

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 12:14:45

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Механические свойства твердых тел

Закрепшена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

Направление подготовки

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация

Инженер-исследователь

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 6

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

40

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | 6 (3.2) | | Итого | |
|---|---------|-----|-------|-----|
| | 18 | | | |
| Неделя | 18 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Лабораторные | 34 | 34 | 34 | 34 |
| Итого ауд. | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Контактная работа | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Сам. работа | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Часы на контроль | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Итого | 144 | 144 | 144 | 144 |

Программу составил(и):

к.т.н., Доцент, Турилина В.Ю.

Рабочая программа

Механические свойства твердых тел

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 28.06.2023 г. № 292 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, 22.03.01-БМТМ-23_6-ПП.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра металловедения и физики прочности

Протокол от 22.05.2023 г., №11

Руководитель подразделения Никулин Сергей Анатольевич, д.т.н., профессор

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Цель – дать необходимые базовые знания по механическим свойствам твердых тел, научить анализу взаимосвязи структуры и процессов деформации и разрушения твердых тел, выбору методов испытаний и практике определения механических свойств для формирования требуемых компетенций бакалавров по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов и дальнейшей их реализации в различных областях и видах их профессиональной деятельности. |
|-----|---|

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

| | | |
|------------|---|------------|
| Блок ОП: | | Б1.В.ДВ.12 |
| 2.1 | Требования к предварительной подготовке обучающегося: | |
| 2.1.1 | Основы технологии получения материалов | |
| 2.1.2 | Процессы получения металлов, сплавов и соединений | |
| 2.1.3 | Технология материалов электроники | |
| 2.1.4 | Безопасность жизнедеятельности | |
| 2.1.5 | Дефекты кристаллической решетки | |
| 2.1.6 | Учебная практика по получению первичных профессиональных умений | |
| 2.1.7 | Физика | |
| 2.1.8 | Физическая химия | |
| 2.1.9 | Введение в научно-исследовательскую деятельность | |
| 2.2 | Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: | |
| 2.2.1 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.2 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.3 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.4 | Научно-исследовательская работа | |
| 2.2.5 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | |
| 2.2.6 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | |
| 2.2.7 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | |
| 2.2.8 | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | |
| 2.2.9 | Особенности исследования низкоразмерных систем | |
| 2.2.10 | Рост кристаллов | |
| 2.2.11 | Стандартизация и сертификация в металлургии | |
| 2.2.12 | Теория фаз, фазовых превращений и атомное строение неорганических материалов | |
| 2.2.13 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.14 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.15 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.16 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.17 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.18 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.19 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.20 | Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы | |
| 2.2.21 | Специальные сплавы | |
| 2.2.22 | Компьютерное моделирование материалов и процессов | |
| 2.2.23 | Наноматериалы | |

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

| |
|--|
| ПК-4: Способен выполнять исследования на стадии разработки технологических процессов и обеспечивать проведение инновационных технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов |
| Знать: |
| ПК-4-31 закономерности структурообразования и фазовые превращения в материалах, влияние параметров структуры на механические свойства материалов |
| Уметь: |
| ПК-4-У2 определять механические свойства материалов при различных видах испытаний |

ПК-4-У1 использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы базовых дисциплин в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний

Владеть:

ПК-4-В1 использовать, применять при выборе методов испытаний и при их проведении и сопоставлять все существующие в данной области знаний стандарты и нормативные акты

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|------------------------------------|------------------------------|------------|-----|--------------------|
| | Раздел 1. Напряжения и деформации, тензоры напряжений и деформации | | | | | | | |
| 1.1 | Напряженное состояние. Нормальные и касательные напряжения. Условные и истинные напряжения, тензор напряжений /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | |
| 1.2 | Проработка материала лекции /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 | | | |
| 1.3 | Деформированное состояние. Деформация, удлинение и сдвиг, тензор деформации. Упругая и пластическая деформация, жесткость нагружения /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | |
| 1.4 | Проработка материала лекции /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | |
| | Раздел 2. Упругие свойства и неупругость металлов | | | | | | | |
| 2.1 | Упругость, обобщенный закон Гука. Коэффициенты и модули упругости. Анизотропия упругости. Зависимость модулей упругости от различных факторов /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 | | | |
| 2.2 | Неупругость, прямое и обратное упругое последствие, упругий гистерезис, эффект Баушингера /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | |
| 2.3 | Внутреннее трение, удельная энергия затухания, угол потерь, логарифмический декремент затухания, виды внутреннего трения /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | |
| 2.4 | Подготовка и выполнение Контрольной работы №1 /Ср/ | 6 | 5 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | КМ1 | |
| | Раздел 3. Пластическая деформация и деформационное упрочнение | | | | | | | |
| 3.1 | Пластическая деформация скольжением, двойникованием. Влияние различных факторов на пластическую деформацию металлов /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э2 Э3 Э4 | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|------------------------------------|---------------------------------------|--|-----|--|
| 3.2 | Проработка материала лекции /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э2 Э3 Э4 | | | |
| 3.3 | Условная и истинная диаграмма растяжения поликристалла; показатель упрочнения. Потеря устойчивости пластического течения при одноосном и двухосном растяжении. Развитие шейки и закритическая часть диаграммы /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э5 | | | |
| 3.4 | Проработка материала лекции /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э5 | | | |
| Раздел 4. Разрушение | | | | | | | | |
| 4.1 | Макроскопическое явление разрушения, признаки хрупкого и вязкого разрушения. Критерий Гриффитса, работа распространения хрупкой трещины. Интенсивность напряжений /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | |
| 4.2 | Проработка материала лекции /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 | | | |
| 4.3 | Микроскопические процессы разрушения и строение изломов. Вязкий ямочный излом; скол и квазискол; зернограничный излом. Структурные факторы, определяющие тип изломов и работу разрушения. Переход от вязкого разрушения к хрупкому, его зависимость от различных факторов /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э7 | | | |
| 4.4 | Проработка материала лекции /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э7 | | | |
| 4.5 | Подготовка и выполнение Контрольной работы №2 /Ср/ | 6 | 4 | ПК-4-31 ПК-4-У1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э7 | | КМ2 | |
| Раздел 5. Классификация механических испытаний. Основные виды механических испытаний | | | | | | | | |
| 5.1 | Факторы, определяющие многообразие методов механических испытаний. Динамические, статические и циклические испытания /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э10 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---------------------------------|---|--|--|----|
| 5.2 | Испытания на растяжение, образцы, условия подбора. Испытания на сжатие, жесткость нагружения, образцы, диаграммы деформации. Разрушение при сжатии хрупких и пластичных материалов /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э5 Э10 | | | |
| 5.3 | Подготовка к выполнению лабораторной работы /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э5 Э10 | | | |
| 5.4 | Испытание на растяжение и анализ диаграмм деформации /Лаб/ | 6 | 6 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э5 Э10 | | | Р1 |
| 5.5 | Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э5 Э10 | | | |
| 5.6 | Физический смысл твердости. Твердость по Бринеллю, Виккерсу, Роквеллу. Схемы и методы испытания, числа твердости, их зависимость от нагрузки. Микротвердость /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э6 Э10 | | | |
| 5.7 | Подготовка к выполнению лабораторной работы /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э6 Э10 | | | |
| 5.8 | Шкалы твердости /Лаб/ | 6 | 4 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э6 Э10 | | | Р2 |
| 5.9 | Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э6 Э10 | | | |
| 5.10 | Подготовка к выполнению лабораторной работы /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э10 | | | |
| 5.11 | Измерение микротвердости /Лаб/ | 6 | 6 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э10 | | | Р3 |
| 5.12 | Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э10 | | | |
| 5.13 | Динамические испытания на изгиб образцов с надрезом. Напряжения и деформации у концентраторов напряжений. Методы определения ударной вязкости, оценка хладноломкости по ударной вязкости и строению изломов /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э7 Э10 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|--|---|---|---------------------------------|---------------------------------------|--|--|----|
| 5.14 | Подготовка к выполнению лабораторной работы /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э7 Э10 | | | |
| 5.15 | Анализ изломов /Лаб/ | 6 | 4 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э7 Э10 | | | Р4 |
| 5.16 | Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э7 Э10 | | | |
| 5.17 | Испытания на замедленное разрушение. Применение концентраторов напряжений при статических испытаниях /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э10 | | | |
| 5.18 | Подготовка к выполнению лабораторной работы /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э10 | | | |
| 5.19 | Определение вязкости разрушения /Лаб/ | 6 | 5 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э10 | | | Р5 |
| 5.20 | Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.4 Э10 | | | |
| 5.21 | Испытания на усталость, усталостные трещины, их зарождение и развитие. Строение излома. Предел выносливости, ограниченная выносливость. Образцы и машины для испытания на выносливость /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э8 Э9 Э10 | | | |
| 5.22 | Подготовка к выполнению лабораторной работы /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э8 Э9 Э10 | | | |
| 5.23 | Испытания на усталость /Лаб/ | 6 | 5 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э8 Э9 Э10 | | | Р6 |
| 5.24 | Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э8 Э9 Э10 | | | |
| 5.25 | Жаропрочность. Испытания на ползучесть и длительную прочность /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | | | |
| 5.26 | Подготовка к выполнению лабораторной работы /Ср/ | 6 | 1 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | | | |
| 5.27 | Испытания на ползучесть и длительную прочность /Лаб/ | 6 | 4 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | | | Р7 |
| 5.28 | Подготовка к защите лабораторной работы /Ср/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 | | | |

| | | | | | | | | |
|------|---|---|---|---------------------------------|---|--|-----|--|
| 5.29 | Подготовка и выполнение Контрольной работы №3 /Ср/ | 6 | 4 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 | | КМ3 | |
| | Раздел 6. Дефекты и критерии надежности материала, детали и конструкции | | | | | | | |
| 6.1 | Металлургические, технологические и эксплуатационные причины несплошности материала. Допустимые размеры трещины в зависимости от назначения конструкции. Мониторинг трещин в конструкции методами акустической эмиссии и контрольных элементов, области применения, критерии прекращения эксплуатации /Лек/ | 6 | 2 | ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-У2 ПК-4-В1 | Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3 | | | |

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки |
|--------|-------------------------|------------------------------------|--|
| КМ1 | Контрольная работа №1 | ПК-4-31;ПК-4-У1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Напряженное состояние. 2. Нормальные и касательные напряжения. Условные и истинные напряжения. 3. Тензор напряжений, шаровой тензор, девиатор напряжений. 4. Деформированное состояние. 5. Деформация, удлинение и сдвиг, тензор деформации. 6. Построение кругов Мора. 7. Жесткость нагружения. Коэффициент мягкости напряженного состояния. 8. Упругая и пластическая деформация. 9. Упругость, элементарный закон Гука. Обобщенный закон Гука. 10. Коэффициенты и модули упругости. Анизотропия упругости. Зависимость модулей упругости от различных факторов. 11. Неупругость, прямое и обратное упругое последствие, упругий гистерезис, эффект Баушингера. 12. Внутреннее трение, удельная энергия затухания, угол потерь, логарифмический декремент затухания, виды внутреннего трения. <p>Также контрольные вопросы для проработки материала даны в учебнике Л1.2 (основная литература), вопросы к главам I и II. Примеры билетов даны в Приложении</p> |

| | | | |
|-----|-----------------------|---------------------------------|---|
| КМ2 | Контрольная работа №2 | ПК-4-31;ПК-4-У1 | <p>1. Механизмы пластической деформации. Деформация скольжением, двойникованием.</p> <p>2. Приведенное напряжение сдвига. Закон Шмида-Боаса.</p> <p>3. Влияние различных факторов на пластическую деформацию металлов.</p> <p>4. Условная и истинная диаграмма растяжения монокристалла, поликристалла.</p> <p>5. Природа упрочнения. Показатель упрочнения. Влияние различных факторов на деформационное упрочнение.</p> <p>6. Макроскопическое явление разрушения, признаки хрупкого и вязкого разрушения.</p> <p>7. Критерий Гриффитса, работа распространения хрупкой трещины. Интенсивность напряжений.</p> <p>8. Микроскопические процессы разрушения и строение изломов.</p> <p>9. Вязкий ямочный излом; скол и квазискол; зернограничный излом. Структурные факторы, определяющие тип изломов и работу разрушения.</p> <p>10. Переход от вязкого разрушения к хрупкому, его зависимость от различных факторов.</p> <p>Также контрольные вопросы для проработки материала даны в учебнике Л1.2 (основная литература), вопросы к главам III и IV. Примеры билетов даны в Приложении</p> |
| КМ3 | Контрольная работа №3 | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | <p>1. Испытания на растяжение (методика, оборудование, образцы, расчет диаграммы деформации, обработка результатов).</p> <p>2. Испытания на сжатие (методика, оборудование, образцы, расчет диаграммы деформации, обработка результатов).</p> <p>3. Измерение твердости по Бринеллю, Виккерсу, Роквеллу, микротвердость (методы, их сравнение, образцы, нагрузка, инденторы, область применения, примеры использования).</p> <p>4. Методы определения ударной вязкости. Оценка хладноломкости по ударной вязкости и строению изломов.</p> <p>5. Явление усталости. Испытания на выносливость, влияние различных факторов на выносливость. Усталостные трещины, их зарождение и развитие. Усталостный излом.</p> <p>6. Испытания на ползучесть и длительную прочность (методика, оборудование, образцы, расчет диаграммы деформации, обработка результатов).</p> <p>Также контрольные вопросы для проработки материала даны в учебнике Л1.2 (основная литература), вопросы к главам V - IX и в разделах 4.4-4.7, 5 Л2.1 (дополнительная литература). Примеры билетов даны в Приложении</p> |

| | | | |
|-----|---------|---------------------------------|---|
| КМ4 | Экзамен | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Напряженное состояние. Нормальные и касательные напряжения. Условные и истинные напряжения, тензор напряжений. 2. Деформированное состояние. Деформация, удлинение и сдвиг, тензор деформации. Упругая и пластическая деформация. Жесткость нагружения. 3. Упругость, обобщенный закон Гука. Модули упругости. Влияние различных факторов на модули упругости. 4. Неупругость металлов. Прямое и обратное упругое последствие, эффект Баушингера. 5. Неупругость металлов. Внутреннее трение. 6. Макроскопическое явление разрушения, признаки хрупкого и вязкого разрушения. Критерий Гриффитса, работа распространения хрупкой трещины. 7. Микроскопические процессы разрушения, строение изломов. Вязкий ямочный излом, скол и квазискол, зернограничный излом. 8. Условная и истинная диаграмма растяжения поликристалла. Предел упругости, текучести, пропорциональности. 9. Показатель упрочнения, его зависимость от механизма упрочнения, температуры и скорости деформации. 10. Испытания на растяжение, образцы, условия подбора. Диаграммы деформации. 11. Испытания на сжатие. Жесткость нагружения, образцы. Диаграммы деформации. Разрушение при сжатии хрупких и пластичных материалов. 12. Физический смысл твердости. Твердость по Бринеллю и Виккерсу, схемы и методы испытания, числа твердости. Сравнение двух методов. Области применения. 13. Физический смысл твердости. Твердость по Роквеллу, схемы и методы испытания, числа твердости. Отличие от других чисел твердости. 14. Физический смысл твердости. Твердость по Виккерсу, схемы и методы испытания, числа твердости. Микротвердость, особенности и области применения. 15. Напряжения и деформации у концентраторов напряжений. Испытания на статическую трещиностойкость. 16. Методы определения ударной вязкости. Оценка хладноломкости по ударной вязкости и строению изломов. 17. Явление усталости. Испытания на выносливость, влияние различных факторов на выносливость. Усталостные трещины, их зарождение и развитие. Усталостный излом. 18. Испытания на ползучесть и длительную прочность. |
|-----|---------|---------------------------------|---|

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

| Код работы | Название работы | Проверяемые индикаторы компетенций | Содержание работы |
|------------|--|------------------------------------|---|
| P1 | Лабораторная работа "Испытание на растяжение и анализ диаграмм деформации" | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | По записанным для малоуглеродистой стали типа Ст.3 диаграммам деформации найти механические характеристики, предусмотренные ГОСТом, а также определить нестандартные параметры, дополнительно описывающие свойства этой стали. |
| P2 | Лабораторная работа "Шкалы твердости" | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | Освоение методик измерения твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу в соответствии с требованиями ГОСТов, изучение границ допустимого применения этих методов и возможности сопоставления результатов. |
| P3 | Лабораторная работа "Измерение микротвердости" | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | Изучение конструкции прибора для измерения микротвердости и его юстировки, освоение методики измерения, практическое выполнение измерений микротвердости различных структурных составляющих стали и статистическая обработка результатов измерений. |
| P4 | Лабораторная работа "Анализ изломов" | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | Овладение методикой анализа и измерения элементов макрогеометрии изломов, а также изучение взаимосвязи характера поверхности разрушения с режимом термической обработки и условиями испытаний. |

| | | | |
|----|--|---------------------------------|--|
| P5 | Лабораторная работа "Определение вязкости разрушения" | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | Овладение методикой оценки трещиностойкости металла с помощью линейной механики разрушения. |
| P6 | Лабораторная работа "Испытания на усталость" | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | Испытать образец на усталость. По данному массиву построить кривую усталостного разрушения при указанном режиме. |
| P7 | Лабораторная работа "Испытания на ползучесть и длительную прочность" | ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-У2;ПК-4-В1 | Испытать образец и обработать диаграмму ползучести. Построить по заданному массиву данных по длительной прочности обобщенные зависимости, сделать прогноз долговечности и оценить его достоверность. |

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

По данной дисциплине предусмотрен письменный экзамен. Экзаменационный билет состоит из 5 вопросов. Вопросы для подготовки к экзамену даны в учебнике Л1.2 (основная литература), вопросы к главам V - IX и в разделах 4.4-4.7, 5 Л2.1 (дополнительная литература). Пример экзаменационного билета размещен в Приложении к РПД.

Вопрос 1 - вопрос по теории разделов 1-6 дисциплины.

Вопрос 2 - качественный вопрос по разделам 1-2 дисциплины.

Вопрос 3 - качественный вопрос по разделам 1-2 дисциплины.

Вопрос 4 - типовая задача из Контрольных работ №2,3.

Вопрос 5 - типовая задача из Контрольных работ №2,3.

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

По дисциплине предполагается следующая шкала оценок:

а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, правильно действует по применению знаний на практике;

г) «неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки при ответе на вопросы, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--------------------------------------|---|------------------------|------------------------|
| Л1.1 | Бернштейн М. Л., Займовский В. А. | Механические свойства металлов: Учебник для вузов по спец. 'Физика металлов' и 'Металловедение, оборуд. и технология терм. обраб. металлов' | Библиотека МИСиС | М.: Металлургия, 1979 |
| Л1.2 | Золоторевский В. С. | Механические свойства металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по группе спец. направления 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 1998 |

6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|--|--|------------------------|------------------------|
| Л2.1 | Никулин Сергей Анатольевич, Турилина Вероника Юрьевна | Материаловедение и термическая обработка: учеб. пособие | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2013 |
| Л2.2 | Беломытцев Михаил Юрьевич | Механические свойства металлов. Ч. 1. Твердость. Прочность. Пластичность: лаб. практикум для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2007 |

| | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|------|---|---|------------------------|------------------------|
| Л2.3 | Штремель Мстислав Андреевич, Беломытцев Михаил Юрьевич | Механические свойства металлов. Ч. 2. Упругость. Технологические испытания. Поверка: лаб. практикум для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Учеба, 2007 |
| Л2.4 | Беломытцев Михаил Юрьевич, Кудря Александр Викторович | Механические свойства металлов. Ч. 3. Вязкость. Разрушение: лаб. практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия' | Электронная библиотека | М.: Изд-во МИСиС, 2008 |

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| | | |
|-----|---|---|
| Э1 | Материаловедение Учебный фильм, 2018 | https://youtu.be/yJOX8aR0uvo |
| Э2 | Дефекты кристаллической решетки: друзья или враги? А.М. Глезер Рождественские лекции 2015 | https://youtu.be/L6KwZVwZQw0 |
| Э3 | Дефекты, дислокации кристаллической структуры | https://youtu.be/76qW6gm6cV0 |
| Э4 | Дефекты в кристаллах. Управление механическими свойствами материалов | https://youtu.be/FJtV3uXPCDA |
| Э5 | Диаграмма растяжения, методы испытаний материалов | https://youtu.be/1dPNbX-KW3o |
| Э6 | Твердость материалов | https://youtu.be/ebCesSHBDb0 |
| Э7 | Ударная вязкость и трещиностойкость материалов | https://youtu.be/rcM8_xLTzjg |
| Э8 | Усталостное разрушение. Введение. | https://youtu.be/kcLmbWpLTU |
| Э9 | Усталостное разрушение. Продолжение. | https://youtu.be/0rOmFvjZz10 |
| Э10 | Стандарты на механические испытания | http://mifp.misis.ru/menu-2/frame-2-2-1.htm |

6.3 Перечень программного обеспечения

| | |
|-----|---|
| П.1 | Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr |
| П.2 | Microsoft Office |
| П.3 | LMS Canvas |
| П.4 | Консультант Плюс |

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

| | |
|-----|--|
| И.1 | Полнотекстовые российские научные журналы и статьи: |
| И.2 | — Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/ |
| И.3 | — Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news |
| И.4 | Иностранские базы данных (доступ с IP адресов МИСиС): |
| И.5 | — аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com |
| И.6 | — аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/ |
| И.7 | — наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com |
| И.8 | — научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/ |

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение | Оснащение |
|--------------------------------|--|---|
| Любой корпус Мультимедийная | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий: | комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus |
| А-211 | Лаборатория | "дистанц. радиоуправл. д/экр., моноблок - 1 шт, документ-камера, проектор мультимедийный, система видеоконференции, экран настенный, коллекция образцов, микроскопы 11 ед., твердомер" |
| А-04а | Лаборатория | "доска интерактивная, мс0000000025753, комплект оборудования лабораторного для испытаний на кручение, твердомер, проектор с экраном" |

| | | |
|----------------------|--|---|
| Читальный зал №4 (Б) | | комплект учебной мебели на 20 рабочих мест, компьютеры с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
|----------------------|--|---|

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции и лабораторные работы проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Лабораторные работы проводятся, в том числе, с разбором практических вопросов и проблем реального производства, с применением кейсовых ситуаций, использующих описание реальных ситуаций. Студенты должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблемы, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы основываются на реальном фактическом производственном материале или же приближены к реальной ситуации.

Текущий контроль, контрольные работы и экзамен проводятся с целью выявить полученные в результате изучения дисциплины знания, навыки и умения студентов. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и лабораторных работ, а также информацию, полученную при изучении соответствующих разделов основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты также используют специальные базы данных (электронные учебники) в электронной библиотеке НИТУ МИСиС. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью электронных версий конспекта лекций и пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время допуска и защит лабораторных работ и в результате письменных контрольных работ.

Консультации по курсу проводятся с использованием e-mail и лично в назначенные часы консультаций.

Для полноценного изучения дисциплины «Механические свойства твердых тел» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке студентов данного профиля. Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.

Общая процедура и сроки проведения оценочных мероприятий соответствуют регламентам текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде экзамена. Обязательным условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение трех контрольных работ на оценку не менее, чем «удовлетворительно», и защита всех лабораторных работ.

Текущий контроль проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине.

ФОС текущего контроля по дисциплине состоит из вопросов и заданий, составленных с учетом показателей оценивания компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины. Результаты текущей аттестации обучающихся могут учитываться при выставлении оценки по промежуточной аттестации без проведения экзаменационного контроля в случае полного выполнения обучающимися установленного учебного графика.