

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.01.0 «ТЕОРИЯ РЕЗАНИЯ МЕТАЛЛОВ»**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль программы «Промышленный инжиниринг (по элективным модулям*)»

Автор(ы): канд. техн. наук, доцент, В.П. Суриков
доцент

Одобрена на заседании кафедры инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. Протокол от «20» января 2022 г. №5.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «26» января 2022 г. №6.

Екатеринбург
2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Теория резания металлов»: формирование у студентов содержательной основы будущей профессионально-педагогической деятельности для обучения рабочих, служащих и специалистов среднего звена в области теоретических основ процесса резания металлов, выбора методов и условий обработки металлов резанием.

Задачи:

- изучение закономерностей процесса резания металлов, вопросов износа и стойкости режущих инструментов, основных методов механической обработки;
- формирование умений рассчитывать и назначать рациональные режимы резания для обеспечения необходимого качества и эффективности процесса обработки деталей машин при обучении рабочих, служащих и специалистов среднего звена;
- формирование знаний о вкладе отечественных ученых в создание науки о резании металлов, как элемента патриотического воспитания при подготовке рабочих, служащих и специалистов среднего звена.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Теория резания металлов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Математика.
2. Химия металлов.
3. Начертательная геометрия и компьютерная инженерная графика.
4. Физика.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Технологии производства изделий машиностроения.
2. Металлорежущие станки и станочные комплексы.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПКО-2 Способен разрабатывать, обновлять программное и учебно-методическое обеспечение учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик и планировать занятия;



- ПКО-8 Способен выполнять деятельность и (или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики;
- ПКС-1 Способен осуществлять организацию, подготовку, контроль и развитие технологий и производства в сфере машиностроения;
- ПКС-2 Способен осуществлять техническое перевооружение и модернизацию существующих производств в сфере машиностроения.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Современное состояние, перспективы и тенденции развития науки о резании металлов;
32. Вклад русских учёных в развитие мировой науки и практики обработки металлов резанием;
33. Резание металлов как технологический способ обработки деталей;
34. Определения, формулы, единицы измерения элементов режима резания и срезаемого слоя;
35. Конструктивные и геометрические параметры режущих инструментов;
36. Физико-механические свойства инструментальных материалов;
37. Физические явления при резании металлов и их зависимость от условий резания;
38. Силы и мощность резания при различных методах обработки;
39. Теоретические основы износа и стойкости режущих инструментов;
310. Классификацию, назначение, особенности физических процессов и режимов резания при основных методах обработки металлов резанием.

Уметь:

- У1. Рассчитывать и выбирать элементы режима резания, используя техническую и справочную литературу;
- У2. Рассчитывать толщину, ширину и площадь поперечного сечения срезаемого слоя;
- У3. Различать конструктивные и геометрические элементы режущих инструментов, строить сечения токарных резцов, рассчитывать действительные углы резца;
- У4. Расшифровывать и выбирать марки инструментальных материалов;
- У5. Интерпретировать зависимость физических явлений при резании металлов от условий резания;
- У6. Проводить лабораторные исследования явлений при резании металлов;
- У7. Рассчитывать силы и мощность резания для основных методов обработки резанием;
- У8. Рассчитывать скорость резания при заданной стойкости инструмента;
- У9. Выбирать методы обработки резанием.



Владеть:

В1. Методикой проведения лабораторных работ по исследованию зависимостей физических явлений при резании металлов от условий резания;

В2. Методикой анализа и интерпретации результатов обработки резанием ;

В3. Методикой построения сечений режущей части резца, стандартных фрез, спиральных свёрл;

В4. Владеть методикой расчёта и проверки режимов резания при основных методах обработки.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.), семестр изучения – 5, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	5 сем.
	Кол-во часов
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144
Контактная работа, в том числе:	64
Лекции	32
Практические занятия	16
Лабораторные работы	16
Самостоятельная работа студента	80
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	5 сем.

**Распределение трудоёмкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.	СРС
---	------	-------------	-----------------------------	-----



			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Введение	5	6	2	-	-	4
2. Общие сведения о резании металлов	5	16	4	2	-	10
3. Геометрические параметры режущей части резца. Срезаемый слой	5	20	4	2	4	10
4. Инструментальные материалы	5	16	4	2	-	10
5. Физические основы процесса резания	5	20	4	2	4	10
6. Силы резания	5	20	4	4	4	8
7. Теплота и температура в зоне резания	5	14	2	-	4	8
8. Износ и стойкость режущих инструментов. Скорость резания при заданной стойкости	5	16	4	2	-	10
9. Методы обработки металлов резанием	5	16	4	2	-	10

**Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин

Раздел 1. Введение

Цель, задачи, структура дисциплины и её роль в подготовке педагогов профессионального обучения машиностроительного профиля. Ретроспектива возникновения и развития теории резания металлов. Русские учёные-основоположники науки о резании металлов (И.А.Тиме, К.А. Зворыкин, Я.Г. Усачёв, А.Н. Челюсткин). Российские учёные в развитии науки о резании металлов.

Раздел 2. Общие сведения о резании металлов

Резание металлов как технологический способ обработки деталей. Сущность, достоинства, недостатки обработки резанием. Роль и место обработки резанием в процессе изготовления деталей машин. Классификация методов обработки металлов резанием.

Исходные понятия и определения. Резание металлов. Движения в процессе резания: основные, вспомогательные, главное, движение подачи. Режущий клин и его элементы: передняя и задняя поверхности, режущая кромка.

Элементы режима резания. Глубина резания. Подача (на оборот, минутная, на зуб). Скорость резания. Определения, формулы, единицы измерения, графическое изображение на схемах резания.

Методические аспекты преподавания содержания дисциплины в образовательных организациях среднего и дополнительного профессионального образования.



Раздел 3. Геометрические параметры режущей части резца. Срезаемый слой

Поверхности обрабатываемой детали и координатные плоскости. Конструктивные элементы резца. Обрабатываемая, обработанная и поверхность резания детали. Основная плоскость, плоскость резания, главная и вспомогательная секущие плоскости.

Геометрические параметры токарного резца. Построение сечений режущей части резца главной и вспомогательной секущими плоскостями. Главные, вспомогательные и углы в плане токарного резца. Угол наклона главной режущей кромки.

Изменение статических углов заточки резца в зависимости от его установки. Изменение переднего и заднего статических углов заточки резца при установке его вершины выше и ниже оси центров станка. Изменение статических углов в плане при такой установке резца, когда геометрическая ось его державки располагается не перпендикулярно оси центров станка (смещение по часовой стрелке и против часовой стрелки). Методика построения и расчета действительных углов.

Характеристика срезаемого слоя. Сечение срезаемого слоя. Толщина и ширина срезаемого слоя, их зависимость от элементов режима резания. Площади номинального и действительного поперечных сечений срезаемого слоя. Понятие об остаточном сечении, шероховатость обработанной поверхности.

Раздел 4. Инструментальные материалы

Характеристика инструментальных сталей. Химический состав, метод получения, маркировка, физико-механические свойства и область применения углеродистых, легированных и быстрорежущих инструментальных сталей

Характеристика твердых сплавов. Химический состав, метод получения, маркировка, физико-механические свойства и область применения вольфрам-кобальтовых, титано-кобальтовых, титано-тантало-кобальтовых и безвольфрамовых твердых сплавов.

Характеристика минералокерамики. Химический состав, метод получения, маркировка, физико-механические свойства и область применения белой и черной минеральной керамики.

Характеристика сверхтвердых материалов. Химический состав, методы получения, маркировка, физико-механические свойства и область применения кубического нитрида бора, синтетических алмазов, карбидов кремния.

Раздел 5. Физические основы процесса резания

Процесс стружкообразования. Элементарные понятия о структуре металла и превращениях, происходящих в нем под влиянием внешних сил, вызывающих упругие и пластические деформации. Механика процесса пластической деформации при резании металлов. Процессы образования стружки при обработке пластичных и хрупких материалов. Угол скалывания и угол сдвига.



Зависимость угла скалывания от условий резания: свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина.

Наклеп обработанной поверхности. Понятие и причины образования наклепа обработанной поверхности. Зависимость глубины и степени наклепа от условий резания: свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина.

Классификация стружек. Сливная стружка, стружка надлома, стружка скалывания, элементная стружка. Зависимость вида срезаемой стружки от свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина и свойств смазывающе-охлаждающей среды

Явление наростообразования в процессе резания. Схема образования нароста. Причины образования нароста. Виды наростов. Силы, действующие на нарост в процессе резания. Зависимость величины и устойчивости нароста от свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина. Влияние нароста на процесс резания и качество обработанной поверхности

Усадка стружки. Сущность и причины явления усадки стружки. Продольная и поперечная усадка стружки. Коэффициент усадки стружки. Зависимость коэффициента усадки стружки от свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина и свойств смазывающе-охлаждающей среды.

Шероховатость обработанной поверхности. Причины образования макрорельефа и микрорельефа обработанной поверхности. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина и свойств смазывающе-охлаждающей среды.

Раздел 6. Силы резания

Понятие силы резания и ее составляющих. Причины возникновения силы резания. Составляющие силы резания: тангенциальная, радиальная, осевая. Действие составляющих силы резания при токарной обработке на резец, обрабатываемую деталь и узлы станка. Зависимость величины силы резания от условий резания: свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина и свойств смазывающе-охлаждающей среды. Мощность резания. Удельная сила резания. Расчет составляющих силы резания по эмпирическим формулам.

Экспериментальное определение составляющих силы резания. Определение величины составляющих силы резания с помощью электрического динамометра. Устройство и принцип действия динамометра при измерении составляющих силы резания. Методика экспериментального определения зависимости составляющих силы резания от элементов режима резания и геометрических параметров режущего клина. Сущность метода графического логарифмирования.

Раздел 7. Теплота и температура в зоне резания

Тепловой баланс в процессе резания. источники возникновения теплоты при резании металлов. Расположение очагов выделения теплоты. Распределение



выделившегося тепла между режущим инструментом, обрабатываемой деталью, сходящей стружкой, окружающей средой. Уравнение теплового баланса.

Температура резания. Температура резания как функция тепла, выделившегося в зоне резания. Температурное поле в стружке. Температурное поле в обрабатываемой детали. Температурное поле в режущем инструменте. Зависимость температуры резания от условий резания: свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина и свойств смазывающе-охлаждающей среды.

Экспериментальное определение температуры резания. Методы искусственной, полуискусственной и естественной термопар. Радиационный и металлографический методы. Методика экспериментального определения зависимости температуры резания от элементов режима резания методом естественной термопары.

Раздел 8. Износ и стойкость режущих инструментов. Скорость резания при заданной стойкости

Основы теории износа режущих инструментов. Причины, виды и внешние признаки износа режущей части инструментов, изготовленных из различных инструментальных материалов. Интенсивность износа режущих инструментов. Гипотезы, объясняющие механизм износа: о механической, окислительной, диффузионной природе изнашивания, а также об абразивном и адгезионном изнашивании. Критерии износа режущих инструментов. Зависимость величины износа от свойств инструментального материала, свойств обрабатываемого материала, режима резания, геометрии режущего клина и свойств смазывающе-охлаждающей среды.

Стойкость режущих инструментов и скорость резания при заданной стойкости. Понятие стойкости режущего инструмента. Зависимость стойкости режущего инструмента и скорости резания. Стойкость наибольшей производительности труда и экономическая стойкость. Понятие скорости резания при заданной стойкости режущих инструментов. Зависимость скорости резания при заданной стойкости при заданной стойкости режущих инструментов от условий резания.

Раздел 9. Методы обработки металлов резанием

Классификация методов обработки резанием.

Строгание и долбление. Назначение и область применения строгания и долбления. Особенности процессов прерывистого резания. Схемы строгания и долбления. Конструктивные элементы и геометрия строгальных и долбежных резцов. Элементы режима резания и срезаемого слоя при строгании и долблении. Сила резания и разложение ее на составляющие. Износ и стойкость строгальных и долбежных резцов. Методика назначения режима резания при строгании и долблении.

Сверление, зенкерование, развертывание. Назначение и область применения сверления, зенкерования и развертывания. Особенности процесса образования



стружки для многолезвийного инструмента, работающего в отверстии. Схемы сверления, зенкерования, развертывания. Элементы режима резания и среза при сверлении, зенкерования, развертывании. Конструктивные и геометрические параметры спирального сверла. Сила резания и разложение ее на составляющие. Особенности износа режущих частей сверл, зенкеров, разверток. Стойкость сверл, зенкеров, разверток и скорость резания при заданной стойкости. Методика назначения режима резания при сверлении, зенкерования, развертывании.

Фрезерование. Назначение и область применения фрезерования. Схемы фрезерования цилиндрической, торцевой, концевой и дисковой фрезами. Элементы режима резания при фрезеровании. Особенности процесса фрезерования. Конструктивные и геометрические параметры торцевой и цилиндрической фрезы. Элементы среза при фрезеровании цилиндрической фрезой. Сила резания и разложение ее на составляющие при торцевом и цилиндрическом фрезерования. Особенности износа режущих частей цилиндрических, торцевых, концевых и дисковых фрез. Стойкость фрез и скорость резания при заданной стойкости. Методика назначения режима резания при фрезеровании.

Шлифование. Назначение и область применения шлифования. Особенности процесса резания при шлифовании. Характеристика абразивного инструмента. Разновидности шлифовальных кругов и их маркировка. Схемы плоского и круглого (наружного и внутреннего) шлифования. Элементы режима резания при шлифовании. Сила резания, ее разложение на составляющие при шлифовании. Тепловые явления в процессе шлифования. Виды износа шлифовальных кругов. Методика выбора режима резания при шлифовании.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии, которые ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

2. Для поддержки самостоятельной работы обучающихся используются информационно-коммуникационные образовательные технологии, в частности, облачные технологии, электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС), электронные средства обучения и электронно-библиотечные системы. При этом результативность организации самостоятельной работы обучающихся существенно повышается за счет доступности материалов, упорядоченности работ и возможности получения консультации преподавателя.

3. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:



- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Основная литература

1. Мелетьев, Г. А. Резание материалов [Текст]: учебник для вузов / Г.А. Мелетьев, А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. – Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014. – 511 с.

2. Завистовский С. Э. Обработка материалов и инструмент : учебное пособие. - Минск : Республиканский институт профессионального образования, 2014. - 448 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67673>.

3. Фещенко В. Н., Махмутов Р. Х. Токарная обработка : учебник. - Москва : Инфра-Инженерия, 2016. - 460 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51737>.

6.2 Дополнительная литература

1. Инструмент для высокопроизводительного и экологически чистого резания. Серия «Библиотека инструментальщика» [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Н. Андреев [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2010. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/716>. — Загл. с экрана.

2. Инструменты из сверхтвердых материалов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.П. Богатырева [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2014. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63213>. — Загл. с экрана.

3. Бородина, Н. В. Практикум по теории резания металлов [Электронный ресурс]: учеб. пособие: В 2ч. [Гриф УМО по ППО] / Н. В. Бородина. —



Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. Ч. 1. – 128 с. Режим доступа: <http://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/1272>.

4. Бородина, Н. В. Практикум по теории резания металлов [Электронный ресурс]: учеб. пособие: В 2 ч. [Гриф УМО по ППО] / Н. В. Бородина. – Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2012. Ч. 2. – 105 с. Режим доступа: <http://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/1273>.

5. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов втузов [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2009. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/731>. — Загл. с экрана.

6. Кожевников, Д.В. Резание материалов [Электронный ресурс] : учеб. / Д.В. Кожевников, С.В. Кирсанов. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2012. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/63221>. — Загл. с экрана.

7. Стратиевский, И.Х. Абразивная обработка: справочник [Электронный ресурс] : справ. / И.Х. Стратиевский, В.Г. Юрьев, Ю.М. Зубарев. — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2010. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/762>. — Загл. с экрана.

8. Старков, В.К. Физика и оптимизация резания материалов [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2009. — 640 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/760>. — Загл. с экрана.

6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Портал о металлообработке. Режим доступа: <https://wikimetall.ru/>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.
3. Система дистанционного обучения Moodle.
4. Программное обеспечение для организации вебинаров Mirapolis Virtual Room.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».



7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа с мультимедийным оборудованием.

2. Помещения для самостоятельной работы.

3. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

4. Лаборатория резания металлов и металлорежущих станков.

