

Рабочая программа  
 утверждена решением  
 Учёного совета  
 ВФ НИТУ "МИСиС  
 от «28» июня 2021г.  
 протокол №9-21

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физические основы процессов пластической деформации

Закреплена за кафедрой

Технологии и оборудования обработки металлов давлением

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль

Обработка металлов давлением

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 5

аудиторные занятия 12

курсовая работа 5

самостоятельная работа 159

часов на контроль 9

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)			
	Неделя 19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Практические	4	4	4	4
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	159	159	159	159
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*к.тн, Профессор, Ионов Сергей Михайлович*

---

Рабочая программа

**Физические основы процессов пластической деформации**

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-21 ЗО.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 29.06.2020 г., №10

Зав. кафедрой Самусев С.В. \_\_\_\_\_

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

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

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Кристаллофизика
2.1.2	Учебная практика (ознакомительная)
2.1.3	История науки и образования
2.1.4	Безопасность жизнедеятельности
2.1.5	Физика
2.1.6	Экология
<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	Методы исследования процессов пластической деформации
2.2.3	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.4	Технология производства проката
2.2.5	Материаловедение 1 часть
2.2.6	Производственная практика
2.2.7	Сопротивление материалов

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

<b>ПК-1:</b>	<b>Способен осуществлять разработку типовых технологических процессов для обработки материалов</b>
<b>ПК-1.1:</b>	<b>Осуществляет выбор материалов и обработки изделий с учетом эксплуатационных требований</b>
<b>Знать:</b>	
ПК-1.1-33	Способы и методы выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований
ПК-1.1-32	Основные технологии и оборудование процессов пластической деформации
ПК-1.1-31	Знать основные понятия в области физических основ пластической деформации
<b>Уметь:</b>	
ПК-1.1-У3	Уметь выявлять достоинства и недостатки технологии
ПК-1.1-У2	Уметь осуществлять корректировки технологических процессов пластической деформации
ПК-1.1-У1	Уметь выбирать функциональные материалы для изделий различного назначения
<b>Владеть:</b>	
ПК-1.1-В3	Владеть способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления
ПК-1.1-В2	Владеть способностью анализировать продукцию, процессы и системы пластической деформации
ПК-1.1-В1	Владеть навыками выбора материала с учётом эксплуатационных требований

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 курс физические основы процессов пластической деформации. 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	Предмет и задачи курса, его связь с фундаментальными дисциплинами, место среди специальных курсов. Цели, задачи, разновидности, особенности, преимущества и недостатки ДТП. Достижения в РФ и за рубежом. /Лек/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.1 Л2.2	
1.2	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	5	14	ПК-1.1	Л1.1Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 2. Общие вопросы физических основ процессов пластической деформации. Силовые условия в процессах пластической деформации. Определение механических напряжений. Механические свойства металлических материалов, методы определения. Условие постоянства объема в процессах пластической деформации, величины, характеризующие</b>					
2.1	Общие вопросы физических основ процессов пластической деформации. Силовые условия в процессах пластической деформации. Определение механических напряжений. Механические свойства металлических материалов, методы определения. Постоянство объема в процессах пластической деформации, величины, характеризующие деформацию. Истинные деформации. Понятие смещенного объёма	5	1	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	
2.2	Оценка и расчёт деформации в процессах пластической деформации. Анализ и определение величин, характеризующих пластическую деформацию. Расчет единичных и результирующих показателей деформации, анализ их взаимосвязи в различных процессах ОМД /Пр/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
2.3	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	5	18	ПК-1.1	Л1.1Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 3. Физические основы пластической деформации металлических материалов. Основы строения металлов. Механизмы пластической деформации. Упрочнение и разупрочнение</b>					

3.1	Кристаллическое строение металлов, моно- и поликристаллы. Основные механизмы пластической деформации монокристаллов. Особенности пластической деформации поликристаллов. Влияние холодной пластической деформации на структуру и свойства деформируемого металла, деформационное упрочнение. Изменение структуры и свойств холоднодеформированного металла при нагреве. Возврат, полигонизация, рекристаллизация. Классификация процессов ОМД по температурным условиям. /Лек/	5	1	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
3.2	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	5	23	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
	<b>Раздел 4. Основы теории напряжённо-деформированного состояния в процессах пластической деформации</b>					
4.1	Элементы теории напряжений в процессах пластической деформации. Напряжённое состояние в окрестности точки, тензор напряжений. Главные нормальные и касательные напряжения, октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. Схемы главных напряжений. Условие пластичности. Условие постоянства максимального касательного напряжения, энергетическое условие пластичности. Элементы теории деформаций в процессах пластической деформации. Понятия конечных и малых деформаций, деформированное состояние окрестности точки, тензор деформаций, интенсивность деформаций, главные деформации, схемы главных деформаций в процессах пластической деформации. Понятие о механических схемах деформации. Классификация процессов по механическим схемам деформации /Лек/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
4.2	Анализ типовых диаграмм растяжения. Анализ процессов пластической деформации с использованием механических схем деформации. /Пр/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
4.3	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, выполнение контрольной работы /Ср/	5	24	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Э1	
	<b>Раздел 5. Неравномерность деформации в процессах ОМД. Скорость деформации и сопротивление металла деформации при ОМД.</b>					

5.1	Особенности процессов пластической деформации, приводящие к неравномерности деформации: неоднородность физических, химических, структурных и механических свойств деформируемого тела по объему, влияние внешнего трения, несоответствие формы инструмента форме деформируемого тела, 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. Скорость деформации, скорость деформирования и сопротивление металла деформации в процессах пластической деформации. Использование скорости деформации для анализа процессов пластической деформации. Скоростные условия листовой прокатки. Понятие сопротивления деформации. Факторы, влияющие на сопротивление деформации. Методы определения сопротивления деформации /Лек/	5	1	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
5.2	Определение скорости деформации в различных процессах ОМД (продольная прокатка, осадка и др.) /Пр/	5	1	ПК-1.1	Л2.2 Э2	
5.3	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	5	22	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
	<b>Раздел 6. Трение в процессах пластической деформации. Закон наименьшего сопротивления, правило кратчайшей нормали. Пластичность и деформируемость</b>					
6.1	Общие понятия. Основные механизмы контактного трения. Влияние трения на показатели процессов пластической деформации и качество изделий. Особенности внешнего трения в процессах пластической деформации. Зависимость трения от основных технологических параметров процессов ОМД. Методы определения коэффициента и напряжения трения. Технологические смазки, их назначение и классификация. Влияние смазок на эффективность процессов пластической деформации и качество продукции. Закон наименьшего сопротивления, правило кратчайшей нормали и их практическое применение для анализа процессов пластической деформации /Лек/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
6.2	Расчет коэффициента трения по экспериментально измеренным усилиям при осадке свинцовых образцов /Пр/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
6.3	Пластичность и деформируемость. Понятие пластичности и деформируемости. Методы оценки пластичности, предельная пластичность. Модели разрушения металлов в процессах пластической деформации. Факторы, влияющие на пластичность в процессах пластической деформации. Технологическая пластичность, методы ее оценки. Пути повышения пластичности. Понятие сверхпластичности /Лек/	5	1	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2	
6.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	5	24	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2	
	<b>Раздел 7. Усилие и работа деформации в процессах пластической деформации</b>					

7.1	Энергосиловые параметры пластической деформации, их роль в определении эффективности процессов ПД. Аналитические методы определения усилия деформации: метод работ, вариационные методы, метод линий скольжения. Экспериментальные методы определения усилий. Работа и мощность деформации. Аналитический метод определения усилия деформации: решение приближённых дифференциальных уравнений равновесия сил совместно с уравнением пластичности при различных законах контактного трения /Лек/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.1 Л2.2	
7.2	Проработка лекционного материала /Ср/	5	25	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
7.3	Подготовка к защите курсовой работы /Ср/	5	9	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Э1	

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 5.1. Рекомендуемая литература

#### 5.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Тюрин В.А., Мохов А.И. Тюрин В.А., Мохов А.И.	Теория обработки металлов давлением: учебник	Электронный каталог	Москва Альянс, 2019
Л1.2	Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К. Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К.	Физические основы пластической деформации: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1981

#### 5.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Золоторевский В.С.	Механические свойства металлов: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1983
Л2.2	Громов Н.П. Громов Н.П.	Теория обработки металлов давлением: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1978

### 5.2. 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	ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА (МИСиС), 3. Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. Рекристаллизация металлов и сплавов. – М.:	<a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=8409">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=8409</a>

### 5.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Teams
П.2	MS Office
П.3	LMS Canvas

### 5.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

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>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
1	Физические основы процессов пластической деформации	компьютер, проектор, экран, интерактивная доска комплект тематических презентаций, доступ к интернету

6	Физические основы процессов пластической деформации	Компьютеры, доступ к интернету
<b>7. 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. 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;fDocument Id=12459">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocument Id=12459</a> (НТБ МИСиС)</p>		