

Программа
краткосрочного повышения квалификации преподавателей и научных работников
высшей школы по направлению
150600 «Материаловедение и технология новых материалов»
на базе учебного курса

«Технология изготовления объёмных наноструктурных материалов»

Цель: изучение методов формования порошковых материалов и особенностей компактирования нанопорошков

Категория слушателей: преподаватели и научные работники высшей школы

Срок обучения: 24 часа

Форма обучения: с частичным отрывом от работы

Режим занятий: 8 часов в день

Целью данного курса является ознакомление с основами технологии изготовления керамических изделий из нанопорошков. На примере формования контрольных таблеток из нанопорошка диоксида циркония демонстрируются возможности передовых способов компактирования наноструктурных материалов, в том числе эффекты воздействия на изделия мощных ультразвуковых колебаний в процессе их прессования.

Требования к уровню освоения учебного курса

Преподаватели должны:

- **Знать:**
 - область применения каждого из способов формования порошков;
 - преимущества и недостатки способов компактирования порошков; особенности конструкций пресс-форм.
- **Иметь навыки:**
 - сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации в области технологий керамического производства;
 - включать приобретенные знания о технологии керамического производства в уже имеющуюся систему знаний и применять эти знания в самостоятельных методических разработках;
 - переносить полученные знания о технологии керамического производства на смежные предметные области и к использованию этих знаний для построения междисциплинарных методических разработок.
- **Иметь представление:**
 - о кривых уплотнения порошков;
 - об ультразвуковой технике;
 - о методах качественной оценки прессовок;
 - о принципе действия и устройстве гидравлических прессов.

Научные работники должны:

- **Знать:**
 - область применения каждого из способов формования порошков;
 - оборудование для реализации выбранного способа формования порошков;
 - особенности прессовой оснастки;
 - преимущества и недостатки каждого способа формования порошков.
- **Иметь навыки:**

- сбора, систематизации и анализа научно-технической и другой профессиональной информации в области технологии керамического производства;
- планирования и проведения исследований и экспериментов по компактированию нанопорошков;
- генерировать новые плодотворные научно-технические и инновационные идеи с использованием знаний технологии керамического производства;
- переносить полученные знания о технологии керамического производства на смежные предметные области и использовать эти знания для создания новых объектов техники и технологии и для инновационной деятельности;
- **Иметь представление:**
 - о моделях уплотнения порошков;
 - о снятии кривых уплотнения порошков;
 - об ультразвуковой технике.

Учебный курс «Технология изготовления объёмных наноструктурных материалов» состоит из дистанционной и очной частей.

Дистанционная часть учебного образовательного курса обеспечивает слушателя необходимым объёмом знаний по выбранной тематике, включая подготовку слушателя к проведению лабораторного практикума. Задача дистанционной составляющей учебного курса – подготовить слушателя к очному посещению научно-образовательного и инновационного центра Томского политехнического университета. В дистанционной (теоретической) части учебного курса изложены основные способы компактирования ультрадисперсных и нанопорошков, широко применяемых в производстве конструкционной и функциональной керамики. Теоретическая часть учебного курса состоит из четырех лекций:

Лекция 1: Метод шликерного литья и литьё термопластичного шликера.

Общие представления о процессах формования порошковых материалов. Классический метод шликерного литья, его преимущества и недостатки. Литьё под давлением термопластичного шликера. Требования к связующим веществам. Преимущества и недостатки этого метода формования порошковых материалов.

Лекция 2: Холодное статическое прессование в закрытых пресс-формах.

Конструкции пресс-форм и требования, предъявляемые к ним. Трение в порошковом компакте и градиенты плотности в нём. Преимущества и недостатки холодного статического прессования в закрытых пресс-формах. Понятие сил бокового распора. Прессование порошков в пресс-формах с конической частью матрицы. Схема двустороннего одноосного прессования.

Лекция 3: Методы формования порошков с равномерным распределением плотности прессовки.

Изостатическое и квазиизостатическое прессование порошков. Горячее прессование порошков. Динамические, высокоэнергетические и импульсные методы прессования порошков. Особенности формования нанопорошков.

Лекция 4: Ультразвуковой и коллекторный методы формования порошков.

Необходимость применения механических ультразвуковых колебаний при формовании порошков. Общие представления об ультразвуковой технике. Способы подведения ультразвуковых колебаний к формируемому порошку. Сущность коллекторного метода формования порошков и пресс-формы для его осуществления.

Очная (экспериментальная) часть учебного курса заключается в изучении принципов функционирования установки для ультразвукового и коллекторного формования нанопорошка диоксида циркония.

Основные задания на лабораторный практикум:

1. Разработать конструкцию ультразвуковой пресс-формы для изготовления контрольных образцов керамики из диоксида циркония диаметром 10 мм;
2. Провести эксперимент по изготовлению прессовок из нанопорошка диоксида циркония методом холодного статического прессования и ультразвуковым методом;
3. По результатам определения плотности изготовленных прессовок оценить эффективность двух методов формования порошка.

Методические рекомендации по реализации учебной программы

На дистанционную и очную части учебного курса отводится по 12 часов соответственно. Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса находится на сайте www.nanoobr.ru. Для контроля степени освоения теоретической части учебного курса (лекций) используются **тестовые вопросы** для самопроверки и **контрольные вопросы**.

Тестовые вопросы к курсу «Технология изготовления объёмных наноструктурных материалов»

Лекция 1: Метод шликерного литья и литьё термопластичного шликера.

1. Какой материал пресс-форм при шликерном литье?

- | | |
|----------|---------------|
| А) Сталь | Б) Пластмасса |
| В) Гипс | Г) Дерево |

2. Какой материал пресс-форм при литье из термопластичного шликера?

- | | |
|----------|---------------|
| А) Сталь | Б) Пластмасса |
| В) Гипс | Г) Дерево |

3. Что такое шликер?

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| А) Сухой порошок | Б) Порошок со связующим веществом |
| В) Водная суспензия порошка | Г) Спрессованный порошок |

4. Что такое термопластичный шликер?

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| А) Порошок со связующим веществом | Б) Водная суспензия порошка |
| В) Сухой порошок | Г) Спрессованный порошок |

Лекция 2: Холодное статическое прессование в закрытых пресс-формах.

1. Какой материал пресс-форм?

- | | |
|---------------------------|------------|
| А) Инструментальная сталь | Б) Сталь20 |
| В) Сталь3 | Г) сталь45 |

2. Какое максимальное давление прессования?

- | | |
|------------|------------|
| А) 150 МПа | Б) 850 МПа |
| В) 500 МПа | Г) 300 МПа |

3. В каком состоянии прессуется порошок?

- | | |
|---------------------------|---------------|
| А) Во влажном | Б) В сухом |
| В) Со связующим веществом | Г) В нагретом |

4. Причина градиентов плотности прессовок?

- А) Внутреннее трение
Б) Трение порошка о верхний пуансон
В) Внешнее трение
Г) Трение порошка о нижний пуансон

Лекция 3: Методы формования порошков с равномерным распределением плотности прессовки.

1. В какой пресс-форме проводится изостатическое прессование?

- А) В стальной
Б) В любой
В) В гипсовой
Г) В эластичной

2. На каком оборудовании проводится изостатическое прессование?

- А) На гидравлическом прессе
Б) На механическом прессе
В) На гидростатах или газостатах
Г) На любом прессе

3. На каком оборудовании проводится квазиизостатическое прессование?

- А) На гидростатах или газостатах
Б) На любом прессе
В) На механическом прессе
Г) На гидравлическом прессе

4. Какой материал пресс-форм при горячем прессовании?

- А) Графит
Б) Сталь20
В) Сталь3
Г) Сталь45

5. За счёт чего уменьшается внешнее трение при магнитоимпульсном прессовании?

- А) Скорости прессования
Б) Материала пресс-формы
В) Давления прессования
Г) Смазки

Лекция 4: Ультразвуковой и коллекторный методы формования порошков.

1. Какие колебания применяются при ультразвуковом методе?

- А) Электрические
Б) Колебания маятника
В) Механические
Г) Любые колебания

2. Какие преобразователи используются для получения мощного ультразвука?

- А) Магнитострикционные
Б) Любые
В) Пьезоэлектрические
Г)

3. Какой материал используется для волноводов?

- А) Сталь3
Б) Любой
В) Сталь20
Г) Сталь45

4.Какую проблему прессования решает коллекторный способ прессования порошков?

- А) Равноплотности
В) Трещиностойкости
- Б) Уменьшения внешнего трения
Г)

Контрольные вопросы для проверки материала

- 1.Реологические характеристики прессуемого порошка.
2. Методика построения кривых уплотнения.
3. Способы определения равноплотности прессовок.
4. Осадка образцов после прессования.
5. Распределение плотности по высоте прессовок.
6. Распределение плотности по диаметру прессовок.
7. Влияние насыпной плотности на качество прессовок.
8. Разрушение агломератов порошка при ультразвуковом воздействии.
9. Как изменяется угол внутреннего трения при введении в порошок смазывающих добавок.
10. Деформационный механизм уплотнения порошковых материалов.
11. Причины возникновения квазирезонансного эффекта при ультразвуковом прессовании.
12. Трение в порошковом компакте.
13. Микро и макро структура порошкового компакта.
14. Механизм разрушения хрупких материалов при УЗ воздействии.
15. Влияние размеров зерен на прочностные характеристики нанокерамик.
16. Методы регулирования сил пристенного трения.
17. Проблемы, возникающие при извлечении прессовок из матрицы по окончании компактирования.
18. Способ устранения дефектов расслоения при прессовании.

В конце очной части учебного курса слушатели готовят отчеты по **темам контрольных рефератов**, которые используются для контроля степени усвоения всего учебного курса на базе экспериментальных результатов и их обработки с применением знаний из дистанционной части курса.

Темы контрольных рефератов по курсу

«Технология изготовления объёмных наноструктурных материалов»

1. Методы получения порошковых наноструктурных материалов.
2. Процесс перехода от спрессованной заготовки к твердому телу.
3. Роль пластификаторов в технологии компактирования наноструктурных материалов.
4. Особенности метода горячего прессования.
5. Общие проблемы компактирования наноструктурных материалов.
6. Особенности конструкции ультразвуковой оснастки для сухого прессования керамических нанопорошков.
7. конструкция ультразвуковых пресс-форм с радиально-подведенными колебаниями.
8. Зависимость параметров прессовки от упругих свойств прессуемого вещества.
9. Применение ультразвука в технологии изготовления наноструктурных материалов.
10. Воздействие ультразвука на порошок в процессе компактирования.

Учебно-тематический план

№	Название учебного курса и лекций	Всего, час.	в том числе (указать часы)			Форма контроля
			Дистанционные лекции (самостоятельное изучение, дистанционное общение с преподавателем, вопросы-ответы через email, форум, чат и др.)	Самостоятельная работа. Подготовка ответов на контрольные вопросы	Очный практикум или другое практическое задание	
	«Технология изготовления объёмных наноструктурных материалов»	24 ч.	10 ч.	2 ч.	12 ч.	Контрольные вопросы (электронная зачётка) Реферат
1.	Лекция 1: Метод шликерного литья и литьё термопластичного шликера.		2,5 ч.	0,5 ч.		
2.	Лекция 2: Холодное статическое прессование в закрытых пресс-формах.		2,5 ч.	0,5 ч.		
3.	Лекция 3: Методы формования порошков с равномерным распределением плотности прессовки.		2,5 ч.	0,5 ч.		
4.	Лекция 4: Ультразвуковой и коллекторный методы формования порошков		2,5 ч.	0,5 ч.		
	Итоговый контроль			Контрольные вопросы (электронная зачётка)	Реферат	

**Список литературы (основной и дополнительной),
а также других видов учебно-методологических материалов и пособий, необходимых
для изучения (конспектов лекций, видеолекций, лазерных дисков и др.).**

1. Методы компактирования и консолидации наноструктурных материалов и изделий / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, З.Г. Бикбаева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008.- 196 с.
2. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических масс. – М.: Металлургия, 1983.- 176 с.
3. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. – М.: Металлургия, 1972. – 528 с.
4. Бальшин М.Ю. Порошковая металлургия. – М.: Машгиз, 1948, 286 с.
5. Бережной А.С. О зависимости между давлением прессования и пористостью необожженных огнеупорных изделий // Огнеупоры. – 1947. - № 3. – С. 124-130.
6. Ультразвук: Маленькая энциклопедия / Гл. ред. И.П. Голямина. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.
7. Агранат Б.А., Гудович А.П., Нежевенко Л.Б. Ультразвук в порошковой металлургии. – М.: Металлургия, 1986. – 168 с.
8. Кулемин А.В. Ультразвук и диффузия в металлах. – М.: Металлургия, 1978. – 200 с.
9. Хасанов О.Л. Научные основы сухого компактирования ультрадисперсных порошков в технологии изготовления нанокерамики: Дис. ... докт. Техн. Наук.- Томск.- 2003.- 405 с.

**Полное содержание лекций в электронной дистанционной части учебного курса на
сайте www.nanoobr.ru**