

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

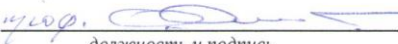




УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники и электроники
/В.А. Небольсин/

28 февраля 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Методы получения композиционных материалов»
наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Направление подготовки 03.06.01 – физика и астрономия
код и наименование направления подготовки
Направленность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния
название направленности/программы
Квалификация выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь
Нормативный период обучения 4 года
Очная/заочная (при наличии)
Форма обучения Очная
Год начала подготовки 2017 г.

| | | |
|---|--|--------------|
| Автор программы |  <i>должность и подпись</i> | О.В. Стогней |
| Заведующий кафедрой Физика твердого тела |  | Ю.Е. Калинин |
| Руководитель ОПОП |  | Ю.Е. Калинин |

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Ознакомить аспирантов с основными структурными особенностями и физическими характеристиками композиционных материалов разного типа, а также с методами их получения.

1.2 Задачи освоения дисциплины

Изучение классификации композитных материалов, видов и типов матриц и наполнителей. Изучение основных свойств композитных материалов, роль и механизм влияния наполнителей разного типа на свойства композитов. Изучение основных методов получения композитных материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы получения композиционных материалов» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Методы получения композиционных материалов» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-7 - способностью демонстрировать и использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе и тех, которые находятся на передовом рубеже физики конденсированного состояния

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции |
|-------------|---|
| ПК-7 | Знать: классификацию композитных материалов; типы матриц; виды наполнителей, методы получения наполнителей, методы формирования композитной структуры. |
| | Уметь: прогнозировать свойства композитных материалов исходя из вида матрицы и наполнителя; осуществлять выбор композита для решения конкретных функциональных задач. |
| | Владеть: терминологией, способностью подбирать метод и технологию получения композитов исходя из требуемых свойств. |

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Методы получения композиционных материалов» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|--|-------------|----------|--|--|-------|
| | | | | | 5 |
| Аудиторные занятия (всего) | 10 | | | | 10 |
| В том числе: | | | | | |
| Лекции | 10 | | | | 10 |
| Практические занятия (ПЗ) | | | | | |
| Самостоятельная работа | 98 | | | | 98 |
| | | | | | |
| Реферат (есть, нет) | | | | | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен) | зачет | | | | зачет |
| Общая трудоемкость час | 108 | | | | 108 |
| зач. ед. | 3 | | | | 3 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

| № п/п | Наименование темы | Содержание раздела | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-----------------|--|---|--------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1 | Введение. Классификация композитных материалов | История развития композитных материалов. Основные понятия и определения. Основные признаки композитного материала. Классификация композитов по видам и типам наполнителя. Влияние границы раздела матрица/наполнитель на свойства композитов. | 2 | | | 19 | 21 |
| 2 | Виды наполнителей и методы их получения. | Виды наполнителей (дисперсионные и волокнистые). Механизмы влияния наполнителей разного типа на свойства материала-матрицы. Типы дисперсионных наполнителей. Типы волокон: натуральные волокна, виды искусственных волокон. Методы получения волокон. | 2 | | | 19 | 21 |
| 3 | Композиты с металлической матрицей. | Металлические матрицы: виды, свойства, используемые наполнители. Технологии получения композитов с металлической матрицей. | 2 | | | 20 | 22 |
| 4 | Композиты с керамической матрицей. | Керамические матрицы: виды, свойства, используемые наполнители. Технологии получения композитов с керамической матрицей. | 2 | | | 20 | 22 |
| 5 | Композиты с полимерной матрицей | Полимерные матрицы: виды (термопласты, реактопласты), свойства, используемые наполнители. Технологии получения композитов с полимерной матрицей. | 2 | | | 20 | 22 |
| Контроль | | | зачет | | | | |
| Итого | | | 10 | | | 98 | 108 |

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение реферата.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Аттестован | Не аттестован |
|-------------|---|---|---|---|
| ПК-7 | Знать: классификацию композитных материалов; типы матриц; виды наполнителей, методы получения наполнителей, методы формирования композитной структуры. | Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | Уметь: прогнозировать свойства композитных материалов исходя из вида матрицы и наполнителя; осуществлять выбор композита для решения конкретных функциональных задач. | Решение стандартных практических задач | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | Владеть: терминологией, способностью подбирать метод и технологию получения композитов исходя из требуемых свойств. | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Отлично | Хорошо | Удовл | Неудовл |
|-------------|--|--|--|---|--|--------------------------------------|
| ПК-7 | Знать: классификацию композитных материалов; типы матриц; виды наполнителей, методы получения наполнителей, методы формирования композитной структуры. | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | Уметь: прогнозировать свойства композитных материалов исходя из вида матрицы и наполнителя; осуществлять выбор композита для решения конкретных функциональных задач. | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
| | Владеть: терминологией, способностью подбирать метод и технологию получения композитов исходя из требуемых свойств. | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что такое матрица в композитном материале?
 - фаза, имеющая большую вязкость;
 - фаза, образующая непрерывную среду композита;
 - фаза, обладающая высокой поверхностной энергией.
2. Какую минимальную объемную долю может занимать матрица в композитном материале?
 - не менее 50 объемных %;
 - не менее 95 объемных %;
 - менее 50 объемных %.
3. Как называется композит, в который введен наполнитель в виде сферических частиц?
 - волокнистый;
 - слоистый;
 - дисперсноупрочненный.
4. К какому типу наполнителей относится мелкодисперсная фракция графита?
 - наполнители органического происхождения;
 - минеральные наполнители;
 - зернистые наполнители.
5. К какому типу волокон относятся арамидные волокна?
 - органические;
 - неорганические;
 - натуральные.
6. Какую роль выполняют волокна в составе композитов?
 - армируют композит;
 - дисперсноупрочняют композит;
 - придают композиту требуемую форму.
7. Какие волокна характеризуются самой высокой удельной прочностью?
 - арамидные;
 - углеродные;
 - полиэтиленовые;
 - борные.
8. Какие волокна характеризуются самой высокой абсолютной прочностью?
 - арамидные;
 - углеродные;
 - полиэтиленовые;
 - борные.
9. Какие волокна характеризуются самой низкой плотностью?
 - арамидные;
 - углеродные;
 - полиэтиленовые;
 - борные.

10. Какие волокна для композитных материалов могут быть получены за переработки древесины?

- арамидные;
- углеродные;
- полиэтиленовые;
- волокна на основе SiC.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. «Кевларовые» волокна это фактически...

- полиэтиленовые волокна;
- арамидные волокна;
- углеродные волокна;
- волокна на основе SiC.

2. Арамидные волокна характеризуются ...

- низкой термостойкостью, они начинают размягчаться при 150 С;
- высокой термостойкостью, термодеструкция волокон начинается при 425-450 °С.

- высокой огнеопасностью, поскольку легко воспламеняются при высоких (300-400 С) температурах.

3. Недостатком полиэтиленовых волокон является

- высокая стоимость;
- низкие удельные значения прочности;
- низкие температуры плавления.

4. Что означает термин «стеклянные волокна»?

- волокна, образованные из чистого (беспримесного) кварца (SiO₂);
- волокна, являющиеся прозрачными в видимом диапазоне света;
- волокна с аморфной структурой.

5. В ряде случаев, технология изготовления волокон такова, что в середине волокна имеется «сердцевина» из совершенно другого материала. Какие волокна имеют такую структуру?

- арамидные волокна;
- борные волокна;
- волокна из оксида алюминия;
- углеродные волокна.

6. Какую атомную структуру имеют углеродные волокна?

- аморфная структура;
- структура, аналогичная алмазу;
- структура графита.

7. Углеродные волокна получают из различных прекурсоров. Какие волокна обладают наиболее высокой прочностью при растяжении?

- вискозные;
- пековые;
- ПАН-волокна.

8. Все технологии изготовления углеродных волокон содержат стадию отжига при высоких температурах (порядка 2000 С). Для чего это делается?

- выжигаются все органические примеси и загрязнения;
- формируется поверхностный слой окисла, который защищает волокна от разрушения и увеличивает смачиваемость волокна матрицей при пропитке смолами;

- происходит процесс графитизации волокна.

9. Пропорциональность механических напряжений и механических деформаций анизотропной среды устанавливает закон

- Ампера;
- Гука;
- Фарадея;
- Максвелла.

10. Релаксация напряжений связана с переходом деформации

- упругой в пластическую;
- упругой в остаточную;
- пластической в упругую;
- остаточной в пластическую.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. К высокодемпфирующим материалам относят материалы, имеющие демпфирующую способность больше

- 0,1 %;
- 1 %;
- 10 %;
- 100 %.

2. Какой из признаков композиционного материала (КМ) сформулирован некорректно?

- КМ должен представлять собой сочетание хотя бы двух разнородных материалов;
- в КМ должна быть четкая граница между фазами;
- свойства КМ определяются массовым соотношением компонентов;
- КМ обладает свойствами, которых нет ни у одного из его компонентов в отдельности.

3. Недостатком какого жидкофазного метода получения КМ является высокая пористость

- пропитка при нормальном давлении;
- пропитка в вакууме;
- вакуумное всасывание;
- пропитка под давлением.

4. Что представляет полимерный композиционный материал

- полимерные гранулы в неорганической матрице;
- композиты с органической матрицей;
- композиты с неорганической матрицей;
- композиты в матрице углерода.

5. Верно ли утверждение:

- Высокая прочность дисперсно-упрочненных КМ сохраняется до температуры, близкой к температуре плавления (T_p) одного из компонентов;
 - Да;
 - Нет.
6. В процессе прессования порошка давление, оказываемое на порошок
- Максимально в направлении перемещения пуансона ;
 - Максимально в направлении, нормальном направлению перемещения пуансона ;
 - Одинаково во всех направлениях.
7. Возвращение системы в состояние термодинамического равновесия называется процессом
- плавления;
 - релаксации;
 - кристаллизации;
 - аморфизации.
8. Назовите параметры, характеризующие пластичность материала при испытании на растяжение.
- предел текучести;
 - относительное сужение;
 - относительное уширение;
 - относительное удлинение.
9. Что делает невозможным определение количественного соотношения фаз многофазного материала при помощи дифрактограммы?
- наличие текстуры в материале;
 - присутствие неидентифицированных фаз;
 - различные кристаллические решетки фаз;
 - присутствие аморфной фазы.
10. При каких испытаниях любой образец можно довести до разрушения
- сжатие;
 - растяжение;
 - изгиб;
 - кручение.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Признаки (критерии) композитного материала. Понятие "матрица" и "наполнитель". Основные классы композитов (различия на основе используемых материалов матрицы и наполнителей).
2. Типы композитных материалов (систематизация на основе различия морфологии композитов).
3. Дисперсные наполнители композитов. Основные требования, предъявляемые к дисперсным наполнителям. Виды дисперсных наполнителей.

4. Виды волокон, используемых при производстве композитов.
Натуральные волокна.
5. Виды волокон, используемых при производстве композитов.
Искусственные органические волокна (арамидные, полиэтиленовые).
Получение.
6. Виды волокон, используемых при производстве композитов.
Искусственные неорганические волокна (стеклянные, Al₂O₃, борные).
Получение.
7. Виды волокон, используемых при производстве композитов.
Искусственные неорганические волокна (углеродные). Получение.
8. Граница раздела (матрица, волокно). Межфазная связь.
9. Металлокомпозиты. Основные преимущества. Методы получения.
Подробно о твердофазном формировании.
10. Металлокомпозиты. Основные преимущества. Методы получения.
Подробно о жидкофазном формировании.
11. Свойства металлокомпозитов.
12. Керамокомпозиты. Виды матриц керамокомпозитов.
13. Методы получения керамокомпозитов.
14. Общие свойства керамокомпозитов.
15. Композиты на основе полимерных матриц. Классификация полимеров.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если аспирант набрал менее 7 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если аспирант набрал от 7 баллов до 13.

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если аспирант набрал от 14 баллов до 16.

4. Оценка «Отлично» ставится в случае, если аспирант набрал от 17 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|--|---|----------------------------------|
| 1. | Введение. Классификация | ПК-7 | Тест, зачёт |

| | | | |
|----|--|------|-------------|
| | композитных материалов | | |
| 2. | Виды наполнителей и методы их получения. | ПК-7 | Тест, зачёт |
| 3. | Композиты с металлической матрицей. | ПК-7 | Тест, зачёт |
| 4. | Композиты с керамической матрицей. | ПК-7 | Тест, зачёт |
| 5. | Композиты с полимерной матрицей | ПК-7 | Тест, зачёт |

7.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Ф. Мэттьюз, Р.Ролингс Композитные материалы. Механика и технология – М.: Техносфера. 2004. – 408 с.

2. Новые материалы. / Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. – М.: МИСИС. 2002. – 736 с.

3. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. Учебн. пособие / Под редакцией А.А.Берлина – СПб.: Профессия. 2008. – 560 с.

4. Материаловедение. Конструкционные и функциональные волокнистые композиционные материалы / Сидоренко Ю.Н. - Томск. - 2007. 139 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Программные продукты: Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer

Электронная библиотечная система IPRbooks

<http://www.iprbookshop.ru/>

Информационные справочные системы

dict.sernam.ru, Wikipedia, Math-Net.Ru

<http://eios.vorstu.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой (ауд. 226, учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14).

2. Дисплейный класс, оснащенный компьютерами с необходимым программным обеспечением и выходом во внешнюю сеть Internet (ауд. 226а, учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14).

3. Помещения для самостоятельной работы:

- библиотечный зал (учебный корпус, расположенный по адресу:

Московский пр., 14, 1 этаж);

- читальный зал (учебный корпус, расположенный по адресу: Московский пр., 14, ауд. 203).

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Методы получения композиционных материалов» читаются лекции.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Контроль усвоения материала дисциплины производится путем зачета.

| Вид учебных занятий | Деятельность обучающегося |
|---------------------|--|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо |

| | |
|---------------------------------------|--|
| | сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции. |
| Самостоятельная работа | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации. |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачётом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала. |