



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ***

Направление подготовки (специальность)  
15.03.05 КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ  
Направленность (профиль/специализация) программы  
Технология машиностроения

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2019 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1000)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения

18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

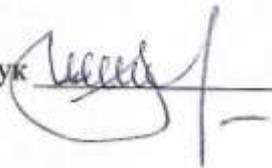
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  Е.Ю. Звягина

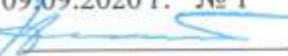
Рецензент:

доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  И.В. Макарова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и машиностроения

Протокол от 09.09.2020 г. № 1  
Зав. кафедрой  С.И. Платов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и машиностроения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и машиностроения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и машиностроения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Машин и технологии обработки давлением и машиностроения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Режущий инструмент» является приобретение навыков расчета и проектирования режущего инструмента, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Режущий инструмент входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Теория обработки металлов давлением

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы обработки деталей методами поверхностно-пластического деформирования

Метрология, стандартизация и сертификация

Процессы и операции формообразования

Теория резания материалов

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Режущий инструмент» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ПК-4 способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа
Знать	стандартный и специализированный режущий инструмент и средства технологического контроля
Уметь	рассчитывать параметры резцов, осевого инструмента, фрез
Владеть	навыками разработки и проектирования резцов, осевого инструмента, фрез
	ПК-16 способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации
Знать	технологии изготовления резцов, осевого инструмента, фрез

Уметь	осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств; разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию режущего инструмента
Владеть	навыками совершенствования параметров режущего инструмента, системы и средства машиностроительных производств; навыками выполнения мероприятий по выбору и эффективному использованию инструментов

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 52,1 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основные сведения о режущем инструменте.								
1.1 Режущий инструмент как основное звено в процессах формообразования деталей резанием. Типы режущих инструментов и их выбор в зависимости от параметров технологического процесса. Принципы формирования баз данных на режущие инструменты.	5	6	4/2И		8	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию	Устный опрос	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу		6	4/2И		8			
2. Материалы, применяемые для изготовления режущих инструментов.								
2.1 Заточка резца. Инструментальные материалы, их физико-механические свойства и выбор в зависимости от вида инструмента и заданного технологического процесса.	5	6	4/2И		10	Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию	Лабораторная работа	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу		6	4/2И		10			
3. Конструктивные элементы резцов.								

3.1 Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах следующих видов режущих инструментов: резцы токарные цельные, составные и сборные; резцы фасонные и методы их профилирования; резцы строгальные	5	4	4/2И		10	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию	Устный опрос	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу		4	4/2И		10			
4. Конструктивные элементы сверл.								
4.1 Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах следующих видов режущих инструментов для обработки отверстий - сверла, зенкеры, развертки, комбинированные инструменты, инструменты для расточки отверстий.	5	6	2/4И		5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию	Устный опрос	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу		6	2/4И		5			
5. Конструктивные элементы фрез.								
5.1 5.Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах следующих видов режущих инструментов: фрезы общего и специального назначения, понятие о неравномерности фрезерования; фрезы затылованные; фрезы остроконечные - цилиндрические, торцевые, концевые, дисковые; фрезы сборной конструкции.	5	4	2/2И		5	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Подготовка к семинарскому, лабораторному занятию	Устный опрос	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу		4	2/2И		5			
6. Резьбонарезной инструмент.								
6.1 6.Настройка на размер резца вне станка. Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах следующих видов режущих инструментов: резьбообразующий инструмент - резцы,	5	6	2/2И		4,1	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Лабораторная работа	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу		6	2/2И		4,1			
7. Инструмент в автоматизированном производстве.								

7.1 Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах следующих видов режущих инструментов для автоматизированного производства. Значение режущего инструмента в автоматизированном производстве. Размерная стойкость и пути ее повышения. Размерный износ инструмента. Резец-настраиваемый на размер инструмента. Настройка инструмента на размер. Методы смены инструмента. Обеспечение отвода стружки. Получение информации о рабочем состоянии инструмента.	5	4				Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию	Контрольная работа	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу		4						
8. Контроль.								
8.1 итоговый контроль	5					подготовка к аттестации	перечень вопросов	ПК-4, ПК-16
Итого по разделу				10				
<b>Итого за семестр</b>		<b>36</b>	<b>18/14И</b>		<b>42,1</b>		<b>зачёт</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>36</b>	<b>18/14И</b>		<b>52,1</b>		<b>зачет</b>	<b>ПК-4,ПК-16</b>

## 5 Образовательные технологии

Рассмотрение и анализ конкретных инструментов. Расчет различных инструментов. Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Для формирования представлений о конструкциях инструментов:

- обзорные лекции - для систематизации и закрепления знаний по дисциплине;
- информационные - для ознакомления с расчетами;
- проблемная - для развития технических навыков и изучения способов решения за-дач.

Учебным планом для освоения дисциплины предусмотрены интерактивные занятия. В рамках интерактивного обучения применяются ИТ-методы (использование сетевых мультимедийных учебников разработчиков программного обеспечения, электронных образовательных ресурсов по данной дисциплине, в том числе и ЭОР кафедры); совместная работа в малых группах (2-3 студента) - прохождение всех этапов и методов получения изображения; индивидуальное обучение.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Зубарев, Ю.М. Основы резания материалов и режущий инструмент : учебник / Ю.М. Зубарев, Р.Н. Битюков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-4012-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126717>

2. Звонцов, И.Ф. Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 696 с. — ISBN 978-5-8114-4520-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121985>

### б) Дополнительная литература:

1. Гречишников, В.А. Комплексное проектирование режущего инструмента/ В.А. Гречишников, А.В. Тарасов, О.Г. Живодров // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2013. — № 8. — С. 164-168. — ISSN 2071-6168. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/294888>

2. Панкратов, Ю. М. САПР режущих инструментов : учебное пособие / Ю. М. Панкратов. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1365-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5249> (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### в) Методические указания:

1. Кургузов С.А. Режущие инструменты единичного производства: учеб. пособие. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 75 с.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам. Лабораторное оборудование.

Учебная аудитория для проведения механических испытаний 1. Машины универсальные испытательные на растяжение.

2. Мерительный инструмент.

3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4. Микротвердомер.

5. Печи термические.

Учебная аудитория для проведения металлографических исследований Микроскопы МИМ-6, МИМ-7

Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

***Перечень теоретических вопросов:***

1. Значение режущего инструмента в процессе обработки деталей и его влияние на методы обработки и конструкцию станков.
2. Типы режущих инструментов и их выбор в зависимости от параметров технологического процесса.
3. Быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы, алмазы.
4. Основные характеристики инструментальных материалов.
5. Материалы для изготовления корпусов и вспомогательных частей режущих инструментов
6. Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах резцов. Типы резцов и их назначение.
7. Твердосплавные резцы с механическим креплением пластинки.
8. Резцы с напаянными пластинами.
9. Резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинками.
10. Типы сверл и их назначение.
11. Сверла для глубоких отверстий.
12. Головки для кольцевого сверления.
13. Способы подвода охлаждающей жидкости.
14. Твердосплавные сверла.
15. Центровочные сверла.
16. Перовые сверла.
17. Типы зенкеров и их назначение.
18. Типовые конструкции цельных, хвостовых и насадных зенкеров и их геометрические параметры. Конструкции сборных зенкеров.
19. Типы разверток и их назначение.
20. Конструкции разверток и их геометрические параметры.
21. Требования к разверткам.
22. Типы расточных инструментов и их назначение.
23. Виды протяжек.
24. Схемы протягивания.
25. Области применения протяжек.
26. Типы фрез.
27. Принцип работы различных типов фрез.
28. Конструктивные особенности дисковых и пальцевых фрез.
29. Конструктивные особенности торцовых фрез.
30. Методы нарезания зубчатых колес.
31. Инструменты, работающие методом копирования: дисковые и пальцевые зуборезные фрезы, протяжки; их область применения.
32. Конструктивные особенности дисковых и пальцевых фрез.
33. Инструменты, работающие методом огибания: червячные фрезы, долбяки,
34. Конструктивные и геометрические параметры червячных фрез.
35. Типы зуборезных долбяков и их назначение.
36. Геометрические параметры долбяка.
37. Методы нарезания конических колес.
38. Зубострогальные резцы, их назначение и методы работы.
39. Виды обкаточных инструментов: червячные фрезы, долбяки, обкаточные резцы.
40. Конструктивные и геометрические параметры червячной шлицевой фрезы.
41. Типы резьбонарезных инструментов и их назначение.
42. Резьбовые резцы и гребенки, их назначение.
43. Резцы для остроугольной резьбы, их геометрия и установка на станке.
44. Метчики, типы и назначение.

45. Конструктивные элементы метчиков, их геометрические параметры.  
 46. Плашки, их конструктивные элементы.  
 47. Шлифовальные круги: конструкция, способы крепления; правка кругов; балансировка.  
 48. Обозначение шлифовальных кругов.

### Задание №1.

Выбрать конструкцию фрезы по ГОСТ (ТУ); инструментальный материал; станок, на котором производится обработка. Определить механические свойства обрабатываемого материала; режимы фрезерования (ширину фрезерования  $B$ , глубину резания  $t$ , подачу  $S_z$ ,  $S_{мин}$ , скорость резания  $V$ , число оборотов по станку  $n$ , момент крутящий  $M_{кр}$ , силу  $P_z$ , мощность фрезерования  $N_{ст}$ , время обработки  $T_0$ ). Составить расчетную схему, рассчитать параметры крепежной части инструмента или оправки, выбрать подходящую по размеру крепежную часть, определить все параметры инструмента.

№ вар.	Вид инструмента	Глубина резания	Ширина фрезер-я	Обрабатываемый элемент	Материал детали	Длина обрабатываемого элемента, мм
1	Цилиндрическая	2	40	плоскость	Сталь 100	10
2	Дисковая трехсторонняя	10	20	паз	Сталь 20	20
3	Торцевая	2	22	плоскость	Сталь 30	30
4	Концевая	20	22	паз	Сталь 40	20
5	Шпоночная концевая	6	5	паз	Сталь 45	50
6	Отрезная дисковая	25	3	паз	Сталь 50	60
7	Цилиндрическая	4	80	плоскость	Сталь 55	70
8	Дисковая трехсторонняя	15	15	паз	Сталь 60	180
9	Торцевая	3	33	плоскость	Чугун СЧ 12	10
10	Концевая	16	8	паз	Чугун СЧ 15	400
11	Шпоночная концевая	8	7	паз	Чугун СЧ 18	10
12	Отрезная дисковая	30	4	паз	Чугун СЧ 21	120

Прочностные расчеты:

Цилиндрическая	Оправку на кручение, изгиб, шпонку на срез и смятие
Дисковая трехсторонняя	Оправку на кручение, изгиб, шпонку на срез и смятие
Торцевая	Оправку на кручение, изгиб, шпонки (их 2 штуки) на срез и смятие
Концевая	Фрезу на кручение и изгиб
Шпоночная концевая	Фрезу на кручение и изгиб
Отрезная дисковая	Оправку на кручение, изгиб, шпонку на срез и смятие

Графическая часть: чертеж фрезы (формат А4)

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ПК-4 способностью участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа</p>		
<p>Знать</p>	<p>стандартный и специализированный режущий инструмент и средства технологического контроля</p>	<p>Перечень теоретических вопросов:                      1.Значение режущего инструмента в процессе обработки деталей и его влияние на методы обработки и конструкцию станков.                      2.Типы режущих инструментов и их выбор в зависимости от параметров технологического процесса.                      3.Быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы, алмазы.                      4.Основные характеристики инструментальных материалов.                      5.Материалы для изготовления корпусов и вспомогательных частей режущих инструментов                      6.Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах резцов. Типы резцов и их назначение.                      7.Твердосплавные резцы с механическим креплением пластинки.                      8.Резцы с напаянными пластинами.                      9.Резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинками.                      10.Типы сверл и их назначение.                      11.Сверла для глубоких отверстий.                      20.Конструкции разверток и их геометрические параметры.                      21.Требования к разверткам.                      22.Типы расточных инструментов и их назначение.                      23.Виды протяжек.                      24. Резьбовые резцы и гребенки, их назначение.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		25.Области применения протяжек. 26.Типы фрез. 27.Принцип работы различных типов фрез. 28.Конструктивные особенности дисковых и пальцевых фрез. 29.Конструктивные особенности торцовых фрез.
Уметь:	рассчитывать параметры резцов, осевого инструмента, фрез	Задание №1. Выбрать конструкцию фрезы по ГОСТ (ТУ); инструментальный материал; станок, на котором производится обработка. Определить механические свойства обрабатываемого материала; режимы фрезерования (ширину фрезерования В, глубину резания t, подачу Sz, Sмин, скорость резания V, число оборотов по станку n, момент крутящий Mкр, силу Pz, мощность фрезерования Nст, время обработки Т0). Составить расчетную схему, рассчитать параметры крепежной части инструмента или оправки, выбрать подходящую по размеру крепежную часть, определить все параметры инструмента.
Владеть:	навыками разработки и проектирования резцов, осевого инструмента, фрез	Владеть навыками прочностных расчетов: Цилиндрическая фреза: расчет оправки на кручение, изгиб, шпонки на срез и смятие. Дисковая трехсторонняя фреза: расчет оправки на кручение, изгиб, шпонки на срез и смятие. Торцовая фреза: расчет оправки на кручение, изгиб, шпонки (их 2 штуки) на срез и смятие. Концевая фреза: расчет на кручение и изгиб. Шпоночная фреза: расчет на кручение и изгиб. Отрезная дисковая фреза: расчет оправки на кручение, изгиб, шпонки на срез и смятие. Графическая часть: чертеж фрезы (формат А4) <b>Пример расчета:</b> Расчет и конструирование шпоночной фрезы для фрезерования шпоночного паза шириной $12N9_{-0,043}$ мм длиной 25 мм Проектируемая шпоночная фреза с коническим хвостовиком используется для фрезерования шпоночного паза шириной 12 мм, глубиной 5 мм и длиной 25 мм. Фрезерование осуществляем на вертикально-фрезерном станке модели 6Р12. Принимаем конструкцию и основные параметры шпоночной фрезы: диаметр фрезы

Структурный элемент компетенции	Планируемый результаты обучения	Оценочные средства
		<p><math>D_{фр} = 12</math> мм, длина фрезы <math>L = 86</math> мм, длина режущей части <math>l = 16</math> мм, число зубьев <math>Z = 2</math>, конус Морзе № 1. В качестве материала режущей части выбираем быстрорежущую сталь Р6М5, учитывая, что обрабатываемым материалом является сталь 40ХН2МА. Твердость быстрорежущей стали Р6М5 HRCэ 62-63, плотность <math>\rho = 8,45</math> г/см<sup>3</sup>, прочность на изгиб <math>\sigma = 2600-3000</math> МПа, теплостойкость <math>T = 630^\circ\text{C}</math>. Химический состав быстрорежущей стали Р6М5: хром – 3,8 - 4,4%; марганец – менее 0,4%; кремний – менее 0,5%; углерод – 0,85 - 0,95%; молибден – 4,8 - 5,2%; вольфрам – 5,7 - 6,3%; ванадий – 2,0 - 2,6%.</p> <p>В качестве материала хвостовика выбираем сталь 40Х по ГОСТ 4543 – 71. По ГОСТ 25557 – 82 выбираем основные размеры конуса Морзе № 1 с резьбовым отверстием: <math>D = 12,065</math> мм; <math>D_1 = 12,2</math> мм; <math>d = 9,4</math> мм; <math>d_1 = M6</math>; <math>d_4 = 9</math> мм; <math>a = 3,5</math> мм; <math>t = 5</math> мм; <math>l = 16</math> мм; <math>l_1 = 53,5</math> мм; <math>l_2 = 57</math> мм; конусность <math>1:20,047 = 0,04988</math>.</p> <p>Геометрические и конструктивные параметры рабочей части шпоночной фрезы: <math>d_1 = 12</math> мм; <math>h = 3,5</math> мм; <math>r = 1,0</math> мм; <math>\alpha = 12^\circ</math>; <math>\alpha_1 = 20^\circ</math>; <math>f = 1,0</math> мм; шаг винтовой канавки при угле наклона <math>20^\circ</math> составляет 103,5 мм.</p> <p>Для проверки фрезы на прочность выполним расчет фрезы на кручение и изгиб. Расчет фрезы на кручение производится для минимального поперечного сечения, т.е. для шейки фрезы между рабочей частью и хвостовиком <math>d = 10,4</math> мм (по ГОСТ 9140-78). Расчет сводится к определению критического крутящего момента в опасном сечении по формуле:</p> $M_{кр. крит.} = W_p \cdot \tau,$ <p>где <math>W_p</math> – полярный момент сопротивления, мм<sup>3</sup>;  <math>\tau</math> – касательное напряжение, МПа.</p> <p>Определим полярный момент сопротивления по формуле:</p> $W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 10,4^3}{16} = 221 \text{ (мм}^3\text{)}.$ <p>Определим касательное напряжение по формуле:</p> $\tau = 0,5 - 0,6[\sigma],$ <p>где <math>[\sigma] = \sigma_T / [n]</math>. Здесь <math>\sigma_T</math> – предел текучести, МПа; <math>[n]</math> – запас прочности. По</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемый результаты обучения	Оценочные средства
		<p>ГОСТ 4543-71 для стали 40Х при диаметре заготовки не более 100 мм <math>\sigma_T = 490</math> МПа; <math>[n] = 2</math>. Таким образом, <math>[\sigma] = 490/2 = 245</math> МПа. Тогда касательное напряжение <math>\tau = 0,5 \cdot 245 = 122,5</math> МПа.</p> <p>Подставляя найденные значения, получим:</p> $M_{кр. крит} = W_p \cdot \tau = 221 \cdot 122,5 = 27072 \text{ (Н}\cdot\text{мм)}.$ <p>Определим крутящий момент, возникающий в опасном сечении при фрезеровании, по формуле:</p> $M_{кр. крит} = \frac{P_z \cdot D}{2} = \frac{274 \cdot 12}{2} = 1644 \text{ (Н}\cdot\text{мм)}.$ <p>Сравнивая допускаемый критический крутящий момент с фактическим при фрезеровании (<math>27072 &gt; 1644</math>), делаем вывод, что обработка данной фрезой при данных условиях резания возможна.</p> <p>Расчет фрезы на изгиб ведется по формуле:</p> $[\sigma_u] \geq \frac{M_{изг}}{W_o},$ <p>где <math>M_{изг}</math> - изгибающий момент, Н·мм;  <math>W_o</math> – осевой момент сопротивления, мм<sup>3</sup>;  Определяем изгибающий момент по формуле:</p> $M_{изг} = P \cdot l,$ <p>где <math>P</math> – сила, вызывающая изгиб, Н;  <math>l</math> – расстояние от начала рабочей части до опасного сечения фрезы, мм.</p> $P = 1,411 \cdot P_z = 1,411 \cdot 274 = 386,6 \text{ (Н)}.$ $l = 16 \text{ мм. Тогда } M_{изг} = 386,6 \cdot 16 = 6185,6 \text{ (Н}\cdot\text{мм)}.$ <p>Рассчитаем осевой момент сопротивления по формуле:</p> $W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 10,4^3}{32} = 110 \text{ (мм}^3\text{)}.$ <p>Отсюда <math>\sigma_u = \frac{6185,6}{110} = 56,2 \text{ (МПа)}.</math></p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Сравнивая $[\sigma]$ и $\sigma_u$ ( $245 > 56,2$ ), приходим к выводу, что обработка данной фрезой при данных условиях возможна.
ПК-16 способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации		
Знать	технологии изготовления резцов, осевого инструмента, фрез	<p>Перечень теоретических вопросов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Значение режущего инструмента в процессе обработки деталей и его влияние на методы обработки и конструкцию станков.</li> <li>2.Типы режущих инструментов и их выбор в зависимости от параметров технологического процесса.</li> <li>3.Быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы, алмазы.</li> <li>4.Основные характеристики инструментальных материалов.</li> <li>5.Материалы для изготовления корпусов и вспомогательных частей режущих инструментов</li> <li>6.Принцип работы и основные понятия о конструктивных элементах резцов. Типы резцов и их назначение.</li> <li>7.Твердосплавные резцы с механическим креплением пластинки.</li> <li>8.Резцы с напаянными пластинами.</li> <li>9.Резцы с многогранными неперетачиваемыми пластинками.</li> <li>10.Типы сверл и их назначение.</li> <li>11.Сверла для глубоких отверстий.</li> <li>12.Головки для кольцевого сверления.</li> <li>13.Способы подвода охлаждающей жидкости.</li> <li>14.Твердосплавные сверла.</li> <li>15.Центровочные сверла.</li> <li>16.Перовые сверла.</li> </ol>
Уметь:	осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств;	<p>Выбрать в зависимости от условий обработки следующий режущий инструмент:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типы зенкеров и их назначение.</li> <li>2. Типовые конструкции цельных, хвостовых и насадных зенкеров и их геометрические параметры. Конструкции сборных зенкеров.</li> <li>3. .Типы разверток и их назначение.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемый результаты обучения	Оценочные средства
	разрабатывать и внедрять оптимальные технологии изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию режущего инструмента	<p>4.Конструкции разверток и их геометрические параметры. 5. Типы расточных инструментов и их назначение.</p> <p>6. .Виды протяжек.</p> <p>7.Типы фрез.</p> <p>8.Принцип работы различных типов фрез.</p> <p>9.Конструктивные особенности дисковых и пальцевых фрез.</p> <p>10.Конструктивные особенности торцовых фрез.</p> <p>11.Инструменты, работающие методом копирования: дисковые и пальцевые зуборезные фрезы, протяжки; их область применения.</p> <p>12.Инструменты, работающие методом огибания: червячные фрезы, долбяки,</p> <p>13.Типы зуборезных долбяков и их назначение.</p> <p>14.Зубострогальные резцы, их назначение и методы работы.</p>
Владеть:	навыками совершенствования параметров режущего инструмента, системы и средства машиностроительных производств; навыками выполнения мероприятий по выбору и эффективному использованию инструментов	<p>Владеть навыками подбора режущих инструментов в зависимости от типов машиностроительных производств, с точки зрения эффективности их использования.</p> <p><b>Пример расчета фрезы:</b></p> <p><b>Расчет и конструирование червячной фрезы для фрезерования зубьев <math>m=4, z=56</math></b></p> <p>Для фрезерования зубьев используем червячную фрезу по ГОСТ 9324-80. Класс точности фрезы – А, тип 2 (для получения 8 степени точности зубьев), модуль <math>m=4</math>. Основные размеры фрезы: наружный диаметр фрезы: <math>d_{a.o}=90</math> мм, диаметр посадочного отверстия <math>d = 32</math> мм, диаметр буртика <math>d_1 = 50</math> мм, ширина буртиков <math>l = 4</math> мм, длина фрезы <math>L=80</math> мм, (рабочая длина с учетом ширины буртиков– 72 мм), число зубьев (стружечных канавок) <math>z = 10</math>.</p> <p>Размеры профиля зубьев в нормальном сечении: шаг профиля зуба в нормальном сечении <math>P_{n0} = 12,566</math> мм, толщина зуба в нормальном сечении <math>S_{n0} = 6,45</math> мм, высота зуба <math>h_0 = 10</math> мм, высота головки зуба <math>h_{a0} = 5</math> мм, радиус закругления головки зуба <math>\rho_{a0} = 1,52</math> мм, радиус закругления ножки зуба <math>\rho'_{f0} = 0,8</math> мм.</p> <p>Размеры профиля зубьев в осевом сечении: шаг профиля зуба в осевом сечении <math>P_{x0} = 12,574</math> мм, профильный угол профиля правой и левой сторон зуба <math>\alpha_{xRo} = 20^{\circ}03'</math>, <math>\alpha_{xLo} = 19^{\circ}58'</math>, средний расчетный диаметр фрезы <math>d_{m0} = 78,65</math> мм, угол подъема</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>витка, равный углу наклона стружечных канавок <math>\gamma_{m0} = \lambda_{m0} = 2^{\circ}55'</math>, затылование <math>K = 4,5</math> мм, дополнительное затылование <math>K_1 = 1,4 \cdot K = 1,4 \cdot 4,5 = 6,3</math> мм, ход винтовой стружечной канавки <math>P_z = 4852</math> мм.</p> <p>Элементы стружечных канавок фрезы:</p> <p>- глубина канавки:</p> $H_k = h_0 + \frac{K + K_1}{2} + r,$ <p>где <math>r = 1 \div 3</math> мм.</p> $H_k = 10 + \frac{4,5 + 6,3}{2} + 2 = 17,4 \text{ (мм)},$ <p>радиус закругления дна канавок:</p> $r = \frac{\pi(d_{a0} - 2H_k)}{10z},$ $r = \frac{3,14 \cdot (90 - 2 \cdot 17,4)}{10 \cdot 10} = 1,73 \text{ (мм)}.$ <p>Размер посадочного отверстия: <math>\text{Ø}32\text{H}5^{(+0,011)}</math> мм, шпоночного паза по ГОСТ 9472-83. Для закрепления фрезы на оправке используем шпоночное соединение. Шпонка имеет размеры <math>b \times h \times l = 10 \times 8 \times 70</math> мм (по ГОСТ 23360-78). Поведем расчет шпоночного соединения по справочнику [7]. Условие прочности на смятие рабочих граней шпонки:</p> $\sigma_{см} = \frac{2M_{кр}}{d \cdot l_p \cdot K} \leq [\sigma_{см}],$ <p>где <math>\sigma_{см}</math> - напряжение смятия, МПа;  <math>M_{кр}</math> - передаваемый крутящий момент, Н·мм;  <math>d</math> - диаметр вала в месте установки шпонки, мм;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p> <math>l_p</math> - рабочая длина шпонки, мм;  <math>K</math> - выступ шпонки от шпоночного паза, мм;  <math>[\sigma_{см}]</math> - допускаемое напряжение на смятие, МПа.         </p> <p>Рабочая длина шпонки:</p> $l_p = l - b = 70 - 10 = 60 \text{ (мм)}.$ <p> <math>K = h - t</math> - справочный размер, <math>K = 8 - 5 = 3</math> мм.  Допускаемое напряжение смятия <math>[\sigma_{см}] = 200</math> МПа.  Для фрезерования зубьев:         </p> $\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 74,44 \cdot 10^3}{32 \cdot 60 \cdot 3} = 25,85 \text{ (МПа)}.$ <p> Так как условие <math>\sigma_{см} \leq [\sigma_{см}]</math> (<math>25,85 &lt; 200</math> МПа) выполняется, то шпонка выдерживает сминающие нагрузки.  Проверка шпонки на срез:         </p> $\tau_{ср} = \frac{2M_{кр}}{d \cdot l \cdot b} \leq [\tau_{ср}],$ <p> где <math>b</math> – ширина шпонки, мм.  <math>[\tau_{ср}] \leq 0,6[\sigma_{см}]</math> - допускаемое напряжение на срез, т.е. <math>[\tau_{ср}] = 120</math> (МПа) [7];         </p> $\tau_{ср} = \frac{2 \cdot 74,44 \cdot 10^3}{32 \cdot 70 \cdot 10} = 6,65 \text{ (МПа)}.$ <p> Условие <math>\tau_{ср} \leq [\tau_{ср}]</math> выполняется, следовательно, шпоночное соединение выдерживает все прилагаемые к нему нагрузки во время обработки.         </p>



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Режущий инструмент» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Показатели и критерии оценивания:

– на оценку **«зачтено»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно отвечает по теме реферата.

– на оценку **«не зачтено»** – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать знание учебного материала и отвечать по теме реферата.