

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе

Солукоф

Е.И.Луковникова

16 июля

20 21 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 Технология композиционных материалов

Закреплена за кафедрой **Машиностроения и транспорта**

Учебный план b150305_21_TM.plx

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**


Виды контроля в семестрах:

Экзамен 6

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
	Неделя		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	18	18	18	18
Итого ауд.	102	102	102	102
Контактная работа	102	102	102	102
Сам. работа	42	42	42	42
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Рычков Даниил Александрович 

Рабочая программа дисциплины

Технология композиционных материалов

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020г. №1044) составлена на основании учебного плана:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств утвержденного приказом ректора от 01.03.2021 протокол № 80.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Машиностроения и транспорта


Протокол от 23 апреля 2021 г. № 9

Срок действия программы: 2021-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Слепенко Е. А. 

Председатель МКФ

доцент, к.т.н., Варданян М.А. Млеф пр. № 8 от 27.04.2021 г.

Ответственный за реализацию ОПОП 

(подпись)

Слепенко Е.А.
(ФИО)

Директор библиотеки Сосин

(подпись)

Сотский Г.Ф.
(ФИО)

№ регистрации 590

(методический отдел)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование у обучающихся фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов и покрытий для разработки эффективных технологических процессов производства полуфабрикатов, заготовок и изделий из порошковых и композиционных материалов для машиностроения.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.01.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Технологические процессы в машиностроении
2.1.2	Технология производства заготовок
2.1.3	Учебная (технологическая) практика
2.1.4	Процессы и операции формообразования
2.1.5	Сопротивление материалов
2.1.6	Материаловедение
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Резание материалов и режущий инструмент
2.2.3	Прототипирование и аддитивные технологии
2.2.4	Технология машиностроения
2.2.5	Новые материалы и технологии

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**ПК-2: Способен к выбору заготовок для производства деталей машиностроения средней сложности**

Индикатор 1	ПК-2.1. Определяет технологические свойства материала и конструктивные особенности деталей
Индикатор 2	ПК-2.2. Выбирает технологические методы и способы получения, проектирования заготовок деталей машиностроения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	технологические свойства конструкционных и композиционных материалов, особенности изготовления заготовок из композиционных материалов; основы технологических методов получения заготовок из композиционных материалов.
3.2	Уметь:
3.2.1	анализировать технологические свойства композиционных материалов и конструктивные особенности изделий, изготавливаемых из них; проектировать изделия из композиционных материалов.
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками определения конструктивных особенностей изделий, изготавливаемых композиционных материалов; навыками значения методов и способов получения заготовок из композиционных материалов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	Раздел 1. Классификация композиционных материалов						
1.1	Лек	Понятие, признаки и классификация КМ	6	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1	0	ПК-2.1
1.2	Ср	Самостоятельная работа к разделу 1	6	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2	0	ПК-2.1
1.3	Экзамен	Контроль к разделу 1	6	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2	0	ПК-2.1
	Раздел	Раздел 2. Композиционные материалы с нульмерными наполнителями						
2.1	Лек	Химические, физические и технологические свойства порошков	6	2	ПК-2	Л1.2Л3.1	0	ПК-2.1

2.2	Лек	Технологические методы получения порошков	6	2	ПК-2	Л1.2Л3.1	1	Проблемная лекция; ПК-2.2
2.3	Лек	Твердые сплавы	6	2	ПК-2	Л1.2Л3.1	1	Проблемная лекция; ПК-2.1
2.4	Лек	Керамические КМ	6	1	ПК-2	Л1.2Л3.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2
2.5	Лек	Сверхтвердые материалы	6	1	ПК-2	Л1.2Л3.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2
2.6	Лек	Прессование деталей (прессовок) из порошковых материалов	6	2	ПК-2	Л1.2Л3.1	1	Проблемная лекция; ПК-2.2
2.7	Лек	Технология спекания порошковых материалов	6	2	ПК-2	Л1.2Л3.1	0	ПК-2.2
2.8	Лаб	Приготовление порошковых материалов	6	8	ПК-2	Л1.2Л3.2	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.1; ПК-2.2
2.9	Лаб	Определение свойств порошков	6	6	ПК-2	Л1.2Л3.2	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.1
2.10	Лаб	Получение деталей из порошковых материалов	6	6	ПК-2	Л1.2Л3.2	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.2
2.11	Пр	Проектирование технологического процесса получения прессовки сменных многогранных пластин из твердых сплавов	6	10	ПК-2	Л1.2Л3.3	2	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.1
2.12	Пр	Проектирование матрицы пресс-формы для прессования сменных многогранных пластин	6	4	ПК-2	Л1.2Л3.3	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.2
2.13	Ср	Самостоятельная работа к разделу 2	6	16	ПК-2	Л1.2Л3.2 Л3.3	0	ПК-2.1; ПК-2.2
2.14	Экзамен	Контроль к разделу 2	6	10	ПК-2	Л1.2	0	ПК-2.1; ПК-2.2
	Раздел	Раздел 3. Композиционные материалы с одномерными наполнителями						
3.1	Лек	Упрочнение волокнами	6	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.3Л3.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2
3.2	Лек	Армирующие вещества и их свойства	6	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1	0	ПК-2.1
3.3	Лек	Методы получения металлических КМ, армированных волокнами	6	2	ПК-2	Л1.2Л2.2Л3.1	1	Проблемная лекция; ПК-2.2

3.4	Лек	Свойства одномерноармированных КМ с полимерной матрицей	6	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1	0	ПК-2.1
3.5	Лек	Методы получения полимерных одномерноармированных КМ	6	2	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1	1	Проблемная лекция; ПК-2.2
3.6	Пр	Разработка рецептуры, определение свойств и структуры композиционного материала	6	8	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л3.3	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.1
3.7	Пр	Расчет на прочность консольного цилиндрического стержня, армированного продольными ребрами	6	8	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л3.3	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.2
3.8	Пр	Задачи на применение композиционных материалов на практике	6	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л3.3	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.1; ПК-2.2
3.9	Ср	Самостоятельная работа к разделу 3	6	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.3	0	ПК-2.1; ПК-2.2
3.10	Экзамен	Контроль к разделу 3	6	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2	0	ПК-2.1; ПК-2.2
	Раздел	Раздел 4. Двумерные композиционные материалы						
4.1	Лек	Ткани, применяемые для армирования пластиков	6	1	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.1	0	ПК-2.1
4.2	Лек	Свойства стеклянных волокон для производства тканей	6	1	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2	1	Проблемная лекция; ПК-2.1
4.3	Лек	Производство тканей из стеклянных волокон	6	1	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2	0	ПК-2.2
4.4	Лек	Маркировка стеклотканей	6	1	ПК-2	Л1.1 Л1.2	0	ПК-2.1
4.5	Лаб	Изготовление текстолитовых листовых деталей	6	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.2	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.2
4.6	Лаб	Исследование структуры композиционных материалов	6	4	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л3.2	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.1
4.7	Лаб	Определение влагопоглощения полимерных композитов	6	6	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л3.2	1	Традиционная (репродуктивная) технология; ПК-2.1
4.8	Ср	Самостоятельная работа к разделу 4	6	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3.2	0	ПК-2.1; ПК-2.2
4.9	Экзамен	Контроль к разделу 4	6	10	ПК-2	Л1.1 Л1.2	0	ПК-2.1; ПК-2.2

	Раздел	Раздел 5. Эвтектические композиционные материалы						
5.1	Лек	Эвтектические КМ на основе алюминия	6	1	ПК-2	Л1.2Л2.2Л3.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2
5.2	Лек	Эвтектические КМ на основе никеля	6	1	ПК-2	Л1.2Л2.2Л3.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2
5.3	Ср	Самостоятельная работа к разделу 5	6	2	ПК-2	Л1.2Л2.2	0	ПК-2.1; ПК-2.2
5.4	Экзамен	Контроль к разделу 5	6	2	ПК-2	Л1.2	0	ПК-2.1; ПК-2.2
	Раздел	Раздел 6. Композиционные наноматериалы						
6.1	Лек	Классификация наноматериалов	6	1	ПК-2	Л1.2 Л1.3Л2.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2
6.2	Лек	Основные области применения наноматериалов	6	1	ПК-2	Л1.2 Л1.3Л2.1	0	ПК-2.1
6.3	Ср	Самостоятельная работа к разделу 6	6	2	ПК-2	Л1.2 Л1.3Л2.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2
6.4	Экзамен	Контроль к разделу 6	6	2	ПК-2	Л1.2 Л1.3Л2.1	0	ПК-2.1; ПК-2.2

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа, лекция – дискуссия, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция – пресс-конференция, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция-консультация, занятия с применением затрудняющих условий, методы группового решения творческих задач, метод развивающейся кооперации)

Традиционная (репродуктивная) технология (преподаватель знакомит обучающихся с порядком выполнения задания, наблюдает за выполнением и при необходимости корректирует работу обучающихся)

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для защиты лабораторной работы № 1 - Приготовление порошковых материалов

1. Назовите основные способы получения порошков.
2. Каким образом рассчитываются режимы работы мельницы?
3. От чего зависит массовая производительность мельницы?
4. От чего зависит критическая частота вращения барабана?

Вопросы для защиты лабораторной работы № 2 - Определение свойств порошков

1. Дайте характеристику основных свойств порошковых материалов.
2. Опишите методику определения насыпной массы порошка.
3. Как определяется текучесть порошков?
4. Каким образом оценивают размер частиц порошков?

Вопросы для защиты лабораторной работы № 3 - Получение деталей из порошковых материалов

1. Каким образом приготавливается шихта порошкового материала?
2. Для чего в шихту добавляют пластификатор и каким образом его смешивают с порошком?
3. Опишите технологию прессования порошковых материалов.
4. Опишите технологию спекания порошковых материалов.
5. Дайте характеристику параметрам упругого последействия и усадки при спекании.

Вопросы для защиты лабораторной работы № 4 - Изготовление текстолитовых листовых деталей

1. Что представляют собой текстолиты?
2. В чем заключается отличие между термопластами и реактопластами?
3. Каким образом производится формование стеклотекстолита контактным способом?
4. Какие требования по технике безопасности необходимо соблюдать при работе с полимерными связками?

Вопросы для защиты лабораторной работы № 5 - Исследование структуры композиционных материалов

1. От чего зависит шероховатость поверхности после механической обработки стеклопластиков?
2. Какие дефекты могут образоваться после механической обработки?
3. Какие режимы обработки обеспечивают лучшее качество обработанной поверхности?
4. Какие параметры качества оцениваются при обработке полимерных композиционных материалов, армированных волокнами и тканями?

5. Каким параметром оценивается износ режущего инструмента при обработке полимерных композиционных материалов? Почему выбран именно этот параметр и от чего зависит его величина?

Вопросы для защиты лабораторной работы № 6 - Определение влагопоглощения полимерных композитов

1. Что такое влагопоглощение?
2. Что такое равновесное состояние влажности?
3. Что такое насыщенность влагой?
4. Какова минимальная продолжительность контрольного периода кондиционирования полимерных композитов, если неизвестен коэффициент диффузии?

Вопросы для защиты практической работы № 1 - Проектирование технологического процесса получения прессовки сменных многогранных пластин из твердых сплавов

1. Что такое аддитивность?
2. Каким образом выбирается оборудование для прессования?

Вопросы для защиты практической работы № 2 - Проектирование матрицы пресс-формы для прессования сменных многогранных пластин

1. От чего зависит толщина стенки пресс-формы?
2. По какому принципу производится распределение сил при прессовании?

Вопросы для защиты практической работы № 3 - Разработка рецептуры, определение свойств и структуры композиционного материала

1. Что такое удельная прочность?
2. Как выбирается армирующий компонент?
3. Как рассчитывается объемная доля компонентов?

Вопросы для защиты практической работы № 4 - Расчет на прочность консольного цилиндрического стержня, армированного продольными ребрами

1. Как производится спирально-винтовая намотка?
2. От чего зависит величина прогиба стенки?

Вопросы для защиты практической работы № 5 - Задачи на применение композиционных материалов на практике

1. Как определяется критическая длина волокон?
2. Как найти лимитирующий механизм разрушения тонкостенной детали?

6.2. Темы письменных работ

Не предусмотрено.

6.3. Фонд оценочных средств

1. Понятие, признаки и классификация КМ
2. Химические, физические и технологические свойства порошков
3. Технологические методы получения порошков
4. Твердые сплавы
5. Керамические КМ
6. Сверхтвердые материалы
7. Прессование деталей (прессовок) из порошковых материалов
8. Технология спекания порошковых материалов
9. Упрочнение волокнами
10. Армирующие вещества и их свойства
11. Методы получения металлических КМ, армированных волокнами
12. Свойства одномерноармированных КМ с полимерной матрицей
13. Методы получения полимерных одномерноармированных КМ
14. Ткани, применяемые для армирования пластиков
15. Свойства стеклянных волокон для производства тканей
16. Производство тканей из стеклянных волокон
17. Маркировка стеклотканей
18. Эвтектические КМ на основе алюминия
19. Эвтектические КМ на основе никеля
20. Классификация наноматериалов
21. Основные области применения наноматериалов

6.4. Перечень видов оценочных средств

Отчет по лабораторной работе, отчет по практической работе, экзаменационные вопросы

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Михайлин Ю.А.	Конструкционные полимерные композиционные материалы: учебное пособие	Санкт-Петербург: НОТ, 2010	25	
Л1. 2	Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Лобанов Д.В., Архипов П.В.	Свойства и применение композиционных материалов: учебное пособие	Братск: БрГУ, 2014	45	
Л1. 3	Пряхин Е. И., Вологжанин а С. А., Петкова А. П., Ганзуленко О. Ю.	Наноматериалы и нанотехнологии: учебник для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2020	1	https://e.lanbook.com/book/149303

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Воронов В.К., Ким Д. Б., Янюшкин А.С., Геращенко Л.А.	Свойства и применение наноматериалов: учебное пособие	Старый Оскол: ТНТ, 2012	30	
Л2. 2	Ибатуллина А. Р., Сергеева Е. А.	Композиционные материалы специального и технического назначения: учебное пособие	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=501013
Л2. 3	Готлиб Е. М., Галимов Э. Р., Галимова Н. Я., Шарафутдинова Э. Э., Ганиев М. М., Гумеров И. .., Юрасов С. Ю., Асташенко В. И., Беляев А. В.	Композиционные материалы на основе эпоксиполимеров для машиностроения: учебное пособие	Казань: Казанский федеральный университет (КФУ), 2016	1	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480115

7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Янюшкин А.С., Рычков Д.А., Ереско Т.Т., Петров Н.П.	Технология композиционных материалов: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2012	48	
Л3. 2	Рычков Д.А., Янюшкин А.С.	Технология композиционных материалов: лабораторный практикум	Братск: БрГУ, 2017	48	
Л3. 3	Рычков Д.А., Янюшкин А.С.	Технология композиционных материалов: практические работы	Братск: БрГУ, 2017	48	

7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN No Level
7.3.1.2	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level

7.3.1.3	Adobe Reader
7.3.1.4	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.
7.3.2 Перечень информационных справочных систем	
7.3.2.1	Национальная электронная библиотека НЭБ
7.3.2.2	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.3	
7.3.2.4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.5	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.6	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.7	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.8	«Университетская библиотека online»
7.3.2.9	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

2306	Лекционная аудитория	Учебная мебель
УМ№1	Лаборатория технологии машиностроения	Учебная мебель 1. Токарно-винторезный станок 1К62. 2. Горизонтально-фрезерный станок 6Р82Г. 3. Вертикально-сверлильный станок 2Н135. 4. Плоскошлифовальный станок 3Е711В. 5. Строгальный станок 7Б11. 6. Токарный станок 16А20Ф3. 7. Промышленный манипулятор МП-9С.01. 8. Микропроцессорное программируемое цикловое устройство МПЦУ. 9. Промышленный манипулятор МП-11.
УМ№5	Лаборатория технических средств измерения	Учебная мебель 1. Профилограф-профилометр «Абрис-ПМ7». 2. Многофункциональный электронный программируемый универсальный переносной твердомер ТЭМП-2у. 3. Микроскопы МБС-10. ММУ-3, ИМЦЛ 4. Комплекс измерительный КИ-502.
2201	читальный зал №1	Учебная мебель Оборудование 10- ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP Laser Jet P2055D
2306	Лекционная аудитория	Учебная мебель
2306	Лекционная аудитория	Учебная мебель

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Лабораторная работа № 1

Приготовление порошковых материалов

Цель работы: освоить технологию получения порошков методом механического дробления в шаровой мельнице.

Порядок выполнения работы:

1. Определить параметры шаровой мельницы: диаметр барабана, диаметры мелющих шаров, коэффициент заполнения мельницы.
2. Рассчитать режимы работы мельницы: скорость вращения барабана и время измельчения.
3. Поместить в мельницу стружку из силумина (Al – Si) в количестве достаточном для измельчения.
4. Провести измельчение в течение 30 минут, после чего взять пробу полученного порошка и измерить средний размер частиц.
5. Продолжать измельчение еще 60 минут, после чего извлечь порошок из мельницы и снова измерить средний размер частиц.
6. Провести измельчение мелкодисперсного порошка оксида алюминия (Al₂O₃) в течение 60 минут. Измерить размер частиц до и после измельчения.

Оборудование и инструмент:

1. Шаровая мельница с мелющими шарами.
2. Весы электронные.
3. Токарный станок 1К62.
4. Микроскоп.
5. Штангенциркуль.
6. Емкость для хранения порошка.
7. Стружка алюминиевого сплава с кремнием (Al – Si).

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.

4. Оборудование и инструмент.
5. Эскиз мельницы с расстановкой размеров.
6. Результаты работы оформить в виде табл. 1.2.
7. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 2

Определение свойств порошков

Цель работы: научиться определять свойства порошковых материалов, таких как насыпная масса, насыпной объем, текучесть и размер частиц.

Порядок выполнения работы:

1. Определить насыпную массу порошков оксида алюминия (Al_2O_3) и силумина ($Al - Si$).
2. Определить насыпной объем порошков оксида алюминия (Al_2O_3) и силумина ($Al - Si$).
3. Определить текучесть порошков оксида алюминия (Al_2O_3) и силумина ($Al - Si$).
4. Определить размер частиц порошков оксида алюминия (Al_2O_3) и силумина ($Al - Si$).

Оборудование и инструмент:

1. Колба для порошка.
2. Воронка с отверстием $d = 5$ мм.
3. Весы электронные.
4. Секундомер.
5. Микроскоп.
6. Измельченные порошки оксида алюминия (Al_2O_3) и силумина ($Al - Si$), полученные в лабораторной работе № 1.

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Оборудование и инструмент.
5. Описание методов измерения свойств порошков.
6. Результаты работы оформить в виде табл. 2.1.
7. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 3

Получение деталей из порошковых материалов

Цель работы: освоить технологию получения деталей из порошковых композиционных материалов.

Порядок выполнения работы:

1. Приготовить шихту порошкового материала, состоящую из порошка оксида алюминия (Al_2O_3) – 75 %, и порошка силумина ($Al - Si$) – 25 %. Процентное содержание отражает объемную долю компонентов в шихте.
2. Добавить 10 % пластификатора (парафин). Парафин растворить в бензине, смешать с шихтой и выпаривать на водяной бане до полного высыхания шихты.
3. Рассчитать насыпную массу полученной шихты.
4. Спрессовать порошок в пресс-форме с выдержкой давления в течение 15 минут и последующей допрессовкой длительностью 5 минут.
5. Извлечь прессовку из пресс-формы, измерить размеры детали и ее массу, сравнить с размерами пресс-формы и рассчитать коэффициент упругого последействия.
6. Произвести спекание полученной прессовки в печи при температуре 900 °С.
7. Снять размеры детали после спекания, сравнить их с размерами прессовки и рассчитать коэффициент усадки.

Оборудование и инструмент:

1. Колба для порошка.
2. Воронка с отверстием $d = 5$ мм.
3. Весы электронные.
4. Секундомер.
5. Пресс-форма.
6. Муфельная печь.
7. Микрометр 0 – 25 мм.
8. Парафин.
9. Бензин.
10. Порошок алюминия (Al).
11. Измельченные порошки оксида алюминия (Al_2O_3) и силумина ($Al - Si$), полученные в лабораторной работе № 1.

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Оборудование и инструмент.
5. Эскиз пресс-формы с размерами.
6. Расчет величин упругого последействия и усадки при спекании.
7. Эскиз детали после прессования и после спекания с расстановкой размеров.
8. Результаты работы оформить в виде табл. 3.1.
9. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 4**Изготовление текстолитовых листовых деталей**

Цель работы: освоить технологию изготовления текстолитовых листовых деталей на примере производства стеклотекстолита.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить исходные компоненты: стеклоткань и пропиточный материал.
2. Произвести сборку слоев композита.
3. С помощью приспособления спрессовать слои и оставить до полного затвердевания, излишки пропиточного материала удалить.
4. С помощью микроскопа изучить структуру полученного композита. Для этого вырезать образец размером $10 \times 10 \times 10$ перпендикулярно слоям. Сделать фотографии поверхности при увеличении на микроскопе.

Оборудование и инструмент:

1. Микроскоп.
2. Стеклоткань.
3. Эпоксидная смола и отвердитель.
4. Приспособление для прессования листовых деталей.
5. Средства личной безопасности при работе с эпоксидными смолами (перчатки, очки, респиратор).

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Оборудование и инструмент.
5. Схема прессования.
6. Снимки поверхности образцов при увеличении.
7. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 5**Исследование структуры композиционных материалов**

Цель работы: изучить структуру композиционных материалов с порошковыми, волокнистыми и ткаными наполнителями.

Порядок выполнения работы:

1. Вырезать образцы для микроскопических исследований размером $10 \times 10 \times 10$ мм.
2. С помощью микроскопа изучить поперечный и продольный разрезы образцов.
3. Сделать фотографии поверхности при увеличении на микроскопе.

Оборудование и инструмент:

1. Микроскоп.
2. Фотоаппарат.
3. Профиль из крупнозернистого порошкового материала (шлифовальный круг).
4. Профиль круглый с полимерной матрицей, армированной стеклянными волокнами.
5. Профиль листовой, армированный стеклотканью.

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Оборудование и инструмент.
5. Снимки поверхности образцов при увеличении.
6. Выводы по работе.

Лабораторная работа № 6**Определение влагопоглощения полимерных композитов**

Цель работы: освоить методику определения влагопоглощения и равновесного состояния полимерных композитов.

Порядок выполнения работы:

1. Получить образцы композиционных полимерных материалов из СТЭФ-1, ДСтП-П1 и детали, полученной в лабораторной работе №4. Размеры образцов $10 \times 10 \times 10$ мм.
2. Измерить влагопоглощение образцов по методике, представленной в ГОСТ Р 56762-2015.
3. Построить график влагопоглощения исследованных композитов.

Оборудование и инструмент:

1. Весы аналитические с точностью 0,01 г.
2. Печь для высушивания образцов.
3. Гигроскопическая ткань.
4. Емкость для жидкости с возможностью удерживания теплоты (термос).
5. Термометр.

Структура и содержание отчета:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Порядок выполнения работы.
4. Оборудование и инструмент.
5. Протокол испытаний по форме табл. 6.1.
6. График влагопоглощения исследованных образцов.

7. Выводы по работе.

Методические указания по выполнению практических работ

Практическое занятие №1

Проектирование технологического процесса получения прессовки сменных многогранных пластин из твердых сплавов

Цель работы:

получение навыков проектирования технологического процесса изготовления изделий из порошковых материалов.

Задание: спроектировать процесс получения сменной многогранной пластины из твердого сплава методом порошковой металлургии, размеры, материал и форма которой соответствуют выданному преподавателем варианту задания.

Порядок выполнения:

1. Рассчитать высоту загрузочной камеры.
2. Рассчитать размеры рабочей полости пресс-формы.
3. Рассчитать диаметр стержня.
4. Определить высоту спрессованной детали.
5. Определить усилие прессования и выбрать оборудование.

Форма отчетности:

Отчет по практическому занятию должен содержать: цель, задание, расчеты всех необходимых этапов, выводы.

Практическое занятие №2

Проектирование матрицы пресс-формы для прессования сменных многогранных пластин

Цель работы:

получение навыков проектирования технологической оснастки для изготовления изделий из порошковых материалов.

Задание: спроектировать конструкцию матрицы пресс-формы по результатам расчетов, полученных в практической работе № 1 настоящих методических указаний.

Порядок выполнения:

1. Распределить силы, действующие на стенки пресс-формы.
2. Рассчитать силу реакции стенки R.
3. Определить толщину стенки пресс-формы.
4. Определить габаритные размеры матрицы.

Форма отчетности:

Отчет по практическому занятию должен содержать: цель, задание, расчеты всех необходимых этапов, выводы.

Практическое занятие №3

Разработка рецептуры, определение свойств и структуры композиционного материала

Цель работы:

получение навыков проектирования свойств и структуры композиционного материала.

Задание: спроектировать стержень, работающий под нагрузкой на растяжение и выполненный из композиционного материала с хаотично-армированными дискретными волокнами.

Порядок выполнения:

1. Выбрать материал матрицы и волокон двухкомпонентного хаотично армированного дискретного композита.
2. Дать оценку энергоемкости (W) изготовления возможных вариантов проектирования материала.
3. Для спроектированного композита рассчитать удельную прочность.

Форма отчетности:

Отчет по практическому занятию должен содержать: цель, задание, расчеты всех необходимых этапов, выводы.

Практическое занятие №4

Расчет на прочность консольного цилиндрического стержня, армированного продольными ребрами

Цель работы:

получение навыков прочностного расчета армированных конструкций.

Задание: произвести расчет стержня на прочность и определить деформацию нагруженного участка (рис. 4.1). Стенка стержня является трехслойной и состоит из несущих слоев и легкого наполнителя – пенопласта. Несущие слои образованы из углепластика намоткой элементарных спиральных слоев с углами армирования толщиной m , и кольцевых слоев толщиной m . Стержень усилен 12 одинаковыми продольными ребрами. Материал продольных ребер представляет собой композит, состоящий из двух компонентов в соответствии с вариантом задания.

Порядок выполнения:

1. Рассчитать жесткость стенки стержня.
2. Рассчитать напряжение и сдвигающие усилия в стержне.
3. Рассчитать прогиб стержня.

Форма отчетности:

Отчет по практическому занятию должен содержать: цель, задание, расчеты всех необходимых этапов, выводы.

Практическое занятие №5

Задачи на применение композиционных материалов на практике

Цель работы:

получение навыков расчета на прочность изделий из композиционных материалов.

Задача 1. Бетон состоит из 60% известнякового наполнителя и 40% цементной массы. Определите модуль упругости бетона, если E известняка и цементной массы равны 63 и 25 ГПа соответственно.

Задача 2. Объемная доля волокон в однонаправленном композите равна 38 %. Определите модули упругости E_{KM} // (параллельно волокнам) и $E_{KM} \perp$ (перпендикулярно волокнам) для композиционного материала, компоненты которого необходимо выбрать из табл. П.3.2 прил. 3 в соответствии с вариантом задания. Модули упругости волокон и матрицы даны в табл. П.3.1 прил. 3.

Задача 3. Объемная доля высокопрочных углеродных волокон в однонаправленном углепластике на основе эпоксидной матрицы равна 60%. Определите прочность композита при растяжении. Предел текучести матрицы при растяжении $\sigma = 40$ МПа, прочность волокон $\sigma = 2700$ МПа.

Задача 4. Композитный материал, используемый для ремонта автомобиля, состоит из случайно ориентированных коротких стеклянных волокон и полиэфирной матрицы. Определите критическую длину волокон и максимальную вязкость разрушения G_c композита. Предполагается, что степень армирования равна 30%; диаметр волокон 15 мкм; предел прочности волокон 1400 МПа, а прочность матрицы при сдвиге равна 30 МПа.

Задача 5. Требуется спроектировать герметичный корпус глубоководного батискафа, выдерживающего давление в 200 МПа. Герметичный корпус представляет собой тонкостенную сферу с радиусом $r = 1$ м и постоянной толщиной стенки t . Возможны два механизма разрушения сферы:

- 1) потери устойчивости под действием внешнего давления
- 2) разрушения или инициализации пластического течения материала при сжимающем давлении

Определите лимитирующий механизм разрушения для каждого из этих материалов (этот механизм разрушения соответствует наибольшему из двух значений t). Каков оптимальный материал для изготовления герметичного корпуса батискафа? Каковы будут масса, толщина стенок и лимитирующий механизм разрушения корпуса?

Порядок выполнения:

1. Выполнить задачи.

Форма отчетности:

Отчет по практическому занятию должен содержать: цель, задание, расчеты всех необходимых этапов, выводы.

Методические указания для самостоятельной работы:

1. Проработать рекомендуемые источники, основную и дополнительную литературу по изучаемому вопросу с целью углубления, систематизации и расширения полученных знаний;
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к лабораторной работе и практическому занятию:

проработка лекционного материала, основной и дополнительной литературы. Конспектирование прочитанных литературных источников.