

Рабочая программа утверждена  
решением Учёного совета  
ВФ НИТУ «МИСИС»  
от «30» мая 2024г.  
протокол № 7-24

## Рабочая программа дисциплины

# Теория обработки металлов давлением

Закреплена за кафедрой Технологии и оборудования обработки металлов давлением  
Направление подготовки 22.03.02 Metallurgy  
Профиль Обработка металлов давлением

Квалификация **бакалавр**  
Форма обучения **очная**  
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**  
Часов по учебному плану 180  
в том числе:   
аудиторные занятия 60  
самостоятельная работа 76  
часов на контроль 36  
Формы контроля в семестрах:  
экзамен 4  
зачет 5  
курсовая работа 5

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		5 (3.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп		
Неделя	19		19			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24			24	24
Практические	24	24	12	12	36	36
КСР	4	4	4	4	8	8
Итого ауд.	48	48	12	12	60	60
Контактная работа	52	52	16	16	68	68
Сам. работа	20	20	56	56	76	76
Часы на контроль	36	36			36	36
Итого	108	108	72	72	180	180

Программу составил(и):

*ктн, Профессор, Ионов Сергей Михайлович*

---

---

Рабочая программа

**Теория обработки металлов давлением**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ОМ-24.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 24.05.2024 г., №9

Зав. кафедрой Горбатьюк С.М. \_\_\_\_\_

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ	
1.1	На основе общих представлений о механизмах пластической деформации, напряженном и деформированном состояниях металла в процессах ОМД с учетом строения, состава и свойств деформируемого металла, термомеханических режимов деформации, внешнего трения, научить теоретическому анализу процессов ОМД. Научить анализировать и рассчитывать деформационные, энергосиловые и кинематические параметры процессов ОМД.
1.2	Обучить общим методам анализа режимов деформации, влияния параметров пластической деформации на качество металлопродукции, способам воздействия на напряженно-деформированное состояние, пластичность и сопротивление металла деформации, структуру и свойства металлоизделий.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений
2.1.2	Экология
2.1.3	Безопасность жизнедеятельности
2.1.4	Кристаллофизика
2.1.5	Физика
2.1.6	Введение в специальность
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Теория процессов пластической деформации
2.2.2	Технология производства проката
2.2.3	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.4	Организация и планирование проведения эксперимента
2.2.5	Технологическая (проектно-технологическая) практика

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ	
<b>ПК-1: Способен осуществлять разработку типовых технологических процессов для обработки материалов</b>	
<b>ПК-1.1: Осуществляет выбор материалов и обработки изделий с учетом эксплуатационных требований</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1.1-33 Основные технологии и оборудование обработки металлов давлением	
ПК-1.1-32 Способы и методы выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований	
ПК-1.1-31 Знать основные понятия в области ОМД	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1.1-У3 Уметь выявлять достоинства и недостатки технологии	
ПК-1.1-У2 Уметь осуществлять корректировки технологических процессов	
ПК-1.1-У1 Уметь выбирать материалы для изделий различного назначения	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1.1-В3 Владеть навыками выбора материала с учётом эксплуатационных требований	
ПК-1.1-В2 Владеть способностью анализировать продукцию, процессы и системы ОМД	
ПК-1.1-В1 Владеть способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание

	<b>Раздел 1. Введение в теорию обработки металлов давлением. Общая характеристика, предмет и задачи курса, его связь с фундаментальными дисциплинами, место среди специальных курсов. Цели, задачи, разновидности, особенности, преимущества и недостатки процессов ОМД. Достижения в РФ и за рубежом.</b>					
1.1	Введение в теорию обработки металлов давлением. Общая характеристика, предмет и задачи курса, его связь с фундаментальными дисциплинами, место среди специальных курсов. Цели, задачи, разновидности, особенности, преимущества и недостатки процессов ОМД. Достижения в РФ и за рубежом. /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.2Л2.3 Л2.2	
1.2	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	4	4	ПК-1.1	Л1.2Л2.2	
	<b>Раздел 2. Общие вопросы теории ОМД. Силы, действующие в процессах ОМД. Внешние, внутренние, поверхностные и объемные силы, общее определение механических напряжений. Механические свойства металлических материалов, их характеристика, методы определения. Условие постоянства объема при ОМД, величины, характеризующие деформацию.</b>					
2.1	Общие вопросы теории ОМД. Силы, действующие в процессах ОМД. Внешние, внутренние, поверхностные и объемные силы, общее определение механических напряжений. Механические свойства металлических материалов, их характеристика, методы определения. Условие постоянства объема при ОМД, величины, характеризующие деформацию. /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2	
2.2	Количественная оценка деформации при ОМД. Анализ и определение величин, характеризующих пластическую деформацию в различных процессах ОМД /Пр/	4	6	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Э2	
2.3	Физическое направление в теории ОМД. Кристаллическое строение металлов, моно - и поликристаллы. Основные механизмы пластической деформации монокристаллов, особенности пластической деформации поликристаллов. Холодная, горячая и теплая деформации, классификация процессов ОМД по температурным условиям. Особенности горячей обработки металлов давлением, ее преимущества и недостатки. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства деформируемого металла, деформационное упрочнение. Формирование текстуры и анизотропии свойств металлических материалов в процессе пластической деформации. Изменение структуры и свойств холоднодеформированного металла при нагреве. Возврат, полигонизация, рекристаллизация. Формирование физических и механических свойств металлов и сплавов в процессах ОМД. /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2	
2.4	Расчет единичных и результирующих показателей деформации, анализ их взаимосвязи в различных процессах ОМД /Пр/	4	4	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Л2.1 Э1 Э2	

2.5	Теория напряжений и деформаций в обработке металлов давлением. Силы, действующие на деформируемый металл, напряжения, напряженное состояние в окрестности точки, тензор напряжений. Главные нормальные и касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. Схемы главных напряжений. Схема ГН процесса листовой прокатки. Условие пластичности. Условие постоянства максимального касательного напряжения, энергетическое условие пластичности. Понятия конечных и малых деформаций, деформированное состояние окрестности точки, тензор деформаций, интенсивность деформаций, главные деформации, схемы главных деформаций в процессах ОМД. Большие деформации при ОМД. Понятие о механических схемах деформации. Классификация процессов ОМД по механическим схемам деформации. Примеры качественного анализа процессов ОМД с использованием механических схем деформации. /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Л2.1	
2.6	Анализ типовых диаграмм растяжения. Трение в процессах ОМД. Расчет коэффициента трения при горячей и холодной прокатке /Пр/	4	6	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Э1	
2.7	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, выполнение контрольной работы /Ср/	5	8	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Л2.1	
	<b>Раздел 3. Неравномерность деформации в процессах ОМД. Скорость деформации и сопротивление металла деформации при ОМД. Основные законы теории обработки металлов давлением</b>					
3.1	Неравномерность деформации в процессах ОМД. Причины возникновения неравномерности деформации: влияние внешнего трения, внешних зон деформируемого тела, несоответствие формы инструмента форме деформируемого тела, неоднородность физико-механических свойств деформируемого металла по объему. Способы уменьшения неравномерной деформации. Дополнительные напряжения, их связь с неравномерностью деформации. Влияние дополнительных напряжений на качество готовых изделий. Остаточные напряжения, их роль при ОМД, способы определения и методы устранения /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Л2.1	
3.2	Скорость деформации и сопротивление металла деформации при ОМД. Скоростные условия различных процессов ОМД. Понятие о скорости деформации и скорости деформирования, использование скорости деформации для анализа процессов ОМД. Скоростные условия листовой прокатки. Понятие сопротивления деформации. Факторы, влияющие на сопротивление деформации: химический состав, структура, температура, скорость и степень деформации, история нагружения. Методы определения сопротивления деформации. /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Л2.1	

3.3	Определение скорости деформации в различных процессах ОМД (продольная прокатка, осадка и др.) /Пр/	4	2	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Л2.1 Э1 Э2	
3.4	Основные законы теории обработки металлов давлением. Закон постоянства объема, коэффициенты деформации, истинные деформации, свойства аддитивности, взаимосвязь коэффициентов деформации по трём осям, средний и результирующий (суммарный) коэффициент вытяжки. Положение о смещенном объеме. Закон наименьшего сопротивления и следствия из него: правило кратчайшей нормали, правило наименьшего периметра. Практическое применение правила кратчайшей нормали и правила наименьшего периметра при анализе процессов ОМД. Законы подобия и физического моделирования пластической деформации. /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.2Л2.2 Л2.1	
3.5	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	4	8	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Л2.1	
	<b>Раздел 4. Трение в процессах обработки металлов давлением. Пластичность и деформируемость. Экспериментальные методы определения усилий.</b>					
4.1	Трение в процессах обработки металлов давлением. Общие понятия. Основные механизмы контактного трения. Влияние трения при ОМД на показатели процессов и качество изделий. Особенности внешнего трения при ОМД, его отличие от механического. Зависимость трения от основных технологических параметров процессов ОМД. Способы определения коэффициента и напряжения трения. Технологические смазки при ОМД, их назначение и классификация. Влияние смазок на эффективность процессов ОМД и качество продукции /Лек/	4	4	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2	
4.2	Расчет коэффициента трения по экспериментально измеренным усилиям при осадке свинцовых образцов /Пр/	4	6	ПК-1.1	Л1.2Л2.2 Э1 Э2	
4.3	Пластичность и деформируемость. Понятие пластичности и деформируемости. Методы оценки пластичности, предельная пластичность. Модели разрушения металлов в процессах пластической деформации. Основные параметры, определяющие пластичность в процессах ОМД. Технологическая пластичность, методы ее оценки. Пути повышения пластичности в процессах ОМД. Понятие сверхпластичности. /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Л2.1	

4.4	Усилие и работа деформации. Энергосиловые параметры пластической деформации, их роль в определении эффективности процессов ОМД. Решение приближённых дифференциальных уравнений равновесия сил совместно с уравнением пластичности при различных законах контактного трения. Метод работ, вывод уравнения для определения деформирующих сил при осадке с помощью метода работ. Анализ существующих аналитических методов определения деформирующих усилий. Вариационные методы. Метод линий скольжения, основные понятия полей линий скольжения, роль линий скольжения в расчётах напряжений. Экспериментальные методы определения усилий. Работа и мощность деформации. /Лек/	4	4	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Л2.1	
4.5	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	4	8	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Л2.1	
4.6	Расчет энергосиловых параметров при осадке /Пр/	5	12	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Э1 Э2	
4.7	Подготовка к защите курсовой работы /Ср/	5	48	ПК-1.1	Л1.2 Л1.1Л2.2 Л2.1 Э1 Э2	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Коликов А.П., Романцев Б.А.	Теория обработки металлов давлением: учебник	Электронный каталог	Москва Изд.Дом МИСИС, 2015
Л1.2	Тюрин В.А., Мохов А.И.	Теория обработки металлов давлением: учебник	Электронный каталог	Москва Альянс, 2019

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Кучеряев Б.В.	Механика сплошных сред (теоретические основы обработки давлением композитных металлов с задачами и решениями, примерами и упражнениями): учебник	Электронный каталог	Москва МИСИС, 2006
Л2.2	Громов Н.П.	Теория обработки металлов давлением: учебник	Электронный каталог	Москва Metallurgia, 1978
Л2.3	Золоторевский В.С.	Механические свойства металлов: учебник	Электронный каталог	Москва Metallurgia, 1983

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12459">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12459</a>
Э2	№105 Правила оформления письменных работ мероприятий текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (заданий контроля самостоятельной работы студентов, отчетов по практикам, курсовых работ/проектов, научно-исследовательских работ) - Выкса 2020г	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=1245">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=1245</a>

<b>6.3 Перечень программного обеспечения</b>	
П.1	MS Teams
П.2	MS Office
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	
И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>
И.2	Научная электронная библиотека МИСИС - URL: <a href="http://elibrary.misis.ru/login.php">http://elibrary.misis.ru/login.php</a>
И.3	Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн»- URL: <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>		
Ауд.	Назначение	Оснащение
1	Теория обработки металлов давлением	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к интернету
6	Теория обработки металлов давлением	Компьютеры, доступ к интернету

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>
<p>Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности обучающихся достигается индивидуализацией домашних заданий.</p> <p>Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.</p> <p>На практических занятиях и при выполнении домашних работ осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам.</p> <p>Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.</p> <p>Методические указания к оформлению домашних работ и курсовой работы приведены в методическом пособии - №105 Правила оформления письменных работ мероприятий текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации (заданий контроля самостоятельной работы студентов, отчетов по практикам, курсовых работ/проектов, научно- исследовательских работ) - Выкса 2020г <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php? kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12459">http://elibrary.misis.ru/action.php? kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12459</a> (НТБ МИСИС)</p>