

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98bc3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Физико-химия получения и обработки высокотемпературных и сверхтвердых материалов

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.04.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль Высокотемпературные и сверхтвердые материалы

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180  
в том числе: Формы контроля в семестрах:  
экзамен 2

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 58

часов на контроль 54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	58	58	58	58
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

*ктн, доц., Полушин Николай Иванович; ктн, доц., Челноков Валентин Сергеевич*

Рабочая программа

**Физико-химия получения и обработки высокотемпературных и сверхтвердых 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-22-1.plx Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, Высокотемпературные и сверхтвердые материалы, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 20.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Получить знания, умения и навыки в области физико-химии получения и обработки высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов; изучить их свойства с учетом различных областей применения.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Высокотемпературная прочность материалов	
2.1.2	Высокотемпературные и сверхтвёрдые функциональные и конструкционные материалы	
2.1.3	Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве	
2.1.4	Материаловедение и технологии перспективных материалов	
2.1.5	Порошковая металлургия высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов	
2.1.6	Спектроскопические (и зондовые) методы исследования материалов	
2.1.7	Учебная практика	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Высокотемпературная совместимость материалов	
2.2.2	Высокотемпературные керамические материалы	
2.2.3	Графитовые и углеродкарбидокремниевые материалы на основе порошкообразных наполнителей	
2.2.4	Стандартизация и сертификация порошковых высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов	
2.2.5	Электронная структура, природа химической связи и свойства неорганических соединений	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.7	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>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</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-2-31	Нормативные документы по оформлению и правила написания статей, тезисов, отчетов, обзоров, рецензий
<b>ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31	Закономерности и связь между эксплуатационными, технологическими и инженерными свойствами и параметрами состава и структуры высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-4-31	Получить знания, умения и навыки в области физико-химии получения и обработки высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов и изучением их свойств с учетом различных областей применения
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-1-31	Основные способы получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов
<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-5-31	Методику проведения экспериментальных исследований, анализа и обработки результатов, оформления отчетных документов в области физико-химии получения и обработки высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов

<b>ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-2-У1 Анализировать результаты исследований: устанавливать закономерности связей параметров структуры высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, их состава и параметров внешних условий, моделирующих условия эксплуатации
<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-5-У1 Анализировать, обрабатывать результаты исследований в области физико-химии получения и обработки высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, делать соответствующие выводы
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-4-У1 Анализировать результаты исследований: устанавливать закономерности связей параметров структуры высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, их состава и параметров внешних условий, моделирующих условия эксплуатации
<b>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</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-2-У1 Разрабатывать научно-техническую документацию в соответствии с нормативными документами, в том числе с использованием соответствующего программного обеспечения
<b>ОПК-1: Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и знаний в междисциплинарных областях</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 Решать задачи по определению оптимальных методов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов в условиях неопределенности и альтернативных решений для конкретных условий эксплуатации
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 Вычислительными и экспериментальными методами получения и исследования свойств высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов
<b>ПК-5: Способен планировать и осуществлять экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты по проведенным исследованиям в области материаловедения и технологии материалов</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-5-В1 Навыками формулирования рекомендаций по проведению экспериментальных исследований, анализу и обработке полученных данных
<b>ОПК-4: Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-4-В1 Навыками формулирования рекомендаций по изменению состава, структуры высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, а так же способов и режимов их получения на основе анализа моделей и закономерностей, характеризующих связь между эксплуатационными условиями и параметрами состава и структуры материала
<b>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</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 Навыками написания статей, тезисов, отчетов, обзоров, рецензий
<b>ПК-2: Способен планировать, разрабатывать и проводить экспериментальные исследования процессов получения высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов (ВТиСТМ) (в том числе с наноструктурой) для использования в различных функциональных системах</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 Навыками формулирования рекомендаций по изменению состава, структуры высокотемпературных и сверхтвёрдых материалов, а так же способов и режимов их получения на основе анализа моделей и закономерностей, характеризующих связь между эксплуатационными условиями и параметрами состава и структуры материала

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
	<b>Раздел 1. Раздел 1. Основные требования, предъявляемые к ВТМ. Основы физико-химического анализа восстановительных процессов получения тугоплавких металлов и жаропрочных сплавов (ТМ и ЖС) на их основе.</b>							
1.1	Сравнительная характеристика ТМ и ЖС. Основные методы получения. Основы термодинамики восстановительных процессов. /Лек/	2	3	ОПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
1.2	Кинетика и механизм процессов восстановления. Получение тугоплавких металлов восстановлением из оксидов. /Лек/	2	2	ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
1.3	Свойства вольфрама. Влияние различных факторов на свойства. Управление качеством W и сплавов на его основе. /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
1.4	Анализ технологического процесса получения ванадия с контролируемым содержанием примесей внедрения. /Пр/	2	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
1.5	Контрольная работа. /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6		КМ1	
1.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе. /Ср/	2	6	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Получение ТМ и ЖС на их основе восстановлением из оксидов углеродом и водородом</b>							
2.1	Теоретические основы получения тугоплавких Me восстановлением углеродом из оксидов /Лек/	2	3	ОПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
2.2	Теоретические основы получения тугоплавких Me восстановлением из оксидов водородом /Лек/	2	3	ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			

2.3	Свойства молибдена. Влияние различных факторов на свойства. Методы управления свойствами /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
2.4	Термодинамические расчеты восстановительных реакций твердым восстановителем /Пр/	2	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
2.5	Контрольная работа /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6		КМ2	
2.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе. /Ср/	2	6	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Получение слитков и заготовок ТМ и ЖС на их основе методами вакуумной металлургии</b>							
3.1	Плавление тугоплавких ТМ и ЖС. Физико-химические особенности процессов плавки. /Лек/	2	3	ОПК-4-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
3.2	Технология выплавки слитков в электронно-лучевых вакуумных печах /Лек/	2	3	ОПК-1-31 ОПК-2-31 ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
3.3	Практические основы выплавки слитков в вакуумных электро-дуговых печах /Пр/	2	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
3.4	Практика сборки расходоуемых электродов для электронно-лучевых вакуумных печей и их переплавки /Пр/	2	1	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
3.5	Контрольная работа /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
3.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе /Ср/	2	6	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.2 Л1.3 Л1.5 Л1.6			
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Термодинамика перехода графит-алмаз</b>							

4.1	Статические и динамические способы получения алмазов. Современная фазовая и реакционная диаграмма состояния углерода /Лек/	2	3	ОПК-4-31	Л1.1 Л1.4			
4.2	Влияние вида исходного углеродного материала и наличия металла – «катализатора» на параметры фазового перехода графит-алмаз /Лек/	2	2	ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.4			
4.3	Методы расчета линии равновесия графит-алмаз /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.4			
4.4	Методы нахождения температуры плавления графита и алмаза на диаграмме /Пр/	2	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			
4.5	Контрольная работа /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			
4.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе. /Ср/	2	12	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			
	<b>Раздел 5. Раздел 5. Физико-химические основы представлений о механизме образования синтетических алмазов из углеродсодержащих материалов в условиях высоких давлений и температур</b>							
5.1	Прямой и каталитический синтез алмаза /Лек/	2	3	ОПК-4-31	Л1.1 Л1.4			
5.2	Влияние давления, температуры и времени на процесс растворения углеродных материалов в расплаве металлов, на процесс алмазообразования в системе Me-C /Лек/	2	3	ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.4			
5.3	Изменение структуры углеродных материалов под действием термобарической обработки /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.4			
5.4	Физико-химические основы представлений о «каталитическом» синтезе алмаза /Пр/	2	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			

5.5	Контрольная работа /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			
5.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе /Ср/	2	16	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			
<b>Раздел 6. Раздел 6. Физико-химические основы процессов получения порошков и монокристаллов алмаза. Термодинамика и механизм фазовых переходов в нитриде бора.</b>								
6.1	Влияние Р, Т - параметров и фракционного состава шихты на выход, крупность и физико-механические свойства алмазов /Лек/	2	3	ОПК-4-31	Л1.1 Л1.4			
6.2	Методы получения, свойства и области применения нитрида бора /Лек/	2	3	ПК-2-31 ПК-5-31	Л1.1 Л1.4			
6.3	Методы получения крупных монокристаллов алмаза (более 1мм) на затравке. /Пр/	2	1	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1	Л1.1 Л1.4			
6.4	Прямой и каталитический синтез плотных модификаций нитрида бора. /Пр/	2	2	ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			
6.5	Контрольная работа /Пр/	2	2	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			
6.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к Практическим занятиям. Подготовка к Контрольной работе. /Ср/	2	12	ОПК-4-31 ОПК-4-У1 ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1 ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Л1.4			

### 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 Физико-химия получения и обработки высокотемпературных материалов	ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<p>1.Какие требования предъявляются к ТМ и Жс на их основе. Приведите обоснованные примеры их использования</p> <p>2. Какие основные причины влияют на качество выплавляемого Ме. Объяснить механизм влияния</p> <p>3. Дайте сравнительную характеристику ТМ и ЖС. Как решаются вопросы повышения жаростойкости</p> <p>4. Как обеспечивается работоспособность ТМ и ЖС при сверхвысоких температурах.</p> <p>5. Основные методы получения тугоплавких Ме. Их достоинства и недостатки</p> <p>6. Что позволяет выявить термодинамический анализ восстановительных процессов получения ТМе. С какой целью он проводится.</p> <p>7. Какими термодинамическими характеристиками оперируют при анализе металлургических реакций</p> <p>8. Что позволяет выявить кинетический анализ восстановительных процессов. С какой целью он проводится.</p> <p>9. Охарактеризуйте основные кинетические параметры, уравнения и их назначения при анализе металлургических процессов.</p> <p>10. Особенности восстановления тугоплавких металлов из оксидов. Выбор восстановителя.</p> <p>11. Особенности восстановления тугоплавких металлов из оксидов углеродом. Почему?.</p> <p>12. Теоретические основы получения ванадия восстановлением его углеродом из оксида.</p> <p>13. Изложите технологический процесс получения ванадия из оксида с обоснованием основных этапов.</p> <p>14. Теоретические предпосылки и технологические схемы получения W и его сплавов.</p> <p>15. Какие существуют методы получения компактных заготовок ТМе. И сплавов. Дайте обоснование их использования.</p> <p>16. Задачи и особенности легирования ТМе при вакуумной плавке.</p> <p>17. Каковы ф-х особенности вакуумной плавки ТМ и ЖС.</p> <p>18. Особенности технологического процесса получения слитков ТМ и ЖС вакуумной плавкой.</p> <p>19. Какие основные причины ухудшения качества Ме при выплавке слитков и пути их устранения.</p> <p>20. Сравнительные характеристики ф-х процессов, протекающих при плавке в вакуумных дуговой и электронно-лучевой печах.</p> <p>21. Какими путями достигается высокая конструкционная прочность ЖС. Дайте пояснения.</p> <p>22. Какие существуют пути повышения пластичности сплавов на основе W. Объясните механизмы.</p> <p>23. Что такое жаростойкость ТМ и ЖС. Чем она определяется и от чего зависит. Как повышают жаростойкость</p> <p>24. Как влияет структура слитков W и его сплавов на его свойства. Дайте пояснения. Как достигаются оптимальные свойства.</p> <p>25. Какие цели ставятся при легировании тугоплавких Ме. Что происходит в Ме при легировании. Какие способы используются для достижения оптимальных свойств.</p>
-----	--	---	--

КМ2	Контрольная работа 2 Физико-химия получения и обработки сверхтвердых материалов.	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ОПК-4-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Современная фазовая диаграмма углерода. Расчет линий термодинамического равновесия.</li> <li>2. Влияние вида исходного углеродного материала на местоположение линии фазового равновесия Г-А.</li> <li>3. Механизм прямого перехода графит-алмаз.</li> <li>4. Каталитический синтез алмаза. Гипотезы о механизме.</li> <li>5. Строение жидких сплавов системы Ме - С. Кинетика и механизм взаимодействия переходных металлов с различными углеродными материалами.</li> <li>6. Влияние давления на процесс растворения графита и других углеродных материалов в металлах и сплавах.</li> <li>7. Зависимость <math>R_{кр}</math> алмаза от величины поверхностного натяжения на границе фаз, давления и температуры.</li> <li>8. Спонтанная кристаллизация алмаза</li> <li>9. Гомогенная нуклеация алмаза. Влияние различных металлов на величину поверхностной энергии алмаза на границе с расплавом.</li> <li>10. Гетерогенная нуклеация алмаза и расчет ее скоростей. Образование зародышей в коллоидной системе.</li> <li>11. Изменение структуры углеродного материала под действием температуры и давления.</li> <li>12. Влияние структуры углеродных материалов на процесс образования алмазов в системе Ме-С.</li>   <li>13. Рост алмазов из металлического расплава. Уравнение скорости роста алмаза через металлическую пленку. Условия тангенциального и нормального роста кристалла.</li>   <li>14. Термодинамические параметры синтеза порошков и монокристаллов алмаза. Влияние Р,Т-параметров на выход, крупность и физико-механические свойства алмаза.</li> <li>15. Методы получения крупных (<math>\square</math> 1мм) монокристаллов алмаза.</li> <li>16. Влияние примесей на процесс образования алмаза. Зависимость габитуса кристаллов алмаза от Р,Т -условий и наличия примесей в зоне кристаллизации.</li> <li>17. Полиморфизм нитрида бора. Кристаллографические особенности различных модификаций нитрида бора и их физико-химические свойства.</li>   <li>18. Основные физико-химические свойства модификаций BN. Методы получения графитоподобной модификации.</li> </ol>
КМ3	Контрольная работа 3	ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диаграмма состояния нитрида бора. Термодинамический и структурный подход к явлению полиморфизма.</li> <li>2. Физико-химические основы получения различных модификаций порошков и поликристаллов плотных форм нитрида бора.</li> <li>3. Влияние степени кристаллического совершенства графитоподобного нитрида бора на процесс его превращения в плотные модификации.</li> <li>4. “Графитизация” сфалеритного нитрида бора. Кинетика и механизм этих процессов</li> <li>5. Превращение вюрцитной модификации нитрида бора в графитоподобную.</li> <li>6. Гипотезы о механизме каталитического синтеза кубического нитрида бора</li> <li>7. Физико-химические основы различных способов получения порошков, поликристаллов плотных форм нитрида бора.</li> </ol>
КМ4	Контрольная работа 4	ПК-5-31;ПК-5-У1;ПК-5-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Влияние наличия металла-катализатора на процесс графитизации углеродных материалов</li> <li>2. Влияние давления на процесс графитизации углеродных материалов</li> <li>3. Методы определения степени кристаллического совершенства углеродных материалов</li> <li>4. Понятие степени графитизации.</li> <li>5. Механизм графитизации углеродных материалов</li> </ol>

КМ5	Контрольная работа 5	ОПК-4-31;ОПК-2-В1;ПК-2-В1	<p>1. Условия и методы реализации прямого (безкаталитического) и “каталитического” перехода графита в алмаз. Механизм прямого перехода графита в алмаз.</p> <p>2. “Каталитический” способ синтеза алмаза. Растворимость углерода в металлах и сплавах. Кинетика и механизм взаимодействия переходных металлов с углеродными материалами при нагревании, строение жидких сплавов систем Ме-С (Ме-Fe, Co, Ni, Mn, Cr) в условиях атмосферного давления.</p> <p>3. Влияние высокого давления на процесс растворения графита и других углеродных материалов (сажа, стеклоуглерод и др.) в переходных металлах и сплавах на их основе.</p> <p>4. Существующие гипотезы о механизме “каталитического” превращения графита в алмаз. Спонтанная кристаллизация алмаза. Зависимость Rкр. зародыша алмаза от величины поверхностного натяжения на границе фаз, давления и температуры.</p> <p>5. Изменение структуры углеродных материалов под действием термобарической обработки. Влияние структуры исходного углеродного материала и газообразных примесей, содержащихся в нем, на процесс образования алмазов в системе Ме-С.</p>
КМ6	Контрольная работа 6	ПК-2-У1;ПК-5-У1;ПК-5-31	<p>1. Схема сборки камеры для синтеза крупных монокристаллов</p> <p>2. Методы снижения температурных градиентов при синтезе крупных монокристаллов</p> <p>3. Реализация метода «температурного градиента»</p> <p>4. Методы снижения концентрации азота в монокристаллах алмаза</p> <p>5. Особенности использования затравочного монокристалла алмаза</p>

**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	Практическое занятие 1	ОПК-4-У1	Свойства вольфрама. Влияние различных факторов на свойства. Управление качеством W и сплавов на его основе.
P2	Практическое занятие 2	ОПК-4-В1	Анализ технологического процесса получения ванадия с контролируемым содержанием примесей внедрения.
P3	Практическое занятие 3	ОПК-4-31	Свойства молибдена. Влияние различных факторов на свойства. Методы управления свойствами.
P4	Практическое занятие 4	ПК-2-У1	Термодинамические расчеты восстановительных реакций твердым восстановителем.
P5	Практическое занятие 5	ПК-2-В1	Практические основы выплавки слитков в вакуумных электро-дуговых печах
P6	Практическое занятие 6	ПК-2-31	Практика сборки расходоуемых электродов для электронно-лучевых вакуумных печей и их переплавки.
P7	Практическое занятие 7	ПК-5-В1	Методы расчета линии равновесия графит-алмаз.
P8	Практическое занятие 8	ПК-5-У1	Методы нахождения температуры плавления графита и алмаза на диаграмме.
P9	Практическое занятие 9	ПК-2-У1	Изменение структуры углеродных материалов под действием термобарической обработки .
P10	Практическое занятие 10	ОПК-2-31	Физико-химические основы представлений о «каталитическом» синтезе алмаза .
P11	Практическое занятие 11	ПК-2-В1	Методы получения крупных монокристаллов алмаза (более 1мм) на затравке.
P12	Практическое занятие 12.	ПК-2-31	Прямой и каталитический синтез плотных модификаций нитрида бора.

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

Экзаменационный билет состоит из 6 вопросов.

1 вопрос - по разделу №1 Какие требования предъявляются к ТМ и Жс на их основе. Приведите обоснованные примеры их использования

2 вопрос - по разделу №2 Особенности восстановления тугоплавких металлов из оксидов углеродом. Почему?

3 вопрос - по разделу №3 Особенности технологического процесса получения слитков ТМ и ЖС вакуумной плавкой

4 вопрос - по разделу №4 Современная фазовая диаграмма углерода. Расчет линий термодинамического равновесия

5 вопрос - по разделу №5 Термодинамические параметры синтеза порошков и монокристаллов алмаза. Влияние Р,Т-параметров на выход, крупность и физико-механические свойства алмаза

6 вопрос по разделу №6 Влияние степени кристаллического совершенства графитоподобного нитрида бора на процесс его превращения в плотные модификации

Вопросы могут быть как теоретическими, так и расчетными.

Задачи в билетах являются типовыми, и подобные задачи обучающийся решает по ходу выполнения текущих работ дисциплины. Билеты хранятся на кафедре. В приложении приведены типовые экзаменационные билеты.

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

По курсу предусмотрен экзамен.

Оценка «отлично» - даны правильные ответы на 5 вопросов в экзаменационном билете.

Оценка «хорошо» - даны правильные ответы на 4 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «удовлетворительно» - даны правильные ответы на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «неудовлетворительно» - даны правильные ответы менее чем на 3 вопроса в экзаменационном билете.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился или не выполнил текущие контрольные мероприятия и выдаваемые преподавателем расчетные задания.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Поляков В. П., Ножкина А. В., Чириков Н. В.	Алмазы и сверхтвердые материалы: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л1.2	Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И., Косолапов Г. Ф., др., Арзамасов Б. Н.	Материаловедение: Учебник	Библиотека МИСиС	М.: Машиностроение, 1986
Л1.3	Челноков В. С., Елютин В. П.	Общая металлургия: Разд.: Рафинирующая плавка тугоплавких металлов в электронно-лучевой печи: Учеб. пособие для практ. занятий с использованием ЭВМ для студ. спец. 11.04	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1989
Л1.4	Ножкина А. В., Костиков В. И., Варенков А. Н., Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Физико-химические свойства алмазов: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л1.5	Челноков В. С., Блинков И. В., Аникин В. Н., Волхонский А. О.	Тугоплавкие металлы. Применение и свойства тугоплавких металлов: курс лекций: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150700 - Физическое материаловедение	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.6	Челноков В. С., Блинков И. В., Аникин В. Н., др.	Процессы получения и обработки материалов. Получение тугоплавких металлов из соединений (N 2547): учебное пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2017

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Microsoft Office
П.2	ОС Linux (Ubuntu) / Windows
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>	

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>		
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
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.

<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>
<p>Лекционные занятия нацелены на изучение студентами знаний в области инженерии поверхности, связанной с нанесением высокотемпературных и сверхтвёрдых покрытий и изучением их свойств. Практические занятия систематизируют и закрепляют теоретический материал путем решения задач, а также самостоятельного выполнения заданий.</p> <p>Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS Power Point);</li> <li>- использование при проведении лекционных занятий активных форм обучения учебных видеоматериалов.</li> </ul> <p>Усвоение дисциплины 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 аттестации.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лекции читаются в форме презентаций с использованием компьютерной программы Power Point.</li> <li>2. На практических занятиях используются имитационные активные методы обучения, например, деловая игра (игровой метод), решение ситуативных задач, анализ конкретной ситуации. Используются также интерактивные технологии обучения, в частности, с использованием ресурсов интернета, электронных учебников и справочников в режиме реального времени.</li> <li>3. В самостоятельной работе при проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям обучающийся использует учебные пособия, опорные конспекты.</li> <li>4. Самостоятельная работа студентов контролируется посредством индивидуальных опросов на практических занятиях и лекциях, контрольных работ, проводимых в часы практических занятий.</li> </ol>