

О. В. Артамонова, М. А. Шведова

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТВЕРДЕНИЯ

О. В. Артамонова, М. А. Шведова

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТВЕРДЕНИЯ**

Учебное пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2024

УДК 546
ББК 24.1
А86

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор РАН, заведующая кафедрой материаловедения и технологии материалов, директор Инновационного научно-образовательного и опытно-промышленного центра наноструктурированных композиционных материалов Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова *Строкова В. В.*;

д-р техн. наук, первый заместитель руководителя ЦФО «Наука и технологии» АО «Институт «Оргэнергострой», профессор кафедры строительного материаловедения Национального исследовательского Московского государственного строительного университета
Коротких Д. Н.

Артамонова, О. В.

А86 Инструментальные методы исследования неорганических систем твердения : учебное пособие / О. В. Артамонова, М. А. Шведова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 112 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1931-4

Представлены теоретические основы некоторых инструментальных методов исследования наноразмерных систем и неорганических систем твердения. Рассмотрены вопросы применения метода лазерной дифракции для установления формы и распределения наночастиц по размерам, а также методы порошковой рентгеновской дифракции, электронной зондовой и растровой микроскопии для изучения фазового состава и параметров микроструктуры неорганических систем твердения. По каждой теме представлены практические работы, а также вопросы для самостоятельной подготовки.

Предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению 18.03.01 «Химическая технология», 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», аспирантов, обучающихся по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства». Может быть полезно студентам химических, инженерных и технических специальностей при изучении дисциплины «Физико-химические методы анализа», «Инструментальные методы анализа».

УДК 546
ББК 24.1

ISBN 978-5-9729-1931-4

© Артамонова О. В., Шведова М. А., 2024
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2024
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

Оглавление

Введение	5
Глава 1. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТВЕРДЕНИЯ И КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ	6
1.1. Особенности формирования структуры композиционных материалов.....	6
1.2. Эволюционная модель образования твердого вещества и условия управления структурообразованием новой фазы	10
Вопросы для самостоятельной подготовки	16
Глава 2. МЕТОД СТАТИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ЧАСТИЦ	17
2.1. Физические основы рассеяния электромагнитного излучения	17
2.2. Упругое рассеяние.....	18
2.2.1. Метод лазерной дифракции света	20
2.3. Подготовка образцов для проведения исследования	21
2.4. Аналитические задачи	22
Вопросы для самостоятельной подготовки	26
Глава 3. МЕТОД ПОРОШКОВОЙ РЕНТГЕНОВСКОЙ ДИФРАКЦИИ	27
3.1. Введение в рентгеновскую дифракцию	27
3.2. Основные физические принципы рентгеновской дифракции	28
3.3. Основные понятия кристаллографии	29
3.4. Формирование порошковой дифрактограммы.....	32
3.5. Подготовка образцов для исследования	33
3.6. Аналитические задачи	35
3.6.1. Качественный фазовый анализ (идентификация вещества по межплоскостным расстояниям).....	35
3.6.2. Количественный фазовый анализ.....	39
Вопросы для самостоятельной подготовки	44
Глава 4. МЕТОДЫ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ.....	45
4.1. Введение в электронную микроскопию.....	45
4.2. Основные физические принципы сканирующей зондовой микроскопии	45
4.3. Основные физические принципы растровой (сканирующей) электронной микроскопии	48

4.3.1. Разрешающая способность микроскопа	51
4.3.2. Рекомендации по получению изображений методом растровой электронной микроскопии	52
4.4. Подготовка образцов для микроскопических исследований	53
4.5. Аналитические задачи электронной микроскопии.....	54
4.5.1. Анализ микрорельефа поверхности объектов	54
4.5.2. Анализ микроструктуры объектов	57
Вопросы для самостоятельной подготовки	60
Глава 5.	
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ	61
<i>Практическая работа 1.</i> Синтез наноразмерных частиц SiO ₂ золь-гель методом, определение их размеров методом лазерной дифракции	61
<i>Практическая работа 2.</i> Определение фазового состава, размера частиц и параметров решетки наноразмерных композиций на основе ZrO ₂	65
<i>Практическая работа 3.</i> Определение фазового состава и степени гидратации наномодифицированного цементного камня.....	70
<i>Практическая работа 4.</i> Исследование микрорельефа поверхности цементного камня методом сканирующей зондовой микроскопии	73
<i>Практическая работа 5.</i> Исследование микроструктуры цементного камня методом растровой электронной микроскопии.....	77
Заключение.....	80
Литература	81
Приложение	85