

Рабочая программа утверждена
 решением Учёного совета
 ВФ НИТУ "МИСиС
 от «31» августа 2020г.
 протокол №1-20

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

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

аудиторные занятия

72

экзамен 4 семестр

самостоятельная работа

81

курсовая работа 4 семестр

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):

ктн, Профессор, Ионов Сергей Михайлович

Рабочая программа

Физические основы процессов пластической деформации

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия , ОМ-19.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.02.2019, протокол № 6-19

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 И ЗАДАЧИ 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.05
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Кристаллофизика
2.1.2	Учебная практика
2.1.3	История науки и образования
2.1.4	Безопасность жизнедеятельности
2.1.5	Физика
2.1.6	Экология
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
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	
УК-8.1: умение проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю образовательной программы, выбирать и применять соответствующие методики проектирования и разработки, включая передовые методы и технологии	
Знать:	
УК-8.1-31 Знать продукцию, процессы и системы области физических основ пластической деформации	
ПК-3.2 : готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии	
Знать:	
ПК-3.2 -31 Основные технологии и оборудование процессов пластической деформации	
ПК-3.1: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке	
Знать:	
ПК-3.1-31 Знать способы обеспечения качества и технологичности изделий, получаемых методами пластической деформации	
ОПК-1.1: готовность использовать фундаментальные общинженерные знания	
Знать:	
ОПК-1.1-32 Основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам	
ОПК-1.1-31 Виды образовательных и информационных технологий; основные законы	
ПК-3.3 : способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды	

Знать:
ПК-3.3 -31 Способы и методы выбора материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды
УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы
Знать:
УК-7.1-31 Знать основные понятия области физических основ пластической деформации
УК-6.1: демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности
Знать:
УК-6.1-31 Основные понятия, идеи, методы, законы фундаментальных наук
ПК-3.2 : готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии
Уметь:
ПК-3.2 -У1 Уметь выявлять достоинства и недостатки технологии
ПК-3.3 : способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды
Уметь:
ПК-3.3 -У1 Уметь выбирать функциональные материалы для изделий различного назначения
ПК-3.1: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Уметь:
ПК-3.1-У1 Уметь осуществлять корректировки технологических процессов пластической деформации
ОПК-1.1: готовность использовать фундаментальные общинженерные знания
Уметь:
ОПК-1.1-У1 Находить необходимую научно-техническую информацию; использовать информационные технологии для задач фундаментальных наук
УК-8.1: умение проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю образовательной программы, выбирать и применять соответствующие методики проектирования и разработки, включая передовые методы и технологии
Уметь:
УК-8.1-У1 Уметь выбирать и применять методики проектирования и разработки продукции
УК-6.1: демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности
Уметь:
УК-6.1-У1 Использовать знания для решения задач; использовать законы в области фундаментальных наук
УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы
Уметь:
УК-7.1-У1 Осуществлять выбор продукции, процессов и систем процессов пластической деформации
ПК-3.3 : способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды
Владеть:
ПК-3.3 -В1 Владеть навыками выбора материала с учётом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды
ПК-3.2 : готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии
Владеть:
ПК-3.2 -В1 Владеть навыками улучшения производственных объектов
УК-6.1: демонстрировать знание естественнонаучных и других фундаментальных наук в профессиональной деятельности
Владеть:

УК-6.1-B1 Основными методами естественнонаучных и фундаментальных наук; закономерности каждой классической предметной области
ОПК-1.1: готовность использовать фундаментальные общинженерные знания
Владеть:
ОПК-1.1-B2 Методами анализа и численными методами, вычислительной техникой при решении прикладных задач в области теплообмена
ОПК-1.1-B1 Основами фундаментальных общинженерных знаний; методами статистической обработки информации
УК-8.1: умение проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие профилю образовательной программы, выбирать и применять соответствующие методики проектирования и разработки, включая передовые методы и технологии
Владеть:
УК-8.1-B1 Владеть навыками проектирования и разработки продукции, получаемой в процессах пластической деформации
УК-7.1: способность анализировать продукцию, процессы и системы
Владеть:
УК-7.1-B1 Владеть способностью анализировать продукцию, процессы и системы пластической деформации
ПК-3.1: способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке
Владеть:
ПК-3.1-B1 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
	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					
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	ОПК-1.1 УК-6.1 УК-7.1	Л1.2Л2.2 Л2.1	
1.2	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	4	4	ОПК-1.1 УК-6.1 УК-7.1	Л1.2Л2.2 Л2.1	
	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 деформацию.					

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 объема /Лек/	4	3	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.1	
2.2	Оценка и расчёт деформации в процессах пластической деформации. Анализ и определение величин, характеризующих пластическую деформацию /Пр/	4	6	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.3	Л1.2Л2.2	
2.3	Расчет единичных и результирующих показателей деформации, анализ их взаимосвязи в различных процессах ОМД /Пр/	4	6	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1	Л2.2	
2.4	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	4	10	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.2Л2.2 Л2.1	
	Раздел 3. Физические основы пластической деформации металлических материалов. Основы строения металлов. Механизмы пластической деформации. Упрочнение и разупрочнение					
3.1	Кристаллическое строение металлов, моно- и поликристаллы. Основные механизмы пластической деформации монокристаллов. Особенности пластической деформации поликристаллов. /Лек/	4	4	ОПК-1.1 УК-6.1 УК-8.1	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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
3.3	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	4	12	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	
	Раздел 4. Основы теории напряжённо-деформированного состояния в процессах пластической деформации					
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. /Лек/	4	3	ОПК-1.1 УК-6.1 УК-7.1 ПК-3.3	Л1.2Л2.2	

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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1	Л1.2Л2.2	
4.3	Анализ типовых диаграмм растяжения. Анализ процессов пластической деформации с использованием механических схем деформации. /Пр/	4	8	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 ПК-3.3	Л1.2Л2.2	
4.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, выполнение контрольной работы /Ср/	4	14	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.3	Л1.2Л2.2 Э1	
Раздел 5. Неравномерность деформации в процессах ОМД. Скорость деформации и сопротивление металла деформации при ОМД.						
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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2 ПК-3.3	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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1	Л2.2 Э2	
5.3	Определение скорости деформации в различных процессах ОМД (продольная прокатка, осадка и др.) /Пр/	4	8	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л2.2 Э2	
5.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	4	12	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2 Э2	

	Раздел 6. Трение в процессах пластической деформации. Закон наименьшего сопротивления, правило кратчайшей нормали. Пластичность и деформируемость					
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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 ПК-3.2	Л1.2Л2.2	
6.2	Расчет коэффициента трения по экспериментально измеренным усилиям при осадке свинцовых образцов /Пр/	4	8	ОПК-1.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2	Л1.2Л2.2	
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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2	
6.4	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	4	12	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2Л2.2	
	Раздел 7. Усилие и работа деформации в процессах пластической деформации					
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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2	Л1.2Л2.1 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	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2	Л1.2Л2.2	
7.3	Проработка лекционного материала /Ср/	4	8	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2	Л1.2Л2.2	
7.4	Подготовка к защите курсовой работы /Ср/	4	9	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК-6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Л1.2Л2.2 Э1	

	Контроль	4	18	ОПК-1.1 ПК-3.1 УК- 6.1 УК-7.1 УК-8.1 ПК- 3.2 ПК-3.3	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПРИЛОЖЕНИЕ)						
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ						
6.1. Рекомендуемая литература						
6.1.1. Основная литература						
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год		
Л1.1	Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К.	Физические основы пластической деформации	Библиотека Машиностроителя https://lib-bkm.ru/12277	Москва Металлургия, 1982		
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	Золоторевский В.С.	Механические свойства металлов: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1983		
Л2.2	Громов Н.П.	Теория обработки металлов давлением:	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1978		
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»						
Э1	ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА		http://elibrary.misis.ru/action.php? kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocument Id=12459			
Э2	ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА (МИСиС), 3. Горелик С.С., Добаткин С.В., Капуткина Л.М. Рекристаллизация металлов и сплавов. – М.:		http://elibrary.misis.ru/action.php? kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocument Id=8409			
6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения						
П.1	Windows 7 Professional					
П.2	антивирусное ПО Dr.Web					
П.3	Microsoft Office 2007					
П.4	MS Teams					
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных						
И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru – URL: https://elibrary.ru					
И.2	Научная электронная библиотека МИСиС - URL: http://elibrary.misis.ru/login.php					
И.3	Электронная библиотечная система (ЭБС) – «Университетская библиотека онлайн»- URL: http://biblioclub.ru					
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ						
	Ауд.	Назначение	Оснащение			
1		Физические основы процессов пластической деформации	доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.), экран - 1шт., ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, комплект тематических презентаций и видеоматериалов			
46		Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio			

8. 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&fDocumentId=12459 (НТБ МИСиС)