



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ и Т  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ***

Направление подготовки (специальность)  
15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Машины и технологии обработки металлов давлением

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2020 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 03.09.2015 г. № 957)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения  
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры МиТОДиМ,  К.Г. Пашенко

Рецензент:  
профессор кафедры Механики, канд. техн. наук  А.К.

Белан

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Механика сплошной среды» является изучение и подготовка к глубокому освоению современных теоретических и технологических основ сварочного производства, основанных на сложном комплексе разделов физики и механики. Физика пластичности и прочности составляет один из фундаментальных разделов физики твердого тела. Имея глубокую теоретическую базу студенты осознанно усваивают специальные дисциплины.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Механика сплошной среды входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Математика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Технология листовой штамповки

Технологияковки и объемной штамповки

Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

### 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Механика сплошной среды» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</b>	
Знать	- основные определения и понятия математического анализа; - основные методы исследований, используемых в моделировании сплошных сред;
Уметь	- корректно выражать и аргументированно обосновывать действие законов естественнонаучных дисциплин в области механики сплошных сред.
Владеть	- методами математического анализа в области механики сплошных сред
<b>ПК-5 умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании</b>	
Знать	основные методы механических исследований, используемых в оценке технических и эксплуатационных параметров деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании;
Уметь	применять математический аппарат МСС для оценки технических и эксплуатационных параметров деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании

Владеть	практическими навыками использования элементов аппарата МСС для возможности учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК-15 умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования	
Знать	основные методы оценки свойств сред, используемых в механике сплошных сред;
Уметь	проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования используя базовые методы исследований в области механики сплошных сред;
Владеть	методами исследований материалов и остаточный ресурс технологического оборудования;

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 48.9 акад. часов;
- аудиторная – 48 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 59.1 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.1 Цели и задачи изучения дисциплины.	4	1.6			6	Самостоятельное изучение учебной литературы	Вопросы на зачете	ОПК-1, ПК-5, ПК-15
2.1 Гипотезы континуума, понятия деформаций континуума, основные меры и тензоры деформаций, их геометрический смысл в нелинейной формулировке и в линеаризованном случае	4	1.6	3,2/2И	5/1И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №1 Контрольная работа №1	ОПК-1
3.1 Определения скоростных мер деформаций сплошной среды, определения материальных производных, виды объективных производных тензоров различного ранга	4	1.6	1,6/0,5И	3/1И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №2 Защита лабораторной работы №3 Контрольная работа №2	ОПК-1

4.1 Аксиомы механики сплошных сред и их математические формулировки в виде балансовых уравнений для интенсивных характеристик массы, количества движения, момента количества движения, энергии и ее составляющих	4	1.6	1,6/0,5И	1,5/1И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №2 Защита лабораторной работы №3 Контрольная работа №2	ОПК-1
5.1 Основные требования к определяющим соотношениям, правила перехода к неинерциальным системам отсчета	4	1.6	1,6/0,5И	1,5	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №2 Защита лабораторной работы №3 Контрольная работа №2	ОПК-1
6.1 Математические модели классических сред — газов, жидкостей, упругих и упругопластических твердых тел, особенности применения упрощенных математических постановок моделей классических сред, методы их решения	4	1.6	1,6/0,5И	1,5/1И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №2 Защита лабораторной работы №3 Контрольная работа №2	ОПК-1
7.1 Основы неравновесной термодинамики сплошных сред, определения и критерии устойчивости	4	1.6	0,8/0,5И	3,5/2И	6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №3 Контрольная работа №3	ОПК-1
8.1 Атомно-кристаллическое строение металлов. Свойства аморфных и кристаллических тел. Теория структурных несовершенств, механизм пластической деформации идеальных кристаллов и реальных металлов.	4	1.6	1,6/0,5И		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №4 Защита лабораторной работы №5	ОПК-1
9.1 Текстура и ее значение в практике производства переработки листовых материалов Сверхпластичность, виды сверхпластичности, применение в промышленности Старение металлов и сплавов, механизм старения, пути управления старением	4	1.6	2/0,5И		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №4 Защита лабораторной работы №5	ПК-5, ПК-15

10.1 Теория разрушения металлов, феноменологические представления разрушения, разрушения	4	1.6	2/0,5И	5.1	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к лабораторным и практическим занятиям.	Защита лабораторной работы №4 Защита лабораторной работы №5	ПК-5, ПК-15
Зачет	4						
Итого по разделу							
Итого за семестр		16	16/6И	16/6И	59.1	зачёт	
Итого по дисциплине		16	16/6И	16/6И	59.1	зачет	

## 5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексия.

Основные типы проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем).

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение для презентации более широкой аудитории).

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе личностно- значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Механика сплошной среды» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

### Лабораторная работа № 1

Определение деформаций при простом сдвиге. Определение модуля упругости.

### Лабораторная работа № 2

Измерение коэффициента сопротивления при течении воздуха в цилиндрической трубке

### Лабораторная работа № 3

Определение числа Рейнольдса

### Лабораторная работа № 4

Исследование обратной ползучести (восстановления) эластичности материалов.

### Лабораторная работа № 5

Испытания материалов на ресурс пластичности

### Контрольные работы

#### №1

Определение главных напряжений тензора.

#### №2

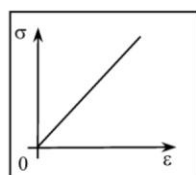
Составление балансовых уравнений для интенсивных характеристик массы, количества движения, момента количества движения, энергии и ее составляющих.

#### №3

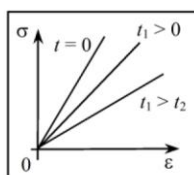
Расчет значений критериев устойчивости.

### Примерные задачи для самостоятельного решения

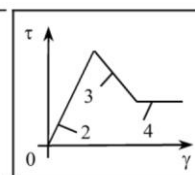
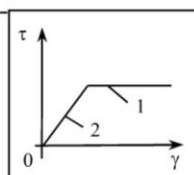
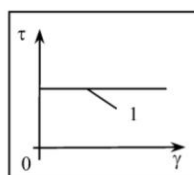
1. Заданы диаграммы



$\sigma$  – напряжение;  
 $\varepsilon$  – деформация



$\sigma$  – напряжение;  
 $\varepsilon$  – деформация;  
 $t$  – время



$\tau = 0,5(\sigma_1 + \sigma_2)$ ;  $\gamma = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ ,  
где  $\sigma_1, \sigma_2$  – главные напряжения;  $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  – главные деформации  
1 – пластическое состояние; 2 – упругое состояние; 3 – предельное состояние;  
4 – участок остаточной прочности

Для указанного графика укажите вид модели, её кинематическое изображение, приведите примеры подобных сред.

2. Заданы тензоры.

Выделите шаровой тензор.

Найдите постоянные параметры тензора, не зависящие от системы координат.

3. Задано векторное поле скоростей.

Покажите с какой скоростью среда сжимается и вращается по заданному векторному полю скоростей.

4. Заданы параметры сред: вязкость, плотность, теплопроводность, температура, абразивность и др.

5. Заданы энергетические поля: давления, градиенты температур, скорости и ускорения, ультразвуковое воздействие, вибрации, трение, потоки газа или плазмы, электрические поля и др. Задано время воздействия полей.

6. Заданы кинематические схемы взаимодействий объектов в системе: инструмент, заготовка, технологический процесс.

7. Заданы механические свойства среды: ударная вязкость, предел текучести, твердость и др.

Для №№4-7, используя аппарат МСС и заданные параметры среды определите возможность эксплуатации системы из деталей, узлов при проектировании.

При каких параметрах механических свойств и нагрузках металл (материал) будет разрушаться? Укажите вид разрушения, вид износа.

#### **Темы для подготовки к зачету**

1. Что называется полным напряжением в точке твердого деформируемого тела?
2. Что называется напряженным состоянием в точке твердого деформируемого тела?
3. Что такое тензор напряжений и для чего он используется в теории напряжений?
4. Докажите, что тензор напряжений однозначно определяет напряженное состояние в точке твердого деформируемого тела.
5. Что называют главными напряжениями и как их определить из произвольного тензора напряжений?
6. Для чего в механике сплошной среды выполняется разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и девиатор напряжений?
7. Что такое деформация и каковы основные виды деформации?
8. В чем заключается физический смысл геометрических уравнений Коши?
9. Как связаны между собой удельная потенциальная энергия деформации в точке тела и потенциальная энергия деформации всего твердого деформируемого тела?
10. Перечислите основные уравнения механики твердого деформируемого тела.
11. Выполните вывод дифференциальных уравнений равновесия. В чем заключается их физический смысл?
12. Выполните вывод уравнений неразрывности деформаций. В чем заключается их физический смысл?
13. Для чего в механике сплошной среды используются физические уравнения? Запишите обобщенный закон Гука и поясните, какие основные константы входят в него.
14. Раскройте сущность основных способов вывода разрешающих систем уравнений механики сплошной среды.
15. Дислокации. Виды дислокации.
16. Движение дислокации. Влияние дислокации на прочность кристаллов.
17. Механические свойства твердых тел.
18. Основные закономерности упругой и пластической деформации кристаллов.
19. Сверхпластичность и условия ее возникновения.
20. Структурная сверхпластичность и области ее применения. Изотермическая сверхпластичность.
21. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Пластическая деформация поликристаллических тел.
22. Дислокация. Силы, необходимые для перемещения дислокации.
23. Упрочнение кристаллов. Пластическая деформация с точки зрения теории несовершенства кристаллической решетки.
24. Тепловые свойства твердых тел. Тепловое движение в кристаллах, тепловое расширение, теплопроводность, теплоемкость.
25. Электропроводность, сверхпроводимость.
26. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Ферромагнетизм, парамагнетизм.
27. Физические основы разрушения металлов. Механизмы зарождения микротрещин.
28. Феноменологическая теория разрушения. Предельные деформации при одноосном и двухосном растяжении.
29. Физические основы анизотропии поликристаллических тел. Вид текстуры.
30. Способы изучения текстуры. Влияние текстуры на пластическую деформацию.
31. Усталость металлов. Деформационная усталость и способы управления ею. Меры



предотвращения усталости стали.

32. Физические основы рекристаллизации металлов. Влияние рекристаллизации на пластическую деформацию и свойства металлов.

33. Сопротивление металла пластической деформации. Влияние кристаллической решетки и структурных несовершенств кристаллической решетки на сопротивление металла деформации.

34. Напряжения на наклонной площадке

35. Определение главных напряжений тензора

36. Определение деформаций при простом сдвиге. Определение модуля упругости

37. Исследование обратной ползучести (восстановления) эластичности материалов

38. Свойства аморфных и кристаллических тел Атомно-кристаллическое строение металлов

39. Теория структурных несовершенств, механизм пластической деформации идеальных кристаллов и реальных металлов

40. Сверхпластичность, виды сверхпластичности, применение в промышленности

41. Старение металлов и сплавов, механизм старения, пути управления старением

42. Текстура и ее значение в практике производства переработки листовых материалов

43. Теория разрушения металлов, феноменологические представления о

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

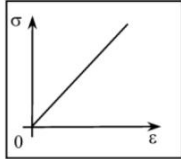
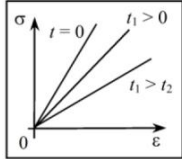
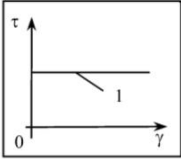
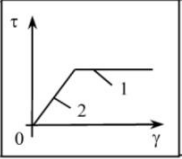
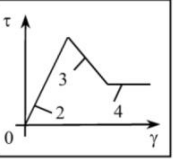
### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-1 умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения и понятия математического анализа;</li> <li>– основные методы исследований, используемых в моделировании сплошных сред;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется полным напряжением в точке твердого деформируемого тела?</li> <li>2. Что называется напряженным состоянием в точке твердого деформируемого тела?</li> <li>3. Что такое тензор напряжений и для чего он используется в теории напряжений?</li> <li>4. Докажите, что тензор напряжений однозначно определяет напряженное состояние в точке твердого деформируемого тела.</li> <li>5. Что называют главными напряжениями и как их определить из произвольного тензора напряжений?</li> <li>6. Для чего в механике сплошной среды выполняется разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и девиатор напряжений?</li> <li>7. Что такое деформация и каковы основные виды деформации?</li> <li>8. В чем заключается физический смысл геометрических уравнений Коши?</li> <li>9. Как связаны между собой удельная потенциальная энергия деформации в точке тела и потенциальная энергия деформации всего твердого деформируемого тела?</li> <li>10. Перечислите основные уравнения механики твердого деформируемого тела.</li> <li>11. Выполните вывод дифференциальных уравнений равновесия. В чем заключается их физический смысл?</li> <li>12. Выполните вывод уравнений неразрывности деформаций. В чем заключается их физический смысл?</li> <li>13. Для чего в механике сплошной среды используются физические уравнения? Запишите обобщенный закон Гука и поясните, какие основные константы входят в него.</li> <li>14. Раскройте сущность основных способов вывода разрешающих систем уравнений механики сплошной среды.</li> </ol>
Уметь	корректно выражать и аргументированно обосновывать действие законов естественнонаучных дисциплин в области механики сплошных сред.	<p>Выделите шаровой тензор.</p> <p>Рассчитать скорость по заданному векторному полю скоростей.</p> <p>Найдите постоянные параметры тензора, не зависящие от системы координат.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	– методами математического анализа в области механики сплошных сред;	<p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работа</b></p> <p>Определение деформаций при простом сдвиге. Определение модуля упругости. Цель работы: реализовать расчетную схему процесса Произвести анализ представленных данных, выполнить необходимую обработку этих данных. Построить энергосиловые зависимости представленного процесса. Оформить отчет. Сделать вывод по работе.</p>
<b>ПК-5 умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании</b>		
Знать	– основные методы механических исследований, используемых в оценке технических и эксплуатационных параметров деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физические основы разрушения металлов. Механизмы зарождения микротрещин.</li> <li>2. Феноменологическая теория разрушения. Предельные деформации при одноосном и двухосном растяжении.</li> <li>3. Физические основы анизотропии поликристаллических тел. Вид текстуры.</li> <li>4. Способы изучения текстуры. Влияние текстуры на пластическую деформацию.</li> <li>5. Усталость металлов. Деформационная усталость и способы управления ею. Меры предотвращения усталости стали.</li> <li>6. Физические основы рекристаллизации металлов. Влияние рекристаллизации на пластическую деформацию и свойства металлов.</li> <li>7. Сопротивление металла пластической деформации. Влияние кристаллической решетки и структурных несовершенств кристаллической решетки на сопротивление металла деформации.</li> <li>8. Напряжения на наклонной площадке</li> <li>9. Определение главных напряжений тензора</li> <li>10. Определение деформаций при простом сдвиге. Определение модуля упругости</li> <li>11. Исследование обратной ползучести (восстановления) эластичности материалов</li> <li>12. Свойства аморфных и кристаллических тел Атомно-кристаллическое строение металлов</li> <li>13. Теория структурных несовершенств, механизм пластической деформации идеальных кристаллов и реальных металлов</li> <li>14. Сверхпластичность, виды сверхпластичности, применение в промышленности</li> <li>15. Старение металлов и сплавов, механизм старения, пути управления старением</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		16. Текстура и ее значение в практике производства переработки листовых материалов 17. Теория разрушения металлов, феноменологические представления о разрушение, критерии разрушения
Уметь	– применять математический аппарат МСС для оценки технических и эксплуатационных параметров деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании	Заданы параметры сред: вязкость, плотность, теплопроводность, температура, абразивность и др. Заданы энергетические поля: давления, градиенты температур, скорости и ускорения, ультразвуковое воздействие, вибрации, трение, потоки газа или плазмы, электрические поля и др. Задано время воздействия полей. Заданы кинематические схемы взаимодействий объектов в системе: инструмент, заготовка, технологический процесс. Заданы механические свойства среды: ударная вязкость, предел текучести, твердость и др. Используя аппарат МСС и заданные параметры среды определите возможность эксплуатации системы из деталей, узлов при проектировании. При каких параметрах механических свойств и нагрузках металл (материал) будет разрушатся? Укажите вид разрушения, вид износа.
Владеть	– практическими навыками использования элементов аппарата МСС для возможности учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании	Лабораторная работа Исследование обратной ползучести (восстановления) эластичности материалов. Цель работы: реализовать расчетную схему процесса Произвести анализ представленных данных, выполнить необходимую обработку этих данных. Построить энергосиловые зависимости представленного процесса. Оформить отчет. Сделать вывод по работе.
<b>ПК-4 способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности</b>		
Знать	– основные методы оценки свойств сред, используемых в механике сплошных сред;	1. Дислокации. Виды дислокации. 2. Движение дислокации. Влияние дислокации на прочность кристаллов. 3. Механические свойства твердых тел. 4. Основные закономерности упругой и пластической деформации кристаллов. 5. Сверхпластичность и условия ее возникновения. 6. Структурная сверхпластичность и области ее применение. Изотермическая

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>сверхпластичность.</p> <p>7. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Пластическая деформация поликристаллических тел.</p> <p>8. Дислокация. Силы, необходимые для перемещения дислокации.</p> <p>9. Упрочнение кристаллов. Пластическая деформация с точки зрения теории несовершенства кристаллической решетки.</p> <p>10. Тепловые свойства твердых тел. Тепловое движение в кристаллах, тепловое расширение, теплопроводность, теплоемкость.</p> <p>11. Электропроводность, сверхпроводимость.</p> <p>12. Магнитные свойства твердых тел. Диамагнетизм. Ферромагнетизм, парамагнетизм.</p> <p>13. Что называется полным напряжением в точке твердого деформируемого тела?</p> <p>14. Что называется напряженным состоянием в точке твердого деформируемого тела?</p> <p>15. Что такое тензор напряжений и для чего он используется в теории напряжений?</p> <p>16. Докажите, что тензор напряжений однозначно определяет напряженное состояние в точке твердого деформируемого тела.</p> <p>17. Что называют главными напряжениями и как их определить из произвольного тензора напряжений?</p> <p>18. Для чего в механике сплошной среды выполняется разложение тензора напряжений на шаровой тензор напряжений и девиатор напряжений?</p> <p>19. Что такое деформация и каковы основные виды деформации?</p> <p>20. В чем заключается физический смысл геометрических уравнений Коши?</p> <p>21. Как связаны между собой удельная потенциальная энергия деформации в точке тела и потенциальная энергия деформации всего твердого деформируемого тела?</p> <p>22. Перечислите основные уравнения механики твердого деформируемого тела.</p> <p>23. Выполните вывод дифференциальных уравнений равновесия. В чем заключается их физический смысл?</p> <p>24. Выполните вывод уравнений неразрывности деформаций. В чем заключается их физический смысл?</p> <p>25. Для чего в механике сплошной среды используются физические уравнения? Запишите обобщенный закон Гука и поясните, какие основные константы входят в него.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>26. Раскройте сущность основных способов вывода разрешающих систем уравнений механики сплошной среды.</p> <p>27. Дислокации. Виды дислокации.</p> <p>28. Движение дислокации. Влияние дислокации на прочность кристаллов.</p> <p>29. Механические свойства твердых тел.</p> <p>30. Основные закономерности упругой и пластической деформации кристаллов.</p> <p>31. Сверхпластичность и условия ее возникновения.</p> <p>32. Структурная сверхпластичность и области ее применения. Изотермическая сверхпластичность.</p> <p>33. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Пластическая деформация поликристаллических тел.</p> <p>34. Дислокация. Силы, необходимые для перемещения дислокации.</p>
Уметь	<p>проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования используя базовые методы исследований в области механики сплошных сред;</p>	<p><b>Примерные задачи для самостоятельного решения</b></p> <p>1. Заданы диаграммы</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p><math>\sigma</math> – напряжение; <math>\epsilon</math> – деформация</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><math>\sigma</math> – напряжение; <math>\epsilon</math> – деформация; <math>t</math> – время</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center; font-size: small;"> <math>\tau = 0,5(\sigma_1 + \sigma_2)</math>; <math>\gamma = \epsilon_1 - \epsilon_3</math>,      где <math>\sigma_1, \sigma_2</math> – главные напряжения; <math>\epsilon_1, \epsilon_3</math> – главные деформации      1 – пластическое состояние; 2 – упругое состояние; 3 – запредельное состояние;      4 – участок остаточной прочности   </p> <p>Для указанного графика укажите вид модели, её кинематическое изображение, приведите примеры подобных сред.</p> <p>2. Заданы тензоры. Выделите шаровой тензор. Найдите постоянные параметры тензора, не зависящие от системы координат.</p> <p>3. Задано векторное поле скоростей. Покажите с какой скоростью среда сжимается и вращается по заданному векторному полю скоростей.</p> <p>4. Заданы параметры сред: вязкость, плотность, теплопроводность, температура,</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>абразивность и др.</p> <p>5. Заданы энергетические поля: давления, градиенты температур, скорости и ускорения, ультразвуковое воздействие, вибрации, трение, потоки газа или плазмы, электрические поля и др. Задано время воздействия полей.</p> <p>6. Заданы кинематические схемы взаимодействий объектов в системе: инструмент, заготовка, технологический процесс.</p> <p>7. Заданы механические свойства среды: ударная вязкость, предел текучести, твердость и др.</p> <p>Для №№4-7, используя аппарат МСС и заданные параметры среды определите возможность эксплуатации системы из деталей, узлов при проектировании.</p> <p>При каких параметрах механических свойств и нагрузках металл (материал) будет разрушаться? Укажите вид разрушения, вид износа.</p>
Владеть	методами исследований материалов и остаточный ресурс технологического оборудования;	<p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работа</b></p> <p>Измерение коэффициента сопротивления при течении воздуха в цилиндрической трубке</p> <p>Цель работы: реализовать расчетную схему процесса</p> <p>Произвести анализ представленных данных, выполнить необходимую обработку этих данных. Построить энергосиловые зависимости представленного процесса. Оформить отчет. Сделать вывод по работе.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Механика сплошной среды» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачёта и в форме выполнения и защиты результатов практических занятий.

**Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):**

- «зачтено» – обучаемый должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

- «не зачтено» – обучаемый не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**а) Основная литература:**

1. Методы исследования материалов и процессов : учебное пособие для вузов / В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2019. – 226 с. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-05475-0. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://biblio-online.ru/bcode/439014>

**б) Дополнительная литература:**

1. Механические свойства металлов : статические испытания : учебное пособие / В.С. Золоторевский, В.К. Портной, А.Н. Солонин, А.С. Просвирыков. — Москва : МИСИС, 2013. — 116 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117123> (дата обращения: 29.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дзидзигури, Э.Л. Методология и практика определения размерных характеристик материалов : учебное пособие / Э.Л. Дзидзигури, Е.Н. Сидорова, Д.И. Архипов. — Москва : МИСИС, 2018. — 116 с. — ISBN 978-5-906953-54-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/116940/#1> (дата обращения: 28.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Димитриенко, Ю. И. Нелинейная механика сплошной среды [Электронный ресурс] / Ю. И. Димитриенко. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 624 с. - ISBN 978-5-9221-1110-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544776> (дата обращения: 03.11.2020). – Режим доступа: по подписке. (В учебном пособии содержится значительное число упражнений.)

2. Соловьев, А.А. Механика жидкости. Лабораторный практикум / А.А. Соловьев, А.В. Исаков. - М.: Альтаир-МГАВТ, 2018. — 128 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1026151> (дата обращения: 26.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Механика жидкости и газа. Виртуальный лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / Г. В. Алексеев, М. В. Бондарева, И. И. Бриденко, А. И. Шашкин. — 2-е изд. —



Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 134 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09231-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/455926> (дата обращения: 05.11.2020).

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Программное обеспечение для анализа микроструктуры поверхности твердых тел	К-76-14 от 17.11.2014	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно

Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
APM WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	бессрочно
MS Windows 10 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
Autodesk AutoCAD Electrical 2021	учебная версия	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания: Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по те-мам. Лабораторное оборудование.

3. Учебная аудитория для проведения механических испытаний:

1) Машины универсальные испытательные на растяжение.

2) Мерительный инструмент.

3) Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.

4) Микротвердомер.

5) Печи термические.

4. Учебная аудитория для проведения металлографических исследований: Микроскопы МИМ-6, МИМ-7.

5. Учебные аудитории для проведения индивидуальных консультаций, текущего контроля и про-межуточной аттестации: Доска.

6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.