

Рабочая программа утверждена  
решением Учёного совета ВФ  
НИТУ МИСиС  
от «26» мая 2022г.  
протокол № 7-22

## 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 **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Формы контроля в семестрах:
в том числе:		экзамен 5
аудиторные занятия	20	курсовая работа 5
самостоятельная работа	120	
часов на контроль	36	

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	8	8	8	8
Практические	12	12	12	12
КСР	4	4	4	4
Итого ауд.	20	20	20	20
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	120	120	120	120
Часы на контроль	36	36	36	36
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 - 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-22 ЗО.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 25.02.2022, протокол № 5-22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологии и оборудования обработки металлов давлением**

Протокол от 20.05.2022 г., №9

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

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.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Кристаллофизика
2.1.2	Физика
2.1.3	Экология
2.1.4	Введение в специальность
2.1.5	Учебная практика
2.1.6	Безопасность жизнедеятельности
<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	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.3	Технология производства проката
2.2.4	Производственная практика
2.2.5	Организация и планирование проведения эксперимента

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/	5	1	ПК-1.1	Л1.1Л2.1 Л2.2	
1.2	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	5	12	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 деформацию.</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 объема /Лек/	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	3	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
2.3	Проработка лекционного материала, литературы по дисциплине /Ср/	5	16	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	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. 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	3	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
4.3	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий, выполнение контрольной работы /Ср/	5	18	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 объёму, 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	3	ПК-1.1	Л2.2 Э2	
5.3	Проработка лекционного материала, материалов практических занятий /Ср/	5	18	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	3	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	18	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	16	ПК-1.1	Л1.1Л2.2	
7.3	Подготовка к защите курсовой работы /Ср/	5	10	ПК-1.1	Л1.1Л2.2 Э1	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Вопросы для самоподготовки к экзамену:

1. Понятие о кристаллическом строении металлов, моно- и поликристаллы.
2. Типы кристаллических решеток металлов, их характеристики.
3. Основные механизмы пластической деформации монокристаллов.
4. Особенности пластической деформации поликристаллов.
5. Дислокационная модель пластической деформации.
6. Механические свойства металлов, способы их определения.
7. Изменение свойств металла в процессе холодной пластической деформации. Деформационное упрочнение.

8. Изменения, происходящие в металлах в процессе холодной пластической деформации.
9. Изменение структуры и свойств деформированного металла при нагреве. Возврат, полигонизация, рекристаллизация.
10. Классификация процессов пластической деформации по температурным условиям.
11. Силы, действующие на деформируемый металл, напряжения, напряженное состояние в точке, тензор напряжений.
12. Понятие о главных напряжениях. Схемы главных напряжений.
13. Напряженное состояние на наклонных (в т.ч. октаэдрических) площадках. Понятие интенсивности напряжений.
14. Условие пластичности.
15. Деформированное состояние, тензор деформаций.
16. Понятие о главных деформациях, схемы главных деформаций в процессах пластической деформации.
17. Условие постоянства, величины, характеризующие деформацию в различных процессах пластической деформации.
18. Понятие смещенного объема.
19. Взаимосвязь частных и результирующих величин, характеризующих пластическую деформацию. Понятие истинных деформаций.
20. Понятие о механических схемах деформации. Классификация процессов пластической деформации по механическим схемам деформации.
21. Анализ процессов ПД с использованием механических схем деформации.
22. Скоростные условия процессов ПД. Понятие о скорости деформации.
23. Определение скорости деформации в процессах осадки и продольной прокатки.
24. Трение в процессах ПД. Основные определения. Особенности трения в процессах ПД.
25. Основные механизмы контактного трения, влияние трения в процессах ПД на эффективность процессов.
26. Зависимость трения от основных параметров процессов ПД.
27. Технологические смазки в процессах ПД, их назначение и классификация. Влияние смазок на эффективность процессов и качество продукции.
28. Экспериментальные методы оценки трения в процессах ПД.
29. Сопротивление деформации в процессах ПД. Факторы, влияющие на сопротивление деформации.
30. Методы определения сопротивления деформации. Метод термомеханических коэффициентов.
31. Влияние различных факторов процессов ПД на пластичность металлов в процессе деформации.
32. Пластичность и деформируемость металлов. Методы оценки и основные факторы, определяющие пластичность в процессах ПД.
33. Причины возникновения неравномерности деформации в процессах ПД.
34. Дополнительные напряжения, их связь с неравномерностью деформации. Влияние дополнительных напряжений на качество готовых изделий.
35. Остаточные напряжения, их роль в процессах ПД, методы их устранения.
36. Закон наименьшего сопротивления, правило кратчайшей нормали, правило наименьшего периметра, их практическое применение при анализе процессов ПД.
37. Усилие деформации. Методы определения усилия деформации. Решение дифференциальных уравнений равновесия совместно с уравнением пластичности (общий подход, основные допущения и упрощения).
38. Работа деформации в процессах ПД.
39. Деформационный разогрев в процессах ПД.
40. Задачи на расчет величин, характеризующих пластическую деформацию, коэффициента трения, скорости деформации, сопротивления деформации и др. показателей процессов ПД

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

По каждому разделу дисциплины предусмотрена текущая аттестация. Текущая аттестация проводится в форме заданий для самостоятельного выполнения и контрольных мероприятий.

По дисциплине предусмотрены следующие контрольные мероприятия:

- Домашние задания:

Домашнее задание № 1

1. Дать общую характеристику процессу ПД – свободная ковка.
2. Сущность условия постоянства объема в процессах ПД. Особенности деформации литого металла.
3. Как определить коэффициент высотной деформации?
4. Определить истинный коэффициент высотной деформации при осадке образца цилиндрической формы с  $h_0 = 60$  мм до  $h_1 = 40$  мм.
5. Исходная заготовка – пруток диаметром  $d_0 = 10$  мм подвергнута волочению в пять проходов с коэффициентами вытяжки в проходах:  $\square 1 = 1,32$ ;  $\square 2 = 1,3$ ;  $\square 3 = 1,25$ ;  $\square 4 = 1,22$ ;  $\square 5 = 1,2$ . Определить диаметр готовой проволоки ( $d_{пр}$ ).
6. Цилиндрический образец размерами:  $h_0 = 60$  мм,  $d_0 = 50$  мм, осаживается до высоты  $h_1 = 40$  мм. Определить смещенный объем по высоте
7. Силы, действующие на деформируемое тело. Реактивные силы.
8. Понятие о механических напряжениях. Соотношение между полными, нормальными и касательными напряжениями.
9. Октаэдрические напряжения. Интенсивность касательных и нормальных напряжений.
10. Понятие о схемах главных напряжений. Схема главных напряжений для процесса осадки.

Домашнее задание № 2

1. Условие пластичности. Условие постоянства максимального касательного напряжения.

2. Схемы главных деформаций для процессов прокатки и осадки.
3. Понятие о механических схемах деформации. Механическая схема деформации процесса осадки.
4. Качественный анализ процесса волочения с помощью механических схем деформации.
5. В каком процессе потребуется большее усилие деформации: а) прокатка на гладкой бочке; б) прокатка в калибрах.
6. Неравномерность деформации. Оценить влияние формы инструмента на неравномерность деформации.
7. Дополнительные напряжения. Определить причину появления, направление и знак дополнительных напряжений при прокатке трехслойного пакета (внутри алюминиевая пластина, сверху и снизу – свинцовые пластины).
8. Остаточные напряжения. Причины искажения формы изделий под действием остаточных напряжений.
9. Механический метод определения остаточных напряжений. Напряжения какого рода можно определить механическим методом?

- Курсовая работа:

Примеры тем для курсовой работы: Расчет энергосиловых параметров (давление, усилие и работу деформации, деформационный разогрев) при осадке (распределение по вариантам).

Пример задания на курсовую работу:

Цель работы: Изучить деформационные, временные и скоростные характеристики процесса осадки. Научиться рассчитывать энергосиловые параметры процесса (сопротивление металла деформации, коэффициент трения, работу деформации, давление и усилие деформации).

Вариант 1

Цель работы: Изучить деформационные, временные и скоростные характеристики процесса осадки. Научиться рассчитывать энергосиловые параметры процесса (сопротивление металла деформации, коэффициент трения, работу деформации, давление и усилие деформации).

Расчетная схема процесса осадки:

Последовательность расчета:

- 1) Определить объем деформируемого тела  $V_0 = h_0 \cdot b_0 \cdot L$  (м<sup>3</sup>);
  - 2) Определить абсолютное обжатие  $\Delta h = h_0 - h_1$  (мм);
  - 3) Определить относительную деформацию  $\varepsilon = \Delta h / h_0$ ;
  - 4) Определить коэффициент высотной деформации  $\eta = h_0 / h_1$ ;
  - 5) Определить ширину после процесса осадки  $b_1 = b_0 \cdot \square$ , где  $\square$  - коэффициент поперечной деформации (коэффициент уширения) определяется из условия постоянства объема (УПО). В коэффициентах деформации УПО: ( $\square \cdot \square$ ) /  $\eta = 1$ . При плоской деформации при осадке коэффициент продольной деформации (коэффициент вытяжки)  $\square = 1$ ;
  - 6) Определить истинный (логарифмический) коэффициент высотной деформации  $\delta h = \ln(h_0 / h_1)$ ;
  - 7) Определить истинный смещенный объем по высоте  $V_{см} = V_0 \cdot \ln(h_0 / h_1)$ ;
  - 8) Определить время процесса деформации  $\square = \square h / v_B$  (сек);
  - 9) Определить среднюю скорость деформации  $v_{ср} = \varepsilon / \square$ ;
  - 10) Определить среднее значение сопротивления деформации по методике, указанной в задании без учета деформационного разогрева;
  - 11) Определить работу деформации не учитывая работу сил трения:  $A_{деф} = V_0 \cdot \sigma_{ср} \cdot \ln(h_0 / h_1)$ ;
  - 12) Определить величину деформационного разогрева в результате работы деформации:  $\square t_{деф} = \eta_{вых} \cdot \sigma_{ср} \cdot \ln(h_0 / h_1) / (c \cdot \square)$ , где  $\eta_{вых}$  – коэффициент выхода тепла от работы деформации (0,89 – 0,94);  $\sigma_{ср}$  – среднее значение сопротивления деформации (МПа);  $c$  – удельная теплоемкость деформируемого металла (Дж/(кг·град));  $\square$  – плотность деформируемого металла (кг/м<sup>3</sup>);
  - 13) Определить среднее значение сопротивления деформации по методике, указанной в задании с учетом деформационного разогрева  $t_{деф} = t_{МЕ} + \square t_{деф}$ ;
  - 14) Определить значение коэффициента трения в соответствии с заданным законом трения (Амантона – расчет по формуле Бахтинова, коэффициент, учитывающий влияние скорости принять равным 1, Зибеля – принимаем, что площадь поверхности контакта деформируемого металла с бойком, на которой трение подчиняется закону Зибеля составляет 100%, коэффициент трения (по Зибелю)  $f_3 = \square \cdot 0,5$ , где  $\square$  - коэффициент Лодэ, схема деформации – плоская);
  - 15) Рассчитать погонное усилие процесса осадки (усилие на единицу длины деформируемой заготовки –  $R_{пог}$  (Н/м, кН/м)) в соответствии с заданным законом трения;
  - 16) Рассчитать среднее давление на поверхности контакта  $p_{ср} = R_{пог} / b_1$  (Н/м<sup>2</sup>, МПа)
- Рассчитать полное усилие процесса осадки  $P = R_{пог} \cdot L$  (Н, кН).

Исходные данные для расчета:

- 1) Форма деформируемого тела - пластина, прямоугольный параллелепипед;
- 2) Размеры до деформации:  $h_0 = 50$  мм,  $b_0 = 50$  мм,  $L = 300$  мм;
- 3) Размеры после деформации:  $h_1 = 25$  мм,  $L = 300$  мм – деформация плоская;
- 4) Скоростные условия деформации - скорость движения бойка (скорость деформирования) -  $v_B$ , ( $v_{деф}$ ) = 0,2 м/с;
- 5) Деформируемый материал - сталь 45;
- 6) Материал бойков - сталь;
- 7) Температура  $t_{МЕ} = 1150$  оС;
- 8) Закон трения - Амантона (при определении коэффициента трения коэффициент, учитывающий влияние скорости принять равным 1;
- 9) Сопротивление деформации определять по методике В.И. Зюзина;



- 10) При определении деформационного разогрева трением пренебречь;  
 11) Коэффициент выхода тепла от работы деформации  $\eta_{\text{вых}} = 0.9$   
 12) Теплофизические характеристики:  $c = 705 \text{ Дж/(кг*град)}$ ,  $\rho = 7550 \text{ кг/м}^3$

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационные билеты состоят из двух теоретических вопросов и одного практического. Билеты хранятся на кафедре  
 Пример:

Экзаменационный билет № 1 .

Дисциплина Физические основы процессов пластической деформации  
 Направление подготовки 22.03.02 Metallургия  
 Профиль подготовки Обработка металлов давлением

- 1 Анализ процессов ПД с использованием механических схем деформации.
- 2 Зависимость трения от основных параметров процессов ПД.
- 3 Исходная заготовка квадратного сечения (сторона квадрата  $a = 100 \text{ мм}$ ) за семь проходов прокатана в круг диаметром  $d = 50 \text{ мм}$ . Определить среднее значение коэффициента вытяжки за проход.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

К защите курсовой работы допускается студент выполнивший текущий контроль успеваемости, а так же оформивший работу в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ.

Методика оценивания домашних работ:

Оценка "зачтено" - разделы индивидуального задания выполнены полностью, технически грамотно оформлены.

Оценка "не зачтено" - разделы индивидуального задания выполнены не в полном объёме, имеются недочеты в оформлении заданий.

Курсовая работа оценивается на открытом заседании комиссии.

При оценке курсовой работы комиссия принимает во внимание:

1. Правильность расчетов в пояснительной записке, техническую грамотность оформления документации и ясность описания.
2. Самостоятельность работы студента, грамотное использование специальной литературы.
3. Равномерность работы студента по выполнению отдельных этапов курсовой работы
4. Содержание и четкость доклада по проекту на заседании комиссии.
5. Ответы на вопросы членов комиссии.

Результаты защиты оглашаются в присутствии всех студентов на открытом заседании комиссии.

Оценка «отлично» - выполнены все требования к написанию и защите курсовой работы; правильно выполнены расчеты в пояснительной записке, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» - основные требования к курсовой работе и ее защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований к курсовой работе. В частности, допущены фактические ошибки в содержании курсовой работе, в расчетах работы или при ответе на дополнительные вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» - тема курсовой работы не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание курса.

На экзамене оценивается уровень теоретических знаний обучающегося и развития его творческого мышления, наличие навыков самостоятельной работы и умение применять полученные знания к решению практических задач (при ответах на вопросы(задания) экзаменационного билета, дополнительные вопросы (при необходимости), также учитываются результаты работы обучающегося в течение учебного семестра)

Для оценивания уровня освоения учебного материала по дисциплине "Физические основы процессов пластической деформации" используется следующая шкала оценок:

Оценка «отлично» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- глубокое знание программного материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой: основной и дополнительной;
- знание концептуально-понятийного аппарата всего курса (программы практики);
- свидетельствует о способности самостоятельно критически оценивать основные положения курса и увязывать теорию с практикой.

Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, ответ которого свидетельствует:

- о полном знании материала по программе дисциплины;
- о знании рекомендованной литературы: основной и дополнительной;
- содержит в целом правильное, но не всегда точное и аргументированное изложение материала.

Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, ответ которого содержит:

- поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса;
- затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии курса;
- стремление логически четко построить ответ, а также свидетельствует о возможности последующего обучения.

Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, имеющему существенные пробелы в знании основного материала по программе, а также допустившему принципиальные ошибки при изложении материала, а также не выполнившего требования по освоению курса.

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	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.	Физические основы пластической деформации: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1981

**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: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1978

**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	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>

**6.3 Перечень программного обеспечения**

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

**6.4. 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>

**7. 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

**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](http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12459) (НТБ МИСиС)