

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка технологического процесса изготовления монолитных
концевых фрез

Студент(ка)	<u>Киселев Н.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Логинов Н.Ю.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>Краснопевцева И.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Степаненко А.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Виткалов В.Г.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Яценко Н.В.</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления монолитных твердосплавных концевых фрез малого диаметра с учётом достижений науки и техники.

В работе проводится анализ исходных данных намечается стратегия разработки технологического процесса. Заготовку предлагается получить специальным методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, разработанным академиком Мержановым. Далее приводится выбор методов обработки.

Следующим этапом разрабатывается технологический процесс и операционная технология на некоторые операции. Разработанная технология оснащена современными технологическими средствами, такими как оборудование, станочные приспособления, режущий инструмент, контрольные приспособления. На каждую операцию техпроцесса определены режимы обработки.

В работе проводится анализ особенностей работы концевых фрез на примере обработки пуансона. Эта особенность состоит в различии условий обработки на этапах прохождения фрезой углового участка. В результате разработаны рекомендации по назначению режимов резания при фрезеровании углового участка пуансона.

В работе проведено обоснование экологичности и безопасности.

Экономическая эффективность работы составила 7307,2 рублей Срок окупаемости работы - 3 года.

Приложения к расчетно-пояснительной записке содержат технологические карты.

Работа содержит 69 страниц расчетно-пояснительной записки, графическая часть составляет 7 листов формата А1.

ABSTRACT

The graduation work is focused on the development of technological process of manufacturing solid carbide end mills of small diameter taking into account the achievements of science and technology.

The work considers the analysis of the raw data. The strategy of developing the technological process is outlined. The workpiece is supposed to be obtained by the method of self-propagating high-temperature synthesis. The processing methods are chosen.

The technological process and operating technology for several operations are developed. The technology involves using modern technological means, such as hardware, machine accessories, cutting tools, inspection fixtures. For each operation of the process processing modes are defined.

For mounting the workpiece during processing of cutters two machine tools are designed. These fixtures can be used in the technical process of manufacturing milling cutters and when using cutters as a the cutting tool.

Two variants of tool design are presented. One of them contains the rollers creating a deformation of the inner diameter workpiece set-up. The other design has an internal bore which is deformed due to the internal hydraulic system.

In this work the performance analysis of end mills on the example of processing punch was conducted. One of the key features analysed is the difference between the end mill processing conditions on different stages of billet cornering.

Economic efficiency made up RUB 7,307.2. The payback period is 3 years.

The work contains 67 pages of explanatory note, the graphical part on 7 A1 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	2
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	6
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	9
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	25
4 ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ	30
5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	38
6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	51
ПРИЛОЖЕНИЯ	55

ВВЕДЕНИЕ

Нынешний этап развития машиностроения характеризуется тем, что:

- сменяемость моделей выпускаемой продукции должна происходить в 5...6 лет;

- в конструкциях механизмов для уменьшения массы увеличивается количество деталей из алюминия и пластмасс. Для изготовления деталей из названных материалов требуются прессформы, кокили, штампы и т.д.

Это обстоятельство диктует необходимость развития подразделений, занимающихся изготовлением прессформ, штампов, пуансонов и кокилей. Одновременно становится задача повышения производительности обработки и повышения качества элементов прессформ. Рабочие детали штампов, прессформ, пуансонов и других инструментов изготавливаются или из чугуна с последующей термообработкой, или из легированной стали так же с последующей термообработкой.

Обработка по контуру элементов штампов, пуансонов и прессформ ведется на многоцелевых станках с ЧПУ.

Финишная операция в технологии обработки рабочих поверхностей – операция ручной доводки контура до заданной точности с последующей полировкой. Эта операция весьма трудоемкая. Время доводки и полировки зависит от точности контурного фрезерования и полученной шероховатости - чем точнее фрезерован контур и ниже шероховатость поверхности, тем меньше трудоемкость доводки и полировки.

Опыт передовых автомобильных фирм-производителей говорит о том, что для повышения точности и качества обработанных деталей получистовую обработку следует проводить монолитными твердосплавными концевыми фрезами со скоростью резания более 300 м/мин, что при диаметре фрезы 10 мм соответствует частоте 10000 об/мин. В нынешних условиях обработка ведется или дорогостоящим импортным инструментом, или, чаще всего, фрезами из быстрорежущей стали со скоростью менее 100 м/мин.

Требуемое повышение скорости резания часто ведет за собой необходимость модернизации узлов главного движения и шпинделя, так как станки с числовым программным управлением 3-го и 4-го поколений имеют максимальную частоту вращения не более 3000 об/мин, что соответствует скорости резания, при диаметре фрезы равным 10 мм, около 80 м/мин.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологии изготовления монолитных твердосплавных концевых фрез малого диаметра взамен покупных импортных аналогов.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Концевые фрезы – инструменты, отличающиеся широкими технологическими возможностями. Их используют для обработки вертикальных плоских и фасонных поверхностей, разнообразных пазов. Особенно удобны концевые фрезы, имеющие режущие зубья не только на периферии, но и на торце. Такая фреза может работать с осевой подачей, врезаясь в сплошной металл; например, при обработке глубоких пазов сложной конфигурации, окон, колодцев и других элементов заготовок.

В связи с этим концевые фрезы служат одним из основных инструментов для станков с числовым программным управлением при обработке комплексов поверхностей без смены инструмента.

При обработке заготовок из труднообрабатываемых материалов используют концевые фрезы диаметром 3-18 мм, изготовленные целиком из твердых сплавов. Такие фрезы имеют стойкость примерно в 10 раз более высокую, чем быстрорежущие. Их изготавливают из сплавов марок ВК6, ВК6М, ВК8, ВК15, Т5К10, Т15К6 и применяют для обработки жаропрочных, кислотоупорных и других высокопрочных сталей и сплавов.

Задача работы заключается в проектировании конструкций фрез, разработке технологического процесса для изготовления такого инструмента, в подборе оснастки для крепления таких концевых фрез на станке, расчете режимов резания для работы такого монолитного инструмента. Эта задача возникла: во-первых, из-за дороговизны такого рода импортного инструмента, а, во-вторых, из-за неготовности производств отечественных фирм-производителей к внедрению данного вида инструмента.

Концевая фреза имеет простую конструкторскую форму. При получении заготовки можно использовать любые прогрессивные способы.

При изготовлении фрезы технологические поверхности обеспечивают надежную установку и крепление изделия, удобный подвод и отвод

режущего инструмента, возможность использования стандартных форм инструмента, удобство контроля всех параметров поверхностей детали.

В целом деталь является технологичной, как при получении заготовки, так и при механической обработке и контроле.

Для достижения поставленной нами цели сформулируем задачи, которые будут служить этапами ее достижения:

- 1) Разработать рабочие чертежи фрез на основе импортных аналогов.
- 2) Разработать технологический процесс изготовления фрез.
- 3) Рассчитать некоторые технологические операции процесса изготовления.
- 4) Провести анализ особенностей работы концевых фрез на примере обработки пуансона.
- 5) Оценить безопасность и экологичность технического объекта.
- 7) Рассчитать экономическую эффективность работы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1 Выбор и проектирование заготовки.

На выбор материала влияют тип инструмента, его назначение, размеры и условия работы; технология изготовления инструмента.

Обрабатываемость зависит в основном от химического состава, твердости, механических свойств (прочности, вязкости, пластичности), микроструктуры и размеров зерна, теплопроводности. На обрабатываемость резанием в первую очередь влияют твердость и механическая прочность материала, от которых в основном зависит скорость резания.

Для изготовления режущего инструмента применяют заготовки, полученные методом спекания, и пластифицированные. Заготовки в виде стержней (для концевых фрез в частности) изготавливают по методам спекания [1].

Комбинаты твердых сплавов выпускают спрессованные цилиндрические неспеченные заготовки из пластифицированного твердого сплава. Пластификатом служит парафин (до 7%). Пластифицированным заготовкам придается соответствующая форма механической обработкой обычным твердосплавным инструментом с увеличенными передними и задними углами ($\gamma = 10...15^{\circ}$, $\alpha = 20...30^{\circ}$) при скорости резания 50...150 м/мин с небольшими подачами.

Заготовки при спекании дают значительную усадку. При расчете размеров заготовки учитывают процент усадки (20 - 30%) и величину припусков, снимаемых до и после спекания. Размеры заготовки можно определить по следующей формуле:

$$A_1 = A \pm C \cdot K \pm C_1, \quad (2.1)$$

где A_1 – размер заготовки;

A – окончательный размер инструмента (фрезы);

C – сумма припусков и допусков на операцию спекания;

C_1 – сумма припусков и допусков на операции до спекания.

В качестве метода получения заготовки выбираем метод СВС-экструзии, изобретенный академиком Российской академии наук Мержановым А.Г (Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения, г.Черноголовка, Московской области). Этот метод заключается в том, что в камеру помещаются порошок твердосплавного материала и шихта. Затем методом горения шихта выжигается и синтезируется твердый сплав. После этого материал выдавливается через матрицу (в данном случае имеющую круглую форму), нагретой до определенной температуры с применением графитовой среды. [2]

На Волжском автомобильном заводе используется для изготовления такого вида инструмента используется твердый сплав ВК6. В связи с этим выбираем в качестве материала для фрез твердый сплав ВК6.

Вольфрамокобальтовые сплавы (группа ВК) состоят из карбидов вольфрама и кобальта, выполняющего роль связки. Прочность этих сплавов возрастает с увеличением содержания кобальта. Поэтому для черновой обработки применяют сплавы с высоким содержанием кобальта. Но вместе с тем с увеличением количества кобальта снижается твердость и износостойкость сплава. Невысокое процентное содержание кобальта характерно для сплавов группы ВК, используемых для чистовой обработки. В таблице 3.1 представлен химический состав и свойства твердых сплавов типа ВК.

Таблица 2.1 - Химический состав и свойства твердых сплавов типа ВК

Марка твердого сплава	Карбид	Кобальт,	Предел прочности при изгибе, кгс/мм ²	Твердость, HRA
	вольфрама, %	%		
	Условные обозначения элементов в марке сплава			
	В	К		
ВК3	97	3	110	89,0
ВК4	96	4	135	89,5

Продолжение таблицы 2.1

ВК6	94	6	145	88,5
ВК8	92	8	160	87,5

На черновых операциях фрезерования среди вольфрамовых сплавов наибольшее распространение получил сплав ВК8, обладающий высокой прочностью. Сплавы ВК4 и ВК6, обладая меньшей прочностью, но значительной износостойкостью, наиболее успешно работают на получистовых и чистовых режимах.

Заготовка представляет собой прутки круглого сечения, который затем разрезается на отдельные «столбики» для каждой фрезы.

2.2 Разработка технологического маршрута обработки.

В связи с проектированием принципиально нового для отечественного машиностроения инструмента появилась задача в разработке технологического процесса для изготовления таких монолитных твердосплавных концевых фрез.

Для разработки технологического процесса обработки необходимо проанализировать конструкцию, точность и качество обработки всех поверхностей инструмента.

Систематизация поверхностей представлена на рис. 2.1.

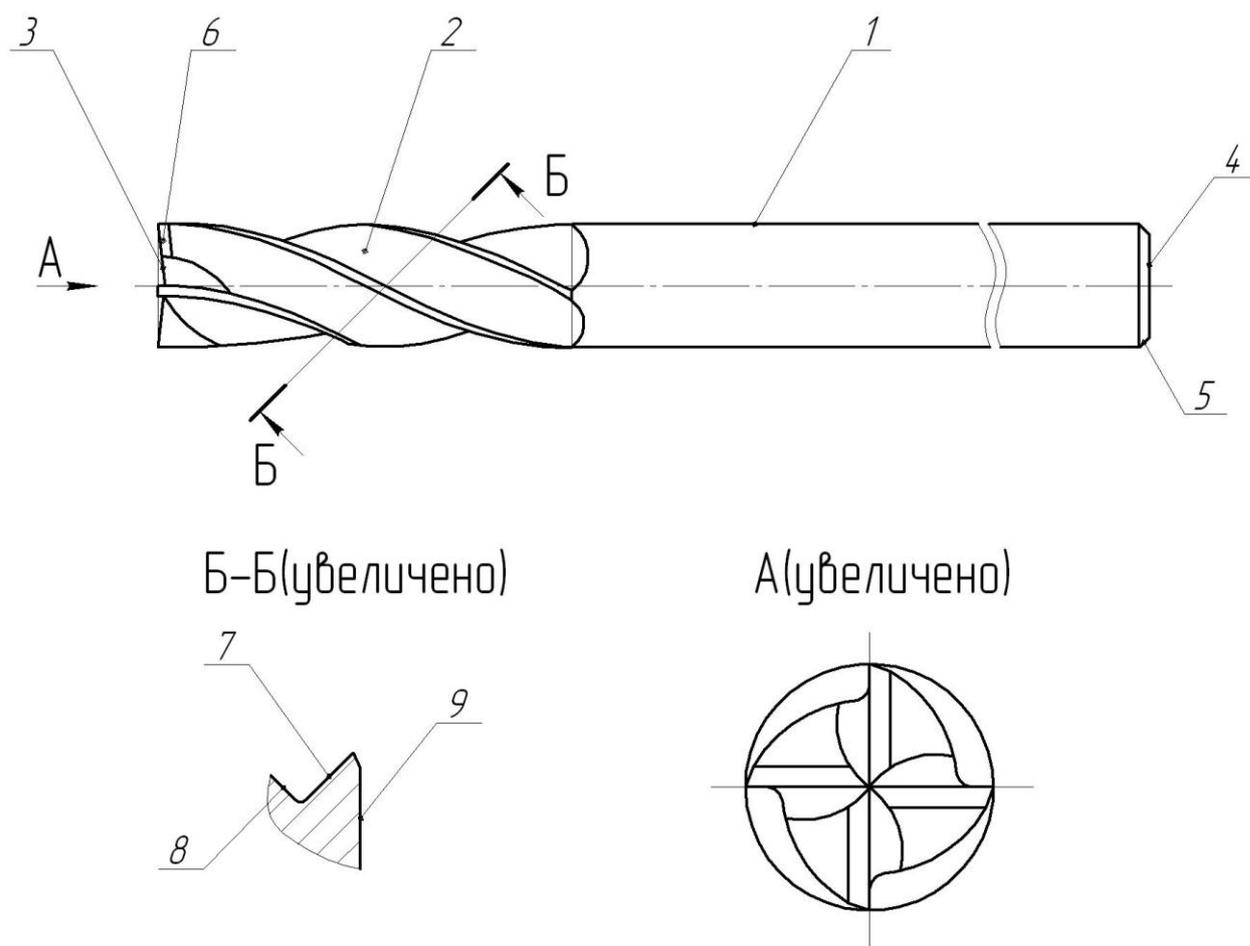


Рис. 2.1. Обозначение поверхностей фрезы

Таблица 2.1 - Классификация поверхностей фрезы

Наименование поверхности	Номера поверхностей
Исполнительные поверхности	3,6,7
Основные конструкторские базы	1
Вспомогательные конструкторские базы	7,8,9
Свободные поверхности	2,4,5

На основе эскиза и анализа поверхностей составим маршрут обработки.
Данные занесем в таблицу 3.3.

Таблица 2.3 - Маршрут обработки

Номер операции	Наименование операции	Номера обрабатываемых поверхностей
00	Заготовительная	все
05	Шлифовальная	1
10	Шлифовальная	2
15	Маркировочная	-
20	Шлифовальная	5
25	Шлифовальная	1
30	Шлифовальная	1
35	Заточная	3
40	Заточная	7,8
45	Заточная	6
50	Заточная	9
55	Шлифовальная	1
60	Ионно-импульсное напыление	все
65	Контрольная	все

При выборе схем базирования придерживаемся двух основных принципов базирования – единство и постоянство баз. [3] Для правильной ориентации инструмента относительно обрабатываемой детали почти на всех операциях в качестве основной установочной технологической базы используем поверхность 1.

2.3 Выбор средств технологического оснащения.

Согласно технологического процесса изготовления концевой твердосплавной фрезы выберем средства технологического оборудования.

2.3.1 Выбор оборудования.

Так как производство среднесерийное, то в качестве оборудования выбираем универсальные станки, в том числе и с программным управлением. Результаты выбора оборудования представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Выбор технологического оборудования.

Номер и наименование операции	Оборудование
05 Шлифовальная	Бесцентро-шлифовальный станок ВШ-727РМН
10 Шлифовальная	Шлифовальный станок Walter CNC 50 с ЧПУ
15 Шлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок ХШ4-12
20 Шлифовальная	Бесцентро-шлифовальный станок ВШ-727РМН
25 Шлифовальная	Бесцентро-шлифовальный станок ВШ-727РМН
30 Заточная	Универсально-заточной станок ЗА64ДФЗ
35 Заточная	Универсально-заточной станок ЗА64ДФЗ
40 Заточная	Универсально-заточной станок ЗА64ДФЗ
45 Шлифовальная	Бесцентро-шлифовальный станок

Продолжение таблицы 2.4

	ВШ-727РМН
50 Контрольная	Контрольный стол
55 Маркировочная	
60 Заточная	Универсально-заточной станок 3А64ДФ3
65 Заточная	Универсально-заточной станок 3А64ДФ3
70 Заточная	Универсально-заточной станок 3А64ДФ3
75 Заточная	Универсально-заточной станок 3А64ДФ3
80 Химико-термическая	
85 Ионно-плазменная	Ионно-плазменная установка
90 Моечная	Моечная машина
95 Контрольная	Контрольный стол

2.3.2 Выбор режущего инструмента.

Данные по выбору режущего инструмента занесём в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 - Выбор режущего инструмента.

Номер и наименование операции	Оборудование
05 Шлифовальная	Шлифовальный круг 1 100' 35' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
10 Шлифовальная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
15 Шлифовальная	Шлифовальный круг 1 50' 20'

Продолжение таблицы 2.5

	76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
20 Шлифовальная	Шлифовальный круг 1 100' 35' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
25 Шлифовальная	Шлифовальный круг 1 100' 35' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
30 Заточная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
35 Заточная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
40 Заточная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
45 Шлифовальная	Шлифовальный круг 1 100' 35' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
60 Заточная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
65 Заточная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007
70 Заточная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р

	52781-2007
75 Заточная	Шлифовальный круг 1 50' 20' 76.2' 25AF16K6V40м/с 2кл. ГОСТ Р 52781-2007

2.3.4 Выбор средств контроля.

Данные по выбору средств контроля сведем в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 - Выбор средств контроля

Номер и наименование операции	Режущий инструмент
05 Шлифовальная	1) Калибр-скоба ГОСТ 18355-73; 2) Шаблон ГОСТ 2534-79.
10 Шлифовальная	Приспособление мерительное с индикатором
15 Шлифовальная	1) Калибр-скоба ГОСТ 18355-73; 2) Шаблон ГОСТ 2534-79.
20 Шлифовальная	1) Калибр-скоба ГОСТ 18355-73; 2) Шаблон ГОСТ 2534-79.
25 Шлифовальная	1) Калибр-скоба ГОСТ 18355-73; 2) Шаблон ГОСТ 2534-79.
30 Заточная	Калибр специальный индикаторный
35 Заточная	Калибр специальный индикаторный
40 Заточная	Калибр специальный индикаторный
45 Шлифовальная	1) Калибр-скоба ГОСТ 18355-73; 2) Шаблон ГОСТ 2534-79.
60 Заточная	Калибр специальный индикаторный
65 Заточная	Калибр специальный индикаторный
70 Заточная	Калибр специальный индикаторный

75 Заточная	Калибр специальный индикаторный
-------------	---------------------------------

2.4 Расчет режимов резания.

2.4.1 Определим режимы обработки для операции (05).

$V_{\text{заг.таб.}}=12\dots25$ м/мин.

Принимаем $V_{\text{заг.таб.}}=20$ м/мин. [7]

Расчитываем частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 7,7} = 827, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=800$ об/мин.

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7,7 \cdot 800}{1000} = 19,34, \text{ м/мин.}$$

Выбираем глубину шлифования:

$t=0,01\dots0,025$ мм.

Принимаем $t=0,02$ мм.

Продольная подача:

$S = (0,3\dots0,7)V$.

Принимаем при наличии припуска под обработку 0,64 мм глубину шлифования $t=0,02$ мм.

При ширине круга $B=10$ мм:

$S_{\text{прод}}=0,5 \cdot B=0,5 \cdot 10=5$ мм/об.заг.

Определяем мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей:

$$N = C_n \cdot V_3 \cdot t \cdot S \cdot D,$$

где C_n, r, x, y, q выбираем из [7].

$C_n=1,3; x=0,85; q=0,2;$

$r=0,75; y=0,7.$

$$N = 1,3 \cdot 19,34 \cdot 0,02 \cdot 5 \cdot 7,7 = 2, \text{ кВт.}$$

$V_{\text{шл}}$ принимаем 30 м/с.

Принимаем $d=400$ мм.

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1500}{1000} = 184 \text{ м/мин} = 31,4 \text{ м/с.}$$

2.4.2 Определим режимы обработки для операции (10).

$V_{\text{заг.таб.}}=12\dots 25$ м/мин.

Принимаем $V_{\text{заг.таб.}}=20$ м/мин. [7]

Назначаем припуск для шлифования :

$t=1,5$ мм.

Продольная подача:

$S=(0,3\dots 0,7)B$

Принимаем при наличии припуска под обработку 1,5 мм глубину шлифования $t=0,02$ мм.

Рассчитываем количество проходов:

$$I=1,5/0,02=75$$

При ширине круга $B=6$ мм

$$S_{\text{прод}}=0,5 \cdot B=0,5 \cdot 6=3 \text{ мм/об.заг.}$$

Определяем мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей:

$$N = C_n \cdot V_3 \cdot t \cdot S \cdot D,$$

Где C_n, r, x, y, q выбираем из [7].

$$C_n=1,3; x=0,85; q=0,2;$$

$$r=0,75; y=0,7.$$

$$N = 1,3 \cdot 19,34 \cdot 0,02 \cdot 5 \cdot 7,7 = 2, \text{ кВт.}$$

$V_{\text{шл}}$ принимаем 30 м/с.

Принимаем $d=100$ мм.

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 1500}{1000} = 471 \text{ м/мин} = 7,85 \text{ м/с.}$$

2.4.3 Определим режимы обработки для операции (15).

$V_{\text{заг.таб.}}=12\dots 25$ м/мин.

Принимаем $V_{\text{заг.таб.}}=20$ м/мин. [7]

Рассчитываем частоту вращения детали :

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 6,418} = 992,4, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=10000$ об/мин.

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,418 \cdot 1000}{1000} = 20,15, \text{ м/мин.}$$

Выбираем глубину шлифования:

$$t=0,01 \dots 0,025 \text{ мм.}$$

Принимаем $t=0,02$ мм.

Принимаем при наличии припуска под обработку 0,5 мм глубину шлифования $t=0,02$ мм.

Принимаем $d_{\text{кр}}=400$ мм.

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1500}{1000} = 1884 \text{ м/мин} = 31,4 \text{ м/с.}$$

2.4.4 Определим режимы обработки для операции (20).

$V_{\text{заг.таб.}}=12 \dots 25$ м/мин.

Принимаем $V_{\text{заг.таб.}}=20$ м/мин. [7]

Рассчитываем частоту вращения детали :

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 6,418} = 992,4, \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=10000$ об/мин.

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,418 \cdot 1000}{1000} = 20,15 \text{ м/мин.}$$

Выбираем глубину шлифования :

$$t=0,01 \dots 0,025 \text{ мм.}$$

Принимаем $t=0,02$ мм.

Продольная подача:

$$S=(0,3 \dots 0,7)B.$$

Принимаем при наличии припуска под обработку 0,2 мм глубину шлифования $t=0,02$ мм.

При ширине круга $B=10$ мм

$S_{\text{прод}}=0,5 \cdot B=0,5 \cdot 10=5$ мм/об.заг.

Определяем мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей:

$$N = C_n \cdot V_3 \cdot t \cdot S \cdot D,$$

где C_n, r, x, y, q выбираем из [7].

$C_n=1,3; x=0,85; q=0,2;$

$r=0,75; y=0,7.$

$$N = 1,3 \cdot 20,15 \cdot 0,02 \cdot 5 \cdot 6,418 = 1,99, \text{ кВт.}$$

$V_{\text{шл}}$ принимаем $N=2$ кВт.

Принимаем $d_{\text{кр}}=400$ мм.

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1500}{1000} = 1884 \text{ м/мин} = 31,4 \text{ м/с.}$$

2.4.5 Определим режимы обработки для операции (25).

$V_{\text{заг.таб.}}=12 \dots 25$ м/мин.

Принимаем $V_{\text{заг.таб.}}=20$ м/мин. [7]

Рассчитываем частоту вращения детали :

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 6,05} = 1052,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=1000$ об/мин.

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,05 \cdot 1000}{1000} = 19,0 \text{ м/мин.}$$

Выбираем глубину шлифования :

$t=0,01 \dots 0,025$ мм.

Принимаем $t=0,01$ мм.

Продольная подача :

$S=(0,3 \dots 0,7)B.$

Принимаем при наличии припуска под обработку $0,02$ мм глубину шлифования $t=0,01$ мм.

При ширине круга $B=10$ мм

$$S_{\text{прод}} = 0,5 \cdot B = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ мм/об.заг.}$$

Определяем мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей :

$$N = C_n \cdot V_3 \cdot t \cdot S \cdot D,$$

где C_n , r , x , y , q выбираем из [7].

$$C_n = 1,3; \quad x = 0,85; \quad q = 0,2;$$

$$r = 0,75; \quad y = 0,7.$$

$$N = 1,3 \cdot 19,0 \cdot 0,01 \cdot 5 \cdot 6,05 = 2, \text{ кВт.}$$

$V_{\text{шл}}$ принимаем 30 м/с.

Принимаем $d = 400$ мм.

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1500}{1000} = 1884 \text{ м/мин} = 31,4 \text{ м/с.}$$

2.4.6 Определим режимы обработки для операции (30).

Скорость шлифовального круга:

$$V_k = 18 \dots 25 \text{ м/с.}$$

Принимаем $V_k = 25$ м/с. [7]

Скорость заготовки:

$$V_3 = 1,0 \dots 3,0 \text{ м/с.}$$

Принимаем $V_3 = 1,5$ м/с.

Глубина шлифования:

$$t = 0,02 \dots 0,04 \text{ мм/дв.ход.}$$

Принимаем $t = 0,02$ мм/дв.ход.

2.4.7 Определим режимы обработки для операции (35).

Скорость шлифовального круга :

$$V_k = 18 \dots 25 \text{ м/с.}$$

Принимаем $V_k = 25$ м/с. [7]

Скорость заготовки :

$$V_3 = 1,0 \dots 3,0 \text{ м/с.}$$

Принимаем $V_3=1,5$ м/с.

Глубина шлифования:

$t=0,02...0,04$ мм/дв.ход.

Принимаем $t=0,02$ мм/дв.ход.

2.4.8 Определим режимы обработки для операции (40).

Скорость шлифовального круга :

$V_k=18...25$ м/с.

Принимаем $V_k=25$ м/с. [7]

Скорость заготовки:

$V_3=1,0...3,0$ м/с.

Принимаем $V_3=1,5$ м/с.

Глубина шлифования :

$t=0,02...0,04$ мм/дв.ход.

Принимаем $t=0,02$ мм/дв.ход.

2.4.9 Определим режимы обработки для операции (45).

$V_{заг.таб.}=12...25$ м/мин.

Принимаем $V_{заг.таб.}=20$ м/мин. [7]

Рассчитываем частоту вращения детали:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 6,005} = 1061,6 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n=1000$ об/мин.

$$V_{заг} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,005 \cdot 1000}{1000} = 18,8 \text{ м/мин.}$$

Выбираем глубину шлифования:

$t=0,005...0,015$ мм.

Принимаем $t=0,005$ мм.

Продольная подача:

$S=(0,3...0,7)B$.

Принимаем при наличии припуска под обработку 0,005 мм глубину шлифования $t=0,005$ мм.

При ширине круга $B=10$ мм

$S_{\text{прод}}=0,5 \cdot B=0,5 \cdot 10=5$ мм/об.заг.

Определяем мощность при шлифовании периферией круга с продольной подачей:

$$N = C_n \cdot V_3 \cdot t \cdot S \cdot D,$$

где C_n , r , x , y , q выбираем из [7].

$C_n=1,3$; $x=0,85$; $q=0,2$;

$r=0,75$; $y=0,7$.

$$N = 1,3 \cdot 19,0 \cdot 0,01 \cdot 5 \cdot 6,05 = 2, \text{ кВт.}$$

$V_{\text{шл}}$ принимаем 30 м/с. Принимаем $d=400$ мм.

$$V_{\text{ФАКТ}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 1500}{1000} = 1884 \text{ м/мин} = 31,4 \text{ м/с.}$$

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В связи с особой точностью закрепления таких концевых фрез возникла необходимость в проектировании специальных устройств для закрепления такого рода инструмента.

Осевое биение этих фрез не должно превышать 0,001 мм, в связи с этим, отверстие в патроне для закрепления фрез должно быть выполнено очень точно.

Конструкторами АВТОВАЗа в конструкторском отделе инструментальной оснастки (КОИО) Центра технологического проектирования (ЦТП) Департамента технического развития (ДТР) были спроектированы такие патроны. Эти устройства представлены на рисунках 3.1 и 3.2.

Работа первого патрона заключается в том, что втулка 2, имеющая внутреннюю коническую поверхность, с помощью роликов 9 накручивается на коническую поверхность корпуса 1.

Ролики изготовлены из закаленной легированной стали, и поэтому они почти не деформируются. Ролики в свою очередь воздействуют на корпус, в который вставлена фреза. Отверстие под фрезу делается на 50 мкм больше, чем фреза. Под давлением роликов корпус деформируется, и на поверхности отверстия возникают микронеровности. Этим микронеровностям достаточно для зажима фрезы.

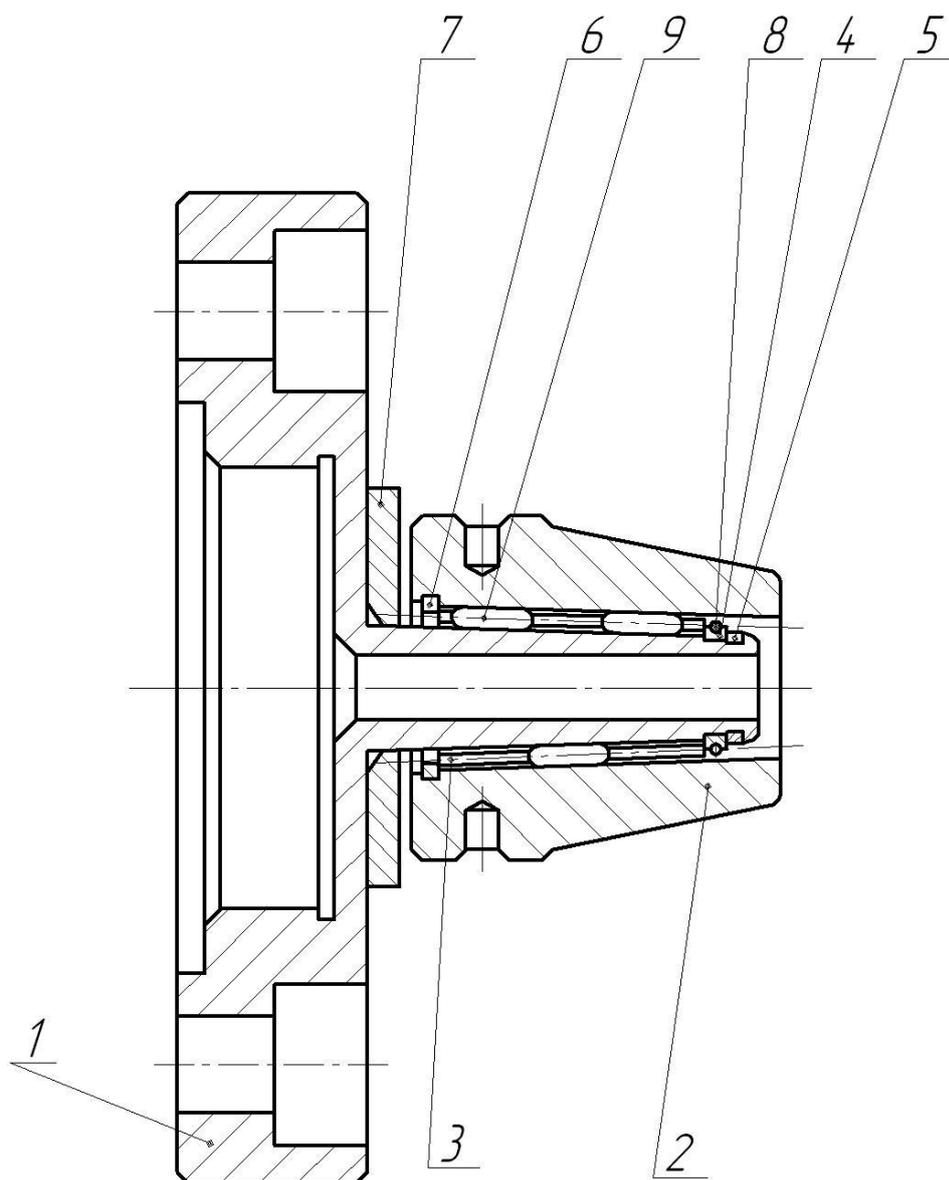


Рис. 3.1. Патрон специальный

Работа второго патрона заключается в том, что в корпусе проделаны два отверстия и в них вставлены гидроцилиндры, и при нагнетании рабочей жидкости под давлением в рабочие полости этих гидроцилиндров возникают деформации корпуса патрона. При этом возникают микронеровности на поверхности отверстия для фрезы, которое так же, как и в предыдущем случае, делается на 0,05 мм больше диаметра фрезы. В связи с этими микронеровностями фреза зажимается в патроне.

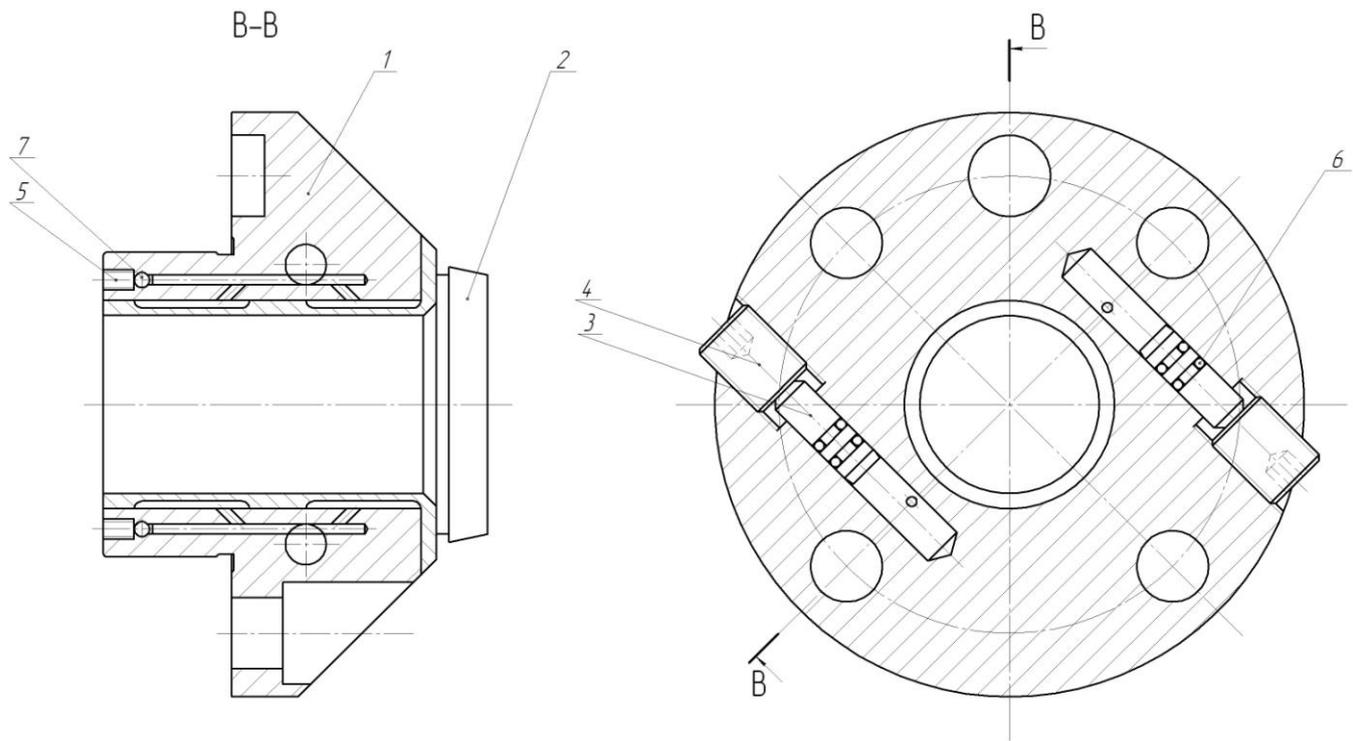


Рис. 3.2. Патрон гидрозажимной

3.1 Расчет патрона.

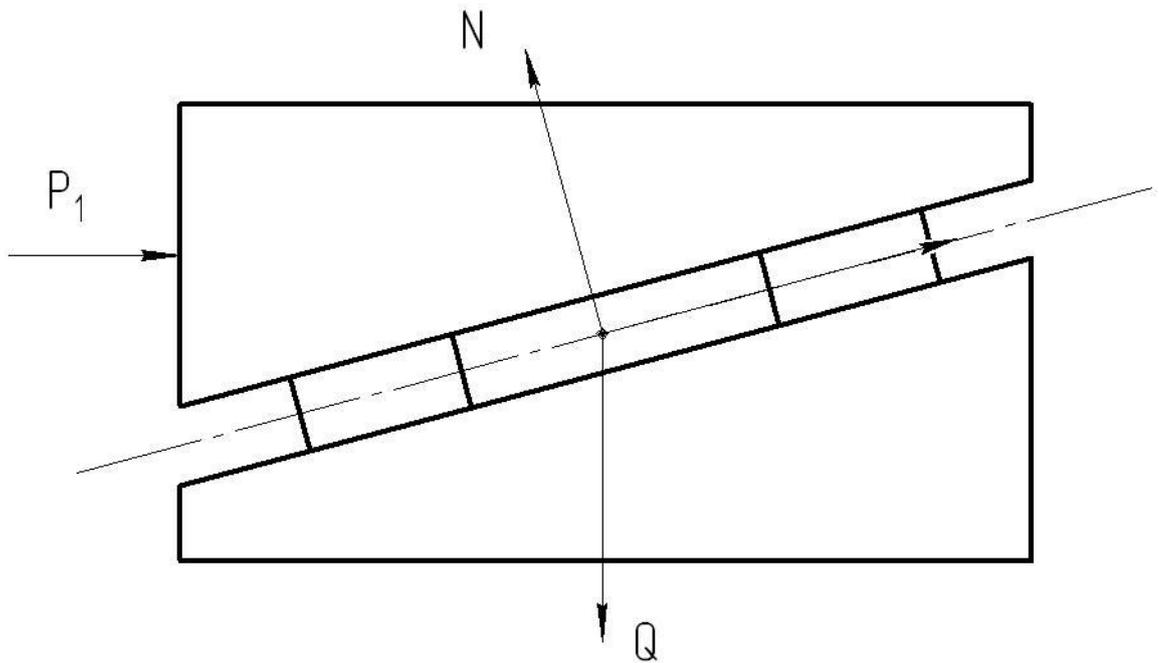


Рис. 3.3. Расчетная схема.

Суммарная сила резания

$$P = P_x + P_y + P_z = 12032^2 + 1270^2 + 84^2 = 12970, \text{ Н}$$

Сила, необходимая для удержания фрезы

$$Q = P / f = 12970 / 0,1 = 130000 \text{ Н}$$

Сила трения на наружной конической поверхности охватывающего кольца

$$N_f = \frac{P_1 \cdot f}{\sin \alpha}. \quad [12]$$

С учетом, что

$$N = \frac{Q}{\sin \alpha}$$

$$Q_f = \frac{P_1 \cdot f}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Для соблюдения условий самоторможения согласно рекомендаций [13]:

$$\frac{f}{\operatorname{tg} \alpha} = 0,5.$$

При $f = 0,1$;

$$\operatorname{tg} \alpha = 0,1 / 0,5 = 0,2.$$

Следовательно, угол α должен быть меньше 10. Принимаем $\alpha = 8$.

Толщину конического кольца в среднем сечении рекомендуется принимать равной $0,1d$ [12].

$$\text{Тогда } S = 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ мм.}$$

Тогда максимальная толщина кольца равна:

$$S_{\max} = 1 + 20 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 3,8 \text{ мм.}$$

Диаметральный натяг равен:

$$\sigma = 10^3 \cdot k \cdot d_{cp} \cdot O, \text{ мкм}, \quad [12]$$

$$\text{где } k = \frac{Q}{\pi \cdot D \cdot e} > [\sigma_{\text{см}}];$$

($\sigma_{\text{см}}$ для закаленной стали 20...25 кг/мм²).

O – коэффициент, зависящий от радиальной жесткости колец, для стальных деталей.

$$O = 2,24 \cdot 10^{-4}, \quad [12]$$

$$\sigma = 10^3 \cdot 15 \cdot 12 \cdot 2,24 \cdot 10^{-4} = 40,3 \text{ мкм.}$$

Значит зазор между свободным кольцом и хвостовиком должен быть меньше 40 мкм.

Принимаем зазор равным 35 мкм = 0,035 мм.

Для облегчения ввода в отверстие хвостовика фаска должна быть 1х60.

Осевое перемещение наружного кольца обеспечивается за счет вращения сепаратора с телами качения. Поэтому трение скольжения здесь заменено трением качения [13] $f = 0,003$. Тогда сила осевого перемещения равна:

$$P = Q \cdot f = 130000 \cdot 0,003 = 390, \text{ Н.}$$

Это перемещение осуществляется по винтовой линии с углом подъема

$$\text{tg } \varphi = 3 / (3,14 \cdot 12) = 0,079.$$

Окружное усилие равно:

$$390 \cdot 0,079 = 3,1 \text{ Н.}$$

4 ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

В условиях отечественного машиностроения в данный период времени появилась задача в разработке конструкций монолитных твердосплавных концевых фрез для обработки кокилей, штампов и пуансонов. На западных автомобильных фирмах уже давно перешли на твердосплавный инструмент, который практически полностью заменил быстрорежущий, в связи со следующими преимуществами:

- повышение производительности труда в связи с резким возрастанием скорости резания (до 800 м/мин);
- заметное увеличение стойкости инструмента (до 25 раз), что значительно снизит затраты на режущий инструмент;
- возможно исключение из процесса фрезерования смазочно-охлаждающей жидкости, что улучшит экологическую обстановку рабочего места.

Для концевых фрез рекомендуется увеличивать угол наклона зубьев ($25 - 30^\circ$) и уменьшать их число, увеличивать объем стружечной канавки.

В ходе проделанной работы были спроектированы конструкции концевых фрез из твердого сплава ВК6. Значения основных углов заточки клина у твердосплавных фрез отличаются от фрез из быстрорежущей стали.

Существуют несколько типов концевых фрез: с плоским торцом и с закругленным торцом (эти виды показаны на чертеже). Также у таких фрез могут быть различные стружечные канавки: спиральные (винтовые) и прямые. Спиральные стружечные канавки по своим качествам проявляют себя лучше, чем прямые, но при малом диаметре фрез изготовление спиральных канавок представляет собой сложную технологическую задачу.

Отличительной особенностью спроектированных фрез от используемых является перекрытый зуб на торце фрезы с закругленным торцом. Это делается для возможности врезания такого инструмента, т.к. при обычном изготовлении таких фрез в точке вершины торца скорость равна нулю.

Одним из основных процессов механической обработки деталей является фрезерование. Это довольно сложный, недостаточно изученный процесс. Наименее разработанным направлением его является обработка концевыми фрезами. Это современный подход, он позволяет обрабатывать сложные поверхности.

Одним из приоритетных направлений является обработка прессформ, пуансонов и штампов. При этом наибольшее внимание уделяется обработке угловых участков, так как здесь значительно увеличивается нагрузка на инструмент. Это связано со значительным увеличением объема снимаемого материала, нагрузок на фрезу, износом инструмента, ухудшением качества обрабатываемого изделия, уменьшением точности обработки. На рис. 4.1 показана схема обработки радиусного угла фрезой с припуском на обработку t .

В процессе обработки пуансона выделяются четыре различных режима работы инструмента:

- 1) обработка прямолинейного участка;
- 2) заход фрезы в угол;
- 3) обработка углового участка;
- 4) выход из углового участка.

При заходе фрезы в угловой участок значительно увеличивается площадь контакта инструмента и заготовки. Это влияет на износ инструмента и режим фрезерования.

На АВТОВАЗе при обработке такого рода деталей обработка ведется в одном режиме, это существенно увеличивает время обработки или приводит к сильному износу инструмента при обработке «углов».

Была поставлена задача изучить и описать этот процесс для того, чтобы в дальнейшем разработать рекомендации для определения режимов резания.

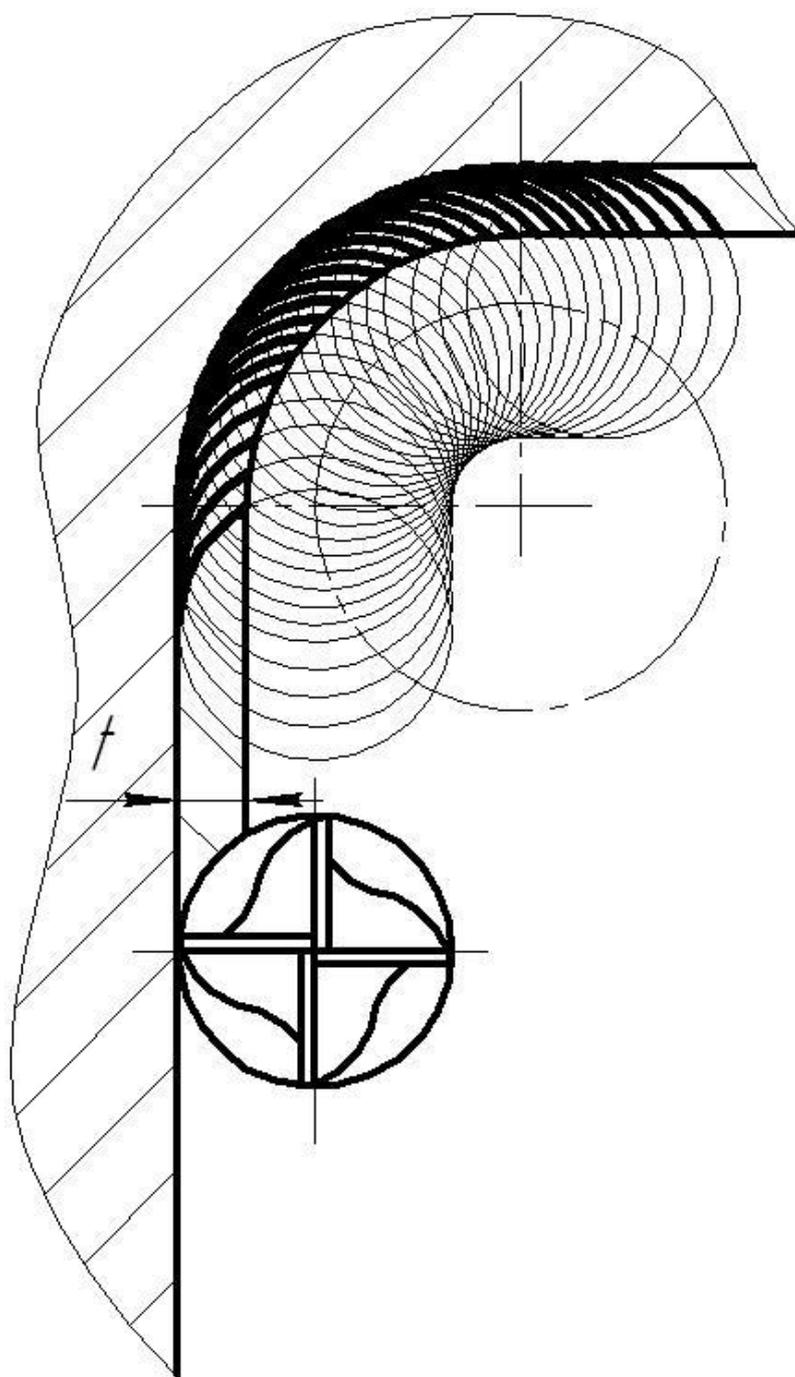


Рис. 4.1. Схема фрезерования

По сравнению с прямолинейным участком, здесь величина контакта режущей части фрезы с обрабатываемой поверхностью значительно увеличивается.

На рис. 4.2 показана схема проекций площади контакта фрезы с обрабатываемым изделием на плоскость XOY .

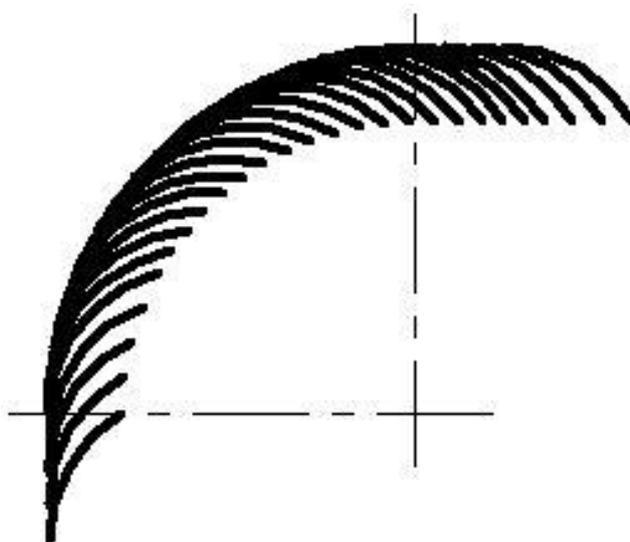


Рис. 4.2. Схема проекций площади контакта фрезы с заготовкой на плоскость XOY.

Результаты измерения длин проекций площади контакта при обработке фрезой с диаметром 20 при прохождении угла с радиусом 25 с шагом перемещений по оси X, а затем и по оси Y, 2 мм и движению по окружности обработки с шагом 5° были занесены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Результаты измерения длин проекций площади контакта фрезы с обрабатываемым изделием на ось Y с шагом линейного перемещения центра фрезы 2 мм и шагом углового перемещения 5° .

Длина контакта	Номера точек	Длина контакта	Номера точек
10.471976	1	13.181161	14
10.650623	2	13.181161	15
11.190051	3	13.181161	16
12.014474	4	13.181161	17
13.181161	5	13.119296	18
13.181161	6	12.882322	19
13.181161	7	12.489003	20
13.181161	8	11.952106	21
13.181161	9	11.278604	22
13.181161	10	10.471976	23

На рис. 4.3 показан график зависимости величины контакта режущей части фрезы L от перемещения по эквидистанте.

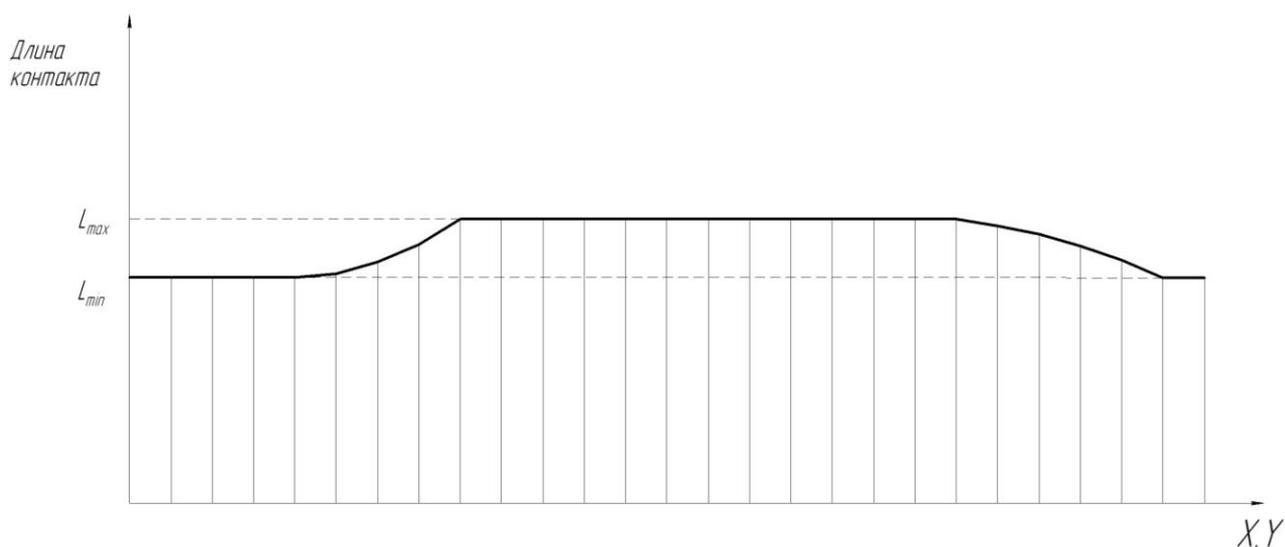


Рис. 4.3. График зависимости величины контакта режущей части фрезы с обрабатываемой поверхностью от перемещения по эквидистанте

Из исследования видно, что величина проекции площади контакта при прохождении углового участка увеличивается почти на 26%. В связи с этим перед инженерами стоит задача в автоматизированном управлении процессом с целью повышения стойкости инструмента и качества обработки. Необходима оптимизация резания в этих сложных условиях по нескольким параметрам одновременно. Одним из главных параметров оптимизации является подача на зуб инструмента, которую необходимо корректировать при изменениях нагрузок на инструмент в процессе обработки.

Определим зависимость снимаемого припуска от диаметра фрезы при обработке прямолинейного участка рис. 4.4.

Из рисунка видно, что $OD = OA - AD = R - t$.

Из треугольника $\triangle OBD$:

$$\cos \alpha = \frac{OD}{OB} = \frac{R - t}{R}.$$

Длина дуги АВ равна

$$\cap AB = \pi \cdot \alpha = R \cdot \arccos \frac{R-t}{R}. \quad (4.1)$$

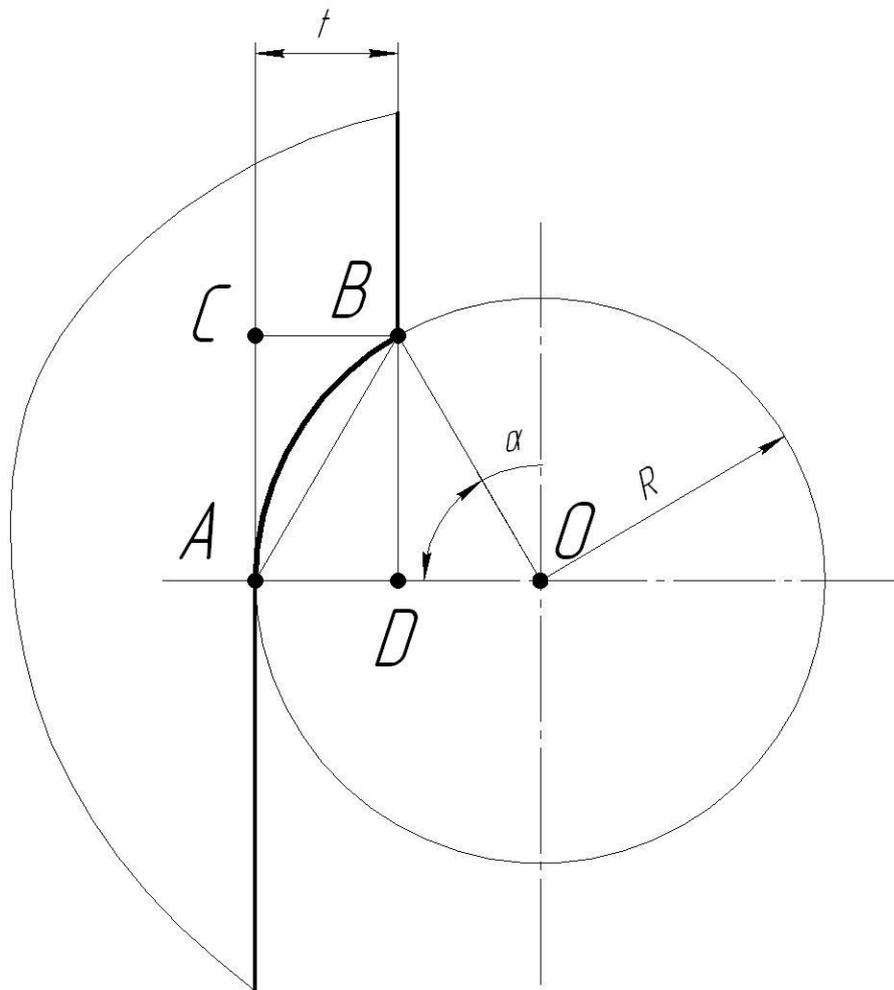


Рис. 4.4. Схема обработки прямолинейного участка пуансона концевой фрезой диаметром R с припуском t

Более сложная ситуация при обработке углового участка (рис. 4.5).

Из прямоугольного треугольника $\triangle ACD$:

$$CD^2 = AD^2 - AC^2 = r_2^2 - AC^2.$$

Из прямоугольного треугольника $\triangle CBD$:

$$CD^2 = BD^2 - BC^2.$$

Решая систему уравнений, получим

$$r_2^2 - AC^2 = BD^2 - BC^2. \quad (4.2)$$

Очевидно, что

$$BC = AC - AB.$$

Из рисунка видно, что

$$AB = AE - BE = r_1 - R,$$

отсюда $BC = AC - r_1 + R.$

(4.3)

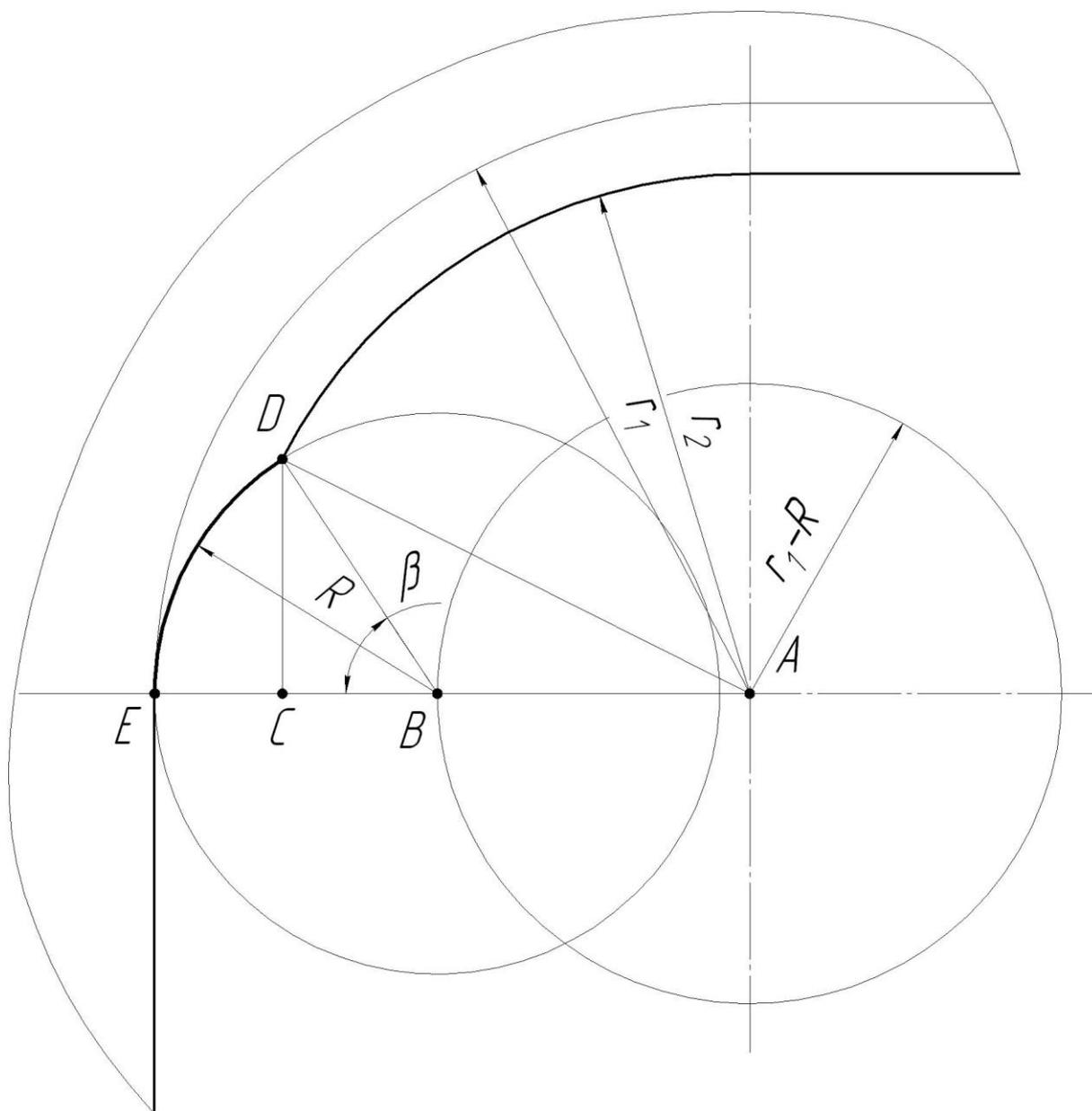


Рис. 4.5. Схема обработки радиусного участка пуансона

Подставляя (4.3) в (4.2), получим

$$r_2^2 - AC^2 = BD^2 - (AC - (r_1 - R))^2.$$

$$r_2^2 - AC^2 = R^2 - AC^2 + 2 \cdot AC \cdot (r_1 - R) - (r_1 - R)^2,$$

отсюда

$$AC = \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2 \cdot r_1 \cdot R}{2 \sqrt{r_1^2 - R^2}}. \quad (4.4)$$

$$BC = AC - AB = AC - r_1 + R = \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot R}{2 \sqrt{r_1^2 - R^2}} - r_1 + R = \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot R - 2}{2 \sqrt{r_1^2 - R^2}}.$$

Из прямоугольного треугольника $\triangle BCD$:

$$\cos \beta = \frac{BC}{BD} = \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot R - 2}{2R \sqrt{r_1^2 - R^2}}.$$

Отсюда

$$\cap ED = \beta \cdot R = R \arccos \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot R - 2}{2R \sqrt{r_1^2 - R^2}}. \quad (4.5)$$

Исходя из найденного, получим формулу для определения коэффициента уменьшения частоты вращения фрезы k при переходе от фрезерования прямолинейного участка к угловому:

$$k = \frac{\arccos\left(\frac{R-t}{R}\right)}{\arccos \frac{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot R - 2}{2R \sqrt{r_1^2 - R^2}}}.$$

Мало изучен вопрос о связи между параметрами обработки и величиной вектора отжима фрезы. Важно контролировать отжим так, чтобы вектор его приближался по направлению к вектору подачи. При хорошем приближении это дает положительный эффект: увеличивается качество обработанной поверхности, уменьшается износ инструмента и так далее.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Технологический процесс изготовления вала-шестерни привода автоматической линии».

5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.1 - Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Шлифование	Операция 010 Шлифовальная	Оператор станка	Станок Walter CNC 50, оснащенный системой числового программного управления; специальное автоматическое зажимное приспособление	ВК6; СОЖ-Амтол

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Операция шлифовальная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий шум на рабочем месте	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, шлифовальный станок Walter CNC 50, оснащенный автоматизированным приспособлением

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного	Регламентированная процедура по	Очки защитные «Эталон»

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
	оборудования	обучению по охране труда	
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

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

Таблица 5.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Шлифовальный станок Walter CNC 50, оснащенный автоматическим	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
		приспособле нием	плавящихся твердых веществ и материалов (В)	промасленно й ветоши	на токопроводя щие части технологиче ских установок, оборудовани я, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичн ого пожарот ушения	Средства мобильно го пожароту шения	Установк и стациона рного пожароту шения и/или пожароту шащие системы	Средства автомати ки для пожароту шения	Оборудов ание для пожароту шения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизирован ный и немеханизира нный)	Сигнализац ия, связь и оповещение при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнет ушите ли, ящички с	Пожар ные автомо били и	Систе мы пенног о	Техни ческие средст ва	Напор ные пожар ные рукава и	Веревки пожарные карабины пожарные противога зы,	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автомат ические извещат ели

1	2	3	4	5	6	7	8
песком, пожарные краны	пожарные лестницы	пожаротушения	оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	рукавные разветвления	респираторы		

Таблица 5.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
1	2	3
Шлифование	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в

1	2	3
	электроустановках станков	соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования).	Экологическое негативное воздействие рассматриваемо го технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
1	2	3	4	5
Шлифован ие	Шлифовальный станок Walter CNC 50, оснащенный системой ЧПУ	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Точение
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

5.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления фрезы. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Задача раздела – технико-экономическое сравнение двух вариантов технологического процесса (базового и проектного) и определение экономической эффективности проектируемого варианта.

Для выполнения данного раздела необходимо краткое описание изменений технологического процесса изготовления детали, по вариантам, чтобы обосновать экономическую эффективность, внедряемых мероприятий. Основные отличия по сравниваемым вариантам представлены в качестве таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 035 – Шпоночно-фрезерная	
<u>Оборудование</u> – шлифовальный станок 3А682Ф2	<u>Оборудование</u> – шлифовальный станок Walter CNC 50
<u>Оснастка</u> – приспособление станочное с механическим зажимом заготовки	<u>Оснастка</u> – приспособление станочное с механическим зажимом заготовки
<u>Инструмент</u> – шлифовальный круг	<u>Инструмент</u> – шлифовальный круг
$T_o = 0,13 \text{ мин.}$	$T_o = 0,09 \text{ мин.}$

Описанные, в таблице 6.1, условия являются исходными данными для определения цены на оборудование, оснастку и инструмент, необходимые для проведения экономических расчетов, с целью обоснованности внедрения предложенных изменений. Однако, представленной информации для правильного выполнения раздела будет не достаточно, так как необходимо знание следующих величин:

- программа выпуска изделия, равная 10 000 шт.;

– материал изделия, масса детали и заготовки, а также способ получения заготовки, которые влияют на величину расходов основного материала. Однако, если проектным вариантом техпроцесса не предусмотрено изменение параметров заготовки или детали, то определять данную статью не целесообразно, так как не зависимо от варианта, величина будет одинаковой и на разницу между сравниваемыми процессами оказывать влияние не будут;

– нормативные и тарифные значения, используемые для определения расходов на воду, электроэнергию, сжатый воздух и т.д.;

– часовые тарифные ставки, применяемые при определении заработной платы основных производственных рабочих.

Для упрощения расчетов, связанных с проведением экономического обоснования, совершенствования технологического процесса предлагается использовать пакет программного обеспечения Microsoft Excel. Совокупное использование данных и соответствующей программы позволит определить основные экономические величины, рассчитываемые в рамках поставленных задач и целей. Согласно алгоритму расчета, применяемой методики [23], первоначально следует определить величину технологической себестоимости, которая является основой для дальнейших расчетов. Структура технологической себестоимости, по вариантам, представлена в виде диаграммы на рисунке 6.1.

Анализируя представленный рисунок, можно наблюдать уменьшающую тенденцию только по расходам на содержание и эксплуатацию оборудования, и это естественно, т.к. изменения по рассматриваемым операциям коснулись только оборудования без изменения времени обработки. Не смотря на незначительное изменение технологической себестоимости можно выдвинуть предположение о возможной эффективности предложенных изменений. Однако, для вынесения окончательного вывода, необходимо еще провести ряд соответствующих расчетов.

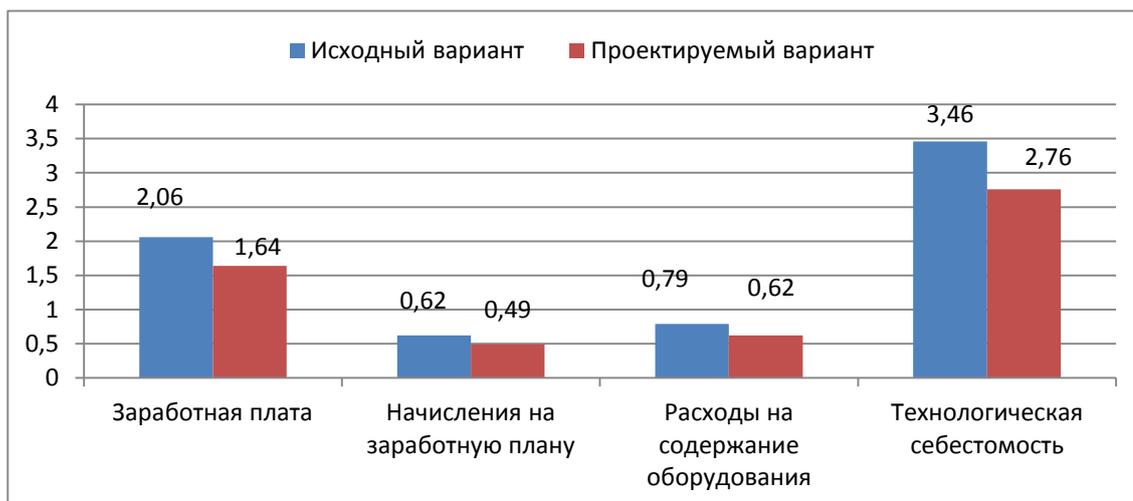


Рисунок 6.1 – Структура технологической себестоимости изготовления изделия, руб.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, определим размер необходимых инвестиций для внедрения. Согласно описанной методике расчета капитальных вложений [23], данная величина составила 23768,6 руб., в состав которой входят затраты на инструмент и затраты на проектирование процесса.

Далее выполним экономические расчеты по определению эффективности предложенных внедрений. Применяемая методика расчета [23], позволяет определить необходимые величины, такие как: чистая прибыль, срок окупаемости, общий дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект. Анализ описанных значений позволит сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
1	Полная себестоимость	$C_{\text{полн}}$, руб.	10,98	8,77
2	Чистая прибыль	$P_{\text{чист}}$, руб.	17680	
3	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	3	
4	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$, руб.	28075,8	
5	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД}$, руб.	7307,2	
6	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,18	

При анализе представленных значений, особенно внимание необходимо уделять сроку окупаемости, величине чистого дисконтированного дохода и индекса доходности. Все описанные параметры имеют значения, которые подтверждают эффективность внедрения описанного технологического проекта. А именно: получена положительная величина интегрального экономического эффекта – 7307,2 руб.; рассчитано значение срока окупаемости – 3 года, который можно считать относительно оптимальной величиной для машиностроительного предприятия; и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,18 руб./руб., что относится к рекомендуемому интервалу значений этого параметра.

Данные значение позволяют сделать окончательное заключение о том, что внедряемый проект можно считать эффективным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования нами были выполнены следующие мероприятия:

- 1) разработан технологический процесс изготовления фрез;
- 2) подобраны современные средства технологического оснащения для их обработки;
- 3) рассчитаны режимы обработки по операциям;
- 4) спроектированы патроны, которые можно использовать как в техпроцессе изготовления фрез, так и при фрезеровании этими фрезами;
- 5) рассчитан и проанализирован процесс обработки угла штампа такими фрезами и даны рекомендации по изменению режимов обработки аналогичных углов.
- 6) выполнен анализ безопасности и экологичности технического объекта;
- 7) проведен расчет экономической эффективности работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малышев В. И. Технология изготовления режущего инструмента : учеб. пособие для вузов / В. И. Малышев ; ТГУ. - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 367 с.
2. Бажин П. М. СВС-экструзия многофункциональных электродных материалов для электроискрового легирования : автореферат дис. канд. техн. наук : специальность 01.04.17 - хим. физика, в т.ч. физика горения и взрыва / П. М. Бажин ; науч. руководитель А. М. Столин. - Вуз/изд. - Черноголовка: РАН, 2009. - 19 с.
3. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2008. — 320 с.
4. Малышев В. И. Технология изготовления режущего инструмента : учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению подготовки "Конструкторско-технолог. обеспечение машиностроит. производств" / В. И. Малышев. - 2-е изд., стер. ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 367 с.
5. 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.
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. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В. Барановский, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
8. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

9. 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.
10. 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.
11. Старков В. К. Шлифование высокопористыми кругами [Электронный ресурс] = Cringing of high-prous wheels / В. К. Старков. - Москва : Машиностроение, 2007. - 688 с.
12. Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.
13. Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.
14. Романенко, А.М. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.
15. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 с.
16. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
18. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

19. Стратиевский, И. Х. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. - Москва : Машиностроение, 2012. - 352 с.

20. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя в трех томах. Том 1. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

21. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 2. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 960 с.

22. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. Т. 3. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2006. — 928 с.

23. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2012.

24. Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

25. Горина, Л. Н., Фесина, М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина, М.И. Фесина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51с.

26. A NEW DESIGN OF ROUGHING MILLING CUTTER AND ITS MACHINING PERFORMANCE. MIROSLAV PISKA, ALES JAROS. 2016.

http://www.mmscience.eu/content/file/archives/MM_Science_201619.pdf

27. BURR FORMATION IN MICRO-MILLING. Kiha Lee , Ingo Essel , David A. Dornfeld 2013.

http://www.aspe.net/publications/Annual_2001/PDF/POSTERS/PROCESS/MACHINE/1254.PDF

28. Real-Time Deflection Monitoring for Milling of a Thin-Walled Workpiece by Using PVDF Thin-Film Sensors with a Cantilevered Beam as a Case Study. Ming Luo *, Dongsheng Liu and Huan Luo. 2016.

<http://www.mdpi.com/1424-8220/16/9/1470>

29. Research on Cutting Force of Turn-Milling Based on Thin-Walled Blade. Lida Zhu, Baoguang Liu, Xiaobang Wang, and Zhiwei Xu. 2016.

<https://www.hindawi.com/journals/amse/2016/2638261/>

30. DESIGN, MESHING CHARACTERISTICS AND STRESS ANALYSIS OF CYLINDRICAL GEARS WITH CURVILINEAR TOOTH PROFILE. Xuegang Zhang Yongchun Xie Xingqiang Tan. 2016.

https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwibu7eo_nTAhVjCpoKHRYKDKYQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fhrcak.srce.hr%2Ffile%2F229036&usg=AFQjCNEhXSkBuIy-1x1MdxMOOhFNB70pIA&cad=rjt

ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубль																				
Взам.																				
Подл.																				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата											
Разраб.	Киселев				Кафедра	ОТМП														
Проб.	Логинюв																			
Учт.																				
Н. контр.																				
М 01	ВКБ: ТУ 48-19-66-90																			
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{тех}	К/М	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ						
М 02	-							Ø8,1×60												
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код наименования операции					Обозначение документа										
Б	Код наименования обработки					ОМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _{ин}	T _{из}	T _{ин}				
А 03	XXXXXX			00	Заготовительная															
Б 04					Пресс															
05																				
А 06	XXXXXX			05	4134 Шлифовальная															
Б 07	381314 Бесцентрово-шлифовальный станок мод. ВШ-727 РМН																			
О 08	Шлифовать наружный диаметр до Ø6,07 _{-0,01}																			
Т 09	398110 Шлифовальный круг А2-500×10-136 24А16СМ28К, 393120 Калибр-скода ГОСТ 18355-73																			
Р 10							2	18873	21	1К	1	1	1	1000						
11																				
А 12	XXXXXX			10	4130 Шлифовальная															
Б 13	38131X Специальный станок фирмы Walter																			
О 14	Шлифовать винтовые канавки ω=30°, до диаметра сердцевины Ø3,5 мм.																			
Т 15	398110 Шлифовальный круг 125/100-М4-100 11454-ББ ГОСТ 2424-83; 394630 Прибор активного контроля																			
Р 16							2	18873	21	1К	1	1	1	1000						
МК																				

Дубль.																					
Взам.																					
Подл.																					
Разраб.	Киселев																				
Проб.	Логинюв																		Лист 2		
Утв.																					
Н. контр.																			ДП		
М 01	ВК6: ТУ 48-19-66-90																				
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{контр.}	КМ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ							
М 02	-							Ш8,1х60													
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции							Обозначение документа									
Б	Код наименования оборудования																				
А 03	XXXXXX			15	4131 Шлифовальная																
Б 04	381311 Торцевкруглошлифовальный станок мод. ХШ4-12																				
О 05	Шлифовать фаску 0,6х45°																				
Т 06	398110 Шлифовальный круг 125/100-М4-100 ГОСТ 2424-83; 393120 Специальный шаблон																				
Р 07							2	18873	21	1К	1	1	1	1000							
08																					
А 09	XXXXXX			20	4130 Шлифовальная																
Б 10	381314 Бесцентрово-шлифовальный станок мод. ВШ-727 РМН																				
О 11	Шлифовать наружный диаметр до Ш6,3 _{0,03} мм.																				
Т 12	398110 Шлифовальный круг А2-500х10-136 24А16СМ28К ГОСТ 2424-83; 394630 Прибор активного контроля																				
Р 13							2	18873	21	1К	1	1	1	1000							
14																					
А 15	XXXXXX			25	4130 Шлифовальная																
Б 16	381314 Бесцентрово-шлифовальный станок мод. ВШ-727 РМН																				
МК																					

Дубль.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.	Киселев																		
Пров.	Логинюв																		Лист 4
Утв.																			
Н. контр.																			ДП
	Кафедра ОТМП																		
	Фреза концевая																		
	ВК6: ТУ 48-19-66-90																		
М 01																			
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{тех}	КМ	Код заготовки		Профиль и размеры				КД	МЗ					
М 02	-								Ш8,1х60										
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции							Обозначение документа							
Б	Код наименования оборудования																		
Р03									2	18873	21	1К	1	1	1	1000			
Б 04																			
А05	XXXXXX			40	4141 Заточная														
Б06	381363	Универсально-заточный станок мод. ЗА64ДФЗ																	
О07	Шлифовать затылок режущей кромки фрезы																		
Т08	398110 Шлифовальный круг ТЗ-150х30х80 24А10СМ28К ГОСТ 2424-83; 394920 Прибор для контроля режущей части фрезы																		
Р09									2	12260	21	1К	1	1	1	1000			
10																			
А11	XXXXXX			45	4134 Шлифовальная														
Б12	381314	Бесцентрово-шлифовальный станок мод. ВШ-727 РМН																	
О13	Шлифовать наружный диаметр до Ш6 _{0,005}																		
Т14	398110 Шлифовальный круг А2-500х10-136 24А10СМ28К ГОСТ 2424-83; 394630 Прибор активного контроля																		
Р15									2	18873	21	1К	1	1	1	1000			
16																			
МК																			

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
Разраб.	Киселев																		
Проб.	Логинюв																		Лист 5
Утв.																			
Н. контр.																			ДП
М 01	ВКБ: ТУ 48-19-66-90																		
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{контр.}	КММ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ					
М 02	-							Ш8,1×60											
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции							Обозначение документа							
Б	Код наименования оборудования																		
					ОМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОМД	ЕН	ОП	К _{шт}	Т _{ст}	Т _{шт}				
А 03	XXXXXX			50	Контрольная														
Б 04					Контрольный стол														
05																			
А 06	XXXXXX			55	Маркировочная														
Б 07	381316				Пневматическая маркировочная установка "Фундитор"														
08																			
А 09	XXXXXX			60	4.14.1 Заточная														
Б 10	381363				Универсально-заточной станок мод. ЗА64ДФЗ														
О 11	Шлифовать поднутренце режущей части фрезы																		
Т 12	398110 Шлифовальный круг ТЗ-150х30х80 24А10СМ28К ГОСТ 2424-83; 394920 Прибор для контроля режущей части фрезы																		
Р 13					2	12260	21	1К	1	1	1	1000							
14																			
А 15	XXXXXX			65	4.14.1 Заточная														
Б 16	381363				Универсально-заточной станок мод. ЗА64ДФЗ														
МК																			

Дубль																								
Взам.																								
Подл.																								
								Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.	Киселев							Кафедра ОТМП																
Проб.	Логинюв																							
Утв.								Фреза концевая																
Н. контр.																								
М 01	ВКБ: ТУ 48-19-66-90																							
М 02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{тип}	КМ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ										
	-							Ш8,1х60																
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции							Обозначение документа												
Б	Код наименования оборудования																							
О03	Шлифовать переднюю поверхность режущей части фрезы по винтовой линии																							
Т04	398110 Шлифовальный круг ТЗ-150х30х80 24А10СМ28К ГОСТ 2424-83; 394920 Прибор для контроля режущей части фрезы																							
Р05							2	12260	21	1К	1	1	1	1000										
06																								
А07	XXXXXX			70	4141 Заточная																			
Б08	381363 Универсально-заточной станок мод. ЗА64ДФЗ																							
О09	Шлифовать переднюю поверхность на режущем торце фрезы																							
Т10	398110 Шлифовальный круг ТЗ-150х30х80 24А10СМ28К ГОСТ 2424-83; 394920 Прибор для контроля режущей части фрезы																							
Р11							2	12260	21	1К	1	1	1	1000										
12																								
А13	XXXXXX			75	4141 Заточная																			
Б14	381363 Универсально-заточной станок мод. ЗА64ДФЗ																							
О15	Шлифовать затылок на режущем торце фрезы																							
Т16	398110 Шлифовальный круг ТЗ-150х30х80 24А10СМ28К ГОСТ 2424-83; 394920 Прибор для контроля режущей части фрезы																							
МК																								

Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
Разраб.	Киселев																						
Проб.	Логинюв																		Лист 7				
Утв.																							
Н. контр.																			ДП				
М 01	ВКБ: ТУ 48-19-66-90																						
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{тех}	КИМ	Код заготовки	Профиль и размеры					КД	МЗ									
М 02	-							Ш8,1×60															
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции										Обозначение документа								
Б	Код наименования оборудования										СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _{шт}	Т _{ст}	Т _{шт}		
Р03												2	12260	21	1К	1	1	1	1000				
Б 04																							
А 05	XXXXXX			80	4407 Электро-химическая																		
Б 06					Электро-химический станок																		
О 07					Притупить заусенцы																		
08																							
А 09	XXXXXX			85	Ионно-импульсная																		
Б 10					Ионно-импульсная установка																		
О 11					Нанести износостойкое покрытие																		
12																							
А 13	XXXXXX			90	Контрольная																		
Б 14					Контрольный стол																		
О 15					Контролировать 50% размеров																		
16																							
МК																							

Дробл.			
Взам.			
Повдл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

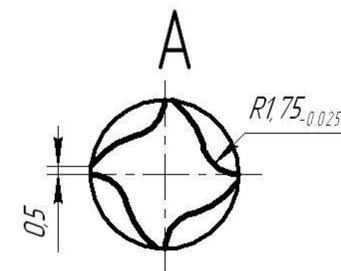
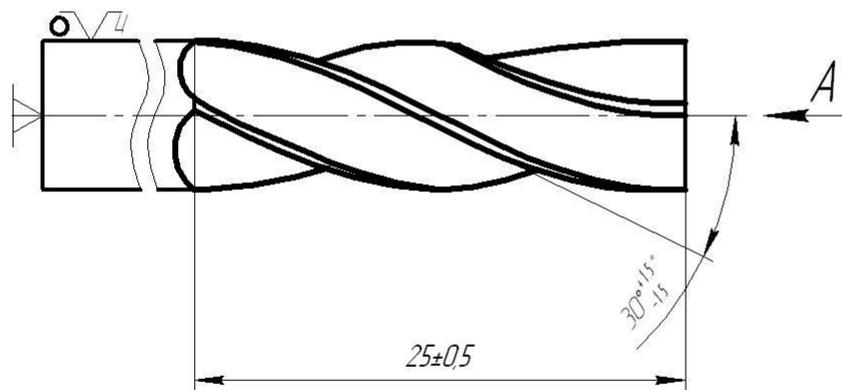
Разраб.	Киселев		
Проб.	Логинов		
Н. контр.			

ТГУ ОТМП

Фреза концевая

010

$\sqrt{Ra\ 5}$



Дцбл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Разраб.	Киселев		
Проб.	Логинов		
Н. контр.			

ТГУ ОТМП

Фреза концевая

45

$\sqrt{Ra\ 0,63}$

