

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 Metallургия

Профиль

Обработка металлов давлением

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

аудиторные занятия

72

экзамен 4

самостоятельная работа

81

курсовая работа 4

часов на контроль

27

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)			
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	36	36	36	36
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	81	81	81	81
Часы на контроль	27	27	27	27
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.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, энерго-силовые 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 по получению первичных профессиональных умений
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	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности. Часть 1
2.2.6	Сопротивление материалов

### 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	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/	4	2	ПК-1.1	Л1.1Л2.1 Л2.2	
1.2	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	4	4	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	4	3	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 /Пр/	4	6	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
2.3	Расчет единичных и результирующих показателей деформации, анализ их взаимосвязи в различных процессах ОМД	4	6	ПК-1.1	Л2.2	
2.4	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	4	10	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. /Лек/	4	4	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	

3.2	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/	4	3	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
3.3	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	4	12	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. Напряженное 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. /Лек/	4	3	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
4.2	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/	4	3	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
4.3	Анализ типовых диаграмм растяжения. Анализ процессов пластической деформации с использованием механических схем деформации. /Пр/	4	8	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
4.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, выполнение контрольной работы /Ср/	4	14	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 /Лек/	4	4	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	

5.2	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/	4	3	ПК-1.1	Л2.2 Э2	
5.3	Определение скорости деформации в различных процессах ОМД (продольная прокатка, осадка и др.) /Пр/	4	8	ПК-1.1	Л2.2 Э2	
5.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	4	12	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/	4	3	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
6.2	Расчет коэффициента трения по экспериментально измеренным усилиям при осадке свинцовых образцов /Пр/	4	8	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/	4	4	ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2	
6.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	4	12	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 /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.1Л2.1 Л2.2	

7.2	Аналитический метод определения усилия деформации: решение приближённых дифференциальных уравнений равновесия сил совместно с уравнением пластичности при различных законах контактного трения /Лек/	4	2	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
7.3	Проработка лекционного материала /Ср/	4	8	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
7.4	Подготовка к защите курсовой работы /Ср/	4	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
6	Физические основы процессов пластической деформации	Компьютеры, доступ к интернету

**7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности обучающихся достигается индивидуализацией домашних заданий. Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point. 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.

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 [http://elibrary.misis.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocument Id=12459](http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocument Id=12459) (НТБ МИСиС)