



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Обработка металлов и сплавов давлением (прокатное производство)

Уровень высшего образования - бакалавриат
Программа подготовки - академический бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Технологий обработки материалов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2019 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 04.12.2015 г. № 1427)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологий обработки материалов
18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.Б. Моллер

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

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ТОМ, канд. техн. наук  Н.М. Локотунина

Рецензент:
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  И.В. Макарова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от 08 сентября 2020 г. № 1
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 202_ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Технологий обработки материалов

Протокол от _____ 202_ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.Б. Моллер

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Основы механики обработки металлов давлением» являются:

- развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy;
- формирование у обучающихся знаний и представлений об основах механики обработки металлов давлением (ОМД);
- обретение навыков и умения использования методов механики обработки металлов давлением для решения задач описания напряженно-деформированного состояния в сплошных средах.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Основы механики обработки металлов давлением входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математика

Физика

Анализ числовой информации

Математическая статистика в металлургии

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

Теория обработки металлов давлением

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы механики обработки металлов давлением» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3 готовностью использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	
Знать	- методы дифференциального и интегрального исчисления; - теорию дифференциальных уравнений; - теорию дифференциальных уравнений для построения и анализа математических моделей явлений и технологических процессов.
Уметь	- применять классические методы дифференциального исчисления для решения экстремальных задач, а также приближенные методы, основанные на аппроксимации неизвестных функций; - оценивать правильность использования гипотез, допущений при составлении математического описания; - использовать полученные знания и умения в дальнейшем для проектирования и совершенствования технологических процессов; - рассчитывать деформации и напряжения, работу и мощность пластической деформации.

Владеть	<ul style="list-style-type: none">- навыками самостоятельно приобретать, усваивать и применять знания для анализа и объяснения закономерностей деформирования металла, при ОМД;- вычислительной техникой при решении прикладных задач в области профессиональной деятельности;- самостоятельно применять, расширять и углублять знания для постановки и решения новых задач механики ОМД, диктуемых развитием, с одной стороны, математических методов, а, с другой, процессов ОМД.
---------	---

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 69,8 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов
- самостоятельная работа – 74,2 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

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. Напряженно-деформированное состояние сплошной среды								
1.1 Основные понятия, определения, гипотезы в механике сплошных сред	5	2		2/2И	6	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к практическому занятию, выполнение практических работ (решение задач)	проверка индивидуальных заданий	ПК-3
1.2 Деформация сплошной среды		4		4/2И	10	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к практическому занятию, выполнение практических работ (решение задач)	проверка индивидуальных заданий	ПК-3
1.3 Течение сплошной среды		4		4/2И	10	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к практическому занятию, выполнение практических работ (решение задач)	проверка индивидуальных заданий	ПК-3

1.4 Силы и напряжения в сплошной среде		4		4/2И	10	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к контрольной работе	контрольная работа №1	ПК-3
Итого по разделу		14		14/8И	36			
2. Решение краевых задач обработки металлов давлением								
2.1 Реологические модели деформируемых сред	5	2		2/1И	10	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к практическому занятию, выполнение практических работ (решение задач)	проверка индивидуальных заданий	ПК-3
2.2 Описание напряженно-деформированного состояния для различных сплошных сред		5		5/2И	10	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к практическому занятию, выполнение практических работ (решение задач)	семинар-дискуссия, проверка индивидуальных заданий	ПК-3
2.3 Методы решения краевых задач обработки металлов давлением		13		13/3И	18,2	самостоятельное изучение учебной и научной литературы, подготовка к контрольной работе, выполнение практических работ (решение задач)	проверка индивидуальных заданий, контрольная работа №2	ПК-3
Итого по разделу		20		20/6И	38,2			
Итого за семестр		34		34/14И	74,2		зао	
Итого по дисциплине		34		34/14И	74,2		зачет с оценкой	ПК-3

5 Образовательные технологии

С целью реализации компетентностного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся на практиче-ских занятиях.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

Самостоятельная работа обучающихся должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к практическим занятиям, подготовку к промежуточной аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения обучающихся, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем обучающимися под контролем преподавателя;
- использование технологии проектного обучения с организацией образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж обучающихся по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

Кроме того, в процессе обучения лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору. Таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Используются также информационно-коммуникационные образовательные техноло-гии, такие как лекция-визуализация. В ходе этой лекции изложение содержания сопровож-дается презентацией.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий, на которых вы-полняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При

проведении таких занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

В качестве интерактивных методов используется учебная дискуссия, представляющая собой беседу, в ходе которой происходит обмен взглядами по конкретной проблеме.

Так же используется семинар-дискуссия по заранее подготовленным темам.

Самостоятельная работа обучающихся стимулирует их к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения контрольной работы, в процессе подготовки к практическим занятиям и промежуточной аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Шинкин, В. Н. Механика сплошных сред для металлургов : учебник / В. Н. Шинкин. — Москва : МИСИС, 2014. — 628 с. — ISBN 978-5-87623-749-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47479> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Приложения теории пластичности к разработке и анализу технологических процессов : учебное пособие / В. М. Салганик, А. М. Песин, Д. Н. Чикишев и др. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012]. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1049&show=dcatalogues/1/1119349/1049&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Дорогобид, В. Г. Механика сплошной среды : учебное пособие. Ч. 1 / В. Г. Дорогобид, К. Г. Пивоварова. - 2-е изд., испр. и доп. - Магнитогорск : МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=990.pdf&show=dcatalogues/1/1119155/990.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 860 с. — ISBN 978-5-8114-2235-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91899> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред. Задачи с указаниями и ответами : учебное пособие / В. В. Учайкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-2803-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101845> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Дорогобид, В. Г. Механика сплошной среды : учебное пособие. Ч. 2. / В. Г. Дорогобид, М. И. Румянцев, К. И. Пивоварова. - 2-е изд., испр. и доп. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=991.pdf&show=dcatalogues/1/1119156/>

5. Шинкин, В. Н. Механика сплошных сред: Курс лекций : учебное пособие / В. Н. Шинкин. — Москва : МИСИС, 2010. — 235 с. — ISBN 978-5-87623-370-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2079> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Дорогобид, В. Г. Механика сплошной среды : учебное пособие. Ч. 3. / В. Г. Дорогобид, М. И. Румянцев, К. И. Пивоварова. - 2-е изд., испр. и доп. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=610.pdf&show=dcatalogues/1/1104982/610.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

7. Кучеряев, Б. В. Механика сплошных сред (теоретические основы обработки давлением композитных материалов с задачами и решениями, примерами и упражнениями) : учебник / Б. В. Кучеряев. — 2-е изд., доп. — Москва : МИСИС, 2006. — 604 с. — ISBN 5-87623-153-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1815> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Локотунина, Н. М. Основы теории и технологии процессов обработки металлов давлением : учебное пособие / Н. М. Локотунина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1314.pdf&show=dcatalogues/1/1123539/1314.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

9. 3. Дорогобид, В. Г. Теоретические основы обработки металлов давлением : учебное пособие / В. Г. Дорогобид, А. Г. Корчунов, К. Г. Пивоварова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1415.pdf&show=dcatalogues/1/1123930/1415.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

в) Методические указания:

1. Решение задач теории пластичности методом тонких сечений: методические указания для практических занятий и выполнения контрольных работ по дисциплине «Теория пластичности», «Тензорный анализ и вариационные методы» / Салганик В.М., Чикишев Д.Н., Локотунина Н.М. и др. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2013. – 63 с.

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 Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и обсуждения результатов, полученных в подгруппах при выполнении групповых заданий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде подготовки к практическим занятиям, подготовке к семинару-дискуссии, конспектирования с проработкой лекционного материала, выполнения индивидуальных заданий с консультациями преподавателя.

Тематика практических занятий по дисциплине

1. Построение тензоров конечной деформации (Грина, Альманси) и тензора логарифмических деформаций на примере осадки параллелепипеда. Приведение тензоров к диагональному виду.
2. Определение напряжений на заданных площадках. Отыскание главных площадок и напряжений. Отыскание главных нормальных, касательных и октаэдрических напряжений.
3. Построение тензоров деформаций, скоростей деформаций и напряжений для различных случаев напряженно-деформированного состояния (линейное растяжение и сжатие, чистый сдвиг, плоское состояние, объемное состояние).
4. Построение простых и комбинированных реологических моделей для описания свойств различных сред: – линейно-упругая среда; – жестко-пластическая среда; – линейно-вязкая среда; – идеальная упруго-пластическая среда; – линейно-упрочняющаяся жестко-пластическая среда; – упруго-вязкие среды Максвелла, Фойгта, Кельвина.
5. Построение системы уравнений для линейно-упругой среды при объемном напряженном состоянии. Вывод обобщенного закона упругости Гука, закона упругого изменения объема, закона упругого изменения формы.
6. Построение системы уравнений для нелинейно-упругой среды при объемном напряженном состоянии. Вывод обобщенных зависимостей, закона изменения объема, закона изменения формы.
7. Построение системы уравнений для жестко-пластической среды при объемном напряженном состоянии. Вывод уравнения связи напряжений и деформаций, закона изменения объема, закона изменения формы.

Темы для семинара-дискуссии

1. Явление сверхпластичности.
2. Построение реологических моделей наследственных сред: упруго-наследственная среда; среда с нелинейной ползучестью.
3. Условия пластичности.

Вопросы к рубежным контролям по дисциплине

Контрольная работа №1

1. Тензор напряжений.
2. Тензор деформаций.
3. Понятие тензорного поля.
4. Инвариантные характеристики деформации.
5. Шаровой тензор и девиатор.
6. Тензор скоростей деформации.
7. Инвариантные характеристики напряжений.
8. Тензорное представление о геометрии движения сплошной среды.
9. Монотонная и знакопеременная деформации.
10. Гипотеза «единой кривой».

Контрольная работа №2

1. Основные реологические модели.
2. Методы решения краевых задач ОМД.
3. Необходимое условие экстремума в вариационном исчислении.
4. Вариационный принцип и уравнение Лагранжа.
5. Вариационный принцип и уравнение Журдена.
6. Вариационный принцип и уравнение Кастильяно.
7. Построение вариационных уравнений деформируемых сред.
8. Классический метод решения вариационных уравнений.
9. Прямой метод решения вариационных уравнений.
10. Построение физических уравнений для различных сред
11. Условия пластичности.

Индивидуальные задания

Решение индивидуальных задач.

Пример решения задач приведен в методических указаниях (Решение задач теории пластичности методом тонких сечений: методические указания для практических занятий и выполнения контрольных работ по дисциплине «Теория пластичности», «Тензорный анализ и вариационные методы» / Салганик В.М., Чикишев Д.Н., Локотунина Н.М. и др. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2013. – 63 с.).

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
ПК-3 готовность использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – методы дифференциального и интегрального исчисления; – теорию дифференциальных уравнений; – теорию дифференциальных уравнений для построения и анализа математических моделей явлений и технологических процессов. 	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гипотезы о сплошности материала, однородности и изотропности механических и физических свойств. 2. Тензорное представление о геометрии движения сплошной среды. 3. Тензор напряжений, девиатор и шаровой тензор. 4. Инвариантные характеристики напряжений. 5. Тензор деформаций, девиатор и шаровой тензор. 6. Тензор скоростей деформации. 7. Инвариантные характеристики деформации. 8. Понятие тензорного поля. 9. Векторы базиса. 10. Элементарный объем и материальная частица. 11. Модули деформации при произвольном напряженно-деформированном состоянии. 12. Основные реологические модели. 13. Интенсивность тензора. 14. Порядок нахождения главных компонент тензора. 15. Дифференциальный оператор Гамильтона. 16. Шаровой тензор и девиатор. 17. Понятие граничных условий. 18. Условие пластичности максимальных касательных напряжений. 19. Энергетическое условие пластичности. 20. Методы решения краевых задач. 21. Прямой метод решения вариационных уравнений. 22. Частные случаи напряженно-деформированного состояния металла. 23. Классический метод решения вариационных уравнений. 24. Построение вариационных уравнений деформируемых сред.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		25. Вариационный принцип и уравнение Кастильяно. 26. Вариационный принцип и уравнение Журдена. 27. Вариационный принцип и уравнение Лагранжа. 28. Необходимое условие экстремума в вариационном исчислении.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – применять классические методы дифференциального исчисления для решения экстремальных задач, а также приближенные методы, основанные на аппроксимации неизвестных функций; – оценивать правильность использования гипотез, допущений при составлении математического описания; – использовать полученные знания и умения в дальнейшем для проектирования и совершенствования технологических процессов; – рассчитывать деформации и напряжения, работу и мощность пластической деформации. 	<p>Примерные практические задания:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построение тензоров конечной деформации. 2. Определение напряжений на заданных площадках. 3. Построение тензоров деформаций, скоростей деформаций и напряжений для различных случаев напряженно-деформированного состояния. 4. Построение простых и комбинированных реологических моделей для описания свойств различных сред: – линейно-упругая среда; – жестко-пластическая среда; – линейно-вязкая среда; – идеальная упруго-пластическая среда; – линейно-упрочняющаяся жестко-пластическая среда; – упруго-вязкие среды Максвелла, Фойгта, Кельвина
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками самостоятельно приобретать, усваивать и применять знания для анализа и объяснения закономерностей деформирования металла, при ОМД; 	<p>Задания на решение задач из профессиональной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить поля при напряжений при осадке заготовки. 2. Определить поля напряжений при прокатке листа. 3. Определить поля напряжений при волочении проволоки. 4. Определить поля напряжений при прессовании круглого профиля.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<ul style="list-style-type: none">– вычислительной техникой при решении прикладных задач в области профессиональной деятельности;– самостоятельно применять, расширять и углублять знания для постановки и решения новых задач механики ОМД, диктуемых развитием, с одной стороны, математических методов, а, с другой, процессов ОМД.	

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

При подготовке к зачету необходимо ознакомиться с *Программой курса*.

Студентам предоставляется программа изучения дисциплины с указанием источников, где можно найти основной материал по данной теме.

Работа обучающихся состоит в проработке обзорного лекционного материала, в изучении по учебникам программного материала и рекомендованных преподавателем литературных источников, выполнении расчетных работ, в решении аналогичных задач по данной тематике, ознакомлении с методическими материалами по данной теме. Методические материалы находятся на кафедре ТОМ (ауд. 2/9). Web-ориентированные методические материалы размещены на сайте МГТУ.

Изучение рекомендованной дополнительной литературы целесообразнее начинать с общих фундаментальных работ, а затем переходить к частным работам, статьям; в случае анализа новейших разработок и технологий - с журнальных статей.

Поиски нужной литературы нужно начинать с просмотра библиотечных систематических каталогов, реферативных журналов. О помещенных в журналах статьях можно узнать из выходящей еженедельно «Летописи журнальных статей», из библиографических указателей новой литературы. Указания на имеющуюся литературу по конкретным вопросам можно найти в сносках монографий, статей, учебников.

Для получения зачета необходимо написать заключительную контрольную работу.

Контрольная работа – письменная работа, предназначенная для проверки знаний студентов по отдельным вопросам учебной программы: краткое систематизированное изложение содержания вопроса, определенного заданием.

Подготовка к контрольной работе заключается в углубленной проработке материала по конкретной теме. Для этого во время прочтения и изучения материала необходимо делать записи (выписки, планы, конспекты, тезисы, схемы и т.д.).

Критерии для получения зачета с оценкой:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.