

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 27.10.2023 15:15:01

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)

# Физика и техника высоких давлений

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки 22.03.01 МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ

Профиль

Квалификация **Инженер-исследователь**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 38

часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 6

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	34	34	34	34
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.тн, доц., Полушин Николай Иванович*

Рабочая программа

**Физика и техника высоких давлений**

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 функциональных наносистем и высокотемпературных материалов**

Протокол от 16.06.2021 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Получить знания, умения и навыки в области основных принципов создания статических и динамических сверхвысоких давлений (СВД), ознакомление с основными типами аппаратов высокого давления (АВД), принципиальной схемой и устройством отдельных частей промышленных установок для синтеза сверхтвердых материалов, о механизме и кинетике фазовых переходов в различных модификациях углерода и нитрида бора.
-----	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.13
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
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	Введение в органическую электронику	
2.2.6	Высокотемпературные материалы	
2.2.7	Инструментальные стали	
2.2.8	Компьютерное моделирование материалов и процессов	
2.2.9	Математические методы моделирования физических процессов	
2.2.10	Металловедение сварки	
2.2.11	Наноструктурные термоэлектрики	
2.2.12	Проблемы нанотехнологий	
2.2.13	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.15	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.16	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.17	Структура и свойства функциональных наноматериалов	
2.2.18	Технология термической обработки	
2.2.19	Физика дифракции	
2.2.20	Функциональные материалы электроники	
2.2.21	Высокотемпературные и сверхтвердые покрытия	
2.2.22	Дифракционные и микроскопические методы	
2.2.23	Дифракционные методы исследования неупорядоченных структур	
2.2.24	Кристаллы в квантовой электронике	
2.2.25	Магнитомягкие материалы: технологии получения и обработки	
2.2.26	Неразрушающий контроль и методы диагностики материалов	
2.2.27	Огнеупорные материалы	
2.2.28	Оптические элементы лазерных систем	
2.2.29	Основы физической, биоорганической и коллоидной химии	
2.2.30	Углеродные, углерод-углеродные и углерод-карбидокремниевые материалы	
2.2.31	Управление качеством материалов и экспертиза металлопродукции	
2.2.32	Фазовые превращения при получении металлов и соединений	
2.2.33	Алмазные поликристаллические материалы	
2.2.34	Гибридные наноструктурные материалы	
2.2.35	Магнитные свойства функциональных материалов	
2.2.36	Магнитотвердые материалы: технологии получения и обработки	
2.2.37	Медицинская химия	
2.2.38	Металловедение реакторных материалов	
2.2.39	Нелинейные кристаллы	
2.2.40	Солнечная энергетика	
2.2.41	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.42	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

2.2.43	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.44	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.45	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.46	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.47	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
2.2.48	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы

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

**ПК-5: Способен осуществлять и обосновывать рациональный выбор материалов и технологических процессов при разработке технологии производства материалов различного назначения**

**Знать:**

ПК-5-35 Диаграммы состояния углерода и нитрида бора при СВД

ПК-5-36 Основные методы физико-химических исследований при СВД

ПК-5-37 Основы механизма и кинетики фазовых переходов в углероде и нитриде бора

ПК-5-34 Основные типы конструкционных материалов для АВД

ПК-5-31 Основные закономерности создания сверхвысоких давлений и воплощение их в технике

ПК-5-32 Основные типы прессовых и безпрессовых камер высокого давления

ПК-5-33 Основные методы создания и измерения СВД и температур

**Уметь:**

ПК-5-У5 Рассчитывать линии равновесия на диаграммах состояния углерода и нитрида бора

ПК-5-У6 Проводить РФА, оптические исследования, исследования растворимости при СВД

ПК-5-У7 Рассчитывать габитус кристаллов алмаза и параметры массопереноса углерода в условиях роста кристаллов алмаза

ПК-5-У4 Определять физико-механические свойства материалов для АВД

ПК-5-У1 Выбирать оптимальную конструкцию аппарата высокого давления для реализации технологического процесса

ПК-5-У2 Анализировать возможности статического и динамического методов создания сверхвысоких давлений

ПК-5-У3 Проводить измерения СВД и температур в камере высокого давления

**Владеть:**

ПК-5-В4 Способами создания параметров (Р и Т) для экспериментального определения местоположения линий равновесия на диаграммах состояния углерода и нитрида бора

ПК-5-В5 Методами оценки погрешностей при профедении физико-химических исследований при СВД

ПК-5-В6 Способами регулирования температуры и давления при синтезе алмаза и нитрида бора

ПК-5-В1 Принципами расчета аппаратов высокого давления

ПК-5-В2 Навыками расчета однослойных и многослойных цилиндров

ПК-5-В3 Методами определения погрешностей при измерении давлений и температур

### 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. Принципы создания сверхвысоких давлений. Основные типы АВД.</b>							

1.1	Главные принципы создания сверхвысоких статических давлений: мультипликация и массивная поддержка. Принципиальная схема прессов для АВД. /Лек/	6	2	ПК-5-31	Л1.1 Э1 Э2 Э4			
1.2	Основные типы прессовых и беспрессовых КВД: поршень-цилиндр, наковальни Бриджмена, «белт», многопуансонные аппараты, камера «наковальня с лункой», аппарат «разрезная сфера» и др. /Лек/	6	2	ПК-5-32	Л1.1 Э1 Э2 Э4			
1.3	Анализ схемы устройства жидкостного мультипликатора. Гидравлический расчет жидкостного мультипликатора. /Пр/	6	2	ПК-5-У1 ПК-5-В1	Л1.1 Э1 Э2 Э4			Р1
1.4	Расчет толщины стенки однослойной пресс-формы. Определение усилия на пуансонах пресса и давления в пресс-форме. /Пр/	6	2	ПК-5-У1 ПК-5-В2	Л1.1 Э1 Э2 Э4			Р2
1.5	Проработка лекционного материала, подготовка к практическим занятиям. /Ср/	6	5	ПК-5-31 ПК-5-32	Л1.1Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 2. Раздел 2. Методы измерения СВД. Методы создания и измерения температур при СВД.</b>							
2.1	Измерение СВД. Непосредственное измерение давления в КВД поршневым манометром. Установление шкалы СВД. Методы создания и измерения температуры. /Лек/	6	2	ПК-5-33	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2			
2.2	Измерение высокого давления в КВД /Пр/	6	2	ПК-5-У3 ПК-5-В3	Л1.1 Э1 Э2 Э4			Р3
2.3	Измерение температуры в камере высокого давления /Пр/	6	2	ПК-5-У3 ПК-5-В3	Л1.4 Э1 Э2			Р4
2.4	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям. /Ср/	6	10	ПК-5-33	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
	<b>Раздел 3. Раздел 3. Материалы для АВД. Методы физико-химических исследований при СВД.</b>							

3.1	Конструкционные материалы для АД. Рентгеновские исследования при СВД. Исследование веществ при приложении СВД со сдвигом. Оптические исследования при СВД. Исследование растворимости углерода в расплавах металлов. Создание СВД с помощью ударных волн. /Лек/	6	2	ПК-5-34	Л1.1 Л1.5 Э1 Э2 Э4			
3.2	Анализ диаграмм состояния Me-C (где Me – Fe, Co, Ni, Mn ) при атмосферном и сверхвысоком давлениях /Пр/	6	2	ПК-5-У5	Л1.1 Л1.4Л2.4 Э1 Э2			P5
3.3	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. /Ср/	6	4	ПК-5-36	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 4. Раздел 4. Термодинамика перехода графит-алмаз. Физико-химические основы представлений о механизме образования синтетических алмазов из углеродсодержащих материалов в условиях высоких давлений и температур.</b>							
4.1	Фазовая и реакционная диаграмма состояния углерода. Статические и динамические способы получения алмазов. /Лек/	6	2	ПК-5-35	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2			
4.2	Механизм и кинетика каталитического и безкаталитического фазового переход а графита в алмаз /Лек/	6	2	ПК-5-37	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2			
4.3	Термодинамический расчет линии равновесия графит-алмаз. /Пр/	6	2	ПК-5-У5 ПК-5-В4	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2			P6
4.4	Термодинамические расчеты прямого перехода различных углеродных материалов (графит, сажа, кокс и др.) в алмаз. /Пр/	6	1	ПК-5-У5	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2			P7
4.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям. /Ср/	6	8	ПК-5-37	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.3 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 5. Раздел 5. Физико-химические основы процессов получения синтетических порошков и монокристаллов алмаза.</b>							
5.1	Термодинамические параметры и механизм получения порошков и монокристаллов алмаза. /Лек/	6	2	ПК-5-31	Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2			

5.2	Расчет габитуса кристалла алмаза в зависимости от термодинамических и кинетических условий процесса синтеза. /Пр/	6	1	ПК-5-У7 ПК-5-В5	Л1.1 Л1.3 Э1 Э2			Р8
5.3	Расчет коэффициента массопереноса углерода в жидком металле в зависимости от структуры исходных реагентов. /Пр/	6	1	ПК-5-У6 ПК-5-В3	Л1.1 Э1 Э2			Р9
5.4	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям. /Ср/	6	7	ПК-5-37	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3		КМ2	
	<b>Раздел 6. Раздел 6. Термодинамика и механизм фазовых переходов в нитриде бора.</b>							
6.1	Структура модификаций и диаграмма состояния нитрида бора. Механизм и кинетика фазовых переходов в нитриде бора. /Лек/	6	3	ПК-5-37	Л1.1 Э1 Э2 Э4			
6.2	Термодинамический расчет линии равновесия $\alpha\text{BN}$ и $\beta\text{BN}$ . /Пр/	6	2	ПК-5-У5 ПК-5-У6 ПК-5-В4 ПК-5-В6	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Э1 Э2			Р10
6.3	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к экзамену и его сдача. /Ср/	6	4	ПК-5-31 ПК-5-33 ПК-5-34 ПК-5-32 ПК-5-35 ПК-5-36 ПК-5-37	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	

### 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-5-У1;ПК-5-У2;ПК-5-У3;ПК-5-У4;ПК-5-В1;ПК-5-В2;ПК-5-В3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные принципы создания сверхвысоких давлений. Реализация этих принципов в конструкциях камер высокого давления.</li> <li>2. Принципиальная схема установок высокого давления. Конструкция и назначение основных узлов.</li> <li>3. Принципы создания сверхвысоких динамических давлений. Расчет величины динамического давления.</li> <li>4. Основные типы прессовых и безпрессовых КВД. Сравнительная характеристика этих установок и особенности их эксплуатации</li> <li>5. Одноступенчатая и двухступенчатая камера «поршень-цилиндр». Основные принципы расчета толщины стенки полого цилиндра. Требования к материалам для деталей камеры.</li> <li>6. Схема устройства прессовых и безпрессовых многопуансонных АД. Области их применения.</li> <li>7. Конструкция камеры «Белт». Роль и конструкция деформируемых уплотнений. Особенности эксплуатации камеры.</li> <li>8. Отечественные КВД. Конструкции блок-матриц и подкладных плит.</li> <li>9. Причины выхода блок-матриц из строя. Методы ремонта блок-матриц.</li> <li>10. Основные типы установок высокого давления для взрывного синтеза. Особенности их эксплуатации.</li> <li>11. Системные и внесистемные единицы давления. Классификация манометров. Манометры для измерения давления масла в гидросистемах АД.</li> <li>12. Характер распределения давления в камерах «поршень-цилиндр» в случае схемы одностороннего и двухстороннего сжатия для различных сред. Причины возникновения градиентов по давлению.</li> <li>13. Измерение давления в КВД поршневым манометром. Установление шкалы сверхвысоких давлений</li> <li>14. Определения давления в КВД по фазовым переходам в реперных веществах. Методика проведения градуировки.</li> <li>15. Градиенты по давлению в КВД и их зависимость от конструкции камер. Схемы снаряжения реакционных ячеек КВД.</li> <li>16. Принцип действия и методика использования манганиновых датчиков давления.</li> <li>17. Методы создания высоких температур в различных типах КВД. Схемы сборки реакционных ячеек для прямого и косвенного нагрева.</li> <li>18. Экспериментальные методы определения температуры в КВД.</li> <li>19. Распределение температуры в реакционной зоне КВД при прямом и косвенном нагреве. Методы уменьшения градиентов по температуре.</li> <li>20. Влияние схем сборки реакционной зоны КВД на величину градиентов по температуре.</li> <li>21. Основы методики расчета тепловыделения и температуры в реакционной зоне КВД.</li> <li>22. Основные конструкционные материалы для АД. Требования к свойствам и методы контроля.</li> <li>23. Передающие давление среды. Состав и необходимые требования к свойствам. Методика изготовления контейнеров.</li> <li>24. Прокладочные и электроизоляционные материалы. Материалы для нагревателей. Методы изготовления нагревателей.</li> <li>25. Методы исследования растворимости углерода в расплавах металлов при АД.</li> <li>26. Изучение фазовых переходов под воздействием давления. Рентгеновские исследования под давлением.</li> <li>27. Измерение электрических свойств под давлением.</li> <li>28. Исследование веществ при приложении давления со сдвигом.</li> </ol>
-----	-----------------------	---------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



КМ2	Контрольная работа №2	ПК-5-У5;ПК-5-У6;ПК-5-У7;ПК-5-В4;ПК-5-В5;ПК-5-В6	<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 P,T-параметров на выход, крупность и физико-механические свойства алмаза.</li> <li>15. Методы получения крупных (&gt; 1мм) монокристаллов алмаза.</li> <li>16. Влияние примесей на процесс образования алмаза. Зависимость габитуса кристаллов алмаза от P,T -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> <li>19. Диаграмма состояния нитрида бора. Термодинамический и структурный подход к явлению полиморфизма.</li> <li>20. Физико-химические основы получения различных модификаций порошков и поликристаллов плотных форм нитрида бора.</li> <li>21. Влияние степени кристаллического совершенства графитоподобного нитрида бора на процесс его превращения в плотные модификации.</li> <li>22. “Графитизация” сфалеритного нитрида бора. Превращение вюрцитной модификации нитрида бора в графитоподобную. Кинетика и механизм этих процессов</li> </ol>
-----	-----------------------	-------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

КМЗ	Экзамен	ПК-5-31;ПК-5-32;ПК-5-33;ПК-5-34;ПК-5-35;ПК-5-36;ПК-5-37;ПК-5-У1;ПК-5-У2;ПК-5-У3;ПК-5-У4;ПК-5-У5;ПК-5-У6;ПК-5-У7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные принципы создания сверхвысоких давлений. Реализация этих принципов в конструкциях камер высокого давления.</li> <li>2. Принципиальная схема установок высокого давления. Конструкция и назначение основных узлов.</li> <li>3. Принципы создания сверхвысоких динамических давлений. Расчет величины динамического давления.</li> <li>4. Основные типы прессовых и безпрессовых КВД. Сравнительная характеристика этих установок и особенности их эксплуатации</li> <li>5. Одноступенчатая и двухступенчатая камера «поршень-цилиндр». Основные принципы расчета толщины стенки полого цилиндра. Требования к материалам для деталей камеры.</li> <li>6. Схема устройства прессовых и безпрессовых многопуансонных АД. Области их применения.</li> <li>7. Конструкция камеры «Белт». Роль и конструкция деформируемых уплотнений. Особенности эксплуатации камеры.</li> <li>8. Отечественные КВД. Конструкции блок-матриц и подкладных плит.</li> <li>9. Причины выхода блок-матриц из строя. Методы ремонта блок-матриц.</li> <li>10. Основные типы установок высокого давления для взрывного синтеза. Особенности их эксплуатации.</li> <li>11. Системные и внесистемные единицы давления. Классификация манометров. Манометры для измерения давления масла в гидросистемах АД.</li> <li>12. Характер распределения давления в камерах «поршень-цилиндр» в случае схемы одностороннего и двухстороннего сжатия для различных сред. Причины возникновения градиентов по давлению.</li> <li>13. Измерение давления в КВД поршневым манометром. Установление шкалы сверхвысоких давлений</li> <li>14. Определения давления в КВД по фазовым переходам в реперных веществах. Методика проведения градуировки.</li> <li>15. Градиенты по давлению в КВД и их зависимость от конструкции камер. Схемы снаряжения реакционных ячеек КВД.</li> <li>16. Принцип действия и методика использования манганиновых датчиков давления.</li> <li>17. Методы создания высоких температур в различных типах КВД. Схемы сборки реакционных ячеек для прямого и косвенного нагрева.</li> <li>18. Экспериментальные методы определения температуры в КВД.</li> <li>19. Распределение температуры в реакционной зоне КВД при прямом и косвенном нагреве. Методы уменьшения градиентов по температуре.</li> <li>20. Влияние схем сборки реакционной зоны КВД на величину градиентов по температуре.</li> <li>21. Основы методики расчета тепловыделения и температуры в реакционной зоне КВД.</li> <li>22. Основные конструкционные материалы для АД. Требования к свойствам и методы контроля.</li> <li>23. Передающие давление среды. Состав и необходимые требования к свойствам. Методика изготовления контейнеров.</li> <li>24. Прокладочные и электроизоляционные материалы. Материалы для нагревателей. Методы изготовления нагревателей.</li> <li>25. Методы исследования растворимости углерода в расплавах металлов при АД.</li> <li>26. Изучение фазовых переходов под воздействием давления. Рентгеновские исследования под давлением.</li> <li>27. Измерение электрических свойств под давлением.</li> <li>28. Исследование веществ при приложении давления со сдвигом.</li> <li>29. Современная фазовая диаграмма углерода. Расчет линий термодинамического равновесия.</li> <li>30. Влияние вида исходного углеродного материала на местоположение линии фазового равновесия Г-А.</li> <li>31. Механизм прямого перехода графит-алмаз.</li> <li>32. Каталитический синтез алмаза. Гипотезы о механизме.</li> <li>33. Строение жидких сплавов системы Ме - С. Кинетика и механизм взаимодействия переходных металлов с различными</li> </ol>
-----	---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>углеродными материалами.</p> <p>34. Влияние давления на процесс растворения графита и других углеродных материалов в металлах и сплавах.</p> <p>35. Зависимость <math>R_{кр}</math> алмаза от величины поверхностного натяжения на границе фаз, давления и температуры</p> <p>36. Спонтанная кристаллизация алмаза.</p> <p>37. Гомогенная нуклеация алмаза. Влияние различных металлов на величину поверхностной энергии алмаза на границе с расплавом.</p> <p>38. Гетерогенная нуклеация алмаза и расчет ее скоростей. Образование зародышей в коллоидной системе.</p> <p>39. Изменение структуры углеродного материала под действием температуры и давления.</p> <p>40. Влияние структуры углеродных материалов на процесс образования алмазов в системе Me-C</p> <p>41. Рост алмазов из металлического расплава. Уравнение скорости роста алмаза через металлическую пленку. Условия тангенциального и нормального роста кристалла.</p> <p>42. Термодинамические параметры синтеза порошков и монокристаллов алмаза. Влияние P,T-параметров на выход, крупность и физико-механические свойства алмаза.</p> <p>43. Методы получения крупных (&gt; 1мм) монокристаллов алмаза.</p> <p>44. Влияние примесей на процесс образования алмаза. Зависимость габитуса кристаллов алмаза от P,T -условий и наличия примесей в зоне кристаллизации.</p> <p>45. Полиморфизм нитрида бора. Кристаллографические особенности различных модификаций нитрида бора и их физико-химические свойства.</p> <p>46. Основные физико-химические свойства модификаций BN. Методы получения графитоподобной модификации.</p> <p>47. Диаграмма состояния нитрида бора. Термодинамический и структурный подход к явлению полиморфизма.</p> <p>48. Физико-химические основы получения различных модификаций порошков и поликристаллов плотных форм нитрида бора.</p> <p>49. Влияние степени кристаллического совершенства графитоподобного нитрида бора на процесс его превращения в плотные модификации.</p> <p>50. "Графитизация" сфалеритного нитрида бора. Превращение вюрцитной модификации нитрида бора в графитоподобную. Кинетика и механизм этих процессов</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 «Жидкостные мультипликаторы».	ПК-5-У1;ПК-5-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изобразить принципиальную схему жидкостного мультипликатора.</li> <li>2. Теоретические основы устройства жидкостных мультипликаторов.</li> <li>3. Гидравлический расчет жидкостного мультипликатора.</li> <li>4. Различные варианты жидкостных мультипликаторов.</li> <li>5. Расчет стенки мультипликатора.</li> </ol>
P2	Практическое занятие №2 «Пресс-формы»	ПК-5-У2;ПК-5-В2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципиальные варианты конструкции пресс-форм..</li> <li>2. Градиенты по давлению в пресс-формах и их причины.</li> <li>3. Методы устранения градиентов по давлению в пресс-формах.</li> <li>4. Расчет усилия на пуансонах прессы.</li> <li>5. Расчет толщины стенки однослойной пресс-формы.</li> </ol>
P3	Практическое занятие №3 «Давление в КВД»	ПК-5-У3;ПК-5-В3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципиальные варианты измерения давления в КВД.</li> <li>2. Причины возникновения градиентов по давлению в КВД.</li> <li>3. Методы устранения градиентов по давлению в КВД.</li> <li>4. Методы измерения давления в КВД.</li> <li>5. Погрешности при измерении давления в КВД.</li> </ol>
P4	Практическое занятие №4 «Температура в КВД»	ПК-5-У4;ПК-5-В4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципиальные варианты измерения температуры в КВД.</li> <li>2. Причины возникновения градиентов по температуре в КВД.</li> <li>3. Методы устранения градиентов по температуре в КВД.</li> <li>4. Методы измерения температуры в КВД.</li> <li>5. Погрешности при измерении температуры в КВД.</li> </ol>

P5	Практическое занятие №5 «Диаграммы состояния Me (подгруппа железа) – углерод»	ПК-5-У4;ПК-5-В5	1. Анализ диаграммы состояния Fe-C при атмосферном и сверхвысоком давлении. 2. Анализ диаграммы состояния Co-C при атмосферном и сверхвысоком давлении. 3. Анализ диаграммы состояния Ni-C при атмосферном и сверхвысоком давлении. 4. Анализ диаграммы состояния Mn-C при атмосферном и сверхвысоком давлении. 5. Анализ диаграммы состояния Cr-C при атмосферном и сверхвысоком давлении.
P6	Практическое занятие №6 «Диаграмма состояния углерода»	ПК-5-У3;ПК-5-У5;ПК-5-В4	1. Фазовая и реакционная диаграмма состояния углерода. 2. Методы расчета линии равновесия графит-алмаз. 3. Расчет линии равновесия графит-алмаз с различными углеродными материалами. 4. Различные степени приближения при расчете линии равновесия графит-алмаз. 5. Термодинамические параметры, используемые при расчете линии равновесия графит-алмаз.
P7	Практическое занятие №7 «Расчет линии равновесия углеродный материал-алмаз»	ПК-5-У5;ПК-5-В4	1. Расчет линии равновесия сажа-алмаз. 2. Расчет линии равновесия кокс-алмаз. 3. Расчет линии равновесия нафталин-алмаз. 4. Расчет линии равновесия пироуглерод-алмаз. 5. Расчет линии равновесия стеклоуглерод-алмаз.
P8	Практическое занятие №8 «Габитус кристаллов алмаза»	ПК-5-У7;ПК-5-В4	1. Зависимость габитуса кристаллов алмаза в зависимости от P, T – условий синтеза. 2. Понятие габитуса кристаллов алмаза. 3. Различные скорости роста кристаллографических граней кристалла алмаза. 4. Причины образования кубических кристаллов алмаза. 5. Причины образования октаэдрических кристаллов алмаза.
P9	Практическое занятие №9 «Массоперенос углерода в КВД»	ПК-5-31;ПК-5-35;ПК-5-В4	1. Методы определения коэффициента массопереноса углерода в жидком металле. 2. Аппаратура для определения коэффициента массопереноса углерода в жидком металле. 3. Особенности массопереноса углерода в КВД. 4. Экспериментальное оформление определения коэффициента массопереноса углерода в жидком металле в КВД. 5. Массоперенос углерода в КВД при использовании углеродных материалов с различной степенью кристаллического совершенства.
P10	Практическое занятие №10 «Диаграмма состояния нитрида бора»	ПК-5-В6;ПК-5-У6;ПК-5-У7	1. Фазовая и реакционная диаграмма состояния нитрида бора. 2. Методы расчета линии равновесия графитоподобный нитрид бора-кубический нитрид бора. 3. Расчет линии равновесия графитоподобный нитрид бора-кубический нитрид бора с различными модификациями графитоподобного нитрида бора. 4. Различные степени приближения при расчете линии равновесия графитоподобный нитрид бора-кубический нитрид бора. 5. Термодинамические параметры, используемые при расчете линии равновесия графитоподобный нитрид бора-кубический нитрид бора.

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

По данному курсу предусмотрен экзамен.

Экзаменационный билет состоит из 3 вопросов.

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

Шкала оценивания знаний обучающихся на экзамене

Оценка «отлично» - обучающийся 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.

Оценка «хорошо» - обучающийся 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.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился.

**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	Лаптев Александр Иванович, Ермолаев Андрей Алексеевич	Сверхтвердые материалы. Особенности структуры углеграфитовых материалов и основы термодинамики их превращения в алмаз: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2007
Л1.3	Полушин Николай Иванович, Калашников Я. А., Спицын Б. В.	Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: практикум	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009
Л1.4	Полушин Николай Иванович, Лаптев Александр Иванович, Сорокин М. Н., др.	Сверхтвердые материалы. Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. бакалавров и магистров 150100 'Материаловедение и технологии материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л1.5	Полушин Николай Иванович, Кучина И. Ю., Маслов А. Л.	Сверхтвердые материалы. Рентгенографические, электронно-микроскопические и дериватографические методы исследования сверхтвердых материалов: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. бакалавров и магистров 150100 'Материаловедение и технологии материалов' и спец. 150701 'Физико-химия процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

**6.1.2. Дополнительная литература**

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Поляков В. П., Павлов Ю. А., Полушин Николай Иванович, Кондратьев Н. Н.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов. Раздел: Получение плотных форм нитрида бора и других высокотвердых материалов: учеб. пособие для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983
Л2.2	Поляков В. П., Ножкина Алла Викторовна, Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Получение и свойства синтетических алмазов: учеб. пособие для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983
Л2.3	Лаптев Александр Иванович, Ермолаев Андрей Алексеевич	Сверхтвердые материалы. Особенности структуры углеграфитовых материалов и основы термодинамики их превращения в алмаз: учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2007
Л2.4	Манухин Анатолий Васильевич	Физико-химия взаимодействия алмазов с металлами, сплавами и соединениями: лаб. практикум для студ. спец. 0405	Электронная библиотека	М.: Учеба, 1987
Л2.5	Павлов Ю. А., Поляков В. П.	Исследование способов получения алмазов, алмазосодержащих и сверхтвердых материалов	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 1980

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС. - URL: <a href="http://lib.misis.ru/elbib.html">http://lib.misis.ru/elbib.html</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://lib.misis.ru/elbib.html">http://lib.misis.ru/elbib.html</a>
Э2	Научная электронная библиотека. - URL: <a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a>
Э3	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир. - URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a> [режим доступа: из сети университета].	<a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>
Э4	Ступников, В.А., Булычев, Б.М. Высокие давления в химии, алмаз и алмазоподобные материалы // Портал фундаментального химического образования России. - URL: <a href="http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf">http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf</a> [режим доступа: свободный].	<a href="http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf">http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	ОС Linux (Ubuntu) / Windows

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека – <a href="http://www.e-library.ru">http://www.e-library.ru</a>
И.2	Информационная система <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>

## 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
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.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Для освоения дисциплины студентам рекомендуется изучать тему занятия до его проведения, используя литературу, указанную в разделе Содержание.