

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 31.08.2023 10:03:47

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)

Высокотемпературная прочность материалов

Закреплена за подразделением

Кафедра металловедения и физики прочности

Направление подготовки

22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Высокотемпературные и сверхтвёрдые материалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 1

аудиторные занятия

38

самостоятельная работа

34

часов на контроль

36

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	9	9	9	9
Лабораторные	12	12	12	12
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	38	38	38	38
Контактная работа	38	38	38	38
Сам. работа	34	34	34	34
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

дтн, профессор, Беломытцев Михаил Юрьевич

Рабочая программа

Высокотемпературная прочность материалов

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, 22.04.01-ММТМ-23-1.plx Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, 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., №8

Руководитель подразделения Никулин С.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Дать студентам профессиональные теоретические и практические знания по основам жаропрочности материалов и методам оценки их высокотемпературных свойств.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия	
2.2.2	Жаростойкие и теплозащитные покрытия	
2.2.3	Математическое моделирование процессов и материалов	
2.2.4	Производственная практика	
2.2.5	Технологии получения материалов	
2.2.6	Физико-химия получения и обработки высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.7	Аттестационные испытания высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.8	Высокотемпературная совместимость материалов	
2.2.9	Высокотемпературные керамические материалы	
2.2.10	Графитовые и углеродкарбидокремниевые материалы на основе порошкообразных наполнителей	
2.2.11	Стандартизация и сертификация порошковых высокотемпературных и сверхтвердых материалов	
2.2.12	Техническая керамика	
2.2.13	Углерод-углеродные и углерод-углеродкарбидокремниевые материалы с волокнистыми наполнителями	
2.2.14	Электронная структура, природа химической связи и свойства неорганических соединений	
2.2.15	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.16	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Знать:
ОПК-1-31 - основные классы жаропрочных материалов;
ПК-3: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Знать:
ПК-3-31 - методы механических испытаний для получения характеристик жаропрочности;
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Знать:
ОПК-2-31 - атомные механизмы получения жаропрочного состояния;
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 основные типы дефектов кристаллической решётки;
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Уметь:
ОПК-2-У1 - проводить испытания для получения характеристик горячей прочности;

ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-1-У1 - выбирать материалы под заданные условия эксплуатации;
ПК-3: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Уметь:
ПК-3-У1 рассчитывать характеристики длительной прочности и ползучести
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Уметь:
УК-1-У1 характеризовать наблюдаемую структуру
ПК-3: Способен обоснованно использовать знания о типовых технологических процессах, участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки материалов и изделий из них в области материаловедения и технологии материалов
Владеть:
ПК-3-В1 обработки данных испытаний на жаропрочность
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, выработать стратегию действий
Владеть:
УК-1-В1 - применения расчётных алгоритмов определения различных механических характеристик жаропрочности по различным математически моделям;
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях
Владеть:
ОПК-1-В1 анализа оптимальных для жаропрочности структур
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы, соответствующие направлению подготовки
Владеть:
ОПК-2-В1 - составления баз данных механических испытаний;

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. Механические испытания для получения характеристик жаропрочности							

1.1	1. Определение длительной твёрдости. 2. Испытание на горячую прочность. 3. Испытание на ползучесть. 4. Релаксация напряжений. 5. Методика испытаний на жаропрочность по Одингу и по Бочвару. 6. Методика испытания на ползучесть при сжатии. /Лек/	1	2	ПК-3-31	Л1.3Л2.4 Л2.5		КМ1	
1.2	1. Испытание на растяжение. 2. Испытание на горячую деформацию при сжатии. /Лаб/	1	10	ПК-3-У1	Л1.3Л2.4 Л2.5Л3.2 Л3.5			Р3
1.3	Нахождение математической модели ползучести для жаропрочной стали /Пр/	1	12	ПК-3-В1	Л1.1Л2.1 Л2.1 Л2.6			Р1
1.4	1. Определение длительной твёрдости. 2. Испытание на горячую прочность. 3. Испытание на ползучесть. 4. Релаксация напряжений. 5. Методика испытаний на жаропрочность по Одингу и по Бочвару. 6. Методика испытания на ползучесть при сжатии. /Ср/	1	10	ПК-3-31	Л1.3Л2.4 Л2.5Л2.1 Л2.1 Л3.5		КМ1	
	Раздел 2. Основы дефектов кристаллической решётки							
2.1	1. Основы атомных сил связи в кристаллических телах. 2. Точечные дефекты. 3. Линейные дефекты. 4. Плоскостные дефекты. 5. Объёмные дефекты. /Лек/	1	2	УК-1-31 ОПК-1-31	Л1.5Л2.1		КМ1	
2.2	1. Основы атомных сил связи в кристаллических телах. 2. Точечные дефекты. 3. Линейные дефекты. 4. Плоскостные дефекты. 5. Объёмные дефекты. /Ср/	1	8	УК-1-31 ОПК-1-31	Л1.5Л2.1		КМ1	
	Раздел 3. Основы физики прочности							
3.1	1. Прочность монокристаллов. 2. Упрочнение твёрдых растворов. 3. Прочность интерметаллидов и химических соединений. 4. Прочность двухфазных соединений. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-2-31	Л1.6Л2.2		КМ1	

3.2	1. Прочность монокристаллов. 2. Упрочнение твёрдых растворов. 3. Прочность интерметаллидов и химических соединений. 4. Прочность двухфазных соединений. /Ср/	1	8	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ОПК-2-У1	Л1.6Л2.2		КМ1	
	Раздел 4. Общая классификация жаропрочных материалов							
4.1	1. Общая классификация жаропрочных материалов. 2. Жаропрочные стали. 3. Жаропрочные никелевые и кобальтовые сплавы. 4. Жаропрочные интерметаллиды. 5. Жаропрочная керамика. 6. Жаропрочные материалы на основе углерода. /Лек/	1	3	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-В1	Л1.2 Л1.4Л2.2		КМ1	
4.2	Структура отожжённой углеродистой стали /Лаб/	1	2	УК-1-У1	Л1.4Л2.3Л3.1			Р4
4.3	1. Маркировка сталей в РФ. 2. Основные виды термической обработки стали. 3. Выбор жаропрочного материала под заданные условия эксплуатации. /Пр/	1	5	ОПК-1-В1	Л1.4Л2.3			Р2
4.4	1. Общая классификация жаропрочных материалов. 2. Жаропрочные стали. 3. Жаропрочные никелевые и кобальтовые сплавы. 4. Жаропрочные интерметаллиды. 5. Жаропрочная керамика. 6. Жаропрочные материалы на основе углерода. 7. Маркировка сталей в РФ. 8. Основные виды термической обработки стали. /Ср/	1	8	УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1	Л1.2 Л1.4Л2.3		КМ1	Р5

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	Экзамен	ОПК-2-31;ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-31;УК-1-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1	Вопросы к экзамену: 1. Определение длительной твёрдости. 2. Испытание на горячую прочность. 3. Испытание на ползучесть. 4. Релаксация напряжений. 5. Методика испытаний на жаропрочность по Одингу и по Бочвару. 6. Методика испытания на ползучесть при сжатии. 7. Основы атомных сил связи в кристаллических телах. 8. Точечные дефекты. 9. Линейные дефекты. 10. Плоскостные дефекты. 11. Объёмные дефекты. 12. Прочность монокристаллов. 13. Упрочнение твёрдых растворов. 14. Прочность интерметаллидов и химических соединений. 15. Прочность двухфазных соединений. 16. Общая классификация жаропрочных материалов. 17. Жаропрочные стали. 18. Жаропрочные никелевые и кобальтовые сплавы. 19. Жаропрочные интерметаллиды. 20. Жаропрочная керамика. 21. Жаропрочные материалы на основе углерода.
-----	---------	--	--

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	ПР 1	ОПК-2-В1;УК-1-В1;ПК-3-31;ПК-3-В1;ПК-3-У1	Нахождение математической модели ползучести для жаропрочной стали
P2	ПР 2	ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	1. Маркировка сталей в РФ. 2. Основные виды термической обработки стали. 3. Выбор жаропрочного материала под заданные условия эксплуатации.
P3	ЛР 1	ОПК-2-У1;ПК-3-31;ПК-3-У1;ПК-3-В1	1. Испытание на растяжение. 2. Испытание на горячую деформацию при сжатии.
P4	ЛР 2	ОПК-1-31;ОПК-1-В1;УК-1-У1	Структура отожжённой углеродистой стали
P5	ДЗ	ОПК-2-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;УК-1-У1	Выбор жаропрочного материала под заданные условия эксплуатации

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

По данной дисциплине предусмотрен устный экзамен. Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов по теории. Вопросы для подготовки к экзамену даны в учебниках Л1.1 - Л1.6 (основная литература), и Л2.1 - Д2.7 (дополнительная литература).

Вопрос 1 - вопрос по теории раздела 1 дисциплины.

Вопрос 2 - вопрос по разделу 2 дисциплины.

Вопрос 3 - вопрос по разделу 3 дисциплины.

Вопрос 4 - вопрос по разделу 4 дисциплины.

Пример экзаменационного билета:

кафедра МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ
И ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ

Курс „Высокотемпературная прочность материалов”
для группы ММТМ-1-1

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Испытание на растяжение.
2. Характеристика вакансий.
3. Факторы прочности твёрдых растворов.
4. Гомогенные никелевые сплавы.

Зав. кафедрой металлургии и
физики прочности

()

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

Допуск к экзамену осуществляется при условии выполнения и защиты всех лабораторных работ и положительного решения по практическим работам, выполняемым на практических занятиях. Отметка выставляется по результату устного ответа на вопросы экзаменационного билета и соотносится с критериями уровней освоения компетенций (соотносится с уровнями: «пороговый» – оценка «3», «продвинутый» – оценка «4» и «высокий» – оценка «5»).

Оценка «отлично» ставится, если студент ответил на все вопросы экзаменационного билета.

Оценка «хорошо» ставится, если студент ответил на большую часть вопросов экзаменационного билета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент ответил хотя бы на один вопрос экзаменационного билета и показал начальный уровень знаний по остальным вопросам.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не ответил на один вопрос экзаменационного билета и не показал начальный уровень знаний ни по одному из вопросов.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Химушин Ф. Ф.	Жаропрочные стали и сплавы	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1969
Л1.2	Колачев Б. А., Елагин В. И., Ливанов В. А.	Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов по спец. 'Металловедение и термообработка металлов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л1.3	Золоторевский В. С.	Механические свойства металлов: Учебник для студ. вузов, обуч. по группе спец. направления 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1998
Л1.4	Гольдштейн М. И., Грачев С. В., Векслер Ю. Г.	Специальные стали: Учебник для вузов по спец. 'Металловедение и термическая обработка металлов'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л1.5	Штремель М. А.	Т.1: Дефекты решетки	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1999
Л1.6	Штремель М. А.	Т.2: Деформация: Учебник для студ. вузов, обуч. по спец. 'Физика металлов', 'Металловедение и термическая обработка металлов'	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 1997

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Новиков И. И.	Дефекты кристаллического строения металлов: Учеб. пособие для студентов вузов	Библиотека МИСиС	М.: Metallurgia, 1983
Л2.2	Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф., др., Арзамасов Б. Н.	Материаловедение: Учебник	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение, 1986
Л2.3	Гуляев А. П., Гуляев А. А.	Металловедение: учебник для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Альянс, 2011
Л2.4	Фридман Я. Б.	Ч.1: Деформация и разрушение	Библиотека МИСиС	, 1974
Л2.5	Фридман Я. Б.	Ч.2: Механические испытания. Конструкционная прочность	Библиотека МИСиС	, 1974
Л2.6	Мельниченко А. С.	Математическая статистика и анализ данных (N 3431): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Канев В. П.	Материаловедение. Ч. 1: Лаб. практикум для студ. спец. 060800, 070800, 070900, 072000, 110100, 110400, 110500, 110600, 3514м, 3514п	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2004
ЛЗ.2	Беломытцев М. Ю.	Механические свойства металлов. Ч. 1. Твердость. Прочность. Пластичность: лаб. практикум для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
ЛЗ.3	Мельниченко А. С.	Анализ данных в материаловедении. Ч. 1: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение и Metallurgy	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2013
ЛЗ.4	Мельниченко А. С.	Анализ данных в материаловедении. Ч. 2. Регрессионный анализ: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Металлургия'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
ЛЗ.5	Беломытцев М. Ю.	Физика прочности. Анализ механических характеристик материалов (N 3423): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019

6.3 Перечень программного обеспечения

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

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**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
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"
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

Лекционные занятия нацелены на изучение студентами общих вопросов, характеризующих жаропрочные материалы.

Практические занятия нацелены на формирование навыков расчётов характеристик горячей прочности и жаропрочности для высокотемпературных материалов. Лабораторные занятия нацелены на формирование практических навыков в получении экспериментальных данных о структуре материалов и их свойствах.

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации