

**Уважаемый пользователь!**

**Обращаем ваше внимание, что система Антиплагиат отвечает на вопрос, является ли тот или иной фрагмент текста заимствованным или нет. Ответ на вопрос, является ли заимствованный фрагмент именно плагиатом, а не законной цитатой, система оставляет на ваше усмотрение. Также важно отметить, что система находит источник заимствования, но не определяет, является ли он первоисточником.**

**Информация о документе:**

**Author:** Пахотина Ирина Александровна  
**Имя документа:** TPU190964.pdf  
**URL:** <http://portal.tpu.ru/cs/TPU190964.pdf>  
**Дата проверки:** 09.06.2016 05:53  
**Модули поиска:** Томский политехнический университет, Интернет (Антиплагиат), Диссертации и авторефераты РГБ

**Текстовые статистики:**

**Индекс читаемости:** обычный  
**Неизвестные слова:** в пределах нормы  
**Макс. длина слова:** в пределах нормы  
**Большие слова:** в пределах нормы

Источник	Ссылка на источник	Коллекция/ модуль поиска	Доля в отчёте	Доля в тексте
[1] TPU_VKR_24471.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU171631.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU171631.pdf</a>	Томский политехнический университет	14.6%	14.6%
[2] Разработка технологи...	<a href="http://www.kazedu.kz/referat/180120">http://www.kazedu.kz/referat/180120</a>	Интернет (Антиплагиат)	4.04%	12.96%
[3] Разработка технологи...	<a href="http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635b2bc68b4c43...">http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635b2bc68b4c43...</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	12.96%
[4] Разработка технологи...	<a href="http://www.5ro4ka.ru/paper/new/source/18512text-18512.html">http://www.5ro4ka.ru/paper/new/source/18512text-18512.html</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	12.96%
[5] Разработка технологи...	<a href="http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635b2bc68b4c43...">http://knowledge.allbest.ru/manufacture/3c0a65635b2bc68b4c43...</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	12.81%
[6] TPU_VKR_25517.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU178578.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU178578.pdf</a>	Томский политехнический университет	2.2%	3.85%
[7] TPU_VKR_24539.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU171871.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU171871.pdf</a>	Томский политехнический университет	0.21%	3.85%
[8] хает г.л. и др. сбор...	<a href="http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec232...">http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec232...</a>	Интернет (Антиплагиат)	3.81%	3.81%
[9] TPU_VKR_25061.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU174616.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU174616.pdf</a>	Томский политехнический университет	0.24%	3.64%
[10] Положение о ВПК (2/3...	<a href="http://tpu.ru/f/2039/vkr.pdf#2">http://tpu.ru/f/2039/vkr.pdf#2</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	3.47%
[11] TPU_VKR_24916.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU173758.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU173758.pdf</a>	Томский политехнический университет	0.03%	3.44%
[12] TPU_VKR_24260.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU170138.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU170138.pdf</a>	Томский политехнический университет	0.15%	3.41%
[13] палей м.м. технологи...	<a href="http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec218...">http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec218...</a>	Интернет (Антиплагиат)	3.17%	3.17%
[14] TPU_VKR_25007.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU174246.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU174246.pdf</a>	Томский политехнический университет	0%	3.08%
[15] TPU_VKR_24944.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU173887.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU173887.pdf</a>	Томский политехнический университет	0%	2.97%
[16] TPU_VKR_24804.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU173277.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU173277.pdf</a>	Томский политехнический университет	0%	2.89%
[17] TPU_VKR_24538.pdf	<a href="http://portal.tpu.ru/cs/TPU171869.pdf">http://portal.tpu.ru/cs/TPU171869.pdf</a>	Томский политехнический университет	0%	1.99%
[18] Учебное пособие: Мет...	<a href="http://fan-5.ru/entry/work-404301.php#2">http://fan-5.ru/entry/work-404301.php#2</a>	Интернет (Антиплагиат)	0.87%	1.69%
[19] Попов, Дмитрий Валер...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl0100000000/rsl01000345000/rsl01000345...">http://dlib.rsl.ru/rsl0100000000/rsl01000345000/rsl01000345...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0.46%	1.37%
[20] Отчет: "Организация ...	<a href="http://westud.ru/work/253843/Organizaciya-i-planirovanie-pro...">http://westud.ru/work/253843/Organizaciya-i-planirovanie-pro...</a>	Интернет (Антиплагиат)	1.33%	1.33%
[21] худобин л.в. и др. к...	<a href="http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec217...">http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec217...</a>	Интернет (Антиплагиат)	1.11%	1.11%
[22] Шарафеев, Ильгизар Ш...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005028000/rsl01005028...">http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005028000/rsl01005028...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0.38%	0.9%

		РГБ		
[23] Сорокин, Евгений Вла...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003302000/rsl01003302...">http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003302000/rsl01003302...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0.16%	0.87%
[24] Технологический проц...	<a href="http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635b2bc68b5d43...">http://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635b2bc68b5d43...</a>	Интернет (Антиплагиат)	0.52%	0.73%
[25] Скачать/bestref-1950...	<a href="http://bestreferat.ru/archives/17/bestref-195017.zip">http://bestreferat.ru/archives/17/bestref-195017.zip</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	0.69%
[26] Малашенко, Виктор Ми...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000279000/rsl01000279...">http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000279000/rsl01000279...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.63%
[27] Малашенко, Наталья А...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002315000/rsl01002315...">http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002315000/rsl01002315...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.63%
[28] Марков, Андрей Михай...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002609000/rsl01002609...">http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002609000/rsl01002609...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.58%
[29] Борисов, Сергей Вяче...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000207000/rsl01000207...">http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000207000/rsl01000207...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0.56%	0.56%
[30] Денисов, Евгений Пет...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002633000/rsl01002633...">http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002633000/rsl01002633...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.55%
[31] ГОСТ 4543-71 Прокат ...	<a href="http://www.normacs.ru/Doclist/doc/75S.html#1">http://www.normacs.ru/Doclist/doc/75S.html#1</a>	Интернет (Антиплагиат)	0.11%	0.53%
[32] Иванов, Валерий Васи...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002278000/rsl01002278...">http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002278000/rsl01002278...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.52%
[33] Козлов, Владимир Але...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000262000/rsl01000262...">http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000262000/rsl01000262...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.51%
[34] Мозговой, Николай Ив...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004561000/rsl01004561...">http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004561000/rsl01004561...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0.29%	0.47%
[35] Основной текст.pdf	<a href="http://rep.bntu.by/bitstream/data/757/9/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D...">http://rep.bntu.by/bitstream/data/757/9/%D0%9E%D1%81%D0%BD%D...</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	0.44%
[36] Дипломная работа: Те...	<a href="http://bestreferat.ru/referat-189415.html">http://bestreferat.ru/referat-189415.html</a>	Интернет (Антиплагиат)	0.06%	0.39%
[37] Скачать/bestref-2056...	<a href="http://www.bestreferat.ru/archives/96/bestref-205696.zip">http://www.bestreferat.ru/archives/96/bestref-205696.zip</a>	Интернет (Антиплагиат)	0.25%	0.35%
[38] Некрасов, Игорь Алек...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002750000/rsl01002750...">http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002750000/rsl01002750...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.34%
[39] Малышев, Андрей Вале...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004343000/rsl01004343...">http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004343000/rsl01004343...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.34%
[40] Источник 40	<a href="http://window.edu.ru/resource/037/19037/files/metod323.pdf">http://window.edu.ru/resource/037/19037/files/metod323.pdf</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	0.3%
[41] Методические указани...	<a href="http://rudocs.exdat.com/docs/index-32117.html">http://rudocs.exdat.com/docs/index-32117.html</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	0.29%
[42] Некоммерческая орган...	<a href="http://lib.convdocs.org/docs/index-45503.html?page=12">http://lib.convdocs.org/docs/index-45503.html?page=12</a>	Интернет (Антиплагиат)	0.03%	0.27%
[43] Баканов, Александр А...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003380000/rsl01003380...">http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003380000/rsl01003380...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0.14%	0.26%
[44] Ситников, Александр ...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002748000/rsl01002748...">http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002748000/rsl01002748...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.23%
[45] Жилин, Юрий Владимир...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003294000/rsl01003294...">http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003294000/rsl01003294...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.23%
[46] Бартоломей, Василий ...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005401000/rsl01005401...">http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005401000/rsl01005401...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0.18%	0.19%
[47] Чемборисов, Наиль Ан...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002622000/rsl01002622...">http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002622000/rsl01002622...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.18%
[48] Васин, Алексей Никол...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003308000/rsl01003308...">http://dlib.rsl.ru/rsl01003000000/rsl01003308000/rsl01003308...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.16%
[49] Михалев, Олег Никола...	<a href="http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004239000/rsl01004239...">http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004239000/rsl01004239...</a>	Диссертации и авторефераты РГБ	0%	0.16%
[50] Дипломная работа: Ра...	<a href="http://bestreferat.ru/referat-146543.html">http://bestreferat.ru/referat-146543.html</a>	Интернет (Антиплагиат)	0%	0.14%

Оригинальные блоки: 65.12%

Заимствованные блоки: 34.88%

Заимствование из "белых" источников: 0%

Итоговая оценка оригинальности: **65.12%**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт [\[1\]](#)ИнЭО

Специальность\_151001 «[\[12\]](#)

Технология машиностроения»

Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ Арляпов А.Ю

( Подпись ) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломного проекта/работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа ФИО

3-4302 [\[1\]](#)

Пахотина Ирина Александровна

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления изделия «Корпус концевой фрезы»

Утверждена приказом директора (дата, номер) 18.02.2016 № 947/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

([\[1\]](#)наименование объекта исследования  
или проектирования;

производительность или нагрузка;

режим работы (непрерывный,  
периодический, циклический и т. д.);

вид сырья или материал изделия;

требования к продукту, изделию или

процессу; особые требования к

особенностям функционирования

(эксплуатации) объекта или изделия в

плане безопасности эксплуатации,

влияния на окружающую среду,

энергозатратам; экономический

анализ и т. д.).

[\[6\]](#)

Маршрутная технология изготовления

корпуса концевой фрезы с винтовым

расположением СМП для токарной операции,

годовая программа выпуска детали, чертеж

детали

Перечень подлежащих исследованию,

проектированию и разработке

вопросов

([\[1\]](#)аналитический обзор по

литературным источникам с целью

выяснения достижений мировой науки

техники в рассматриваемой области;

постановка задачи исследования,

проектирования, конструирования;

содержание процедуры исследования,

проектирования, конструирования;

обсуждение результатов выполненной

работы; наименование

дополнительных разделов, подлежащих

разработке; заключение по работе).

[\[6\]](#)

Проектирование технологического процесса

корпуса концевой фрезы с винтовым

расположением СМП,

размерный анализ,  
расчет припусков и технологических  
размеров, расчет режимов резания, расчет  
[2]

норм времени технологического процесса,  
проектирование приспособления для  
нарезания резьбы метчиком

Перечень графического материала  
(с точным указанием обязательных  
чертежей)

Чертеж детали 1 [1]

лист формата А1

Чертеж сборки детали 1 лист формата А3

Карта технологического процесса 3 листа

формата А1

Размерный анализ 1 лист формата А1

Чертеж приспособления 1 лист формата А3

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы  
(с [1] указанием разделов)

[7] Раздел Консультант

Технологический,  
конструкторский

Мухолзоев Андрей Владимирович

Финансовый менеджмент,

ресурсоэффективность и

ресурсосбережение

[1] Петухов Олег Николаевич

Социальная ответственность [6] Гуляев Милий Всеволодович

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном  
языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной  
квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность ФИО Ученая

степень,

звание

Подпись Дата

[1] Ассистент [9] Мухолзоев А.В.

Задание принял к исполнению студент:

Группа ФИО Подпись Дата

3-4302 [1]

Пахотина Ирина Александровна

Содержание

Введение 3

1. Технологическая часть 5

1.1.

Назначение и конструкция детали 5

1.2. [18] Анализ технологичности конструкции детали 8

1.3. Определение типа производства 10

1.4. [1] Выбор заготовки 13

1.5. Принятый маршрут и операционный техпроцесс 15

1.6. Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров  
заготовки 24

1.7. Размерный анализ техпроцесса 32

1.8. Расчет режимов резания 39

1.9. Выбор оборудования 51

1.10. [18]

Расчет норм времени операций техпроцесса 54

2. Конструкторская часть 60

2.1. Проектирование специального станочного приспособления 60

3.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 65

3.1. Потенциальные потребители результатов исследования 65

3.2. [6] Анализ конкурентных технических решений с позиции  
ресурсоэффективности и ресурсосбережения 65

## 3.3. [7]

FAST-анализ 68

3.4. Оценка готовности проекта к коммерциализации 73

3.5. Инициация проекта 75

3.6. План проекта 77

3.7.

Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования 79

## 3.7.1. Расчет [6]

технологической себестоимости 79

3.7.2. Расчет производственной себестоимости 87

4.

Социальная ответственность 88

4.1. [9]Производственная безопасность. Анализ опасных и вредных производственных факторов 90

## 4.2. [1]

Оценка освещенности 92

4.3. Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровня ОВФП при работе производства 94

4.4.

Экологическая безопасность 99

4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях 100

4.5.1. [6]Пожарная и взрывная [11]безопасность 100

4.5.2. Безопасность в чрезвычайных ситуациях [6]

природного и социального характера 103

Заключение 107

Список литературы 108

Введение

Создание технологических процессов производства металлорежущего инструмента основывается на единых основах и закономерностях технологии машиностроения. Наравне с данным в технологии производства металлорежущих инструментов существуют характерные черты, связанные с использованием

дорогостоящих и дефицитных инструментальных материалов, с обработкой заготовок высокой твердости и прочности, с обработкой сложных поверхностей, с высокими требованиями к точности размеров, геометрической форме и шероховатости поверхности, с исключительно высокими требованиями к физико- механическим свойствам материала готового [13]

металлорежущего инструмента.

Для инструментов свойственны

фасонно-зубчатая форма поперечного сечения рабочей части, фасонные винтовые поверхности в продольном направлении, поверхности специальных форм (образующие режущие кромки), затылованные поверхности, а так же поверхности, образованные спиралью Архимеда, логарифмической спиралью, [13]

эвольвентами и другими кривыми.

Присутствие таких поверхностей, а так же

их сочетание в одном инструменте

определяют в основном потребность использования специальных станков: затыловочных, специальных зубошлифовальных, резьбошлифовальных, заточных станков для заточки зуборезных инструментов, сверл, протяжек, метчиков, плашек и др.

С целью обрабатывания сложных фасонных поверхностей в инструментальном производстве обширно используют операции точного профильного шлифования на универсальных и специальных

профилешлифовальных станках, очень

редко применяемых в производстве деталей машин.

Точность изготовления формообразующих элементов измерительных режущих инструментов должна быть на один-два класса выше точности размеров, обрабатываемых ими поверхностей.

Для примера такого инструмента могут быть рассмотрены развертки, протяжки, метчики, зуборезные и профильные инструменты и [13]

пр.

Данное условие устанавливает, в

свою очередь, требования к точности станков и приборов инструментального производства. [13]

Для инструментов

характерно большое число острых

режущих кромок, обладающих высокой твердостью. Это определяет требования к элементам автоматизации станков (бункерам, магазинам и др.).

Результативность от использования специализированных станков может быть приобретена за счет концентрации и совмещения операций; автоматизации и совмещения во времени таких элементов цикла обработки, как деление, подвод и выход инструмента и [13]

пр.; использование многостаночного обслуживания. Большую эффективность дает использование

специальных

станков на основных формообразующих операциях, таких как: токарная обработка, образование стружечных канавок, обработка лапок, квадратов, пазов и т. д. Автоматизация, к примеру, шлифовально-заточных операций [13]

гарантирует как повышение производительности, так и, то что особенно немаловажно, высокое качество инструмента.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – корпуса концевой фрезы.

Предложенный технологический процесс может быть использован на ООО «ПК МИОН» г. Томска с целью повышения экономической эффективности производства.

Концевые фрезы используются для обработки глубоких пазов в корпусных деталях, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей.

1. Технологическая часть

1.1 Назначение и конструкция детали

Фрезы – многолезвийные инструменты, предназначенные для обработки плоских и фасонных поверхностей, уступов, пазов, канавок, винтовых поверхностей и других подобных объектов обработки.

Фрезы отличаются большим разнообразием типов, форм и назначения как стандартизованных, работающих на универсальных станках, так и специальных, предназначенных для обработки конкретных изделий.

Концевые фрезы относятся к фрезам общего назначения и предназначены для выполнения различных работ, таких как: обработка узких плоскостей, глубоких карманов, прорезки пазов, выполнения скосов и уступов, а также обработки сложных криволинейных поверхностей по контуру.

Фрезы концевые с винтовым расположением твердосплавных пластин (ТУ 3918-005-36293294-2008) предназначены для высокопроизводительного чернового фрезерования пазов, уступов, по контуру. Наибольший эффект достигается при фрезеровании на обрабатывающих центрах с мощностью главного привода не менее 16 кВт. Винтовое расположение пластин и оптимальная форма стружечных канавок обеспечивают спокойное протекание процесса резания. Обработанная поверхность косоступенчатая с высотой неровностей до 0,1 мм.

Рис.1. – Фреза концевая с винтовым расположением твердосплавных пластин (ТУ 3918-005-36293294-2008)

Таблица 1. – Исходные данные по концевой фрезе

Обозначение

D L I

Число

зубьев

Хвостовик

DIN2080

Пластина

режущая

Винт

крепежный

мм Обозначение Кол

310-080 80 270 122 6

Конус 7:24

№50

а

ZPCW2004

APTR

2

M5x5  
b  
SPCW1204  
APTN  
46

В фреззах используют

пластины четырехгранной формы с центральным тороидальным отверстием. Пластины в корпусе по винтовому пазу, расположенному под углом  $\omega = 20^\circ$ , размещены в гнездах корпуса вдоль режущей кромки рабочей части фрезы, их фиксируют через центральное отверстие винтом с конической головкой, которой он подтягивает их к базовым поверхностям гнезда.

С целью обеспечения перекрытия режущих кромок пластин на торцевой части фрезы поочередно устанавливают квадратные и четырехгранные пластины с удлиненной гранью. Все

используют пластины, расположенные

на торцевой

части, кроме радиальных баз гнезда на корпусе, имеют осевые базы за счет запрессованных в корпусе штифтов.

Квадратные пластины, расположенные выше торцевой части, закрепляют только на опорной плоскости гнезда и радиальной его базовой поверхности.

Торцевые пластины установлены под углами  $\gamma$

ос  
 $= 5^\circ$  и  $\gamma$

рад  
 $= 0^\circ$ , а периферийные  
под углами  $\gamma$

[8]

рад  
 $= -0^\circ$  и  $\gamma$

ос  
 $= 15^\circ$ . Минимальный

разворот пластины в осевом

направлении на торцевых зубьях сделан с [8]

целью получения требуемых задних  
углов

на вершинах пластин по вспомогательной режущей кромке.

Принятый метод крепления пластин через центральное отверстие и отсутствие дополнительных элементов в конструкции представляет возможность получить открытые передние поверхности режущих пластин при достаточно большом объеме стружечных канавок.

Помимо этого, этот метод обеспечивает получение фрез малого диаметра ( $D = 32$  мм). Отсутствие подкладок под пластины требует изготовления корпусов фрез из легированных сталей с обязательной термической обработкой (закалкой) опорных поверхностей гнезд под пластины.

[8]

Материал, из которых изготавливаются концевые фрезы, должен соответствовать следующим требованиям:

быть тверже обрабатываемого материала;  
обладать высокой механической стойкостью;  
противостоять быстрому износу;  
быть устойчивым к воздействию высоких температур.  
Корпуса таких фрез изготавливают из стали 5ХФА

термически

обработанных до твердости HRCЭ  
26—30 с последующей низкотемпературной  
нитроцементацией.

Основные параметры [8]

концевой фрезы приведены в таблице 1.

Эта конструкция фрез обладает следующими недостатками: отсутствие подкладок под пластинами может стать причиной выхода из строя дорогостоящего В фреззах используют корпуса при В фреззах используют

случайных

поломках пластин; сложная доводка базовых поверхностей гнезда после [8] их В  
[19]

фреззах используют термической обработки.

В

практике встречается много крупногабаритных деталей, для обработки которых в [8]

фрезам используют целесообразно применять

фрезы с удлиненной

рабочей частью большего диаметра. В качестве примера может служить механическая обработка (фрезерование) станин станков на крупногабаритных продольно-фрезерных станках.

Фрезы диаметром больше 80—100 мм., могут быть выполнены с посадочными отверстиями и базовым опорным торцом для закрепления их на оправках по типу крепления торцовых фрез. Раздельное выполнение рабочей части фрезы и хвостовика экономически оправдано, потому что в этом случае значительно снижается стоимость изготовления инструмента при использовании разных оправок с требуемыми конусами в зависимости от моделей фрезерных станков.

## 1.2 [8]

Анализ технологичности конструкции детали

Наиболее рациональное применение инструментального материала обеспечивают, конечно же – сборные конструкции. Изношенные зубья можно достаточно быстро заменить, при этом, не снимая со станка фрезу. Вследствие этого значительно сокращаются потери времени, которые связаны со сменой инструмента для переточек

Качественная оценка.

Деталь имеет простую форму тела вращения. Обеспечивается свободный доступ инструмента к каждой обрабатываемой поверхности,

деталь является

достаточно жесткой, имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. [2]

Минимальная шероховатость по

чертежу Ra 0,8, максимальная – Ra 6,3. Максимальная точность обработки соответствует 6-му качеству.

Деталь изготавливается из стали 5 ХФА, которая хорошо обрабатывается резанием.

## [24]

Деталь не имеет острых кромок и грубой шероховатости, поэтому после закалки возможность появления трещин резко уменьшается.

Количественная оценка.

Количественная оценка технологичности выражается показателем, численное значение которого характеризует степень удовлетворения требований к технологичности.

а) Коэффициент точности обработки:

K

тч

=

1

IT

ср

IT

ср

=

IT

i

× n

i

n

где: n- количество поверхностей;

IT

i

- качество i-ой поверхности;

IT

ср

- средний качество детали.

IT

ср

=

$11 \times 3 + 7 + 8 \times 7$

10

= 9,6.

K

тч

=

1

9,6

= 0,104.

б) Коэффициент шероховатости обработки:

K

Ra

=

1

Ra

ср

Ra

ср

=

Ra

i

× n

i

n

где: n- количество поверхностей;

Ra

i

- шероховатость i-ой поверхности;

Ra

ср

- средняя шероховатость детали:

Ra

ср

=

 $6,3 \times 9 + 1,6$ 

10

= 5,83.

K

Ra

=

1

5,83

= 0,171.

Оба исследуемых коэффициента по своим значением меньше единицы.

Принимая во внимание вышесказанное, можем считать, что конструкция

данной детали является технологичной.

1.3

Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций,

который находим по формуле:

 $[1] K_{з.о}$ 

=

,

 $[2] c_{ср}$ 

в

Т

t

(1)

где: t

в

– такт выпуска детали, мин.;

Тср

– среднее штучно – калькуляционное время на выполнение

операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

,

г

г

в

N

F

t

(2)

где: F

г

– годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

Ng

– годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по [\[1\]](#)

таблице 5

[1,стр.23] при односменном режиме работы: F

г

= 2000 ч.

Отсюда:

; 60

2000

60 2000

мин

N

F

t

г

г

в

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

,

1

.

n

T

T

n

i

i к ш

ср

(3)

где: Tш. ki

– штучно-калькуляционное время i-ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных [1]выберем 5 операций (n = 5): две [2]

токарных, одна

фрезерная, одна сверлильная и резьбонарезная

операции (см. операционную

карту).

Штучно-калькуляционное время i-ой основной операции определяем по

рекомендациям [1,[1] стр.173]:

Tш.ki

= k.i

· To.i

,

[2]Где: k.i

– коэффициент i-ой основной операции, зависящий от вида

станка и типа предполагаемого производства;

To.i

– основное технологическое время i-ой операции, мин.

Для [1]

двух токарных операций: k.1

= k.2

= 1,98; для фрезерной операции

k.3

=1,84; для сверлильной операции k.4

=1,72; для резьбонарезной операции

k.5

=1,66.

Основное технологическое время первой

операции: T0.1

= 2,753 [2]мин

Штучно-калькуляционное время данной операции определяем по

формуле:

45 , 5 753 , 2 98 , 1

1 . 1 . 1 . .

о к к [1]

шт

T T мин.

Основное технологическое время второй

операции

T0.2

= 1,954 мин.

Штучно-калькуляционное время данной операции, [2]

формула:

59 , 3 954 , 1 84 , 1

2 . 2 . 2 . .

о к к шт

Т Т мин.

Основное технологическое время третьей

операции

T0.3

= 0,892 мин.

Штучно-калькуляционное время данной операции, [2]

формула:

641 , 1 892 , 0 84 , 1

3 . 3 . 3 . .

о к к шт

Т Т мин.

Основное технологическое время четвертой

операции

T0.4

= 0,472 мин.

Штучно-калькуляционное время данной операции, [2]

формула:

81 , 0 472 , 0 72 , 1

4 . 4 . 4 . .

о к к шт

Т Т мин.

Основное технологическое время пятой

операции

T0.5

= 0,63 мин.

Штучно-калькуляционное время данной операции, [2]

формула:

04 , 1 63 , 0 66 , 1

5 . 5 . 5 . .

о к к шт

Т Т

мин.

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операций

технологического процесса определяем по формуле (3):

. 507 , 2

5

04 , 1 81 , 0 641 , 1 59 , 3 45 , 5

1

.

мин

п

Т

Т

п

і

і к ш

[1]

ср

Серийное производство является основным типом современного производства, и предприятиями этого типа выпускается в настоящее время 75–80 % всей машиностроительной продукции.

В зависимости от числа изделий в партии или серии и значения коэффициента серийности (коэффициента закрепления операций) различают мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное производство.

Тип производства определяем по формуле (1):

93 , 23

507 , 2

60

.

ср

в

о з  
Т  
t  
К  
[1]

Так как:  $20 < (Kз.о = 23,93) < 40$ , то тип производства мелкосерийный.  
1.4 Выбор заготовки

Способ получения заготовки определяется на основании чертежа детали, результатов анализа ее служебного назначения, технических требований, программы выпуска и величины серии, типа производства, экономичности изготовления [9, с. 96].

Отталкиваясь от необходимости максимального приближения формы и размеров заготовки к параметрам готовой детали, необходимо использовать прогрессивные методы и способы получения заготовок, такие как: литье по выплавляемым моделям, литье под давлением, штамповка в закрытых штампах и пр. Прогрессивные способы получения заготовок обеспечивают снижение затрат на механическую обработку и повышение качества продукции.

В [21]

одних случаях возможно изготовление заготовки, максимально приближенную по качественным показателям (форме, размерам, шероховатости

поверхности, химическому составу, механическим свойствам, качеству поверхностного слоя материала) к требованиям готовой детали, что уменьшает потери, связанные с ее преобразованием в готовую деталь. Несмотря на это, стоимость такого полуфабриката возрастает с увеличением степени его приближения к требованиям готовой детали и повышением уровня самих этих требований.

Иные заготовки или полуфабрикаты, которые отличаются наименьшей степенью приближения к требованиям готовой детали, стоят меньше, но и требуют больших последующих расходов по преобразованию их в готовую деталь (например, путем обработки резанием).

Как следствие, из ряда возможных вариантов, преобразование заготовки в готовую деталь следует применять наиболее выгодный экономически.  
В основе

анализа конструкции детали по чертежу, учебной и справочной литературы [21]

выбираем в качестве заготовки – прутки круглого сечения из стали марки 5ХФА (ГОСТ 14959-79).

После заготовительной операции заготовка принимает форму, представленную на рисунке 2.

Рис.2 Заготовка

1.5. Принятый маршрут и операционный технологический процесс.

1.6.

Расчет припусков на обработку, операционных и исходных размеров заготовки

[18]

На основании принятого маршрута изготовления корпуса, составляем размерную схему диаметральных размеров, изображенную на рисунке 3.  
Рис. 3. Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса фрезы в диаметральном направлении

Расчет припусков и технологических размеров [2] поверхности

$\varnothing 97,5$

0,87

Минимальный припуск на обработку поверхностей вращения определяется по формуле:

$2 \cdot z$

[1]

$i_{min} = 2 \cdot (Rz$

$i-1$

$+ h$

$i-1$

$+ 2 \cdot 2$

$1 \cdot i$

$), (4)$

где  $Rz$

$i-1$

-

шероховатость поверхности на предшествующем переходе или операции, мкм;

$h$

$i-1$

– толщина дефектного поверхностного слоя, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$i-1$

– суммарное пространственное отклонение обрабатываемой поверхности, полученного на предшествующем переходе или операции, мкм;

$i$

- погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

[1]

Расчет припусков на обработку поверхности  $\varnothing 97,5$

0,87

сводим в

таблицу 2.

Таблица 2

Технологические

переходы

обработки

поверхности

Элементы

припуска, мкм

Расчетны

й

припуск

$2z$

$\min$

,

мкм

Рассчита

н-ный

размер

$d$

$R$

, мм

Допуск

на

перехо

$dTD, м$

км

Предельны

й размер,

мм

$R$

$Z$

$T(h) \rho \in d$

$\min$

$d$

$\max$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Заготовка-пруток 20

0

300 44,8 500 100

0,6

1,7

2300 98,3 100,6

Обтачивание

50 50 4,8 120 1250

97,5

0,87

870 96,6 97,5

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.3 [1, стр.63]:

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [1,стр.64]:

черновое точение:  $Rz = 50$  мкм,  $h = 50$  мкм;

чистовое точение:  $Rz = 30$  мкм,  $h = 30$  мкм;

[37]

суммарное пространственное отклонение поверхности заготовки

возникает только из-за удельной кривизны заготовки (таблица 4.7 [1,стр.66]):

$\rho = \Delta k$

$*l = 0,2*224 = 44,8$ мм

При обтачивании поверхности  $\varnothing 95,5$  мм. суммарное пространственное отклонение:

Отклонение формы поверхности

$\rho = 80$  мкм (табл. Приложение 3, Скворцов В.Ф.)

Остаточное суммарное пространственное отклонение после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.73]:

$\rho = K_{\rho}$

\*  $\rho$

заг

черновое точение:  $= 0,06 * 80 = 4,8$  мкм;

чистовое точение:  $= 0,04 * 80 = 3,2$  мкм.

погрешность установки заготовки на выполняемом переходе зависит только от погрешности закрепления (погрешности базирования нет).

Погрешность закрепления определяем по таблице 4.10 [1,стр.75] и по рекомендациям [1,стр.85]:

черновое точение:

$= 120$  мкм;

чистовое точение:

$= 60$  мкм;

минимальный припуск под точение, формула (4):

Чистовое:

$2 * z$

$31 \text{ min}$

$= 2 * z$

$32 \text{ min}$

$= 2 * (Rz$

$0$

$+ h$

$0$

$+$

$2$

$1$

$2$

$0$

$) = 2 * (50 + 50 +$

$22$

$4,8 \text{ } 60) = 320 \text{ мкм}$

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. При данном расчете будем использовать размерную схему, представленную на рисунке 3.

Рис. 4 Размерная схема обработки поверхности  $\varnothing 97,5$

$-0,87$

Расчет диаметра проката

Допуски на технологические размеры назначаем по табл. 4 [3, Т.2, стр. 8].

[1]

Предварительно рассчитаем диаметр проката:

Определим размер D11

:

Для этого рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: D01

, D1.1.2

,

$2 * z$

$1.1.2 \text{ min}$

.

D1.1.2

c

$= D1.1.2$

$+ (ВОД1.1.2$

$+ НОД1.1.2$

$)/2 = 97,5 + (0 - 0,87)/2 = 97,065$  мм

Определим размер заготовки D01

:

Найдем минимальное значение припуска  $2z$

$01 \text{ min}$

:

$2 * z$

$0.1 \text{ min}$

$= 2 * (Rz$

$0$

$+ h$

$0$

$+$

$2$

$1$

$2$

0  
 $) = 2 \cdot (200 + 300 + 22)$   
 $44,8 \cdot 120) = 1256 \text{ мкм} = 1,25 \text{ мм}$   
 Определяем допуск на размер D0.1  
 :  
 TD0.1  
 $= BOD0.1 - HOD0.1$   
 $= 0,6 + 1,7 = 2,3 \text{ мм.}$   
 ZD0.1  
 ср  
 $= ZD0.1 \text{ min}$   
 +  
 1.1 0.1  
 2  
 TD TD  
 $= 1,25 + (1 + 2,3)/2 = 2,84 \text{ мм.}$   
 Найдем D0.1ср  
 $= D1.1 \text{ ср} + ZD0.1$   
 $= 97,065 + 2,84 = 99,905 \text{ мм.}$   
 $D0.1 = D0.1 \text{ ср}$   
 -  
 01 01  
 2  
 BOD HOD  
 $= 99,905 - (0,6 - 1,7)/2 = 98,6 \text{ мм. D01}$   
 $= 98,6$   
 0,6  
 1,7  
 мм.  
 Выбираем прокат диаметром D0.1  
 $\phi = 100$   
 0,6  
 1,7  
 мм, [4, стр. 83].  
 Фактическое значение припуска:  
 ZD  
 0.1  
 $\phi = D0.1 \phi - D1.1$   
 $= 100 - 97,5 = 2,5$   
 0,6  
 1,7  
 мм.  
 ZD  
 0.1  
 ср  
 $= 2,5 + (1,47 - 1,7)/2 = 2,3 \text{ мм.}$   
 Припуск на сторону ZD  
 ,  
 0.1  
 ср  
 $= 1,15 \text{ мм.}$   
 Далее определим размер D1.1.1 (Рисунок 5):  
 Допуск на черновое обтачивание поверхности  $\varnothing 78$   
 $-0,12$   
 назначаем по табл. 4 [3, Т.2. стр. 8]  
 TD1.1.1  
 $= 350 \text{ мкм.}$   
 Рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры:  
 D1.1.1  
 , D1.11

, 2\*z  
 1.1.0min  
 :  
 D1.11  
 C  
 = D1.11  
 + (ВОД1.11  
 + НОД1.11  
 )/2 = 78 + (0 - 0,12)/2 = 77,94 мм  
 D1.1.1  
 C  
 = D1.11  
 C  
 + 2\*z  
 1.11  
 C  
 = D1.11  
 C  
 + (2\*z  
 1.11min  
 + 2\*z  
 1.11max  
 )/2 = D1.11  
 C  
 +  
 + (2\*z  
 1.11min  
 + (2\*z  
 1.11min  
 + TD1.11  
 + TD1.1.1  
 ))/2 = 77,94 + (0,32 + (0,32 + 0,12 + 0,35))/2  
 = 78,495мм.  
 2\*z  
 1.11  
 C  
 = 0,56мм, 2\*z  
 1.11max  
 = 0,79мм, D1.1.1  
 = 78,495±0,175мм.  
 D1.1.1  
 = 78,67  
 -0,35мм.

Рис.5. Размерная схема обработки поверхности Ø78  
 -0,12

Припуск (Напуск) на черновое обтачивание:

2Z1.1.1min  
 =D0.1min  
 -D1.1.1max  
 =98,3-78,67=19,63мм

Этот припуск будет сниматься за пять проходов, следовательно, полученное значение припуска разделим на 4:

2Z1.1.1min  
 /5=4,9 мм.

2Z1.1.1  
 ср  
 /5=5,2 мм

Припуск на сторону Z1.1.1

ср  
 =2,6 мм.

Рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: D0.1

, D1.6.2  
 , 2\*z  
 1.6.2min

Рис.6. Размерная схема обработки поверхности Ø 39,6

-0,47  
 -0,31

Определим размер D1.6.2

:

Элементы припуска для расчета припуска 2\*Z1.9min  
 под чистовое точение:

Rz  
 0  
 = 30

мкм, h  
 0

= 40 мкм,  
 0  
 = 0,06\*80 = 4,8 мкм,  
 1  
 = 60 мкм  
 2\*z  
 1.9min  
 = 2\*(Rz  
 0  
 + h  
 0  
 +  
 2  
 1  
 2  
 0  
 ) = 2\*(30+40+  
 22  
 4, 8 60 ) = 260 [1]

мкм

Допуск на черновое обтачивание поверхности Ø 39,6

-0,47

-0,31

TD1.9

= 350 мкм.

Размер D1.9

c

= D1.9

+ (ВОД1.9

+ НОД1.9

)/2 = 39,6 + (-0,31 - 0,47)/2 = 39,21 мм

D1.6.2

C

= D1.9

C

+ 2\*z

1.9

C

= D1.9

C

+ (2\*z

1.9min

+ 2\*z

1.9max

)/2 = D1.9

C

+ (2\*z

1.9min

+

+(2\*z

1.9min

+ TD1.9

+ TD1.6.2

))/2 = 39,21 + (0,26+ (0,26 + 0,35+ 0,16))/2 =

=39,725мм.

2\*z

1.9

C

= 0,515 мм, 2\*z

1.9max

= 0,77мм, D1.6.2

= 39,725 ±0,175мм.

D1.6.2

= 39,9

-0,35 мм.

Припуск (напуск) на черновое обтачивание:

2Z1.6.2min

=D01min

-D1.6.2max

=98,3-39,9=58,4мм

Расчет припусков

на обработку поверхности Ø 69,85\*

0,03

сводим в таблицу 3.

Таблица 3. Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности  $\varnothing 69,85^*$

0,03

Технологические  
переходы обработки  
поверхности

Элементы припуска,

мкм

[24]

Расчетный

припуск

$2z_{\min}$

,

мкм

Рассчитанн

ый размер

$d$

$p$

, мм

Допуск

на

переход

$T_D$ , мкм

Предельный

размер, мм

$Rz$

$T(h) \rho \in d_{\min}$

$d_{\max}$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Заготовка-пруток

200 300 44,8 500 100

0,6

1,7

2300 98,3 100,6

Обтачивание

Черновое 80 100 4,8 120 70,5

-0,14

140 70,36 70,5

Чистовое 40 40 3,2 60 69,85

-0.03

30 69,82 69,85

Рис. 7. Размерная схема обработки поверхности  $\varnothing 69,85^*$

-0,03

Элементы припуска определяются по приложению 2 (Скворцов В.Ф. стр.72, 73,

75).

Допуски на технологические размеры назначаем по табл. 4 [3, Т.2. стр. 8].

$2 \cdot z$

1,8[1]

$\min$

$= 2 \cdot (Rz$

0

+ h

0

+

2

1

2

0

) =  $2 \cdot (80 + 100 +$

22

4, 8 60) = 480 мкм

Рассмотрим размерную цепь, в которую входят размеры: D1.6.1

, D1.7

,  $2 \cdot z$

1.7 min

Размер D1.8

c

= D1.8

+ (ВОД1.8

+ НОД1.8

)/2 =  $69,85 + (0 - 0,03)/2 = 69,835$  мм

D1.6.1

C

= D1.8

$C$   
 $+ 2 \cdot z$   
 $1.8$   
 $C$   
 $= D1.8$   
 $C$   
 $+ (2 \cdot z$   
 $1.8 \text{ min}$   
 $+ 2 \cdot z$   
 $1.8 \text{ max}$   
 $)/2 = D1.8$   
 $C$   
 $+ (2 \cdot z$   
 $1.8 \text{ min}$   
 $+ (2 \cdot z$   
 $1.8 \text{ min}$   
 $+ TD1.6.1$   
 $+ TD1.8$   
 $))/2 = 69,835 + (0,48 + (0,48 + 0,14 + 0,03))/2 =$   
 $= 70,4 \text{ мм.}$   
 $2 \cdot z$   
 $1.8$   
 $C$

$= 0,56 \text{ мм, } 2 \cdot z$   
 $1.8 \text{ max}$   
 $= 0,65 \text{ мм, } D1.6.1$   
 $= 70,4 \pm 0,07 \text{ мм.}$   
 $D1.6.1$   
 $= 70,5$   
 $-0,14 \text{ мм.}$

Далее определим припуск (напуск) на черновое обтачивание  $2 \cdot z$

$1.6.1 \text{ min}$   
 $:$   
 $2 \cdot z$   
 $1.6.1 \text{ min}$   
 $= D01 \text{ min}$   
 $- D1.6.1 \text{ min}$   
 $= 98,3 - 70,5 = 27,8 \text{ мм}$   
 $2 \cdot z$   
 $1.6.1 \text{ ср}$   
 $= 29,02$  за 3 проходов ( $z$   
 $1.6.1 \text{ ср}$   
 $= 4,8$ )

1.7. Размерный анализ технологического процесса

Размерная схема технологического процесса изготовления корпуса фрезы в осевом направлении

Рис. 8. Размерная схема осевых размеров

Расчет минимальных припусков начинаем с правого торца (см. рис. 8).

Минимальные припуски определяем по формуле:

$z$   
 $i \text{ min}$   
 $= Rz$   
 $i-1$   
 $+ h$   
 $i-1$   
 $+ (5)$

Согласно смысловому содержанию переменные данной формулы совпадают с переменными формулы (4).

Расчет припусков на обработку торца

Таблица 4

Переходы  
 Обработки  
 правого  
 торца

Элементы минимального припуска, мкм  
 Минимальный

припуск

$z \text{ min}$

, мкм

$Rz \text{ h}$

Заготовка 300 97,5

Подрезка:

начерно

начисто

50  
30  
50  
30  
6  
2  
397  
106

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя заготовки определяем по таблице 4.4 [1, стр.64]:  $Rz + h = 300$  мкм.

Шероховатость поверхности и толщину дефектного поверхностного слоя после механической обработки определяем по таблице 4.5 [1, стр.64]:  
черновое подрезание:

$Rz = 50$  мкм,  $h = 50$  мкм;

чистовое подрезание:  $Rz = 30$  мкм,  $h = 30$  мкм;

**[37]**

Суммарное пространственное отклонение торца заготовки возникает только изза коробления (таблица 4.7 [1,стр.68]), которое определяется как произведение

удельной кривизны заготовки на наружный диаметр:

$= 1 * 97,5 = 97,5$  мкм.

Отклонение формы поверхности

$\rho = 100$  мкм для черного подрезания, и  $\rho = 50$  мкм для чистового подрезания

(Табл. Приложение 3, Скворцов В.Ф.)

Остаточное суммарное пространственное отклонение после механической обработки определяется по эмпирической зависимости [1,стр.73]:

$\rho = K_y$

\* $\rho$

заг

Черновое подрезание торца:  $= 0,06 * 100 = 6$  мкм;

Чистовое подрезание торца:  $= 0,04 * 50 = 2$  мкм.

Погрешность установки заготовки не учитываем, потому что эта погрешность войдет в допуск на соответствующий размер.

Минимальный припуск под подрезание рассчитываем по формуле (5):

Черновое:

$z$

$1_{min}$

$= Rz$

0

+  $h$

0

+

0

$= 300 + 97,5 = 397$  мкм,

Чистовое:

$z$

$2_{min}$

$= Rz$

1

+  $h$

1

+

1

$= 50 + 50 + 6 = 106$  мкм.

Для левого торца (см. рис. 8) принимаем минимальный припуск на обработку как для черного подрезания правого торца:  $z$

$min$

$= 397$  мкм.

Технологические размеры в осевом направлении определяем, используя размерную схему на рисунке 8.

Допуски на технологические размеры, см. рис.8:заготовка: ТА0.1

$= 3,6$  мм;

Токарная с ЧПУ:

ТА11

$= 0,8$  мм, ТА1.1.2

\*

$= 0,4$  мм, ТА1.1.1

$= 0,5$  мм, ТА12

$= 0,7$  мм,

ТА1.7

$= 0,4$  мм, ТА1.7.1

$= 0,4$  мм, ТА1.7.1

,

$= 0,2$  мм, ТА1.8

,

=0,1мм,  
 TA1.8  
 =0,4 мм, TA1.9  
 =0,4мм, TA1.10  
 = 0,36 мм,TA1.10.1  
 = 0,4 мм,TA1.11  
 = 0,5 мм,  
 TA1.11.1  
 = 0,3 мм  
 [1]

Расчет начинаем с проверки условия:

TKi TAi

Конструкторские размеры выдерживаются непосредственно:

K1

=A12

=269,2

-0,7

мм, K2

=A1.11

=127,2±0,25мм, K3

=A1.11.1

=12

-0,3мм,

K5

=A1.10

= 8

+0,36

мм,K6

=A1.9

=3,2±0,2мм,K7

=A1.8

=1,2±0,12мм,

[1]

TK8

>TA1.10.1

+TA1.9

0,86>0,8

TK

4

≥ (TA

1.11

2

+ TA

1.11.1

2

+ TA

1.9

2

+ TA

1.2

2

)1> 0,99

Определяем технологические размеры, начиная с последнего:

A

11

C

=A

1.2

C

+Z12

C

=A12

c

+(Z12min

+(Z12min

+TA12

+TA11

))/2 =

=268,55 +(0,397+(0,397+0,7+0,8))/2=269,7мм

Z12

c

=1,15мм, Z12max

=1,9мм, A11

=269,7±0,4мм, A12

=270,1

-0,8мм

A

0.1

C

=A

1.1

C

+Z1.1

C

=A1.1

c

+(Z1.1min

+(Z1.1min

+TA1.1

+TA0.1

))/2 =

=270,1 +(0,397+(0,397+0,8+3,6))/2 = 272,7мм

Z11

c

=2,6мм, Z11max

=4,8

мм, A01

=272,7±1,8мм, A01

=274,5

-3,6мм

A

1.1.1

C

=A

1.11

C

-Z1.11

C

= A1.11

c

-(Z1.11<sup>[1]</sup>

min

+(Z1.11min

+TA1.11

+TA1.1.1

))/2 =

=127,2-(0,106+(0,106+0,5+0,5))/2 =126,6мм

Z1.11

c

=0,61мм, Z1.11max

=1,1мм, A1.1.1

=126,6±0,25мм.

Z1.1.1

c

=0,5мм, Z1.1.1max

=0,84мм,

Z1.8

=A1.8

,

=0,11±0,05 мм.

A1.7

c

= A1.9

c

+ AD1.8

c

-Z1.8

c

=3,2+2-0,11=5,09мм,

A1.7

=5,09±0,2мм.

A1.7.1

c

=A1.11.1

c

+ Z1.11

c

+A1.9

+AD1.8  
с  
- A1.7  
с  
=11,79+0,86+3,2+2-5,09=12,76мм,  
A1.7.1  
=12,8±0,2мм, A1.7.1  
=13  
-0,4мм.

Размер A1.1.2

\*  
назначаем как справочный:

A1.1.2  
\*  
=140,4±0,2 мм.

Назначим справочный конструкторский размер K8

с'  
=K6  
с  
+K8  
с  
=3,2+101,8=105мм,  
тогда размер A1.10.1

=K8  
,  
=105±0,2 мм

Размеры конуса 7:24 после токарной операции контролируются калибровтулкой. Это размеры, выдерживаемые от торца втулки до фланца корпуса фрезы.

При наружном точении и шлифовании конуса происходят изменения указанных продольных размеров.

Рис.9. Изменение продольных размеров при наружном точении и шлифовании конуса.

Указанные изменения размеров можно рассчитать по схеме рисунка 9.

Зная припуск на точение ( $Z_i$ )

), а также зная угол конической поверхности ( $\alpha=8^\circ$ ), можно рассчитать указанное изменение размера  $ZD_i$

=  $A_i$

по формуле исходя из

свойств прямоугольного треугольника:

$A_i$

=

$Z$

$i$

$\text{tg}\alpha$

; (6)

В расчетах берем половину диаметрального припуска (припуск на сторону), следовательно:

$2ZD_{1.8}$

с

=0,56мм.

При расчете продольных технологических размеров эти припуски одновременно рассматриваются и как известные (заданные) технологические размеры:

AD1.8

=  $ZD_{1.8}$

с

=  $Z_{18}$

$/(2*\text{tg}8^\circ) = 0,28/0,14 = 2$ мм.

$ZD_{1.8}$

=A1.8

=2±0,3 мм

1.8. Расчет режимов резания

Черновое обтачивание поверхности  $\varnothing 97,5$

-0,87

1.

Глубина резания:  $t$

1.1

=  $Z$

1.1

с

= 1,15 мм.

2. Подача по таблице 11 [3,Т.2, стр.266] на данную глубину резания

0,9 мм/об:

с

0.1

= 0,9 мм/об.

3. Скорость резания определяем по формуле:

$$V = C \cdot K \cdot S \cdot t \cdot T$$

(7)

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

Значения коэффициентов:  $C_V$

= 340;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,45$  – [1] находим по таблице 17 [2,Т.2, стр.269].

[2] Коэффициент  $K_V$

:  
 $K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;  
 $K_{PV}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;  
 $K_{IV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

[1] Тогда по таблицам 1,5,6 [3,Т.2, стр.261]:

[2]  $K_{MV} = 1,2$ ;  $K_{PV} = 0,9$ ;  $K_{IV} = 1$ .  
 $K_V = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08$ .

Скорость резания [1]

находим из формулы (7):

$$V = \frac{C \cdot K \cdot S \cdot t \cdot T}{1000} = \frac{340 \cdot 1,08 \cdot 192,36}{30 \cdot 1,15 \cdot 0,9} = 612,6 \text{ м/мин}$$

мин  
 $T \cdot t \cdot S$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 192,36 / (3,14 \cdot 100) = 612,6 \text{ об/мин}$ .

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n = 600$  [1] об/мин.

6. Фактическая скорость резания [2]

:  
 $V = \pi \cdot d \cdot n / 1000 = 3,14 \cdot 100 \cdot 600 / 1000 = 188,4 \text{ м/мин}$ .

7. Находим

главную составляющую силы резания по формуле:

$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t$

x

\* S

y

\* V

n

\* Kp

, (8)

Значения коэффициентов: Cp

= 300; n = - 0,15; x = 1; y = 0,75 - [1]

находим по

таблице 22 [3,Т.2,стр.273].

Глубину резания из формулы: t

1.1

= z

max

= 1,6 мм.

Коэффициент Kp

:

Kp

= KMP

\*K P

\*K P

\* K P

\* Kp P

, (9)

Коэффициенты, входящие в формулу, предусматривают фактические условия резания.

[2]

Отсюда, по таблицам 9 и 23 [3,Т.2,стр.264]:

KMP

= 0,6; K P

= 0,89; K P

= 1; K P

= 1; Kp P

= 0,93

Kp

= KMP

\*K P

\*K P

\* K P

\* Kp P

= 0,6\*0,89\*1\*1\*0,93 = 0,5

Главную составляющую силы резания находим по формуле (8):

P

z

= 10\*Cp

\* t

x

\* S

y

\* V

n

\* Kp

=10\*300 \* 1,6

1

\* 0,9

0,75

\* 188,4

-0,15

\* 0,5 =

= 641,7 Н

8. Мощность резания:

N= P

z

\*V/(1020\*60) = 641,7\*188,4/(1020\*60)= 2 кВт.

9. Мощность привода главного движения:

[1]

ст дв

N N

(10)

 $2 \leq 16,5$ 

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Подрезка левого торца:

1. Глубина резания:  $t$

1.1

=  $z$

1.1

$C$

= 2,8 мм.

2. Подачу находим по таблице 11 [3,Т.2,

стр.266], [2] для данной глубины

резания 0,23 мм/об:

$S$

1.1

= 0,23 мм/об.

3. Скорость резания [1]

находим из формулы:

,

$V$

$u \times m$

$V$

$K$

$S \ t \ T$

$C$

$V$

(7)

Период стойкости инструмента берем равным:  $T=30$  мин.

Значения коэффициентов:  $CV$

= 420;  $m = 0,2$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,2$  - [1] находим по

таблице 17 [3,Т.2, стр.269].

[2] Коэффициент  $KV$

:

$KV$

=  $KMV$

\* $KPV$

\* $KIV$

,

где  $KMV$

- коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$KPV$

- коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$KIV$

- коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

[1]

Отсюда, по таблицам 1, 5, 6 [3,Т.2,

стр.261]:

[2]  $KMV$

= 1,2;  $KPV$

= 0,9;  $KIV$

= 1.

$KV$

=  $KMV$

\* $KPV$

\* $KIV$

=  $1,2 * 0,9 * 1 = 1,08$ .

Скорость резания, [1]

из формулы (7):

0,2 0,15 0,2

420

1,08 264,84 / .

30 2,4 0,23

$V$

$V \ m \ x \ y$

$C$

$VK \ m$

мин

$T \ t \ S$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 264,84 / (3,14 \cdot 105) = 803,27 \text{ об/мин.}$$

5. Принимаем фактическое число оборотов с учетом типа станка:

n

φ

$$= 800 \text{ [1] об/мин.}$$

6. Фактическая скорость резания [2]

:

$$V = \pi \cdot d \cdot n$$

φ

$$/1000 = 3,14 \cdot 105 \cdot 800 / 1000 = 254,7 \text{ м/}$$

мин.

7. Определяем главную составляющую силы резания [2]

из формулы:

P

Z

$$= 10 \cdot C_p$$

\* t

X

\* S

Y

\* V

n

\* K<sub>p</sub>

, (8)

Значения коэффициентов: C<sub>p</sub>

= 300; n = 0,15; x = 1; y = 0,75 – находим по

таблице 22 [3, Т.2, стр.273].

Глубину резания

определяем по формуле: t

1.1

= Z

max

$$= 5,3 \text{ мм.}$$

Коэффициент K<sub>p</sub>

:

K<sub>P</sub>

$$= K_{MP}$$

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>g P</sub>

,

Коэффициенты, входящие в формулу, предусматривают фактические условия резания.

[2]

Отсюда, по таблицам 9 и 23 [3, Т.2, стр.264]:

K<sub>MP</sub>

$$= 0,6; K_P$$

$$= 0,89; K_P$$

$$= 1; K_P$$

$$= 1; K_{g P}$$

$$= 0,93.$$

K<sub>P</sub>

$$= K_{MP}$$

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>g P</sub>

$$= 0,6 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,5.$$

Главную составляющую силы резания определяем по формуле (8):

P

Z

$$= 10 \cdot C_p$$

\* t

X

\* S

Y

\* V

n

$$\begin{aligned}
 & * K_p \\
 & = 10 * 300 * 5,3 \\
 & 1 \\
 & * 0,23 \\
 & 0,75 \\
 & * 263,76 \\
 & -0,15 \\
 & * 0,5 = \\
 & = 1128,105 \text{ Н}
 \end{aligned}$$

8. Мощность резания:

$$N = P$$

z

$$*V / (1000 * 60) = 1128,105 * 263,76 / (1020 * 60) = 4,86 \text{ кВт.}$$

9. Мощность привода главного движения:

[1]

ст дв

N N

$$4,86 \leq 16,5$$

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Растачивание отверстия  $\varnothing 25$

$$+0,021$$

:

1. Глубина резания: t

$$1,5$$

$$= z$$

$$1,5$$

$$= 1,37 \text{ мм.}$$

2. Подачу определяем по таблице 11 [3, Т.2,

стр.266], [2] для данной глубины

резания 0,3 мм/об:

S

$$1,5$$

$$= 0,3 \text{ мм/об.}$$

3. Скорость резания находим по формуле:

,

V

y x m

V

K

S t T

C

V

(7)

Период стойкости инструмента берем равным: T=60 мин.

Значения коэффициентов: CV

$$= 420; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,2 - [1] \text{ определяем}$$

по таблице 17 [3, Т.2, стр.269].

[2] Коэффициент KV

:

KV

$$= KMV$$

\*КПВ

\*КИВ

,

где KMV

- коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого

материала;

КПВ

- коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

КИВ

- коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

[1] Отсюда, по таблицам 1,5,6 [3, Т.2, стр.261]:

KMV

$$= 1,2; КПВ$$

$$= 0,9; КИВ$$

$$= 1.$$

KV

$$= KMV$$

\*КПВ  
 \*КИВ  
 $= 1,2 * 0,9 * 1 = 1,08.$

[2]

Находим скорость резания:

; / 240 08 , 1

3 , 0 37 , 1 60

420

,

2 , 0 15 , 0 2 , 0

мин м К

S t T

C

V

V

у х м

V

При растачивании скорость резания рассчитывается как для наружного точения, так и умножается на поправочный коэффициент 0.9, отсюда следует:

$V = V_{\text{наруж.точ.}}$

$* 0,9 = 240 * 0,9 = 216 \text{ м/мин.}$

4. Расчетное

число оборотов шпинделя:

$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 216 / (3,14 * 23) = 2990 \text{ об/мин.}$

5. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

n

φ

$= 2000$  [1] об/мин.

6. Фактическая скорость резания [2]

:

$V = \pi * d * n$

φ

$/ 1000 = 3,14 * 23 * 2000 / 1000 = 144,44 \text{ м/}$

мин.

7. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

P

Z

$= 10 * C_p$

\* t

x

\* S

у

\* V

n

\* K<sub>p</sub>

, (8)

Значения коэффициентов: C<sub>p</sub>

$= 300; n = - 0,15; x = 1; y = 0,75 -$  [1]

определяем

по таблице 22 [3,Т.2,стр.273].

Глубину резания определяем

формуле: t

1.5

= z

тах

$= 0,85 \text{ мм.}$

Коэффициент K<sub>p</sub>

:

K<sub>P</sub>

= K<sub>M</sub>P

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>P</sub>

\* K<sub>r</sub> P

,

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания.

[2]

Отсюда, по таблицам 9 и 23 [3,Т.2,стр.264]:

K<sub>M</sub>P

$= 0,6; K P$   
 $= 0,89; K P$   
 $= 1; K P$   
 $= 1; K r P$   
 $= 0,93.$   
 $K P$   
 $= K M P$   
 $* K P$   
 $* K P$   
 $* K P$   
 $* K r P$   
 $= 0,6*0,89*1*1*0,93 = 0,5.$

Главную составляющую силы резания находим по формуле (8):

$P$   
 $Z$   
 $= 10 * C p$   
 $* t$   
 $X$   
 $* S$   
 $Y$   
 $* V$   
 $n$   
 $* K p$   
 $= 10 * 300 * 1,37$   
 $1$   
 $* 0,3$   
 $0,75$   
 $* 144,44$   
 $-0,15$   
 $* 0,5 =$   
 $= 389,87 \text{ Н}$

8. Мощность резания:

$N = P$   
 $Z$   
 $* V / (1020 * 60) = 389,87 * 144,44 / (1020 * 60) = 0,92 \text{ кВт.}$

9. Мощность привода главного движения:

[\[1\]](#)

$ст \ дв$   
 $N N$   
 $0,92 \leq 16,5$   
 Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Нарезание резьбы М24-6Н:

1. Подача  $S = P = 1 \text{ мм/об}$
2. Скорость резания при нарезании резьбы метчиком находится из формулы:

$,$   
 $q$   
 $V$   
 $V \text{ тy}$   
 $CD$   
 $VK$   
 $TS$   
 (7)

Период стойкости инструмента определяем по таблице 49 [3,Т.2,стр.296]  $T=90$  мин.

Значения коэффициентов:  $CV$   
 $= 64,8; m = 0,9; q = 1,2; y = 0,5$  – определяем по таблице 49 [3,Т.2,

стр.296].

[\[2\]](#) Коэффициент  $KV$

$:$   
 $KV$   
 $= K M V$   
 $* K I V$   
 $* K T V$   
 $,$   
 где  $K M V$   
 – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

[\[1\]](#)

$K T V$

- коэффициент, отражающий класс точности резьбы;  
 КИВ  
 - коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.  
 Отсюда, по таблице 50 [3,Т.2,стр.298]:

КМВ  
 = 0,9; КТV  
 = 1; КИВ  
 = 1.  
 КV  
 = КМВ  
 \*КТV  
 \*КИВ  
 = 0,9\*1\*1 = 0,9.

Находим скорость резания по формуле:

1,2  
 0,9 0,5  
 64, 8 24  
 0,9 46 / .  
 90 1  
 q  
 V  
 V тy  
 CD  
 VK м мин  
 TS  
 3. Расчетное

число оборотов шпинделя:

$$n = 1000 * V / (\pi * d) = 1000 * 46 / (3,14 * 24) = 610 \text{ об/мин.}$$

4. Определяем фактическое число оборотов с учетом типа станка:

n  
 ф  
 = 600 [1] об/мин.

5. Фактическая скорость резания [2]

:  
 $V = \pi * d * n$

ф  
 $/1000 = 3,14 * 24 * 600 / 1000 = 45,22 \text{ м/мин.}$

6. Находим крутящий момент при нарезании резьбы из формулы:

Мкр  
 = 10 \* CM  
 \* D  
 q  
 \* p  
 y

\* Кр  
 , (8)  
 $P = 1$  (шаг резьбы).

Значения коэффициентов: CM

= 0,0270; q = 1,4; y = 1,5 - определяем по таблице  
 51 [3,Т.2,стр.298].

Коэффициент Кр  
 = КМР

= 1, найден по таблице 50 [3,Т.2,стр.298].

Крутящий момент определяем из формулы (8):

Мкр  
 = 10 \* CM  
 \* D  
 q  
 \* p  
 y  
 \* Кр  
 = 10 \* 0,0270 \* 24  
 1,4  
 \* 1  
 1,5  
 \* 1 = 23,1 Н м.

7. Мощность при нарезании резьбы метчиком:

N = Мкр  
 $* n / 9750 = 23,1 * 600 / 9750 = 1,42 \text{ кВт.}$

8. Мощность привода главного движения:

ст дв  
 N N  
 $1,42 \leq 16,5$

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что удовлетворяет требованиям.

Фрезерная с ЧПУ

Фрезерование шпоночных пазов:

1. Глубина фрезерования  $t=16$  мм (Фрезерование за 2 рабочих хода)

2. Ширина фрезерования  $B=11,7$ мм

3. Подача  $s$

$z$

$=0.06-0.05$  мм. Принимаем по табл.35 [3, том 2, стр 284].

Принимаем  $S_z = 0.06$  мм.

4. Стойкость  $T=80$  мин, по таблице 40 [3, том 2, стр 290].

5. Скорость резания рассчитывается по формуле

$q$

$CD$

$v_f$

$V_K$

$v_{уртхи}$

$TtSVZ$

$zср$

$Dф = 16$  мм,  $Z = 4$ .

Из таблиц 39 и 40 [3. том 2, стр 286]

$C_v$

$=46,7q=0.45x=0.5y=0.5и=0,1м=0.33р=0,1$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания:

$Иv пv mv v$

$К К К К$

Коэффициенты определены выше

$[2]_{KMV}$

$= 1,2$ ;  $КПV$

$= 0,9$ ;  $КИV$

$= 1$ .

$KV$

$= KMV$

$*КПV$

$*КИV$

$= 1,2*0,9*1 = 1,08$ .

$0.45$

$0.33 0.5 0.5 0.1 0.1$

$46, 7 16$

$1.08 27, 2 /$

$80 16 0.06 11.7 4$

$V$  м мин

6. Расчетное число оборотов шпинделя:

$n$

$ф$

$= 1000*v/( * [1]$

$Dф$

$) = 1000*27,2/(3,14*16) = 541,4$

об/мин.

7. Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n = 500$  об/мин

8. Фактическая скорость резания:

$V = * [2]$

$Dф$

$* n$

$ф$

$/1000 = 3,14*16*500/1000 = 25,12$  м/мин.

9. Минутная подача станка:

$0.06 4 500 120$

мм

$S S Z n$

мин м  $zср$  ст

мсм

$S \approx S$

$M$

$= 120$  мм/мин

$120$

$0, 06$

$4 500$

$S$

мст мм

$S$

зуб  $zф$

Zn

ст

10. Находим окружную силу:

мр

K

w

ст

n

q

ф

D

Z

и

B

y

zф

S

x

t Cp

z

P

10

Коэффициенты находим из таблицы 41 [3.том 2, стр. 291]

Cp

=68,2 x=0.86, y=0.72, и=1, q=0,86, w=0 .

11. Крутящий момент на шпинделе:

0.86 0.72 1

0,86 0

10 68, 2 16 0.06 11, 7 4

0, 78 3236

16 500

Z

PH

3236 16

258, 88

2 100 2 100

Z

кр

PD

MH M

12. Мощность резания (эффективная):

3236 25,12

1, 33

1020 60 1020 60

Z ф

E

PV

N кВт

13. Мощность привода главного движения:

ст дв

N N

1,33 ≤ 12,75

Данное значение мощности меньше мощности привода станка, что

удовлетворяет требованиям.

Режимы резания остальных переходов рассчитаны и сведены в таблицу 7:

Таблица 7. Режимы резания

Токарная операция:

Переход Глубина,

мм

Подача

S,

мм/об

Частота

вращения

шпинделя

n, об/мин

[\[2\]](#)

Скорост

ь

резания

V, м/мин

Сила

резания

Pz

, Н

Мощность  
резания  
N,  
кВт  
Черновое  
обтачивание  
поверхности  
Ø 78  
-0,12  
2,6 ( 5  
проходов)  
0,23 500 263,76 581 2,5  
Чистовое  
обтачивание  
поверхности  
Ø 78  
-0,12  
0,28 0,23 1900 367,92 83,54 0,5  
Черновое  
обтачивание  
поверхности  
Ø 39,6  
-0,47  
-0,31  
4,8 ( 6  
проходов)  
0,7 500 164,85 2883,85 7,77  
Чистовое  
обтачивание  
поверхности  
Ø 39,6  
-0,47  
-0,31  
0,26 0,23 2000 249,44 84,68 0,35  
Черновое  
обтачивание  
поверхности  
Ø 69,85\*  
-0,03  
4,8 (3  
прохода)  
0,7 450 148,36 3000 7,27  
Переход Глубина t,  
мм

Подача  
S,  
мм/об  
Частота  
вращения  
шпинделя  
n, об/мин  
[\[2\]](#)

Скорость  
резания  
V, м/мин  
Сила  
резания  
Pz  
, Н  
Мощность  
резания  
N,  
кВт  
Чистовое  
обтачивание  
поверхности  
Ø 69,85\*  
-0,03  
0,28 0,23 1500 335,35 146,12 0,8  
Подрезание левого  
торца  
2,8 0,23 800 263,76 1128,105 4,86  
Подрезание  
правого торца

1,7 0,23 900 296,73 415,05 2,02

Подрезание левого

торца фланца

0,86 0,23 1000 308,73 276,69 1,4

Подрезание

правого торца

фланца

0,11 0,23 1000 352,75 184,5 0,9

Сверление:

Переход

Глубинат,

мм

Подача

S,

мм/об

Частота

вращения

шпинделя

n, об/мин

[2]

Скорост

ь

резания

V, м/мин

Крутящий

момент

Мкр

,

Н м

Мощност

ь резания

N,

кВт

Сверление

отверстий Ø 4,2 мм

под резьбу M5

5 0,05 3100 40,9 0,43 0,14

Резьбонарезание:

Переход

Подача

S,

мм/об

Частота

вращения

шпинделя

n, об/мин

[2]

Скорост

ь

резания

V,

м/мин

Крутящий

момент

Мкр

,

Н м

Мощност

ь резания

N,

кВт

Нарезание резьбы

M5-7H

0,8 500 7,85 1,85 0,095

Фрезерная операция:

Переход

Глубина

фрезерованият,

мм

Ширинафрез

ерования

Подача на

зуб

Sz,  
 мм  
 Минутная  
 подача  
 Sm  
 ,  
 мм/мин  
 Частота  
 вращенияшпи  
 н-деля  
 n,  
 об/мин  
 Скоро  
 -сть  
 резан  
 ия V,  
 м/мин  
 Сила  
 резания  
 Pz  
 , Н  
 Мощно  
 -сть  
 резани  
 я N,  
 кВт  
 Фрезерование  
 стружечных  
 канавок  
 12 15 0,064 400 3150 118,69 1221,6 2,37  
 Фрезерование гнезд  
 под  
 торцевые и  
 периферийные СМП  
 6 7 0,054 400 1850 34,85 2037,2 1,16  
 Фрезерование уступов  
 в гнездах  
 под СМП  
 4 2 0,055 730 3350 42,07 414,89 0,28  
 Переход  
 Глубина  
 фрезерования,  
 мм  
 Ширинафрез  
 ерования  
 Подача на  
 зуб  
 Sz,  
 мм  
 Минутная  
 подача  
 Sm  
 ,  
 мм/мин  
 Частота  
 вращенияшпи  
 н-деля  
 n,  
 об/мин  
 Скоро  
 -сть  
 резан  
 ия V,  
 м/мин  
 Сила  
 резания  
 Pz  
 , Н  
 Мощ  
 -ность  
 реза  
 ния  
 N,  
 кВт  
 Фрезерованиевыкруже  
 к под  
 сверление

отверстий  
4 5 0,054 620 2850 35,79 1935,89 1,13  
1.9. Выбор оборудования  
Токарный станок с ЧПУ  
Модель 1П756Ф3  
Основные данные:  
Талица 5

Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм 320

Наибольшая глубина растачивания, мм 120

Наибольший диаметр заготовки, мм:

- устанавливаемой над станиной

- обрабатываемой в патроне

630

500

[20]

Наибольший шаг нарезаемой резьбы, мм 39,999

Пределы частот вращения шпинделя, об/мин 8-1600,10-2000

Пределы продольных и поперечных рабочих подач

суппорта, мм/мин

1-4000

Ускоренные продольные и поперечные подачи суппорта,

мм/мин

8000

Дискретность отсчета по осям координат, мм 0,001

Количество позиций инструмента на верхней

револьверной головке

8

Количество позиций на нижней револьверной головке 4

Конец шпинделя по ГОСТ 12523-67 11М

Количество револьверных головок на станке 2

Мощность главного привода, кВт 22

Габаритные размеры, мм:

- длина

- ширина

- высота

4600

2400

2600

Масса, кг 8600

Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм 320

[20]

Обрабатывающий центр MC – 032

Основные данные:

Талица 6

Размеры рабочей поверхности стола (диаметр), мм 320

Технологические возможности:

Фрезерование чугуна HB 180-200 не более, м3/мин 200 x 10 -6

Сверление отверстий в стали (диаметр) не более, мм 32

Растачивание отверстий (диаметр) не более, мм 120

Нарезание резьбы метчиком, не более M24

Рабочие хода, мм:

По оси «X» 550

По оси «Y» 500

По оси «Z» 500

Поворот, град.

По оси «A» 220

По оси «C» 360

Рабочая подача

по осям «X»; «Y»; «Z», мм/мин 1 – 4000

по осям «A»; «C», град/ мин 1 – 360

Быстрый ход по осям

«X»; «Y»; «Z», м/мин 10

по осям «A»; «C», об / мин

ось «A» 5

ось «C» 10

Количество гнезд в инструментальном магазине, шт 32

Частота оборотов шпинделя, об/мин 12 – 4800

Дискретность задания координат:

по осям «X»; «Y»; «Z», мм 0,001

по осям «A»; «C», град. 0,001

Точность позиционирования:

по осям «X»; «Y»; «Z», мм 0,03

по осям «A»; «C»угл. Сек. 30

Мощность главного двигателя, кВт 15

Вес станка, кг 7500

Выбранный режущий, вспомогательный, измерительный инструмент, приспособления для установки и закрепления заготовки на станке, а также приспособления для установки и закрепления инструмента представлены в листах графической части.

1.10. Расчет норм времени операций техпроцесса.

Технической нормой времени называется время, необходимое для выполнения технологической операции в конкретных производственных условиях.

Расчет основного времени обработки

Основное время находим по формуле:

$t_0$

$t_0$

$= L \cdot i / (n \cdot S)$ , мин; (11)

где  $L$  – расчетная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Расчетная длина обработки:

$L = l + l_1$

$V$

$+ l_1$

[1] СХ

$+ l_1$

ПД

, (12)

где  $l$  – размер детали на данном переходе, мм;

$l_1$

$V$

– величина врезания инструмента, мм;

$l_1$

[2]

СХ

– величина схода инструмента, мм;

$l_1$

ПД

– величина подвода инструмента, мм.

Принимаем:  $l_1$

СХ

$= l_1$

ПД

$= 1$  мм.

Величина врезания инструмента принимается из нормативов справочника

Панова «

Обработка металлов резанием» либо определяется по формуле:

$l$

$V$

$= t / [2]$

$tg \alpha$ , (13)

где  $t$  – глубина резания, мм;

$\alpha$  – угол в плане.

В итоге, окончательная формула для определения основного времени:

$t_0$

$t_0$

$= (l + t / tg \alpha + l_1$

СХ

$+ l_1$

ПД

$) \cdot i / (n \cdot S)$ , (14)

Основное время для токарной операции:

Токарная с ЧПУ:

Для  $\varnothing 97,5$ :

(для  $\varphi = 90^\circ$   $l_1$

$V$

$= 3$  мм)

$t$

$t_0$

$= (l + l_1$

$V$

+ I  
 СХ  
 + I  
 ПД  

$$) * i / (n * S) = (130 + 3 + 2) * 1 / (600 * 0,9) = 0,3 \text{ мин.}$$

Для  $\varnothing 78$  черновая:

t  
 0  
 = (I + I

в

+ I

СХ

+ I

ПД

$$) * i / (n * S) = (127,2 + 3 + 2) * 5 / (500 * 0,23) = 5,7 \text{ мин.}$$

Для  $\varnothing 78$  чистовая:

t  
 0  
 = (I + I

в

+ I

СХ

+ I

ПД

$$) * i / (n * S) = (127,2 + 3 + 2) * 1 / (1900 * 0,23) = 0,3 \text{ мин.}$$

Для  $\varnothing 39,6$  черновая:

t  
 0  
 = (I + I

в

+ I

СХ

+ I

ПД

$$) * i / (n * S) = (25 + 3 + 2) * 6 / (500 * 0,7) = 0,52 \text{ мин.}$$

Для  $\varnothing 39,6$  чистовая:

t  
 0  
 = (I + I

в

+ I

СХ

+ I

ПД

$$) * i / (n * S) = (25 + 3 + 2) * 1 / (2000 * 0,23) = 0,07 \text{ мин.}$$

Для  $\varnothing 69,85$  черновая:

t  
 0  
 = (I + I

в

+ I

СХ

+ I

ПД

$$) * i / (n * S) = (102 + 3 + 2) * 7 / (450 * 0,7) = 2,4 \text{ мин.}$$

Для  $\varnothing 69,85$  чистовая:

t  
 0  
 = (I + I

в

+ I

СХ

+ I

ПД

$$) * i / (n * S) = (106 + 3 + 2) * 1 / (1500 * 0,23) = 0,32 \text{ мин.}$$

Подрезка левого торца:

t  
 0  
 = (I + I

в

+ I

СХ

+ I

ПД

$$) * i / (n * S) = (50 + 3 + 2) * 1 / (800 * 0,23) = 0,32 \text{ мин.}$$

Подрезка правого торца:

t

0  
 = (l + l  
 в  
 + l  
 СХ  
 + l  
 ПД  
 ) \* i / (n \* S) = (50 + 3 + 2) \* 1 / (900 \* 0,23) = 0,28 мин.

Подрезка левого торца фланца:

t  
 0  
 = (l + l  
 в  
 + l  
 СХ  
 + l  
 ПД  
 ) \* i / (n \* S) = (8 + 3 + 2) \* 1 / (1000 \* 0,23) = 0,06 мин.

Подрезка правого торца фланца:

t  
 0  
 = (l + l  
 в  
 + l  
 СХ  
 + l  
 ПД  
 ) \* i / (n \* S) = (12 + 3 + 2) \* 1 / (1000 \* 0,23) = 0,07 мин.

Сверление отверстия Ø 23

+ 0,52  
 :  
 t  
 0  
 = (l + l  
 пд  
 + l  
 в  
 ) \* i / (n \* S  
 о  
 ) = (62 + 1 + 6,64) / (300 \* 0,54) = 0,43 мин.

Растачивание отверстия Ø 25:

t  
 0  
 = (l + t / tg + l  
 СХ  
 + l  
 ПД  
 ) \* i / (n \* S) = (11,5 + 1,37 / tg45  
 0  
 + 2) \* 1 / (2000 \* 0,3) = 0,03 мин.

Нарезание резьбы М24-6Н: L<sub>вр</sub> + L<sub>пер</sub> = 3 мм, P = 1 мм.

t  
 0  
 =  
 l + l<sub>всп</sub>  
 n \* P  
 = (47 + 3) / 600 = 0,09 мин.

Фрезерная с ЧПУ

Фрезерование шпоночных пазов:

мст  
 S  
 L  
 t  
 0  
 , где  
 пер  
 l  
 в<sub>р</sub>  
 l | l  
 мст  
 S  
 L  
 t  
 0  
 = 2(24 + 32) / 120 = 0,94 мин.

Фрезерование стружечных канавок:

мст

S  
L  
t  
0

$$= 6(126+6)*3/400 = 5,94 \text{ мин.}$$

Фрезерование гнезд под торцовые и периферийные СМП:

Для торцевых СМП:

мст  
S  
L  
t  
0

$$= 2(12+6)/400 = 0,1 \text{ мин.}$$

Для периферийных СМП:

мст  
S  
L  
t  
0

$$= 46(10+6)/400 = 1,84 \text{ мин.}$$

Фрезерование уступов в гнездах:

Для торцевых СМП:

мст  
S  
L  
t  
0

$$= 2(14+6)/730 = 0,05 \text{ мин.}$$

Для периферийных СМП:

мст  
S  
L  
t  
0

$$= 46(11+6)/730 = 1,07 \text{ мин.}$$

Фрезерование выкружек под сверление отверстий:

мст  
S  
L  
t  
0

$$= 48*(6/620) = 0,46 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия  $\varnothing 4,2$ :

t  
0  
= (l + l  
пд  
+l  
вр  
)\*/(n\*S  
o

$$) = 48(4+1+0,76)/(3100*0,05) = 1,92 \text{ мин.}$$

Нарезание резьбы М5-7Н: Lвр + Lпер = 2мм, P = 0,8 мм.

t  
o  
=

l+lвсп

n×P

$$= 48(4+2)/(500*0,5) = 1,2 \text{ мин.}$$

Нарезание резьбы М24-6Н: Lвр + Lпер = 3мм, P = 0,5 мм.

t  
o  
=

l+lвсп

n×P

$$= (10+3)/(450*0,5) = 0,05 \text{ мин.}$$

Определяем нормы штучного и штучно-калькуляционного времени по формуле

[15, стр.24]:

Штучное время:

T  
шт

$$= t_0 + t_{всп} +$$

$\alpha + \beta + \gamma$

100

; (15)

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + T_{п.з.}/n; (16)$$

В формулах:

Тшт – штучное время, мин.

$t_o$  – основное время обработки, мин.

$t_{всп}$  – вспомогательное время, мин.

$\alpha, \beta, \gamma$ , - время технического обслуживания, перерывов и организационного обслуживания. Берется в процентах от оперативного времени.

Тшт.к – штучно-калькуляционное время, мин.

Тп.з - подготовительно-заключительное время, мин.

[22] Вспомогательное и подготовительно-заключительное время [36]

для всех

операций определяем по общемашиностроительным нормативам для мелкосерийного производства [15,21].

Сумма времени технического обслуживания, перерывов и организационного обслуживания ( $\alpha, \beta, \gamma$ ) в процентах от оперативного[15]: 8%.

Определенное по нормативам вспомогательное, подготовительно-заключительное время, а также рассчитанное штучное и штучнокалькуляционное время сведены в таблицу 7.

Вспомогательное и основное время в таблице просуммировано для всех переходов каждой операции. На каждый переход вспомогательное и основное время приведено в листах №3, №4 и №5 графической части.

Таблица 7. Нормы времени

Операция

Нормы времени, мин

$\Sigma t_o \Sigma t_{всп}$  Тп.з, Тшт Тшт.к

Отрезная 2,3 0,9 6 3,5 3,9

Черновая токарная с

ЧПУ

10,08 6,17 8 17,6 18,3

Чистовая токарная с

ЧПУ

0,87 1,58 8 2,65 2,9

Фрезерная с ЧПУ 11,2 25,26 13 39,4 42,5

2. Конструкторская часть

2.1. Проектирование специального станочного приспособления

Проектирование приспособления для нарезания резьбы метчиком.

Приспособление представлено на рисунке 11.

Рис.10. Патрон-метчикодержатель

Для нарезания резьбы преимущественно в глухих отверстиях на токарных многшпиндельных автоматах могут применяться патроны. Крепление метчиков диаметром до 10—12 мм осуществляется в патроне, а. оправка 1 с закрепленным в ней метчиком устанавливается в стакан 2.

Зазор между оправкой и стаканом сохраняется концентричными подпружиненными шариками 3. Зазор компенсирует допусимую несоосность инструмента и отверстия в изделии. На сферическом конце оправки запрессована ось 4, на которую насажены шарикоподшипники 5. Наружные кольца шарикоподшипников находятся в пазах стакана 2. Они воспринимают крутящий момент и позволяют оправке перемещаться в осевом направлении под действием незначительного усилия. Если в начале цикла нарезания оправка занимает среднее или крайнее левое положение, то при встрече метчика с изделием оправка останавливается. Процесс нарезания начинается, как только упор 6 прекратит относительное осевое смещение оправки, вследствие чего заборный конус метчика станет врезаться.

При нарезании резьб с диаметром более 12 мм применяется патрон.

Оправка 1 и стакан 2 имеют сопрягаемые конусные участки, они хорошо направляют метчик в процессе его врезания. Предварительно сжатая пружина 3 обеспечивает прилегание конусов и необходимое осевое перемещение оправки 1.

Патрон предназначен для нарезания длинных резьб, в 2—3 раза превышающих диаметр.

Заключение

В данной работе спроектирована конструкция и технология изготовления сборной концевой фрезы с винтовым расположением СМП. В ходе проектирования были решены следующие задачи:

На основе анализа конструкций существующих фрез разработана конструкция сборной концевой фрезы с винтовым расположением СМП. Фреза оснащена СМП из твердого сплава с современным покрытием, что позволяет повысить режимы резания и сократить основное время обработки.

В технологической части разработан технологический процесс изготовления корпуса фрезы предложенной конструкции. Произведены расчеты припусков на обработку. Выполнен размерный анализ технологического процесса. Выбраны: соответствующее оборудование, приспособления, режущий и мерительный инструмент. Рассчитаны режимы резания. Выполнено нормирование разработанного технологического процесса.

Кроме того, в конструкторской части разработано специальное приспособление для нарезания резьбы метчиком на токарном станке с ЧПУ.

В экономической части разработаны вопросы финансового менеджмента,

ресурсоэффективности и ресурсосбережения. В ходе решения вышеуказанных вопросов произведен расчет технологической себестоимости, который показывает что затраты на спроектированную фрезу меньше существующих аналогов.

Помимо этого, в ВКР рассмотрены и решены вопросы, социальной ответственности, производственной и экологической безопасности. В результате проделанной работы появляется возможность значительно повысить эффективность обработки деталей с применением фрезы предлагаемой конструкции. С учетом потребности современного производства, данная фреза является конкурентоспособным инструментом, не уступающим по качеству своим аналогам при меньших затратах на ее изготовление.

Список литературы

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. <sup>[1]</sup>Учеб. пособие для машиностроительных специальностей вузов.-<sup>[2]</sup> Минск: Высшая школа, 1983. -256 с.
2. Обработка металлов резанием. Справочник технолога А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойн и др. Под общ. Редакцией А.А.Панова. 2-е издание, перераб. И доп.-М.: <sup>[2]</sup>Машиностроение, 2004.- 784 с.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х <sup>[1]</sup>томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, <sup>[2]</sup> переработанное и доп. – М.: машиностроение, 1985, 496 с.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие.- Томск: изд. ТПУ 2006,100с.
5. Справочник инструментальщика /И.А. Ординарцев, Г.В. Филлипов, А.Н. Шевченко и др., Под общей редакцией И.А. Ординарцева.-Л.: Машиностроение, 1987.-846 с.
6. <sup>[1]</sup> Петрушин С.И., Баканов А.А., Махов А.В. Геометрический анализ конструкций сборных режущих инструментов со сменными многогранными пластинами. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 101 с.
7. Григорьев С.М., Кохомский Н.В., Маслов А.Р. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ: Справочник под общ. ред. А.Р. Маслова. - М.: Машиностроение, 2006. 544 с.
8. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Кокарев В.И., <sup>[34]</sup>Схиртладзе А.Г. <sup>[42]</sup>Режущий инструмент: Учебник для вузов под редакцией С.В. Кирсанова. - М.: <sup>[34]</sup>Машиностроение, 2004. 512 с.
9. <sup>[23]</sup>Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник / Я.Л. Гуревич, М.В. Горохов, В.И. Захаров и др. 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1986, 240 с.
10. <sup>[19]</sup> Резников Н.И., Бурмистров Е.В., Жарков И.Г. Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов. – М.: Машиностроение, 1972, 200 стр.
11. Артамонов Е.В., Помигалова Т.Е., Утешев М.Х. Расчет, проектирование и эксплуатация режущих сменных твердосплавных пластин сборных инструментов: Учебное пособие / Под общ. Ред. М.Х. Утешева. – Тюмень: <sup>[43]</sup> Изд-во ТюмГНГУ 2004. – 88 с.
12. Контрольно-измерительные приборы и инструменты: Учебник для нач. проф. образования / С.А. Зайцев, Д.Д. Грибанов, А.Н. Толстов, Р.В. Меркулов. – М.: Издательский центр «Академия»; ПрофОбрИздат, 2002. – 464 стр.
13. Ануриев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х томах/ В. И. Ануриев ; Под ред. И. Н. Жестковой. — 8-е <sup>[46]</sup>изд., перераб. и доп. — М. : <sup>[23]</sup>Машиностроение, 1999.— 912 с.
14. Общемашинностроительные нормативы времени режимов резания для <sup>[19]</sup>нормирования работ, выполняемых <sup>[23]</sup>на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением.– М.: <sup>[22]</sup> Машиностроение, 1990. – 465с.
15. ГОСТ 23248 – 78. Фрезы концевые для обработки деталей из

высокопрочных сталей и титановых сплавов на станках с программным управлением. [29]Конструкция и [31]размеры. – М.: 1980. – 44 с.

16. ГОСТ 24637-81. Фрезы концевые, [29]оснащенные винтовыми твердосплавными пластинами, [31]для обработки деталей из высокопрочных сталей и титановых сплавов на станках с программным управлением.

Технические условия [29]

. – М.: 1984. – 14 с.

17. Каталоги фирмы SandvicCoromant. 2007-2011.

18. Хвостовики по DIN 2080. Основные размеры [ Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.vtool.ru/din2080.htm> - Загл. с экрана.

19.

Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного [18]при работе [22]на металлорежущих станках. [18]Мелкосерийное и единичное производство. [22]

Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.bestpravo.ru/federalnoje/bzinstrukcii/a9r/page-15.htm>

20.

Безопасность жизнедеятельности. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 2002. – 357с.

21. [9]

Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М.: Высшая школа, 1991.

22. Гигиенические требования к ВДТ, ПЭВМ и организации работы.

Санитарные правила и нормы 2.2.2.542 – 96. – М., 1996

23. Охрана окружающей среды. Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991.

24. Основы противопожарной защиты предприятий ГОСТ 12.1.004 и ГОСТ 12.1.010 – 76.

25. Ревкин А.И. Инженерные вопросы радиогигиены при проектировании и эксплуатации источников излучения. – М.: МЭИ, 1987. – 58с.

26. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР, 6-е издание – Энергоатомиздат, 1996. – 640с.

27. Федосова В.Д. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных задач по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для студентов всех специальностей. – Томск, ТПУ, 1991. – 25с.