

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика сплошных сред
(наименование дисциплины)

22.03.02 Metallurgy
(код, наименование направления)

Metallurgy of black metals, Processing of metals by pressure
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью преподавания курса «Механика сплошных сред» является изучение теории деформаций, теории напряжений и связи между деформациями и напряжениями в материальном континууме, заполняющем пространство.

В соответствии с квалификационными требованиями к специалисту по обработке металлов давлением целями преподавания дисциплины являются:

- формирование у студентов основ знаний характеристик напряженно-деформированного состояния сплошной среды;
- усвоение ими гипотез, законов, теорий для определения этих характеристик;
- обретение навыков и умения на основе этих знаний описывать и анализировать характеристики напряженно-деформированного состояния сплошной среды в различных технологических процессах обработки металлов давлением.

Дисциплина направлена на формирование профессиональной компетенции (ПК-1) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в часть Блока 1, «Элективные дисциплины (модули)» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента в результате освоения дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Материаловедение», «Физические основы обработки металлов давлением».

Программа дисциплины строится на предпосылке, что:

- студенты обладают элементарными знаниями в области информационных технологий и работе в сети Интернет;
- студенты способны использовать законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.

Полученные, в ходе изучения дисциплины компетенции являются основой при изучении следующих дисциплин: «Теория прокатки», «Оборудование цехов обработки металлов давлением», «Технология производства проката».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), лабораторные (18 ак.ч.), практические (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.). Для заочной формы обучения предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), лабораторные (4 ак.ч.), практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (128 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре. Заочная форма обучения на 2 курсе в 4 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Механика сплошных сред» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции		
Способен выбирать и применять методы исследования объектов и процессов в металлургии.	ПК-1	ПК-1.1. Знает предмет исследования, методы отбора и обработки информации, связанные с обобщением, систематизацией и классификацией данных. ПК-1.2. Знает методы исследований, подготовку и проведение эксперимента, обработку и анализ результатов исследований. ПК-1.3. Умеет выбирать и применять информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства для исследования объектов металлургии и обработки экспериментальных данных. ПК-1.4. Владеет навыками составления документации в соответствии с ГОСТ.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, текущему контролю, выполнение индивидуального задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	12	12
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	16	16
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Индивидуальное задание	12	12
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	-	-
Подготовка к экзамену	18	18
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э	Э
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 4 темы:

- тема 1 (Статика сплошных сред);
- тема 2 (Кинематика сплошных сред);
- тема 3 (Основы теории пластичности);
- тема 4 (Применение теории пластичности в ОМД);

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Статика СС	Введение. Задачи, принципы и методы механики деформируемых сплошных сред. Понятие «точки», «частицы», «тела» и его конфигурации. Гипотезы сплошности. Понятие системы координат наблюдателя и сопутствующей системы координат. Предмет исследования, методы отбора и обработки информации. Методы исследований в МСС, обработка и анализ результатов	2	Элементы векторной алгебры	2	—	—
		Напряжение в точке. Напряженное состояние в точке. Понятие о результирующем, о нормальном и касательном напряжениях на наклонной площадке. Главные напряжения. Нормальные касательные напряжения на взаимно ортогональных площадках, их знаки и закон парности касательных напряжений. Компоненты тензора напряжений. Главные напряжения и их определение. Характеристическое уравнение и инварианты тензора напряжений. Разложение тензора напряжений на девиатор и шаровой тензоры напряжений. Интенсивность касательных напряжений	8	Операции с тензорами	2		
				Умножение тензора на вектор. Главные оси тензора. Определение величины и направления главных компонент тензора	2		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Тема лабораторных заня- тий	Трудоем- кость в ак.ч.
		тельных напряжений. Область воз- можных значений нормальных и касательных напряжений. Главные касательные напряжения.					
2	Кинематика СС	Физический смысл компо- нент тензора деформации. Линей- ные и сдвиговые деформации, их обозначения и знаки. Главные де- формации. Характеристическое уравнение и инварианты тензора деформации. Разложение тензора деформации на девиатор и шаровой тензор. Характеристическое урав- нение и инварианты девиатора де- формации. Интенсивность дефор- мации сдвига. Логарифмические деформа- ции и их свойства. Условие посто- яинства объема (несжимаемости сплошной среды) в логарифмиче- ских деформациях Геометрические соотноше- ния для определения перемещений и деформаций элемента сплошной	8	Построение тензо- ров деформаций, скоростей дефор- маций и напряже- ний для различных случаев напряжен- но- деформированного состояния (линей- ное растяжение и сжатие, чистый сдвиг, плоское со- стояние, объемное состояние). По- строение характе- ристического урав- нения и определе- ние главных напряжений	2	—	2
				Построение систе-	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
		среды. Уравнение совместности деформаций. Тензор скорости деформации. Физический смысл компонент. Девиатор и шаровой тензоры скорости деформации. Инварианты тензора скорости деформации. Разложение тензора тензора скорости деформации на девиатор и шаровой тензоры. Характеристическое уравнение и инварианты девиатора скоростей деформации. Интенсивность скоростей деформации сдвига.		мы уравнений для линейно-упругой среды при объемном напряженном состоянии. Вывод обобщенного закона упругости Гука, закона упругого изменения объема, закона упругого изменения формы	—	—	—
3	Основы теории пластичности	Условия пластичности. Свойства поверхности текучести. Условие пластичности Треска-Сен-Венана: графическая интерпретация, различные формулировки условия пластичности Треска-Сен-Венана. Энергетическое условие пластичности Губера-Мизеса: вывод условия пластичности Губера-Мизеса на основе полной потенциальной энергии деформации, различные формулировки условия пластичности Губера-Мизеса. Анализ графических интерпретаций условий пластичности Треска-Сен-Венана и Губера-	8	Анализ условий перехода металла в пластическое состояние	2	—	—
				Метод линий скольжения Простые сетки линий скольжения	4		

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Тема лабораторных заня- тий	Трудоем- кость в ак.ч.
		Мизеса. Влияние среднего главного нормального напряжения на наступление пластического состояния. Коэффициент Лоде. Графическая интерпретация коэффициента Лоде. Случаи совпадения и максимальной разницы условий пластичности Треска-Сен-Венана и Губера-Мизеса. Теория пластического течения: основные закономерности. Описание связи между приращениями деформаций, приращения напряжений и самими напряжениями. Уравнение состояния Прандтля-Рейсса пластически деформируемой среды по теории пластического течения. Деформационная теория пластичности. Связь между пластическими деформациями и напряжениями по деформационной теории пластичности.					
4	Применение теории пластичности в ОМД	Постановка задач при расчетах процессов ОМД. Математический аппарат и краевые условия при ОМД. Способы решения задач теории пластичности. Условная и истинная диаграмма напряжений при	10	Полные решения задач плоской деформации. Выбор и применение информационных технологий и при-	2	—	—

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Тема лабораторных заня- тий	Трудоем- кость в ак.ч.
		одноосном растяжении. Характеристики сопротивления материала деформированию. Эффект Баушингера. Релаксация напряжений и ползучесть. Влияние температуры, скорости и степени деформации на сопротивление материала деформированию. Механические схемы деформации в процессах ОМД: основные понятия и определения, число возможных механических схем деформации. Классификация схем напряженного и деформированного состояний. Схемы напряженного и деформированного состояний для основных процессов ОМД. Связь между напряженным и деформированным состоянием при упругой деформации: понятие идеально упругого тела, обобщенный закон Гука. Модули упругости первого и второго рода, связь между ними. Связь между компонентами тензора деформации и компонентами тензора напряжений в случае		кладных аппаратно-программных средств для исследования объектов металлургии и обработки экспериментальных данных		Упругие постоянные материала при растяжении-сжатии	3
						Механические характеристики материала при растяжении-сжатии	3
						Упругие постоянные материала при чистом сдвиге	3
						Определение деформаций и напряжений при чистом изгибе	3
						Устойчивость стержней при сжатии	3

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоем- кость в ак.ч.	Тема лабораторных заня- тий	Трудоем- кость в ак.ч.
		упругого напряженно-деформированного состояния. Закон упругого изменения объема. Прямая и обратная запись закона Гука. Закон Гука с учетом температурных напряжений: прямая и обратная запись.				Косой изгиб	3
Всего аудиторных часов		72	36	18		18	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Статика СС	Физический смысл компонент тензора деформации. Линей-ные и сдвиговые деформации, их обозначения и знаки. Главные деформации. Характеристическое уравнение и инварианты тензора деформации. Разложение тензора деформации на девиатор и шаровой тензор. Характеристическое уравнение и инварианты девиатора деформации. Интенсивность деформации сдвига. Логарифмические деформации и их свойства. Условие постоянства объема (несжимаемости сплошной среды) в логарифмических деформациях Геометрические соотношения для определения перемещений и деформаций элемента сплошной среды. Уравнение совместности деформаций.	6	Элементы векторной алгебры	2	Измерение деталей штангенинструментами	2
				Операции с тензорами	2		
4	Применение теории пластичности в ОМД			Полные решения задач плоской деформации	2	Упругие постоянные материала при растяжении-сжатии	2
						Механические характеристики	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
						материала при растяжении- сжатии	
Всего аудиторных часов			8		6		4

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-1	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- коллоквиум 1, коллоквиум 2 – всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 30 баллов;
- за выполнение индивидуального (реферат) или домашнего задания – всего 30 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Экзамен по дисциплине «Механика сплошных сред» проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает обучающегося, во время промежуточной аттестации он имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний для зачета и дифференцированного зачета

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале
0-59	неудовлетворительно
60-73	удовлетворительно
74-89	хорошо
90-100	отлично

6.2 Домашнее задание

Не предусмотрено

6.3 Индивидуальное задание

Для заданных исходных данных определить: величины недостающих направляющих косинусов, компоненты тензора в новой системе координат, величины и направления главных напряжений, максимальные, октаэдрические напряжения и интенсивности напряжений. Исходные данные сведены в таблицу .

№ вар.	σ_x	τ_{xy}	τ_{xz}	σ_y	τ_{yz}	σ_z	Направляющие косинусы			l	m
1	-650	150	-70	-160	425	-350	$a_{xy'}=-0,580$	$a_{zy'}=0,532$	$a_{zx'}=0,414$	0,25	-0,54
2	800	140	-80	-170	435	-450	$a_{xy'}=-0,620$	$a_{zy'}=0,434$	$a_{xz'}=0,518$	0,27	-0,52
3	-400	130	-90	-180	445	-550	$a_{xy'}=-0,440$	$a_{zy'}=0,636$	$a_{yz'}=0,520$	0,29	-0,50
4	550	120	-100	-190	455	-650	$a_{xy'}=-0,660$	$a_{zy'}=0,438$	$a_{zz'}=0,500$	0,31	-0,48
5	-650	110	-110	-200	465	-750	$a_{xz'}=-0,780$	$a_{yz'}=0,440$	$a_{xx'}=0,390$	0,13	-0,46
6	700	100	-120	-210	475	-850	$a_{xz'}=-0,500$	$a_{yz'}=0,642$	$a_{yx'}=0,470$	0,15	-0,44
7	-300	90	-130	-220	485	-950	$a_{xz'}=-0,420$	$a_{yz'}=0,430$	$a_{zx'}=0,540$	0,17	-0,42
8	250	80	-140	-230	495	-250	$a_{xz'}=-0,740$	$a_{yz'}=0,310$	$a_{xy'}=0,280$	0,19	-0,40
9	-450	70	-150	-240	505	-150	$a_{xz'}=-0,560$	$a_{yz'}=0,580$	$a_{yy'}=0,370$	0,11	-0,38
10	700	60	-160	-250	515	-200	$a_{xz'}=-0,480$	$a_{yz'}=0,560$	$a_{zy'}=0,360$	0,23	-0,36
11	-900	50	-170	-260	525	-300	$a_{xz'}=-0,490$	$a_{zz'}=0,440$	$a_{xx'}=0,320$	0,25	-0,34
12	550	40	-180	-270	535	-400	$a_{xz'}=-0,700$	$a_{zz'}=0,320$	$a_{yx'}=0,350$	0,24	-0,32
13	-150	30	-190	-280	545	-500	$a_{xz'}=-0,620$	$a_{zz'}=0,400$	$a_{zx'}=0,140$	0,29	-0,30
14	600	20	-200	-290	555	-600	$a_{xz'}=-0,640$	$a_{zz'}=0,280$	$a_{xy'}=0,230$	0,31	-0,28
15	-500	10	-210	-300	565	-700	$a_{xz'}=-0,660$	$a_{zz'}=0,460$	$a_{yy'}=0,290$	0,33	-0,26
16	650	160	-220	-310	575	-800	$a_{xz'}=-0,780$	$a_{zz'}=0,340$	$a_{zy'}=0,230$	0,45	-0,24
17	-150	170	-230	-320	585	-100	$a_{yz'}=-0,800$	$a_{zz'}=0,350$	$a_{xx'}=0,170$	0,47	-0,22
18	100	180	-240	-330	595	-50	$a_{yz'}=-0,770$	$a_{zz'}=0,320$	$a_{yx'}=0,460$	0,49	-0,20
19	-100	190	-250	-340	415	50	$a_{yz'}=-0,750$	$a_{zz'}=0,300$	$a_{zx'}=0,550$	0,51	-0,18
20	50	200	-260	-350	405	100	$a_{yz'}=-0,730$	$a_{zz'}=0,160$	$a_{xy'}=0,450$	0,53	-0,16
21	-50	210	-270	-360	395	150	$a_{yz'}=-0,710$	$a_{zz'}=0,140$	$a_{xy'}=0,440$	0,55	-0,14
22	600	220	-280	-370	385	200	$a_{yz'}=-0,690$	$a_{zz'}=0,120$	$a_{xy'}=0,420$	0,57	-0,12
23	-600	230	-290	-380	375	250	$a_{yz'}=-0,670$	$a_{zz'}=0,100$	$a_{xy'}=0,400$	0,57	-0,10
24	650	240	-300	-390	365	300	$a_{yz'}=-0,650$	$a_{zz'}=0,080$	$a_{xy'}=-0,380$	0,59	-0,08
25	-650	250	-310	-400	355	350	$a_{yz'}=-0,630$	$a_{zz'}=-0,100$	$a_{xy'}=-0,360$	0,61	-0,06

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Статика сплошных сред

- 1) Что является предметом исследования в механике сплошных сред?
- 2) Количественный и качественный методы обработки данных?
- 3) Принцип классификации данных?
- 4) Чем отличается напряжение в точке от напряженного состояния в точке
- 5) Каким образом систематизируют данные при проведении исследований в механике сплошных сред?
- 6) Какие методы исследований применяю в механике сплошных сред?
- 7) Какие прикладные аппаратно-программные средства можно применить для обработки экспериментальных данных в механике сплошных сред?
- 8) Суть нормальных и касательных напряжений.
- 9) В чем заключается закон парности касательных напряжений?
- 10) Объясните смысл разложения тензора напряжений на шаровой тензор и девиатор напряжений.

Кинематика сплошных сред

- 11) Виды деформаций.
- 12) Разложение тензора деформации на девиатор и шаровой тензор.
- 13) Сущность перемещений и деформаций элемента сплошной среды.
- 14) Физический смысл компонент тензора скорости деформации.
- 15) Характеристическое уравнение и инварианты девиатора скоростей деформации.
- 16) Вывод обобщенного закона упругости Гука.
- 17) Понятие малых и конечных деформаций.
- 18) Понятие максимальных угловых деформаций.
- 19) Первая теорема Гельмгольца.
- 20) Понятие поля скоростей.

Основы теории пластичности

- 21) Переход в пластическое состояние.
- 22) Условия пластичности.
- 23) Экспериментальная проверка условий пластичности
- 24) Области применения различных теорий пластичности.
- 25) Описание связи между приращениями деформаций, приращения напряжений и самими напряжениями.
- 26) Деформационная теория пластичности.
- 27) Связь между пластическими деформациями и напряжениями по деформационной теории пластичности.
- 28) Анализ условий перехода металла в пластическое состояние
- 29) Переход в пластическое состояние при одноосном растяжении

Применение теории пластичности в ОМД

- 30) Эффект Баушингера.
- 31) Суть метода линий скольжения
- 32) Свойства линий скольжения
- 33) Границы применения метода линий скольжения
- 34) Частные виды напряженно-деформированного состояния.
- 35) Понятие осесимметричного деформирования

Вопросы для подготовки к экзамену

- 1) Задачи, принципы и методы механики деформируемых сплошных сред. Гипотезы сплошности.
- 2) Физический смысл компонент тензора деформации. Линейные и сдвиговые деформации, их обозначения и знаки. Главные деформации. Характеристическое уравнение и инварианты тензора деформации.
- 3) Разложение тензора деформации на девиатор и шаровой тензор. Характеристическое уравнение и инварианты девиатора деформации. Интенсивность деформации сдвига.
- 4) Логарифмические деформации и их свойства. Условие постоянства объема (несжимаемости сплошной среды) в логарифмических деформациях.
- 5) Геометрические соотношения для определения перемещений и деформаций элемента сплошной среды. Уравнение совместности деформаций.
- 6) Тензор скорости деформации. Физический смысл компонент. Девиатор и шаровой тензоры скорости деформации. Инварианты тензора скорости деформации.
- 7) Разложение тензора скорости деформации на девиатор и шаровой тензоры. Характеристическое уравнение и инварианты девиатора скоростей деформации. Интенсивность скоростей деформации сдвига.
- 8) Объемные, массовые и поверхностные силы. Плотность поверхностной силы. Внешние и внутренние силы. Понятия о внешних и внутренних напряжениях.
- 9) Понятие о результирующем, о нормальном и касательном напряжениях на наклонной площадке. Главные напряжения. Нормальные касательные напряжения на взаимно ортогональных площадках, их знаки и закон парности касательных напряжений.
- 10) Компоненты тензора напряжений. Главные напряжения и их определение. Характеристическое уравнение и инварианты тензора напряжений.
- 11) Разложение тензора напряжений на девиатор и шаровой тензоры напряжений. Интенсивность касательных напряжений.
- 12) Область возможных значений нормальных и касательных напряжений. Главные касательные напряжения.
- 13) Дифференциальные уравнения равновесия для плоской задачи.

Условия на контуре для плоской задачи. Нормальное и касательное напряжение на наклонной площадке.

14) Дифференциальные уравнения равновесия и условия на контуре в случае трехмерной задачи.

15) Эллипсоид напряжений.

16) Октаэдрическое напряжение. Нормальное и касательное напряжение на октаэдрической площадке.

17) Условная и истинная диаграмма напряжений при одноосном растяжении. Характеристики сопротивления материала деформированию.

18) Эффект Баушингера. Релаксация напряжений и ползучесть.

19) Влияние температуры, скорости и степени деформации на сопротивление материала деформированию.

20) Механические схемы деформации в процессах ОМД: основные понятия и определения, число возможных механических схем деформации. Классификация схем напряженного и деформированного состояний. Схемы напряженного и деформированного состояний для основных процессов ОМД.

21) Связь между напряженным и деформированным состоянием при упругой деформации: понятие идеально упругого тела, обобщенный закон Гука. Модули упругости первого и второго рода, связь между ними. Связь между компонентами тензора деформации и компонентами тензора напряжений в случае упругого напряженно-деформированного состояния.

22) Закон упругого изменения объема. Прямая и обратная запись закона Гука. Закон Гука с учетом температурных напряжений: прямая и обратная запись.

23) Простые реологические модели – линейно-упругая среда Гука, жестко-пластическая среда Мизеса, линейно-вязкая среда Ньютона.

24) Упруго-пластические среды – упруго-пластическая среда Прандтля, жестко-пластическая среда с линейным упрочнением, упруго-пластическая среда с линейным упрочнением.

25) Вязко-пластические среды – вязко-пластическая среда Шведова и Бингама, ползуче-пластическая среда.

26) Вязко-упругие среды – вязко-упругая релаксирующая среда Максвелла, вязко-упругая наследственная среда Фойхта.

27) Плоское напряженное состояние; связь между компонентами тензора деформаций и напряжений.

28) Плоское деформированное состояние; связь между компонентами тензора деформаций и напряжений.

29) Полная система уравнений для плоской задачи теории упругости.

30) Условия пластичности. Свойства поверхности текучести.

31) Условие пластичности Треска-Сен-Венана: графическая интерпретация, различные формулировки условия пластичности Треска-Сен-Венана.

32) Энергетическое условие пластичности Губера-Мизеса: вывод условия пластичности Губера-Мизеса на основе полной потенциальной энер-

гии деформации, различные формулировки условия пластичности Губера-Мизеса.

33) Анализ графических интерпретаций условий пластичности Треска-Сен-Венана и Губера-Мизеса.

34) Влияние среднего главного нормального напряжения на наступление пластического состояния. Коэффициент Лоде. Графическая интерпретация коэффициента Лоде. Случаи совпадения и максимальной разницы условий пластичности Треска-Сен-Венана и Губера-Мизеса.

35) Теория пластического течения: основные закономерности. Описание связи между приращениями деформаций, приращения напряжений и самими напряжениями. Уравнение состояния Прандтля-Рейсса пластически деформируемой среды по теории пластического течения.

36) Деформационная теория пластичности. Связь между пластическими деформациями и напряжениями по деформационной теории пластичности.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа по курсу «Механика сплошных сред» не предусмотрена учебным планом

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1 Беляков, Н. А. Механика сплошной среды. Учебное пособие / Н. А. Беляков, М. А. Карасев, В. Л. Трушко; Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2019. 114 с. URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-mehanika-sploshnoy-sredy.pdf?ysclid=m0wcwd8sbn415949950> Текст : электронный.

2 Недопекин, Ф. В. Основы механики сплошных сред: учебник / Ф. В. Недопекин, А. А. Коваленко, Н. Д. Андрийчук, Я. А. Гусенцова, М. В. Пилавов – Луганск: Издательство ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 335 с. URL: http://repo.donnu.ru:8080/jspui/bitstream/123456789/4670/1/2396_41B0.pdf Текст : электронный.

3. Черняк, В. Г. Механика сплошных сред : учебник / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин : под ред. В. Г. Черняка / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. – 600 с.

4 Практикум по механике деформируемого твердого тела: учебное пособие / И. В. Кузнецов, И. А. Паначев, Ю. Ф. Глазков, Г. В. Широколов, С. А. Сидельников; КузГТУ. – Кемерово, 2018. – 165 с. ISBN 978-5-906969-70-5 URL: https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/234941/mod_resource/content/1/Kuznezov%2C%20I_ya%20Vital_evich%20%281%29.pdf Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

5 Луценко Н.А. Механика сплошной среды. Основные понятия, начала кинематики: краткий курс лекций [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. [28 с]. – 1 CD-ROM. – Систем. требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 256 МБ, Windows (XP; Vista; 7 и т.п.); Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог. – ISBN 978-5-7444-3348-2 URL: https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/234942/mod_resource/content/1/Луценко%20Н.А.%20Механика%20сплошной%20среды....pdf Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

Дополнительная литература

6. Шинкин, В.Н. Механика сплошных сред для металлургов : учеб. / В.Н. Шинкин. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2014. – 628 с. ISBN 978-5-87623-749-1 URL: https://moodle.dstu.education/pluginfile.php/234940/mod_resource/content/1/3082

[3217.pdf](#) Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Аудитории для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, для самостоятельной работы:</i> 1. Проектор EPSON EB-S92 2. Компьютер EVEREST HOME 1137999-1004 - 1 шт.	ауд. <u>224</u> корп. <u>лабораторный</u>

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Разработал:

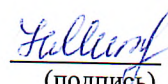
И.о. зав. кафедрой
металлургических технологий
(должность)

 Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

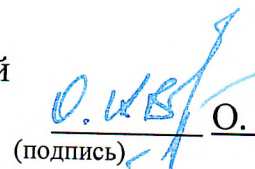
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
металлургических технологий

 Н. Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

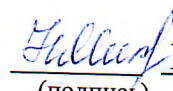
Протокол № 1 заседания
кафедры металлургических технологий
от 30.08.2024

И.о. декана факультета горно-металлургической
промышленности и строительства

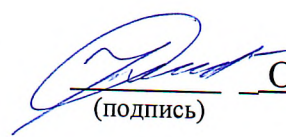
 О. В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано:

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
22.03.02 Металлургия (профиль подготовки
Обработка металлов давлением)

 Н. Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

 О. А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	