

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 30.10.2023 16:04:03

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)

Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах

Закреплена за подразделением Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Направление подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 72

самостоятельная работа 36

Формы контроля в семестрах:
зачет с оценкой 1

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	20	20	20	20
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	72	72	72	72
Контактная работа	72	72	72	72
Сам. работа	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

к.тн, доцент, Погожев Юрий Сергеевич

Рабочая программа

Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах

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 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Металлургия, 22.04.02-ММТ-23-16.plx Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Металлургия, Новые материалы. Порошковые и аддитивные технологии, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Протокол от 03.04.2023 г., №11

Руководитель подразделения Левашов Евгений Александрович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Цель освоения дисциплины: научить студентов научным основам самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) неорганических материалов, как перспективного метода получения новых композиционных, керамических, интерметаллидных и других материалов для различных отраслей современной техники.
-----	--

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	Аддитивные технологии	
2.2.2	Научно-исследовательская практика	
2.2.3	Процессы консолидации порошковых материалов	
2.2.4	Процессы СВС как основы синтеза неорганических материалов	
2.2.5	Современные методы металлургии, машиностроения и материаловедения	
2.2.6	Защита интеллектуальной собственности	
2.2.7	Материаловедение в аддитивных технологиях	
2.2.8	Методы аттестации функциональных поверхностей материалов	
2.2.9	Методы получения и исследование покрытий медицинского назначения	
2.2.10	Порошковые материалы с особыми свойствами	
2.2.11	Теоретические основы получения и технологии твердых сплавов	
2.2.12	Технологии наноматериалов и гибридных наноматериалов	
2.2.13	Технология получения композиционных материалов для авиакосмической промышленности	
2.2.14	Физико-химические основы и технологии жаропрочных и жаростойких материалов	
2.2.15	Физико-химические основы и технологии композиционных материалов. Технологии углеродных материалов и графитов	
2.2.16	Физико-химические основы и технологии тепловыделяющих и поглощающих материалов	
2.2.17	Цифровые аддитивные технологии в имплантологии	
2.2.18	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.19	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-34 закономерности и механизмы фазо- и структурообразования при синтезе различных материалов в режиме горения
ПК-3: Способен анализировать результаты эксперимента, выбирать методы исследований, формировать новые направления исследований, определять сферы применения результатов исследований
Знать:
ПК-3-31 методы анализа и статистической обработки данных
ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции
Знать:
ПК-4-31 основные технологические типы СВС- процессов
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Знать:
ОПК-1-31 общую характеристику процессов СВС, типы химических реакций и основные классы продуктов СВС
ОПК-1-32 особенности, закономерности и механизмы процессов горения в различных СВС системах

ОПК-1-33 структуру волны горения, температурные профили, термодинамику и кинетику СВС процессов
ОПК-2: Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии, проектировать и разрабатывать продукцию, процессы и системы в условиях неопределенности и альтернативных решений в междисциплинарных областях
Уметь:
ОПК-2-У2 использовать нормативные документы в своей деятельности
ОПК-2-У1 оформлять обзоры научно-технической информации в соответствии с задачами исследований
ПК-2: Способен проводить анализ и теоретически обобщать научные данные в соответствии с задачами исследования, изучать научно-техническую информацию, формировать программы исследований
Уметь:
ПК-2-У1 подбирать и анализировать научно-техническую информацию в соответствии с задачами исследований
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Уметь:
ОПК-1-У1 строить и анализировать зависимости температуры и скорости горения от начальных условий СВС- процесса, выполнять расчет адиабатических температур горения
ОПК-1-У2 осуществлять исследования механизмов фазо- и структурообразования при синтезе различных материалов в режиме горения и анализировать полученные результаты
ПК-4: Способен разрабатывать технологические процессы получения порошков, порошковых, композиционных материалов, покрытий и управлять ими, проводить их анализ для выбора мер и средств управления качеством продукции
Уметь:
ПК-4-У1 описывать и анализировать технологические схемы производства различных материалов методом СВС, сопоставлять преимущества и недостатки, ограничения и перспективы возможных вариантов
Владеть:
ПК-4-В1 владеть навыками получения различных материалов с применением различных технологических типов СВС процесса
ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний, знаний в междисциплинарных областях в области металлургии
Владеть:
ОПК-1-В1 навыками в области химии для расчета составов реакционных смесей
ОПК-1-В2 навыками оценки макрокинетических параметров процесса горения для различных СВС- систем
ОПК-1-В3 владеть методиками анализа механизмов фазо- и структурообразования различных СВС- материалов в волне горения

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. Общая характеристика и научные основы процессов СВС							
1.1	История открытия и развития метода СВС. Общая характеристика процессов СВС. /Лек/	1	2	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
1.2	Типы химических реакций и основные классы продуктов в СВС. Особенности процессов безгазового, малогазового и фильтрационного горения, а также металлургического восстановления. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-1-32	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			

1.3	Структура волны при безгазовом горении. Элементарные температурные профили волны горения. Широкие и узкие зоны горения. Взаимосвязь температуры и скорости горения. Контрольная работа № 1. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-1-33	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1		КМ1	
1.4	Расчет составов реакционных смесей в двух и многокомпонентных системах. /Пр/	1	3	ОПК-1-В1	Л1.2			Р1
1.5	Расчет адиабатической температуры горения и равновесного фазового состава продуктов синтеза. /Пр/	1	3	ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.2Л2.1 Э1			Р2
1.6	Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	10	ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ПК -2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			
1.7	Изучение физических и технологических свойств порошковых реакционных смесей для проведения СВС-процесса. /Лаб/	1	4	ПК-4-В1 ОПК- 2-У2 ОПК-2- У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1Л3.1 Л3.3 Э1			Р8
	Раздел 2. Термодинамика и кинетика СВС процессов. Экспериментальные методы исследования							
2.1	Термодинамика СВС процессов. Расчет адиабатических температур горения. Закономерности горения для различных систем. /Лек/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
2.2	Кинетика СВС- процессов. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Кинетические законы, их физико-химическое объяснение и влияние на структуру волны горения. /Лек/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-34 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
2.3	Экспериментальные методы исследования кинетики горения при СВС. Эффективная энергия активации процесса горения. Механизмы процесса горения. Контрольная работа № 2. /Лек/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-В2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1		КМ2	

2.4	Измерение кинетических характеристик процесса горения реакционных смесей. Построение зависимостей температуры, скорости горения и фазового состава продуктов химических реакций от начальных условий СВС (состав реакционной смеси, начальная температура процесса). /Пр/	1	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-3-31	Л1.2Л2.1			Р3
2.5	Подготовка к практическому занятию и лабораторной работе. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	10	ОПК-1-32 ОПК-1-33 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.1 Э1			
2.6	Экспериментальное определение, количества теплоты, выделяющееся при горении высокоэкзотермичных многокомпонентных реакционных смесей, и скорости тепловыделения с использованием быстродействующего калориметра сжигания. /Лаб/	1	4	ОПК-2-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1Л3.5 Э1			Р9
	Раздел 3. Процессы фазо- и структурообразования при СВС. Экспериментальные методы диагностики.							
3.1	Формирование макро- и микроструктуры продуктов синтеза в волне горения. Первичное и вторичное структурообразование в двух и многокомпонентных системах. /Лек/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-1-34 ОПК-1-У2 ОПК-1-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1			
3.2	Экспериментальные методы диагностики процессов формирования кристаллической структуры продуктов синтеза при СВС. Закалка фронта горения и динамическая рентгенография. Контрольная работа № 3. /Лек/	1	2	ОПК-1-32 ОПК-1-34 ОПК-1-У2 ОПК-1-В3	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1		КМ3	
3.3	Статические методы диагностики процессов формирования кристаллической структуры СВС- материалов. Закалка фронта горения в медном клине. /Пр/	1	6	ОПК-1-32 ОПК-1-34 ОПК-1-У2 ОПК-1-В3 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Э1			Р4

3.4	Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. Подготовка к контрольной работе. /Ср/	1	8	ОПК-1-32 ОПК-1-34 ОПК-1-У2 ОПК-1-В3 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ПК -3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			
3.5	Динамические методы диагностики процессов формирования кристаллической структуры СВС- материалов. Динамическая дифрактография /Пр/	1	6	ОПК-1-32 ОПК-1-34 ОПК-1-У2 ОПК-1-В3 ПК- 3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			Р6
3.6	Структурные исследования характерных зон закаленного фронта горения в многокомпонентных реакционных смесях /Лаб/	1	4	ОПК-1-В1 ОПК-1-В3 ОПК-1-У2 ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1Л3.5 Э1			Р10
Раздел 4. Технологические типы процессов СВС								
4.1	Технологические типы процессов СВС и их применение в отраслях современной промышленности. /Лек/	1	2	ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			
4.2	Технология силового СВС- компактирования для получения консолидированных керамических материалов. Защита курсового проекта. /Лек/	1	2	ОПК-1-31 ОПК-1-34 ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ПК -2-У1 ПК-4-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			
4.3	Технологические типы процессов СВС. Силовое СВС- компактирование как метод для получения керамических материалов. Влияние основных технологических режимов на свойства синтезированных материалов. /Пр/	1	6	ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			Р5
4.4	Подготовка к практическим занятиям и лабораторной работе. /Ср/	1	8	ОПК-2-У1 ОПК-2-У2 ПК -2-У1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4 -В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			
4.5	Технологические типы процессов СВС. Технология СВС для получения порошков тугоплавких соединений. Влияние схемы приготовления реакционной смеси на морфологию и дисперсность получаемого порошка. /Пр/	1	6	ПК-4-31 ПК-4- У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1 Э1			Р7

4.6	Изучение микроструктур материалов, получаемых по технологии силового СВС-компактирования, с использованием методов оптической и электронной микроскопии, энергодисперсионной спектроскопии. /Лаб/	1	4	ПК-4-В1 ПК-4-У1 ОПК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.1Л3.4 Э1			P11
-----	---	---	---	--------------------------	------------------------------------	--	--	-----

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 "Общая характеристика и научные основы процессов СВС"	ОПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Запишите в общем виде уравнение, характеризующее химические реакции при СВС. 2. Перечислите основные типы химических реакций при СВС. 3. Назовите основные классы продуктов получаемых методом СВС. 4. Охарактеризуйте общие моменты и различия между горением и СВС. 5. Назовите основные преимущества процессов СВС в сравнении с другими методами. 6. Опишите тепловой механизм распространения фронта горения. 7. Перечислите основные способы инициирования волны горения. 8. Охарактеризуйте процесс горения в безгазовых и малогазовых системах. 9. Охарактеризуйте процесс горения в фильтрационных системах. 10. Назовите основной критерий при котором в процессе фильтрационного горения достигается максимальная степень химического превращения. 11. Охарактеризуйте процесс горения в металлотермических системах (термитного типа). В чем состоит принципиальное отличие от других систем.

КМ2	Контрольная работа № 2 "Термодинамика и кинетика СВС процессов. Экспериментальные методы исследования"	ОПК-1-32;ОПК-1-33;ОПК-1-В2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Каково основное условие адиабатичности процесса горения. 2. Напишите уравнение для расчета адиабатической температуры горения в упрощенном виде. 3. Каким образом адиабатическая температура горения зависит от количества тепла, выделяющегося при горении и теплоемкости продуктов синтеза. 4. Напишите уравнение зависимости скорости горения от температуры горения. 5. Каков физический смысл эффективной энергии активации процесса горения. 6. Опишите классический вид кинетических зависимостей температуры и скорости горения от начальной температуры СВС процесса. Как изменится ход кривых при плавлении продукта в волне горения. 7. Опишите графический метод определения эффективной энергии активации процесса горения. Напишите формулу для расчета. 8. Напишите уравнение Аррениуса для определения скорости химической реакции. Объясните величины, входящие в это уравнение. 9. Объясните каким образом скорость горения зависит от размера частиц исходных реагентов, относительной плотности, степени разбавления конечным продуктом и начальной температуры СВС-процесса. 10. Объясните различия между адиабатической температурой горения и экспериментальной температурой горения. 11. Охарактеризуйте процесс горения с узкой и широкой зоной. 12. Какие существуют методы для экспериментального определения скорости горения. Назовите их преимущества и недостатки. 13. Перечислите методы для экспериментального определения температуры горения. Назовите их преимущества и недостатки. 14. Опишите устройство и принцип работы лабораторного СВС-реактора для изучения кинетики процесса горения. 15. Какие существуют способы для измерения температурного профиля волны горения. Нарисуйте характерные профили волны горения с узкой и широкой зоной.
КМ3	Контрольная работа № 3 "Процессы фазо- и структурообразования при СВС. Экспериментальные методы диагностики"	ОПК-1-32;ОПК-1-34;ОПК-1-У2;ОПК-1-В3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие уровни структуры вы знаете. Охарактеризуйте их. 2. Какие методы исследований применяются для изучения структуры, относящейся к каждому из принятых уровней структуры. 3. Статические и динамические методы исследования кристаллической структуры. 4. Опишите метод закалки фронта горения в медном клине. Основной принцип и реализация. 5. Каковы характерные зоны для образцов с остановленным фронтом горения. 6. Представление результатов динамической дифрактографии. Что такое дифракционное кино. 7. Опишите принцип действия установки для проведения динамической дифрактографии. 8. Что общего и в чем состоят отличия методов динамической дифрактографии и синхротронного излучения. 9. Каковы основные механизмы структурообразования в процессе СВС. Охарактеризуйте их и приведите примеры. 10. Какие факторы влияют на механизмы структурообразования.
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
Р1	Практическое занятие "Расчет составов реакционных смесей в двух и многокомпонентных системах"	ОПК-1-В1	Изучение методики расчета количества исходных компонентов в двух и многокомпонентных реакционных смесях для получения заданного количества продукта химической реакции в процессе горения. (3 ч)

P2	Практическое занятие "Расчет адиабатической температуры горения и равновесного фазового состава продуктов синтеза"	ОПК-1-В2;ОПК-1-У1	Изучение методики расчета адиабатической температуры горения реакционных смесей в двух и многокомпонентных системах при использовании схем прямого синтеза из элементов и соединений, а также равновесного фазового состава продуктов синтеза. (3 ч)
P3	Практическое занятие "Измерение кинетических характеристик процесса горения реакционных смесей. Построение зависимостей температуры, скорости горения и фазового состава продуктов химических реакций от начальных условий СВС (состав реакционной смеси, начальная температура процесса)"	ОПК-1-У1;ОПК-1-В2;ПК-3-31	Проведение экспериментальных измерений макрокинетических параметров (температуры и скорости) процесса горения в зависимости от начальной температуры СВС-процесса. Построение зависимостей температуры и скорости горения от начальной температуры для различных СВС систем. Построение зависимостей равновесного фазового состава продуктов синтеза от состава реакционной смеси. (6 ч)
P4	Статические методы диагностики процессов формирования кристаллической структуры СВС-материалов. Закалка фронта горения в медном клине.	ОПК-1-32;ОПК-1-34;ОПК-1-У2;ОПК-1-В3;ПК-3-31	Изучение методики и проведение экспериментов по закалке фронта горения в медном клине при горении реакционных смесей. (6 ч)
P5	Практическое занятие "Технологические типы процессов СВС. Силовое СВС - компактирование как метод для получения керамических материалов. Влияние основных технологических режимов на свойства синтезированных материалов"	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Ознакомление с технологическими типами СВС-процессов. Измерение гидростатической и истинной плотности компактных образцов керамики на основе карбида титана с никелевой связкой, полученных при варьировании основных технологических режимов силового СВС-компактирования. Построение зависимостей относительной плотности/пористости от времени задержки, времени выдержки и давления компактирования. (6 ч)
P6	Динамические методы диагностики процессов формирования кристаллической структуры СВС-материалов. Динамическая дифрактография	ОПК-1-32;ОПК-1-34;ОПК-1-У2;ОПК-1-В3;ПК-3-31	Изучение методики и проведение экспериментов по динамическому рентгеноструктурному фазовому анализу при горении реакционных смесей. Съёмка дифракционного кино. Обработка полученных результатов (6 ч)

P7	Практическое занятие "Технологические типы процессов СВС. Технология СВС для получения порошков тугоплавких соединений. Влияние схемы приготовления реакционной смеси на морфологию и дисперсность получаемого порошка".	ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Ознакомление с технологическими типами СВС-процессов. Приготовление реакционных смесей с использованием шаровой вращающейся и планетарной мельницы. Синтез СВС-порошков с СВС-реакторе, измельчение полученных спеков. Анализ морфологию и дисперсность получаемого порошка (6 ч).
P8	Лабораторная работа № 1 "Изучение физических и технологических свойств порошковых реакционных смесей для проведения СВС-процесса"	ОПК-2-У1;ОПК-2-У2;ПК-4-В1	Подготовка реакционных СВС-смесей, определение их гранулометрического состава методами ситового анализа и дифракции лазерного излучения, а также текучести и насыпной плотности по стандартизованным методикам. (4 ч)
P9	Лабораторная работа № 2 "Экспериментально е определение количества теплоты, выделяющегося при горении высокоэкзотермичн ых многокомпонентны х реакционных смесей, и скорости тепловыделения с использованием быстродействующе го калориметра сжигания"	ОПК-1-В1;ОПК-1-В2;ОПК-2-У1;ОПК-2-У2	Проведение экспериментов по определению количества теплоты, выделяющегося при горении высокоэкзотермичных многокомпонентных реакционных смесей в системах Ti-B-C, Ni-Al, Ti-Al и др. с использованием быстродействующего калориметра сжигания. Расчет скорости тепловыделения. (4 ч)
P10	Лабораторная работа № 3 "Структурные исследования характерных зон закаленного фронта горения в многокомпонентны х реакционных смесях"	ОПК-1-У2;ОПК-1-В1;ОПК-1-В3;ПК-2-У1	Проведение методами СЭМ и ЭДС структурных исследований характерных зон фронта горения (зона прогрева, зона фронта горения, зона догорания, зона конечных продуктов) для различных составов реакционных смесей. Построение схем эволюции структуры материалов в волне горения. (4 ч)

P11	Лабораторная работа № 4 "Изучение микроструктур материалов, получаемых по технологии силового СВС-компактирования, с использованием методов оптической и электронной микроскопии, энергодисперсионной спектроскопии".	ОПК-2-У1;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Приготовление металлографических шлифов. Проведение структурных исследований различных материалов (керамики, интерметаллидные и высокоэнтропийные сплавы и др.), полученных силовым СВС-компактированием, методами оптической микроскопии, СЭМ и ЭДС.
-----	---	--------------------------	---

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

Образец билета для зачета с оценкой по дисциплине "Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах":

Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"
Институт экотехнологий и инжиниринга

Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий
Направление подготовки "Металлургия", 22.03.04
Закономерности, механизмы и методы диагностики процессов горения в СВС-системах

БИЛЕТ № 7

1. Опишите основные типы химических реакций при СВС, приведите примеры.
2. Приведите в общем виде типичные зависимости скорости распространения волны горения от различных факторов для безгазовых систем. Объясните ход кривых.
3. Опишите устройство и принцип работы установки динамической дифрактографии. Что такое «дифракционное кино»?

" _____ " _____ 20__ г.

Зав. кафедрой, проф., д.т.н.

Е.А. Левашов

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

Методика оценки обучающегося на зачете с оценкой:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает глубокие знания в объеме программы дисциплины, уверенно устанавливает логические связи между отдельными разделами дисциплины, грамотно и непротиворечиво излагает материал при ответе, знает источники дополнительной информации.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов и установлении логических связей между отдельными разделами дисциплины, четко излагает материал без существенных противоречий в информации.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, исправляет допущенные ошибки после уточняющих вопросов преподавателя, знает основные источники информации по программе дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не способен установить логические связи между разделами дисциплины, не может дать ответ на основной и/или дополнительный вопрос .

Оценка «не явка» – обучающийся не явился на зачет с оценкой.

Курсовой проект оценивается отдельно от самой дисциплины.

По результатам защиты курсового проекта выставляется оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или «не явка».

Оценка «отлично» выставляется, если:

- проект выполнен самостоятельно и носит творческий характер, возможно (но не обязательно) наличие элементов научной новизны;
- собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников, отличный от рекомендованной по дисциплине литературы;
- при подготовке и защите проекта студент продемонстрировал высокий уровень теоретических знаний и профессиональных компетенций;
- проект хорошо оформлен, своевременно и полностью представлен на кафедру.
- соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению курсовых проектов;
- при защите курсового проекта освещены все аспекты выполненной работы, ответы студента на вопросы профессионально грамотны, исчерпывающие;

Оценка «хорошо» выставляется, если:

- тема проекта раскрыта, однако его содержание не полное, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы;
- собран, обобщен и проанализирован необходимый объем литературы, но некоторые направления освещены не полностью;
- при подготовке проекта студент продемонстрировал средний уровень развития теоретических знаний и профессиональных компетенций;
- проект своевременно представлен на кафедру, в его оформлении есть отдельные недостатки;
- при защите курсового проекта были неполные ответы на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если:

- тема проекта раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы;
- в проекте недостаточно полно была использована литература, в расчетах, описании технологических режимов, регламентов и т.п. есть существенные ошибки;
- при подготовке и защите проекта студент продемонстрировал удовлетворительный уровень теоретических знаний и профессиональных компетенций;
- курсовой проект своевременно представлен на кафедру, но его объем не соответствует предъявляемым требованиям;
- при защите курсового проекта студент недостаточно полно изложил его основные положения, испытывал затруднения при ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если:

- содержание проекта не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа материала;
- при подготовке и защите проекта студент продемонстрировал неудовлетворительный уровень развития теоретических знаний и профессиональных компетенций;
- проект несвоевременно представлен на кафедру, не в полном объеме, по содержанию и оформлению не соответствует предъявляемым требованиям;
- пр защите курсового проекта студент показал низкий уровень знаний по исследуемой теме, плохо отвечал на вопросы.

Оценка «не явка» выставляется, если студент не явился на защиту курсового проекта.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Левашов Евгений Александрович, Рогачев Александр Сергеевич, Курбаткина Виктория Владимировна, др.	Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 - Metallургия	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.2	Левашов Е. А., Рогачев А. С., Юхвид В. И., Боровинская И. П.	Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза: Учеб. пособие для вузов по спец. 070800-Физико-хим. методы исследования процессов и материалов и 110800 - Композиционные и порошковые материалы, покрытия	Библиотека МИСиС	М.: БИНОМ, 1999

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Амосов А. П., Боровинская И. П., Мержанов А. Г., Анциферов В. Н.	Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 'Metallургия'	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение-1, 2007

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Либенсон Г. А., Лопатин В. Ю., Комарницкий Г. В.	Т.1: Производство металлических порошков	Электронная библиотека	, 2001
Л3.2	Левашов Евгений Александрович, Новиков А. В., Курбаткина Виктория Владимировна	Технология и свойства СВС-порошков, материалов и изделий: лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л3.3	Лопатин Владимир Юрьевич, Еремеева Ж. В., Погожев Юрий Сергеевич, Пацера Е. И.	Процессы получения металлических порошков (N 3130): лаб. практикум	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017
Л3.4	Рогачев А. С., Мукасян А. С.	Горение для синтеза материалов: введение в структурную макрокинетику: монография	Электронная библиотека	Москва: Физматлит, 2013
Л3.5	Левашов Евгений Александрович, Новиков А. В., Курбаткина Виктория Владимировна	Технология и свойства СВС-порошков, материалов и изделий: лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова Российской академии наук	http://www.ism.ac.ru/rus/
----	---	---

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	MS Teams
-----	----------

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, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
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
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
К-128	Лаборатория оптической профилометрии и твердомерии:	оптический профилометр Veeco WYKO NT1100, твердомер по Виккерсу HVS-50, установка определения краевого угла смачивания KSV CAM-101, 5 персональных компьютеров (из них 1 моноблок), 3 принтера, комплект учебной мебели
К-107	Лаборатория	демонстрационное оборудование, в том числе доска учебная мультимедийный проектор, экран проекционный, гидравлический пресс ручной, гидравлический пресс с электроприводом, два оптических микроскопа, технические весы, аналитические весы, твердомеры (по Бринеллю и Виккерсу, две муфельные печи, шкаф вытяжной (2 секции), оборудование для определения физических технологических свойств порошков
Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

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

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта приведены в приложении.