

666. 94

Б 24

Г. Н. Шабанова, С. М. Логвинков,
А. Н. Корогодская, Е. В. Христинич,
М. Ю. Иващенко, О. В. Костыркин

БАРИЙСОДЕРЖАЩИЕ ТУГОПЛАВКИЕ МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Министерство образования и науки Украины
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«Харьковский политехнический институт»

Г. Н. Шабанова, С. М. Логвинков,
А. Н. Корогодская, Е. В. Христич,
М. Ю. Иващенко, О. В. Костыркин

**БАРИЙСОДЕРЖАЩИЕ ТУГОПЛАВКИЕ
МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Монография

Харьков
2018

УДК 666.946

ББК 35.41

Ш 12

Рецензенты:

А. А. Плугин, доктор технических наук, профессор (УкрГУЖТ).

Ф. В. Новиков, доктор технических наук, профессор (ХНЭУ им. С. Кузнеця).

Публикуется по решению Ученого совета НТУ «ХПИ», протокол № 5 от 25.05.2018 г.

Шабанова Г. Н.

Ш 12 Барийсодержащие тугоплавкие материалы специального назначения: монография / Г. Н. Шабанова, С. М. Логвинков, А. Н. Корогодская и др. - Х.: ФЛП Бровин А. В., 2018. –292 с. (на русском языке)
ISBN 978-617-7555-99-4

Разработаны ферромагнитные, пьезо- и сегнетоэлектрические материалы с заданным комплексом физико-механических и физико-технических характеристик, которые регулируются технологическими параметрами, на основе композиций барийсодержащих оксидных систем.

Предназначено для научных сотрудников, аспирантов и студентов, специализирующихся в области тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Авторские права защищены.

УДК 666.946

ISBN 978-617-7555-99-4

© Г. Н. Шабанова, С. М. Логвинков,
А. Н. Корогодская, Е. В. Христич,
М. Ю. Ивашенко, О. В. Костыркин, 2018
© НТУ «ХПИ», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1	
ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕРРО-, ПЬЕЗО- И СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	5
1.1 Характеристика материалов для защиты от ионизирующего излучения.....	5
1.2 Сегнетоэлектрические материалы и анализ перспектив их применения.....	12
1.3 Характерные структурные особенности сегнетокерамических материалов.....	19
1.4 Определяющие свойства керамических сегнетоэлектриков.....	22
ГЛАВА 2	
МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
ГЛАВА 3	
ИСХОДНЫЕ СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАРИЙСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	34
ГЛАВА 4	
СИНТЕЗ БАРИЙСОДЕРЖАЩИХ ЦЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИЙ СИСТЕМЫ BaO - Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	37
4.1 Субсолидусное строение системы BaO - Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	37
4.2 Термодинамический анализ твердофазных реакций в системе BaO - Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	40
4.3 Теоретические и экспериментальные исследования возможности существования тройных соединений в системе BaO - Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	54
4.4 Геометро-топологическая характеристика фаз системы BaO - Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	60
4.5 Оценка температур и составов эвтектик в бинарных и тройных псевдосечениях системы BaO - Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	63

4.6 Оптимизация составов барийсодержащих цементов.....	68
4.7 Исследование процессов фазообразования специальных цементов на основе гексаферрита и моноалюмината бария.....	75
4.8 Исследование продуктов твердения барийсодержащего цемента и процессов гидратации.....	87
4.9 Разработка композиционных материалов на основе барийсодержащего цемента.....	93
4.9.1 Физико-технические свойства разработанного барийсодержащего цемента.....	94
4.9.2 Гексаферрит бария как наполнитель при производстве защитных бетонов.....	96
4.9.3 Получение защитных бетонов на основе разработанного барийсодержащего цемента.....	99
4.9.4 Исследование защитных свойств барийсодержащего цемента и бетона на его основе.....	105

ГЛАВА 5

СИНТЕЗ БАРИЙСОДЕРЖАЩИХ СЕГНЕТО-И ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИЙ СИСТЕМЫ ВаО - Al ₂ O ₃ - TiO ₂	109
5.1 Термодинамическая оценка возможности протекания твердофазных реакций в системе ВаО - Al ₂ O ₃ - TiO ₂	110
5.2 Изучение системы ВаО - Al ₂ O ₃ - TiO ₂ по разрезу ВаAl ₂ O ₄ - ВаTiO ₃	114
5.3 Расчет теоретических температур ликвидуса и изучение температур фазовых переходов ВаTiO ₃ в системе ВаО - Al ₂ O ₃ - TiO ₂	116
5.4 Процессы, происходящие при обжиге сырьевой смеси алюмотитанобариевого цемента.....	122
5.5 Кинетика синтеза алюмотитанобариевого клинкера.....	127
5.6 Изучение физико-механических свойств алюмотитанобариевого цемента.....	135
5.7 Исследование электрофизических свойств алюмотитанобариевого цемента.....	139
5.8 Исследование процессов гидратации и продуктов твердения алюмотитанобариевого цемента.....	146

5.9 Применение алюмотитанобариевого цемента.....	156
5.9.1 Изготовление мишеней из алюмотитанобариевого цемента и испытание их в вакуумной установке напыления типа УРМ 3279013.....	156
5.9.2 Получение и исследование свойств алюмотитанобариевого бетона.....	159
5.9.2.1 Подбор оптимального гранулометрического состава заполнителя для бетона.....	160
5.9.2.2 Влияние некоторых технологических факторов на физико-механические свойства бетона.....	164
5.9.2.3 Исследование электрофизических свойств алюмотитанобариевого бетона.....	165
5.9.3 Испытания пьезоэлектрического датчика импульсов силы, изготовленного на основе алюмотитанобариевого бетона.....	167

ГЛАВА 6

СИНТЕЗ БАРИЙСОДЕРЖАЩИХ СЕГНЕТОКЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИЙ СИСТЕМЫ

ВаО - 8Ю - ТЮ ₂	170
6.1 Строение бинарных подсистем системы ВаО - 5Ю - ТЮ ₂	170
6.2 Теоретические и экспериментальные исследования системы ВаО - ЪгО - ТЮ ₂	176
6.2.1 Расчет термодинамических характеристик для соединений системы ВаО - \$гО - ТЮ ₂	177
6.2.2 Термодинамический анализ фазовых равновесий в системе ВаО - - ТЮ ₂	184
6.3 Оценка температур и составов эвтектик в системе ВаО - 8гО - ТЮ ₂	191
6.4 Синтез и исследование сегнетокерамических материалов.....	198
6.4.1 Общие параметры синтеза сегнетоэлектрических материалов.....	198
6.4.2 Изучение технологических особенностей синтеза сегнетокерамических материалов.....	202
6.4.2.1 Выбор вариантов массоподготовки сырьевой смеси.....	203

6.4.2.2	Определение рациональных методов формирования и режимов обжига.....	204
6.4.2.3	Установление вида и количества добавок, эффективно модифицирующих структурнозависимые свойства материалов.....	205
6.5	Исследование фазового состава и микроструктуры синтезированных материалов.....	219
6.6	Анализ влияния химического состава материалов на электрофизические свойства.....	234
6.7	Физико-механические свойства исследуемых материалов.....	243
6.8	Особенности подготовки поверхности и нанесения электродов.....	245
6.9	Дополнительные технологические операции по повышению пробивного напряжения.....	247
6.10	Конструкторско-технологическая разработка пресс-формы и оснастки для изготовления элемента формирующей линии электромагнитных волн высокой напряженности.....	251
6.11	Изготовление опытных элементов и определение их эксплуатационных свойств.....	253
6.12	Тонкопленочная технология напыления аэрозолей порошков сегнетокерамики.....	255
6.13	Сегнетомагнитные композитные материалы на основе разработанных составов.....	258
	ВЫВОДЫ	262
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	268