{tg}(0,5B + \varphi), \quad (22)$$

«где,  $Q$  - сила закрепления заготовки;

$Q'$  - сила сжатия лепестков цанги;

$\varphi$  - момент трения между цангой и корпусом, Н;

$B$  – коэффициент трения» [26].

«Силу закрепления заготовки определим по формуле (23):

$$Q = \frac{k \cdot \sqrt{\frac{M^2}{r^2} \cdot P^2}}{f_1}, \quad (23)$$

где,  $k = 2$  – коэффициент запаса;

$M$  - момент передаваемый цангой;

$r$  - радиус заготовки в месте крепления;

$P$  - осевая сила, сдвигающая заготовку;

$f_1$  - коэффициент трения между цангой и заготовкой» [26].

«Усилие сжатия лепестков цанги  $Q'$ » [26], определим по формуле (24)..

$$Q' = 2 \cdot 10^3 \frac{A \cdot S \cdot D^3}{L^3}, \quad (24)$$

где,  $S$  - толщина стенки лепестка цанги, мм;

$D$  - наружный диаметр поверхности лепестка, мм;

$L$  - длина упругой части лепестка цанги, мм;

Выполнив расчеты по (22)-(24), получим число лепестков цанги равное  $n = 4$ :

$$Q = \frac{2 \cdot \sqrt{\left[ \frac{23,2^2}{(32,5 \cdot 10^{-3})^2} \right] + (1019,796^2)^2}}{0,15} = 13620 \text{ Н.}$$

$$N = (13620 + 34992) \cdot \operatorname{tg}(15 + 9,09) = 22145,74 \text{ Н.}$$

«Согласно расчетам величины  $N$  далее необходимо рассчитать усилие зажимного привода, при этом используется формула (25)» [17]:

$$\theta = \frac{N}{i}, \quad (25)$$

где  $i = I$  – поправочный индекс по силе зажимного механизма.

«Диаметр поршня цилиндра силового привода рассчитаем по формуле (26)» [17]:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{Q}{P}}, \quad (26)$$

где,  $P$  - давление рабочей среды в магистрали станка, МПа.

«Ход поршня цилиндра рассчитаем по формуле (27)» [17]:

$$S_{\theta} = \frac{S_w}{in}, \quad (27)$$

«где,  $S_w$  - свободный ход лепестков цанги, равный 5 мм;

$in$  – передаточный индекс по перемещению, определяемый по выражению» [17]:

$$in = \frac{1}{i}, \quad (28)$$

«Выполнив расчеты по формулам (26) - (28) получим» [17]:

$$\theta = \frac{22845,574}{1} = 22125,74 \text{ Н.}$$

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{22845,574}{5}} = 76,5 \text{ (120 мм.}$$

$$S_{\theta} = \frac{6}{1} = 6 \text{ мм} \text{» [17]}$$

В качестве силового привода приспособления используем гидропривод. Согласно ГОСТ 19900-74 определяем стандартный диаметр поршня гидроцилиндра равный  $D=80$  мм.

Основные функции приспособления для обработки заключаются в размещении, ограничении и закреплении заготовки во время обработки. Эти функции достигаются за счет точного размещения установочных штифтов, зажимов и опор вокруг заготовки и приложения соответствующих зажимных усилий. Неправильный выбор положения элементов крепления и силы зажима может привести к нежелательной деформации заготовки и низкой точности размеров/формы заготовки. Следовательно, важным соображением при проектировании приспособления является оптимизация компоновки приспособления, т. е. положения опор и зажимов, чтобы свести к минимуму деформацию заготовки из-за сил зажима и механической обработки.

«При расчете необходимо использовать формулу(29)» [14]:

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2} \leq 0,3Td, \quad (29)$$

«где  $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4, \Delta_5$  - соответственно допуски на размеры патрона цангового и установочного размера базовой поверхности заготовки, мм;

$\Delta_6$  - допуск по соосности заготовки и приспособления, мм» [14].

«Подставив эти данные в формулу (29) получим» [14]:

$$\begin{aligned} \varepsilon_y &= \frac{1}{2} \cdot \sqrt{0,019^2 + 0,022^2 + 0,019^2 + 0,019^2 + 0,074^2 + 0,016^2} = \\ &= 0,0353\text{мм}. \end{aligned}$$

«Для нашего случая он равен:  $k=0,3$ » [14]. Получаем следующее:

$$\varepsilon'_y = 0,0353 \cdot 0,3 = 0,0105\text{мм}$$

«Значение погрешности установки меньше допуска на обработку детали» [14]:

$$0,0105 \leq 0,0325 \text{ мм.}$$

«Таким образом спроектированное приспособление соответствует по точности установки необходимым условиям по обработке и способно при этом реализовать теоретическую схему базирования» [17].

Спроектированное приспособление (Приложение Б., таблица Б1) «приведено на чертеже графической части работы и обеспечивает автоматизацию закрепления и отвечает требованиям по точности установки, цель его проектирования можно считать достигнутой» [26].

### **3.2 Разработка долбяка**

«Одним из вариантов исполнения является долбяк с эвольвентовидной задней и фасонной передней поверхностями» [16]. Долбяк такой конструкции позиционируется в заготовке зубчатого колеса. Для расчета конструкции используют систему координат получают вычисление координат оси фрезы, векторные и центральные координаты. На этой основе в сочетании с обработкой на станке с ЧПУ положения и состояние заготовки контролируют по результатам 3D моделирования. Наконец, правильность траектории инструмента подтверждается моделированием механической обработки и реальным экспериментом. Результаты показывают, что обработка одинакового скоса базовой окружности шестерни долбяком с эвольвентовидной задней и фасонной передней поверхностями заключается в определении их криволинейной режущей кромки. Из-за большей частоты движения долбяка диаметр при обработке торца и прикорневой части зуба колеса, линейная скорость резания изменяются в большом диапазоне. В результате качество поверхности всего зуба передач трудно гарантировать.

Особенно в концевой части, из-за малого диаметра инструмента качество обработки даже хуже на поверхности корня зуба, рисунок 3.

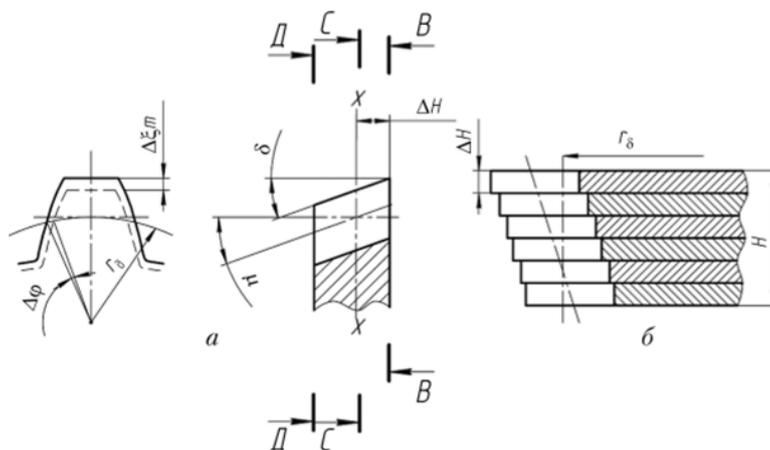


Рисунок 3 - Диаграмма выбора формы передней поверхности зуба долбяка.

Профилирование зуба обеспечивается соответствующим соотношением геометрических параметров зуба в исходном сечении, между базовым конусом конической шестерни с равным основанием и следом зуба на плоскости венца, показан пунктиром на рисунке 3.

Проведем расчет. «Высоту головки зуба  $h_{ao(исх)}$  и ножки зуба  $h_{fo(исх)}$  определим по формуле (30)» [16]:

$$h_{ao(исх)} = h_{fo(исх)} = (h_a' + c') \cdot m, \quad (30)$$

«где  $h_a' = 1$  - коэффициент высоты;

$c' = 0,25$  - коэффициент радиального зазора» [16];

«Число зубьев долбяка  $z_o$  определим по формуле (31)» [16]:

$$z_o = \frac{d_o}{m}, \quad (31)$$

«где  $d_o$  – делительный диаметр, мм

$m$  – модуль зубчатого зацепления» [16].

«Соответственно формуле (31) диаметры выступов и впадин можно найти по формулам (32) и (33)» [16]:

$$d_{a0(ucx)} = d_0 + 2h_{a0(ucx)}, \quad (32)$$

$$d_{f0(ucx)} = d_0 - 2h_{f0(ucx)}, \quad (33)$$

«Толщину зуба по делительной окружности определим по формуле (34)» [16]:

$$S_{o(ucx)} = \pi \cdot m - \left( \pi \cdot \frac{m}{2} \right), \quad (34)$$

«Величина смещения исходного сечения А определяется по формуле (35)» [16]:

$$A = X \cdot m \cdot ctg\alpha, \quad (35)$$

«Минимальная толщина зуба по окружности выступов определяется по формуле (36)» [16]:

$$S_{ao} = 0,51\sqrt{m}, \quad (36)$$

«Радиус основного цилиндра долбяка определяем по формуле (37)» [16]:

$$r_{bo} = \left( \frac{d_0}{2} \right) \cdot \cos \alpha_o, \quad (37)$$

«где угол  $\alpha_o$  передний угол долбяка, принимаем равным 6 градусам» [16].

«Ширина долбяка в главном сечении корпуса, определится из равенства (38)» [16]:

$$B = (0,5/0,8) \cdot b_0 + (0,5) \quad (38)$$

«где  $b_0$  - ширина нарезаемого колеса, мм» [16].

«Проведя необходимые вычисления по формулам, были получены следующие результаты. Высота головки и ножки зуба  $h_{a0} = h_{f0} = 6,75$  мм. Число зубьев долбяка  $z_0 = 15$ . Диаметр по окружности выступов  $d_{a0} = 82,5$  мм. Диаметр по окружности впадин равны  $d_{f0} = 67,5$  мм. Толщина зуба  $S_0 = 4,708$  мм. Ширина долбяка  $B = 22$  мм.» [16].

«По окончании расчета инструмента и его проектировании проводят проверку принятой величины смещения  $A$  в соответствии с ГОСТ 16532-70» [16]:

$$A = 30,39 > 19,56 \text{ мм} \quad (39)$$

На основе результатов расчета показано, что площадь контакта профиля зуба удовлетворяет требованиям обработки корпуса фрезы, а ее величина смещения находится на нормальном уровне, соответствующем конструкторским требованиям согласно чертежа детали.

Поверхности эвольвенты обработанные долбяком с профилированием передней поверхности с равным основанием, точно обработанные на корпусе фрезы, имеют удовлетворительное зацепление и характеристики передачи. Это закладывает основу для установки обработанной зубчатой пары на корпус фрезы. Тогда сила резания на одном зубе фрезы получается векторной суммой сил резания на трех участках режущей кромки. Для расчета полной силы резания, действующей на фрезу, количество зубьев фрезы, участвующих в резании, определяется по степени совпадения. В результате вся сила резания получается векторной суммой сил резания на зубьях фрезы, участвующих в

резании. Выполнимость этого метода расчета силы резания доказана на примере выполненного расчета, а эффективность этого метода подтверждена выполнением условия (39).

Это ведет к тому что наряду с традиционными методами получения червячных фрез, особенно для изготовления внутренних зубчатых колес, требуют много времени и используют специальные виды оснастки для обработки деталей. конечная геометрия.

Таким образом применение профилированных долбяков в условиях современного производства, определяет потребность в гибких процессах производства и требует внедрения новых методов механической обработки зубчатых колес. Выбор подходящего производственного процесса для заданной геометрии червячной фрезы является критическим этапом в производстве.

Чертеж спроектированного инструмента приведен в графической части работы [14].

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

Раздел посвящен анализу безопасности и экологичности технологического процесса изготовления корпуса червячной фрезы.

### 4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 12 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 12 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [6]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Наименование должности работника,» [6]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [6]	«Материалы вещества» [6]
«изготовление корпуса червячной фрезы» [6]	токарная	оператор станков с ЧПУ	«DMG MultiTool 800, токарный резец φ=90 ГОСТ 19045-80, токарный резец φ=90 ГОСТ 19045-80, пневматический патрон» [6]	«сталь 40ХН» [6]
	протяжная	оператор станков с ЧПУ	«вертикально-протяжной станок 7А724, протяжка Р6М5, оправка установочная» [6]	«сталь 40ХН» [6]
	зубодолбежная		«станок 5А140Ф3 долбяк зуборезный Р6М5, патрон цанговый» [6]	
	фрезерная		«DMG Mori модели СТХ 310 фреза, Т15К10» [6]	
	шлифовальная		«EMAG W 11 CNC круг абразивный А92М16, оправка цилиндрическая» [6]	

«Составлена конструктивно-технологическая характеристика процесса изготовления корпуса червячной фрезы. Определены виды выполняемых работ, должности работников, выполняющих работы на оборудовании, приведен перечень используемого оборудования, оснащение и материалы» [6].

#### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Прямое использование набора таблицы 12 в процедурах идентификации профессиональных рисков, обычно применяемых в трудовых процессах и, в частности, может привести к идентификации не традиционных профессиональных рисков, а факторов риска производства, главным образом потому, что они были определены без учета рисков отдельно взятых технологических операций, как некая эталонная модель рассматриваемого процесса производства. В этой связи, в данном разделе отдельно выполнен анализ. Результат приведен в таблице 13.

Таблица 13 - Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция» [6]	«Опасный и/или вредный производственный фактор» [6]	«Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [6]
«токарная» [6] «протяжная» [6] «зубодолбежная» [6] «фрезерная» [6] «шлифовальная»	«химическое отравление, поражение электрическим током при неправильной эксплуатации оборудования, шум, вибрации» [6]	«смазывающе-охлаждающая жидкость, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент, станок, технологическое оснащение» [6]
	«загрязнение воздуха, стереотипные рабочие движения, применение поврежденного инструмента, нарушение организации рабочего места, искробразование» [6]	

«Анализ профессиональных рисков выявил источник возникновения опасных и вредных факторов технологического процесса изготовления корпуса червячной фрезы. Это рабочая зона, оборудование и средства производства, техническое оснащение. Для из устранения необходимо применить методы и технические средства снижения рисков на производственном участке механической обработки» [6].

### 4.3 Методы и технические средства снижения рисков

«В данном подразделе содержится информация о методах и средствах подавления влияния опасных производственных факторов, приведенных в предыдущем подразделе, на исполнение операций технологического процесса изготовления. Методы и средства приведены в таблице 14» [6].

«Таблица 14 - Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов» [6]

Опасный и вредный производственный фактор	«Организационные методы, технические средства» [6]	«Средства защиты» [6]
вибрации	«инструктажи по охране труда, устройства и приспособления, гасящие вибрации» [6]	«ботинки с амортизирующими подошвами, вибропоглощающие перчатки» [6]
«акустические колебания в производственной среде и характеризующие повышенным уровнем и неблагоприятными характеристиками шума» [6]	«инструктажи по охране труда, приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [6]	«противошумные вкладыши или наушники» [6]
«поражение электрическим током» [6]	«инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения» [6]	«резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием, спецодежда» [6]

## Продолжение таблицы 14

Опасный и вредный производственный фактор	«Организационные методы, технические средства» [6]	«Средства защиты» [6]
«химическое отравление (через дыхательные пути)» [6]	«вентиляция, инструктажи по охране труда» [6]	«спецодежда» [6]
«загрязнение воздуха» [6]	«вентиляция, инструктажи по охране труда» [6]	«спецодежда» [6]
«стереотипные рабочие движения» [6]	«инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов» [6]	-
«отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [6]	«инструктажи по охране труда, устройства местного освещения» [6]	-
«применение поврежденного инструмента» [6]	«инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов» [6]	-
«нарушение организации рабочего места» [6]	«инструктажи по охране труда, устройства местного освещения» [6]	-

«Выполнен анализ методов и средств подавления опасных производственных факторов, проявляющихся при исполнении операций технологического процесса изготовления» [6].

### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Цель подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Приведенные ниже таблицы 15-17 содержат информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах» [6].

«На основе анализа опасных факторов пожара было предложено применять средства защиты и пожаротушения на участке, где будет реализован выпуск корпуса червячной фрезы» [6].

Таблица 15 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	«Оборудование» [6]	«Класс пожара» [6]	«Опасные факторы при пожаре» [6]	«Сопутствующие факторы при пожаре» [6]
«изготовление корпуса червячной фрезы» [6]	«DMG MultiTool 800, 7A724, 5A140Ф3, СТХ 310, EMAG W 11 CNC» [6]	Д	«неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя» [6]	«взрывы, изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования»

Для решения проблемы возникновения пожара на участке обработки корпуса червячной фрезы была проведена оценка факторов пожара, на основе которой была предложена модель применения, таблица 16.

Таблица 16 - Средства защиты и пожаротушения

«Первичные средства пожаротушения» [6]	«Мобильные средства пожаротушения» [6]	«Стационарные установки системы пожаротушения» [6]	«Оборудование» [6]	«Инструмент» [6]	«Средства индивидуальной защиты» [6]	«Пожарные сигнализация, связь, оповещение» [6]
«огнетушители, ящики с песком, ведра» [6]	«автомобили, передвижные огнетушители» [6]	«система пожаротушения автоматическая» [6]	«рукава, гидранты» [6]	«ведра, лопаты» [6]	«противогазы, спецодежда, пожарный щит» [6]	«звуковые автоматические оповещатели» [6]

«Оснащение производственного участка предполагает использование первичных средств защиты персонала, оснащения производственного оборудования. В комплекс средств защиты также входят специальные мероприятия и инструктаж с персонала, задействованном на производстве» [6]. Результат выбора средств обеспечения пожарной безопасности приведен в таблице 17. Структура мероприятий имеет привязку к объектам производства, оборудование, оснастка станочная и технологическая, средства

контроля. Исходя из чего определены нормативные требования и перечень мероприятий пожаробезопасности, провидимых на рабочих местах.

Таблица 17 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса» [6]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [6]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [6]
«технологический процесс изготовления корпуса червячной фрезы» [6]	«разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [6]	«пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения» [6]

«Как показал анализ данных раздела 4.1 возникновение пожара является одним из наиболее опасных производственных факторов, возникающих при реализации производственного процесса изготовления корпуса червячной фрезы» [6].

#### **4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

«Для определения структуры факторов влияния на экологичность и безопасность технологического процесса изготовления корпуса червячной фрезы выполним анализ структурных элементов и факторы их опасного воздействия на окружающую среду. Результаты анализа приведены в таблицах 18 и 19» [6].

Анализ структуры влияния характера не экологичных факторов определен содержанием лимитирующих операций технологического

процесса. Выявлены структурные элементы, определяющие опасное воздействие на персонал, внутреннюю и внешнюю среду производства.

Таблица 18 - Определение экологически опасных факторов объекта

«Технологический процесс» [6]	«Структурные элементы техпроцесса» [6]	«Опасное воздействие на атмосферу» [6]	«Опасное воздействие на гидросферу» [6]	«Опасное воздействие на литосферу» [6]
«технологический процесс изготовления корпуса червячной фрезы» [6]	«DMG MultiTool 800, 7A724, 5A140Ф3, СТХ 310, EMAG W 11 CNC» [6]	«стружка, пыль, токсические испарения» [6]	«стружка, пыль, технические жидкости, растворы» [6]	«стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь» [6]

«Разработаны мероприятия для снижения антропогенного из воздействия на предприятии. Разработанные рекомендации приведены в таблице 19» [6].

Таблица 19 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

«воздействие» [6]	«технологический процесс изготовления шестерни станка» [6]
«на атмосферу» [6]	«фильтрационные системы для системы вентиляции участка» [6]
«на гидросферу» [6]	«локальная многоступенчатая очистка сточных вод» [6]
«на литосферу» [6]	«разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов» [6]

«Выполненный анализ исходных данных позволил произвести, исследования технологического процесса изготовления корпуса червячной фрезы. В результате были рассмотрены и проанализированы базовые технологические операции спроектированной технологии - токарная операция, протяжная операция, зубодолбежная операция, фрезерная операция, шлифовальная операция» [6]. Следовательно, можно считать цели данного раздела достигнутыми.

## 5 Экономическая эффективность работы

При написании бакалаврской работы было предложено изменить:

- оборудование на горизонтально-протяжной операции 030;
- оборудование на зубострогальных операциях 035 и 040;
- оборудование на торцекруглошлифовальных операциях 050, 055, 065 и 070;
- режимы резанья на внутришлифовальной операции 060.

«Все необходимые технические параметры, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 030 – 070, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы» [12]. «Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники: паспорт станка, данные предприятия по тарифам на энергоносители, сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники» [12].

«С помощью программного обеспечения Microsoft Excel были рассчитаны капитальные вложения по сравниваемым вариантам, технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций, калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса, приведенные затраты и выбор оптимального варианта, показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [12, с. 15–23].

«Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 4, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 3369425,8 рублей» [12].

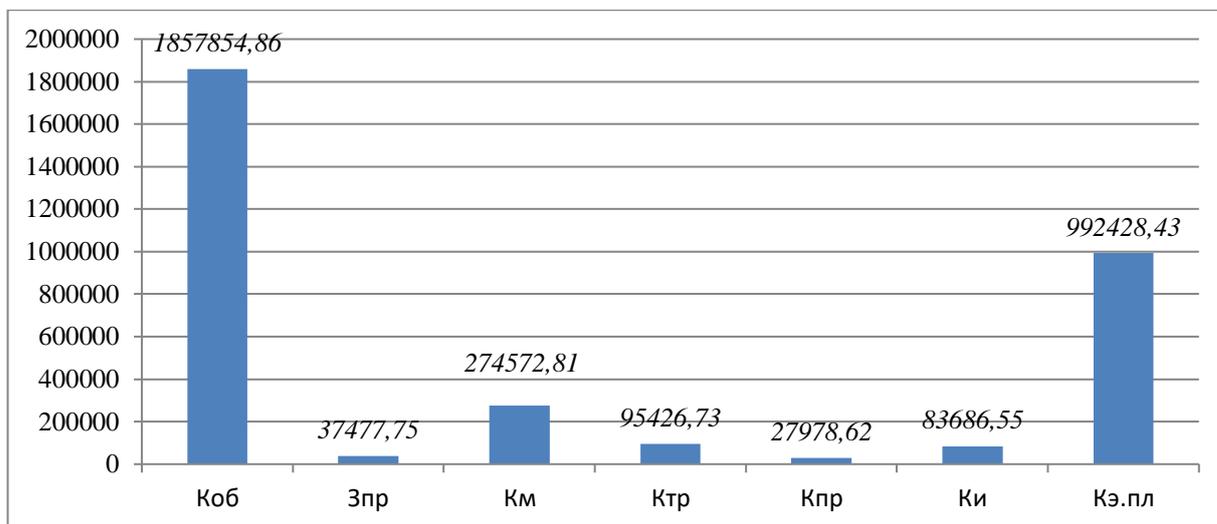


Рисунок 4 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 4, данных, можно сделать вывод о том, что «самыми капиталоемкими затратами являются затраты с основное технологическое оборудование ( $K_{ОБ}$ ), величина которых составляет 81,25 %» [12]. «Все остальные затраты находятся в объеме менее 19 % от общей величины капитальных вложений» [12].

На рисунке 5 представлены «параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса» [12].

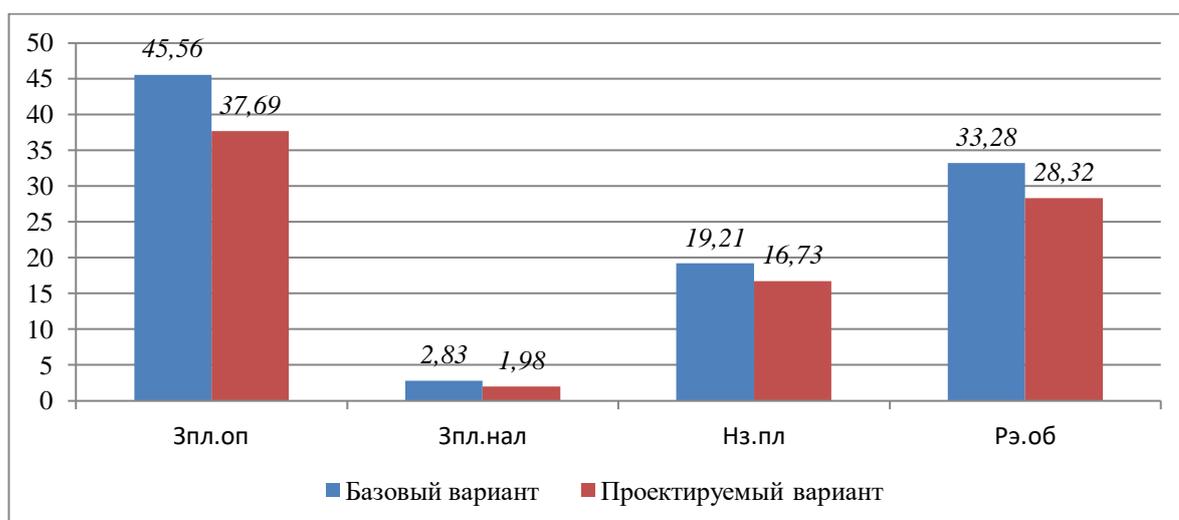


Рисунок 5 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 5, «значение величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния» [12].

Анализируя диаграмму на рисунке 5, видно, что «две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости. Первая это заработная плата оператора ( $Z_{пл.оп}$ ), необходимая на оплату труда рабочих операторов, занятых на перечисленных выше операциях, доля которой составляет 55,75 % для базового варианта и 50,48 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости» [12]. Вторая это расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. «Объем величины 41,11 % для базового варианта и 40,94 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости» [12].

Данные параметры позволили сформировать «значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по операциям технологического процесса» [12]. Они представлены на рисунке 6.

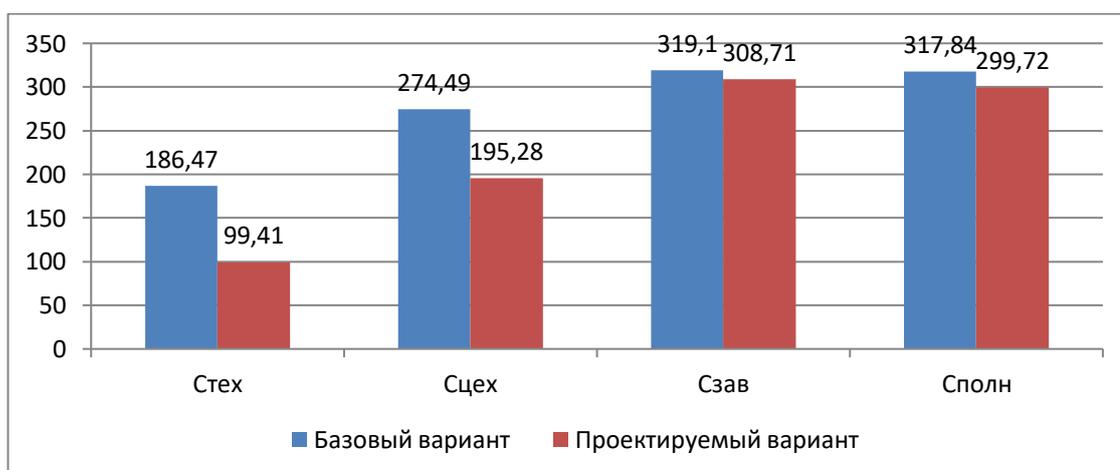


Рисунок 6 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

«Согласно рисунку 6, значение полной себестоимости ( $C_{\text{полн}}$ ) для базового варианта составило 317,84 рубля, а для проектируемого варианта – 269,72 рубля. Дальнейшие расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 3369425,8 рублей, окупятся в течение 3-х лет» [12]. Такой срок «является максимально допустимым для совершенствования технологического процесса. Проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход» [12]. «Величина данного показателя составляет 533783,24 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,26 рублей» [12].

В данном разделе выполнена оценка экономического эффекта получаемого при реализации спроектированного технологического процесса. Особенностью расчета является наличие положительного внешнего экономического эффекта. Прирост обеспечен сокращением основного и вспомогательного времени и внешним экономическим эффектом производственной деятельности. По итогам расчета получен срок окупаемости инвестиций на реализацию продукции равный трем годам, что сопоставимо с оптимальным уровнем по отрасли. Таким образом, можно сделать заключение о достижении цели и задачи раздела.

## Заключение

Особое внимание уделяется вопросам проектирования прогрессивных процессов инструментального производства. Ввиду сложности обработки инструментальных материалов, проработаны оптимальные режимы обработки. Рассматриваются экономически оправданные методы формообразования на этапах проектирования заготовок инструментального производства.

Совокупное решение этих вопросов на первом этапе проектирования позволяет рассматривать необходимость повышение качества, и конкурентно способности производства червячных фрез как одной из главных задач машиностроительных предприятий.

Эти и другие вопросы предложено решить на втором этапе проектирования. Для этого в работе выполнено проектирование специального приспособления с автоматизированным режимом работы, а также спроектирован режущий инструмент с более прогрессивной геометрией режущей части.

Применение этих мероприятий в производстве детали привело к снижению динамики процесса износа инструмента. Применен более дорогой и менее энергетически затратный режим обработки корпуса фрезы.

Технологическое обоснование спроектированного в работе варианта технологии изготовления червячной фрезы выполнено на основе расчетов норм времени и производительности обработки. Это подтверждает выполненная технико-экономическая экспертиза предложенных решений в работе и оценка факторов производственных рисков их применения на предприятии.

Таким образом, цель и задачи поставленные в ходе выполнения работы, были достигнуты.

## Список используемых источников

1. Безъязычный В. Ф. Метод подоби́я в технологии машиностроения : монография / В. Ф. Безъязычный. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-9729-0766-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115137.html> (дата обращения: 24.09.2022).
2. Обеспечение качества изделий в технологических комплексах / С. А. Чижик, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.] ; под редакцией М. Л. Хейфеца. — Минск : Белорусская наука, 2019. — 249 с. — ISBN 978-985-08-2442-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95463.html> (дата обращения: 24.09.2022).
3. Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога / У Болтон. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.
4. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 203 с. [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 15.09.2022).
5. 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.
6. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. — Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. — 41 с. [Электронный ресурс]. — URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 10.09.2022).
7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. — Введ. 1990-01-07. — М. : Изд-во стандартов, 1990. — 83 с.

8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 16.09.2025).

9. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.09.2022).

10. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.09.2021).

11. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 16.09.2022).

12. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 12.09.2022).

13. Крупенников О.Г. Высокие технологии в машиностроении : учебно-методическое пособие / О Г. Крупенников. – Ульяновск : УлГТУ, 2019. – 81 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165090> (дата обращения: 18.09.2022).

14. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 19.09.2022).

15. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П.

Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

16. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 09.09.2022).

17. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 23.09.2022).

18. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 13.09.2022).

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

20. 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. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 07.09.2022).

21. 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.

22. 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.

23. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

24. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 26.09.2022).

25. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – URL: [http://metallicheckiy-portal.ru/marki\\_metallov/stk/40X](http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X) (дата обращения: 06.09.2022).

26. Шишкин, Г. Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства : учебное пособие / Г. Г. Шишкин, И. М. Агеев. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 409 с. — ISBN 978-5-00101-731-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99852.html> (дата обращения: 15.09.2022).

## Приложение А

### Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.118-82 Форма 1																			
Дудл.																			
Взам.																			
Подл.																			
						Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.	Плиева																		
Проб.	Левашкин		ТГУ, Кафедра ОТМП																
Учб.	Технологический процесс изготовления корпуса червячной фрезы												ДП						
И. контр.																			
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 1050-74																		
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н <sub>орг.</sub>	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры				КД	МЭ						
М 02	02	166	8,6	7		0,63	22	∅128x83,1				1	12,1						
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции				Обозначение документа										
Б					Код наименования оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>ин.</sub>	T <sub>с.</sub>	T <sub>ин.</sub>
А 03				05	Заготовительная														
Б 04					Кривошипно-горячештамповый пресс														
05																			
06				10	Термообработка														
07					Печь шахтная														
08																			
А 09				15	4110	Токарная													
Б 10					Токарный DMG MultiTool				2	18217	322	тр	3	1	1	290	1	10	0,649
О 11	Подрезать торцы 6 и 31, в размер $l = 130,05^{+0,25}$ , $l = 66^{-0,25}$ , точить пов.				2	4	1	в размер $\phi 34$ , $\phi 81,5^{+0,07}$ , $\phi 90,5^{+0,178}$ , $\phi 72,0^{+0,16}$ , на длину $l = 51,6_{-0,2}$											
О 12	$l = 98,05^{+0,22}$ , $l = 100,79^{+0,22}$ , точить пов.				28	31	в размер $\phi 218,5^{+0,29}$ , $\phi 185,0^{+0,29}$ , $l = 74,05^{+0,074}$ , $l = 66,55^{+0,16}$ , расточить отв. 7 в размер $\phi 56,5^{+0,074}$												
Т 13	396110	патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2615-80; 392104 резец подрезной Т5К10 ГОСТ 19045-80; 392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19043-80;																	
Т 14	392104	резец проходной Т5К10 ГОСТ 19058-80; 391303 оправка расточная МС221 393311 штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80																	
15																			
16																			
МК																			



## Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дубль	Взам	Подл	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		
ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б													3	
А	Цех	Уч.	ФМ	Длер.	№ докум	Подпись	Дата	Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		
Б	Код	наименование операции	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К <sub>ср</sub>	Т <sub>ср</sub>	Т <sub>пл</sub>	
А 01	35	4152	Зубодолбежная	ИОТ 687-98										
Б 02	381571	5A122B	Зубодолбежный	2	11868	422	1р	3	1	1	120	1	15	1,200
О 03	Долбить пов.	18, 17, 29, 30	в размер	φ104 <sup>+0,060</sup> , φ112 <sup>+0,035</sup> , b=27 <sup>+0,021</sup>	φ210 <sup>+0,060</sup> , φ218 <sup>+0,035</sup> , b=36 <sup>+0,025</sup>									
Т 04	396181	патрон цанговый	ГОСТ 3579-80, 392420	долбяк дисковый	ГОСТ 9323-89, ВК30, ГОСТ 18879-73,									
Т 05	391210	скаба измерительная	ГОСТ 18871-73, 393311	штангенциркуль	ШЦ-I-150-0.1	ГОСТ 166-80								
А 07	40	4121	Сверлильная	ИОТ 687-98										
Б 08	381213	DMG Mori	Обработывающий центр	2	17335	422	1р	3	1	1	290	1	10	0,993
О 09	Сверлить отв.	30	в размер	φ115 <sup>+0,27</sup>										
Т 10	396171	приспособление	специальное, 391210	сверла Р6М5	ГОСТ 10903-77, 393110	калибры гладкие								
Т 11														
Т 12		45	Термообработка											
А 14	50	4130	Шлифовальная	ИОТ 687-98										
Б 15	38131	EMAG W 11 CNC	Круглошлифовальный станок	2	18873	422	1р	2	1	1	290	1	20	0,728
О 16	Шлифовать пов.	2	на диаметр	φ80 <sup>+0,023</sup> на длину	31 <sup>+0,012</sup> , торец	11	в размер	57 <sup>+0,021</sup>						
Т 17	396171	приспособление	специальное, 398110	круг шлифовальный	УП 400x50x205	ГОСТ 2423-83, 393410	микрометр	МК-5	ГОСТ 577-68					
МК														

Приложение Б

Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Листы специф.				<u>Документация</u>		
	И2		22.БР.ОТМП.017.60.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1		Стойка	1	
		2		Корпус	1	
				<u>Детали</u>		
		3		Плита	1	
		4		Опора	1	
		5		Державка	1	
		6		Рычаг	1	
		7		Рычаг	1	
		8		Щуп	1	
		9		Пластина	2	
		10		Пружина	2	
	11		Пластина	2		
	12		Палец	1		
	13		Оправка	1		
			<u>Стандартные изделия</u>			
			Винты ГОСТ 11738-84			
	14		М3 x 1,25-6d x 10.109.05	16		
			22.БР.ОТМП.017.60.00.000.СБ			
			Изм.	Лист	№ док.	Подп.
			Разраб.	Плюва		
			Проб.	Ледовских		
			Исполн.			
			Чтд.			
			Приспособление			Лист
			Сборочный чертеж			1
						Листов
						2
						ТГУ
			Копировал			Формат А4

