

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 15.05.2023 10:02:50

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)

Наноразмерные сверхтвёрдые материалы и алмазоподобные пленки

Закреплена за подразделением Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Направление подготовки

28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ

Профиль

Композиционные наноматериалы

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

3 ЗЕТ

Часов по учебному плану

108

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 2

аудиторные занятия

32

самостоятельная работа

76

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	32	32	32	32
Сам. работа	76	76	76	76
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

ктн, доц., Полушин Николай Иванович

Рабочая программа

Наноразмерные сверхтвердые материалы и алмазоподобные пленки

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 28.04.03 НАНОМАТЕРИАЛЫ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

28.04.03 Наноматериалы, 28.04.03-МНМ-22-1.plx Композиционные наноматериалы, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

28.04.03 Наноматериалы, Композиционные наноматериалы, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра функциональных наносистем и высокотемпературных материалов

Протокол от 17.06.2020 г., №20

Руководитель подразделения Кузнецов Д.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Получить знания, умения и навыки в области теоретических и технологических основ процессов получения наноструктурных сверхтвердых материалов (СТМ); использования нанотехнологий при получении поликристаллов СТМ, в связках алмазного инструмента и алмазно-гальванических покрытиях, а так же при получении алмазных и алмазоподобных пленок.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.03
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Аморфные и нанокристаллические материалы	
2.1.2	Дифракционные методы исследования наноматериалов	
2.1.3	Информационно-аналитические системы в материаловедении	
2.1.4	Неравновесные конденсированные системы, часть 1	
2.1.5	Фазовое равновесие в многокомпонентных системах	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Механика полимеров	
2.2.2	Наночастицы и наноматериалы	
2.2.3	Тонкопленочные материалы	
2.2.4	Экспериментальные методы в физике магнетизма	
2.2.5	Экспериментальные методы физики наноматериалов	
2.2.6	Научно-педагогическая практика	
2.2.7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Преддипломная практика	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**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. Раздел 1. Применение нанотехнологий при производстве алмазных поликристаллов, поликристаллов на основе нитрида бора в металлических связках для алмазного инструмента.							
1.1	Применение нанотехнологий при получении алмазных поликристаллов и поликристаллов на основе нитрида бора /Лек/	2	2		Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1			
1.2	Механизм упрочнения металлических связок для алмазного инструмента за счет нанодисперсного модифицирования /Лек/	2	2		Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э2			
1.3	Разновидности алмазных поликристаллов, и поликристаллов на основе нитрида бора /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э3			

1.4	Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна /Пр/	2	2		Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э4			
1.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям /Ср/	2	24		Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4			
	Раздел 2. Раздел 2. Использование наномодифицирования в алмазно-гальванических покрытиях.							
2.1	Основные технологические этапы и аппаратное оформление изготовления алмазно-гальванического инструмента /Лек/	2	2		Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5			
2.2	Наномодифицирование алмазно-гальванических покрытий. Механизм и параметры повышения стойкости наномодифицированного инструмента /Лек/	2	2		Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5			
2.3	Методы гомогенизации нанодисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата /Пр/	2	2		Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5			
2.4	Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) для предотвращения агрегирования нанодисперсных модификаторов /Пр/	2	2		Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э4 Э5			
2.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям и контрольным мероприятиям /Ср/	2	24		Л1.4 Л1.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5			
	Раздел 3. Раздел 3. Синтез алмаза из газовой фазы. Газофазный синтез алмазоподобных материалов.							

3.1	Аппаратура и методы получения алмаза из газовой фазы. Кинетика и механизм синтеза алмаза из газовой фазы /Лек/	2	2		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
3.2	Газофазный синтез высокотвердых алмазоподобных материалов: к-BN, SiC, AlN /Лек/	2	2		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		

3.3	Теплообмен в реакторе для выращивания алмазных пленок (АП). Расчет перепада температур в подложке для роста АП /Пр/	2	4		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
3.4	Расчет упругости пара и скорости испарения материалов для активатора газовой фазы. Влияние величины энергии активации АП на ее линейную скорость роста. Легирование АП /Пр/	2	4		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		

3.5	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям /Ср/	2	16		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
	Раздел 4. Раздел 4. Детонационный алмаз: методы получения и области применения.							
4.1	Детонационный алмаз. Синтез, фазовая и химическая очистка /Лек/	2	2		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		

4.2	Детонационный алмаз. Модифицирование, применение в износостойких покрытиях /Лек/	2	2		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		
4.3	Проработка лекционного материала. Подготовка к контрольным мероприятиям /Ср/	2	12		Л1.2 Э1 Э2 Э3	В качестве дополнительного источника информации по разделу может быть использовано пособие Спицына Б.В. "Алмаз и высокотвердые алмазоподобные материалы: синтез из газовой фазы, свойства, обработка, применение" (2020), представленное в Приложении.		

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

Вопросы к контрольной работе

Контрольная работа №1 Применение нанотехнологий при производстве алмазных поликристаллов, поликристаллов на основе нитрида бора в металлических связках для алмазного инструмента. Использование наномодифицирования в алмазно-гальванических покрытиях. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Виды алмазных поликристаллов и схемы сборки контейнеров для их получения (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
2. Технология получения алмазных поликристаллов АСПК (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
3. Технология получения алмазных поликристаллов АСБ (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
4. Технология получения алмазных поликристаллов АРС (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
5. Технология получения алмазных поликристаллов СВ (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
6. Варианты введения нанодисперсных добавок при получении поликристаллов АСПК (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
7. Методы контроля распределения наномодификатора по объему катализатора (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
8. Спекание алмазных поликристаллов из нанодисперсных алмазных порошков (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
9. Влияние наномодификаторов на прочность АСПК (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
10. Применение нанотехнологий для повышения прочностных свойств связок алмазного инструмента (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
11. Виды связок для абразивного алмазного инструмента (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
12. Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
13. Оптимизация соотношения прочности и износостойкости алмазного зерна и связки в инструменте (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
14. Теоретические модели дисперсионного упрочнения материалов (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
15. Механизм упрочнения связок для алмазного инструмента за счет нанодисперсного модифицирования (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
16. Механизм повышения прочности удержания алмазного зерна в связке за счет нанодисперсного модифицирования (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
17. Методы исследования фракционного состава нанодисперсных порошков (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
18. Методы гомогенизации нанодисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
19. Методы оценки прочности закрепления алмазного зерна в связке (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
20. Методы повышения прочности удержания алмазного зерна в связке (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
21. Основные технологические этапы и аппаратное оформление изготовления алмазно-гальванического инструмента (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
22. Методы гомогенизации нанодисперсных модификаторов в электролите (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
23. Роль ПАВ в процессе гомогенизации нанодисперсной добавки в электролите (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
24. Влияние плотности тока на прочность и твердость наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
25. Влияние концентрации нанодисперсной добавки на прочность и твердость наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
26. Влияние концентрации ПАВ на прочность и твердость наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
27. Методы оценки прочности наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
28. Методика измерения твердости наномодифицированного алмазно-гальванического покрытия (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

Синтез алмаза из газовой фазы. Газофазный синтез алмазоподобных материалов. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Основные физико-химические процессы на поверхности алмазных пленок при из наращивании из газовой фазы. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
2. Аппаратура и методы синтеза алмазных пленок. Физико-механические свойства алмазных пленок. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
3. Какие свойства алмаза и других твердых алмазоподобных материалов (β BN, AlN и др.) делают их перспективными в технике. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
4. Назовите основные составляющие теплообмена между активатором и подложкой в реакторе с нагретой проволокой. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
5. Какая из пирамид роста алмаза: (111) и (100) имеет более высокий уровень легирования бором. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
6. Особенности и преимущества синтеза твердых алмазоподобных материалов из газовой фазы. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
7. Метод синтеза алмазных пленок в режиме высокотемпературной высокоградиентной химической транспортной реакции. Основные параметры процесса. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
8. Синтез алмаза из ацетилен-кислородного пламени. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
9. Геометрические и энергетические факторы при легировании алмаза. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
10. Чем объясняется преимущественный рост алмаза и отсутствие выделения графита при химической кристаллизации алмаза из активированной газовой фазы. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
11. Стадии зарождения и образования алмазных покрытий на металлах. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
12. Структура и энергетика чистого углерода. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
13. Изотермическая химическая кристаллизация алмаза. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
14. Синтез алмазных пленок в режиме высокотемпературной высокоградиентной химической транспортной реакции. Основные параметры процесса. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
15. Чем объясняется преимущественный рост алмаза и отсутствие выделения графита при химической кристаллизации алмаза из активируемой газовой фазы. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
16. Основные гетерогенные химические реакции на растущей из активируемой газовой фазы поверхности АП. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
17. Стадии зарождения и формирования алмазных покрытий на карбидообразующих металлах. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
18. Методы активации газовой фазы и гибридные методы химической кристаллизации алмаза. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
19. Гетероэпитаксия алмаза и гетероэпитаксия на алмазе. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
20. Как будет изменяться с температурой равновесный коэффициент распределения бора, азота и фосфора между газообразной кристаллизационной средой и алмазом. Объясните. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
21. Методы синтеза из газовой фазы SiC и широкозонных алмазоподобных нитридов III-N. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
22. Методы модификации и обработки алмазных материалов. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).
23. Области применения газофазного алмаза в науке и технике. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

Типовые варианты контрольных работ представлены в Приложении.

Контрольные вопросы к практическому занятию №1 Разновидности алмазных поликристаллов, и поликристаллов на основе нитрида бора (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов АСПК
2. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов АСБ
3. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов АРС
4. Схема сборки контейнера и синтез алмазных поликристаллов СВ
5. Схема сборки контейнера и синтез АТП

Контрольные вопросы к практическому занятию №2 Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Механизм износа алмазного монокристаллического зерна.
2. Механизм износа алмазного поликристаллического зерна.
3. Самозатачивание алмазного монокристаллического и поликристаллического зерна

4. Оптимизация прочностных характеристик связки и алмазного зерна
5. Морфология синтетических алмазных порошков по ГОСТ 9206-80

Контрольные вопросы к практическому занятию №3 Методы гомогенизации нанодисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Аппаратура и технология изготовления алмазно-гальванического инструмента.
2. Преимущества и недостатки алмазно-гальванического инструмента.
3. Методы введения нанодисперсных добавок в электродлит.
4. Методы борьбы с агрегированием нанодисперсных модификаторов в электролите.
5. Механизмы дисперсного упрочнения.

Контрольные вопросы к практическому занятию №4 Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) для предотвращения агрегирования нанодисперсных модификаторов. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Виды ПАВ для предотвращения коагуляции нанодисперсных добавок.
2. Влияние ПАВ на параметры процесса.
3. Механизм нанодисперсного упрочнения.
4. Причины повышения износостойкости инструмента при нанодисперсном модифицировании.
5. Обоснование экономической целесообразности нанодисперсного упрочнения.

Контрольные вопросы к практическому занятию №5 Теплообмен в реакторе для выращивания алмазных пленок (АП). Расчет перепада температур в подложке для роста АП. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Объяснить, какие составляющие теплового потока $q=q_1+q_2+q_3$ между активатором и подложкой и по каким причинам изменяются с изменением общего давления.
2. Объяснить, по какой причине в кристаллизационной среде близ поверхности АП сохраняется сверхравновесная концентрация атомарного водорода.
3. Рассчитать кондуктивный теплообмен, как известно, определяется законом Фурье. Теплопроводность молекулярного водорода λ , без учёта вклада атомарного водорода, необходимая для расчета q_1 , приведена на основе справочных данных: За.
4. Рассчитать радиационный теплообмен на единицу поверхности определяется известным соотношением: $q_2 = \sigma \cdot SB(E_1 T_1^4 - E_2 T_2^4)$ на основе справочных данных: За.
5. Рассчитать рекомбинационный теплообмен легко рассчитать, полагая, что вблизи поверхности АП при температуре T_2 находится газообразный атомарный водород N в концентрации, соответствующей равновесной при температуре T_1 . на основе справочных данных: За.
6. Рассчитать с использованием формул (1.1), (1.2) и (1.3) из источника За поток тепла для следующих параметров газофазного процесса $T_1=2400$ К; $T_2=1200$ К; $P_{общ}=10^{-2}$ атм; концентрация $N=10\%$.

Контрольные вопросы к практическому занятию №6. Расчет упругости пара и скорости испарения материалов для активатора газовой фазы. Влияние величины энергии активации АП на ее линейную скорость роста. Легирование АП. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).

1. Почему важна упругость пара металла, из которого сделана нить активатора.
2. Почему карбидообразование снижает отрицательный эффект испарения нити нагревателя.
3. Методы расчета упругости пара тугоплавких металлов.
4. Методы расчета скорости испарения тугоплавких металлов.
5. Дать определение коэффициента испарения металла.

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.				
<p>Практическое занятие №1 Разновидности алмазных поликристаллов, и поликристаллов на основе нитрида бора (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p> <p>Практическое занятие №2 Механизм износа алмазного зерна (монокристаллического и сростков) в связке. Самозатачивание алмазного зерна. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p> <p>Практическое занятие №3 Методы гомогенизации нанодисперсной добавки в шихте и методы контроля полученного результата. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p> <p>Практическое занятие №4 Использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) для предотвращения агрегирования нанодисперсных модификаторов. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p> <p>Практическое занятие №5 Теплообмен в реакторе для выращивания алмазных пленок (АП). Расчет перепада температур в подложке для роста АП. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p> <p>Практическое занятие №6 Расчет упругости пара и скорости испарения материалов для активатора газовой фазы. Влияние величины энергии активации АП на ее линейную скорость роста. Легирование АП. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p> <p>Контрольная работа №1 Применение нанотехнологий при производстве алмазных поликристаллов, поликристаллов на основе нитрида бора в металлических связках для алмазного инструмента. Использование наномодифицирования в алмазно-гальванических покрытиях. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p> <p>Контрольная работа №2 Синтез алмаза из газовой фазы. Газофазный синтез алмазоподобных материалов. (ПК-1.1-31, ПК-1.1-У1, ПК-1.1-В1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1).</p>				
5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)				
Экзамен не предусмотрен				
5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)				
<p>Обучающиеся для получения зачета должны выполнить все работы, указанные в данном разделе. Оценка формируется как среднеарифметическое из оценок за текущие контрольные и практические работы.</p> <p>Шкала оценивания знаний обучающихся:</p> <p>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. В балльной системе 85 – 100 %.</p> <p>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. В балльной системе 75 – 84 %.</p> <p>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. В балльной системе 51 – 74 %.</p> <p>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. В балльной системе менее 51 %.</p> <p>Оценка «не явка» – обучающийся не посещал занятия.</p>				

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	Полушин Н. И., Калашников Я. А., Спицын Б. В.	Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: практикум	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.3	Полушин Н. И., 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
Л1.4		Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия	Библиотека МИСиС	,
Л1.5		Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС,

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС. - URL: http://lib.misis.ru/elbib.html [режим доступа: свободный].	http://lib.misis.ru/elbib.html
Э2	Научная электронная библиотека. - URL: http://www.e-library.ru [режим доступа: свободный].	http://www.e-library.ru
Э3	ScienceDirect - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир. - URL: http://www.sciencedirect.com/ [режим доступа: из сети университета].	http://www.sciencedirect.com/
Э4	Ступников, В.А., Булычев, Б.М. Высокие давления в химии, алмаз и алмазоподобные материалы // Портал фундаментального химического образования России. - URL: http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf [режим доступа: свободный].	http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/highp/Diamond.pdf
Э5	Маслов А.Л. Разработка композиционных связей импортозамещающего алмазно-гальванического инструмента, упрочненных нанодисперсными порошками алмаза и оксида алюминия: дис. канд. техн. наук: 05.16.06. – М., 2015. - URL: https://misis.ru/files/3071/maslov_disser.compressed.pdf [режим доступа: свободный].	https://misis.ru/files/3071/maslov_disser.compressed.pdf

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	Microsoft Excel
П.3	Microsoft PowerPoint
П.4	ОС Linux (Ubuntu) / Windows

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Научная электронная библиотека – http://www.e-library.ru
И.2	Информационная система http://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

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
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 рекомендуется изучать тему занятия до его проведения, используя литературу, указанную в разделе Содержание.