

666.1
С 87

Л. А. Брагіна, О. В. Саввова
О. В. Бабіч, Ю.О. Собо́ль

**Структура
та
властивості
склокристалічних
матеріалів**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

**СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ
СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Монографія

Харків 2016

УДК 666.266.6

ББК 35.41

С 202*

Публікується за рішенням вченої ради університету, протокол № 2 від 26.02.15

Рецензенти:

В. І. Голеус, д-р техн. наук, проф. Державного вищого навчального закладу
«Український державний хіміко-технологічний університет»

О. Ю. Федоренко, д-р техн. наук, проф. Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

Автори: Брагіна Л. Л., Саввова О. В., Бабіч О. В., Соболев Ю. О.

Брагіна Л.Л.

Б 87 Структура та властивості склокристалічних матеріалів: монографія
/ Л. Л. Брагіна, О. В. Саввова, О. В. Бабіч, Ю. О. Соболев. - Х.: ООО «Компанія СМІТ», 2016. - 253 с. '

ISBN 978-617-621-062-7

Викладено історію, сучасний стан та перспективи розвитку склокристалічних матеріалів. Розглянуто теоретичні аспекти процесів кристалізації склоподібних матеріалів та наведено опис особливостей технології одержання ситалів різного фазового складу. Надано характеристику типам склокристалічних матеріалів і можливі сфери їх застосування.

Призначено для студентів, аспірантів ВНЗ хіміко-технологічних спеціальностей та наукових співробітників.

УДК 666.266.6

ББК 35.41

ISBN 978-617-621-062-7

© Брагіна Л. Л., Саввова О. В.,
Бабіч О. В., Соболев Ю. О., 2016
© ООО «Компанія Сміт», 2016

ЗМІСТ

<i>Передмова</i>	8
<i>Вступ</i>	10
<i>Список скорочень</i>	12
РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	13
1.1. Створення та сучасний стан розробок склокристалічних матеріалів.....	13
1.1.1. Склокристалічні матеріали в матеріалознавстві.....	13
1.1.2. Попередники ситалів.....	15
1.2. Основні властивості ситалів і галузі їх застосування.....	20
1.2.1. Класифікація ситалів.....	20
1.2.2. Властивості ситалів.....	23
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОЦЕСІВ КРИСТАЛІЗАЦІЇ СКЛОПОДІБНИХ ТА СКЛОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	62
2.1. Кристалізаційна здатність скла.....	62
2.2. Направлена кристалізація скла.....	64
2.2.1. Утворення центрів кристалізації.....	65
2.2.2. Ріст кристалів.....	70
2.3. Каталізатори кристалізації.....	71
2.3.1. Механізм дії каталізаторів.....	72
2.3.2. Металеві каталізатори.....	73
2.3.3. Оксидні та інші каталізатори.....	74
2.4. Ліквідаційні явища в склоутворюючих системах.....	85
2.4.1. Механізм розшарування.....	85
2.4.2. Роль ліквідації у процесі зародження кристалічної фази.....	86
2.4.3. Макроліквідація.....	92
2.4.4. Мікроліквідація в оксидних системах.....	93

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНІ СИТАЛИ.....	9'
3.1. Ситали кордієритового складу.....	97
3.1.1. Склад і властивості ситалів кордієритового складу.....	97
3.1.2. Каталізатори кристалізації при отриманні кордієритових ситалів.....	97
3.1.3. Вплив режиму термообробки і в'язкості на кристалізаційну здатність кордієритових ситалів.....	101
3.1.4. Сучасні способи одержання та використання кордієритових ситалів.....	102
3.1.5. Застосування шпінельної, енстатитової і гексацельзіанової склокераміки.....	106
3.2. Ситали сподуменового складу.....	107
3.2.1. Склади і властивості ситалів сподуменового складу.....	107
3.2.2. Вплив каталізаторів на властивості ситалів сподуменового складу.....	109
3.2.3. Сфери застосування сподуменових ситалів.....	113
3.3. Висококремнеземні ситали	118
3.4. Свинцевмісні ситали.....	119
3.5. Ситалоцементи.....	121
3.5.1. Свинцевмісні ситалоцементи.....	121
3.5.2. Анортитові ситалоцементи.....	122
3.5.3. Актуальні області застосування ситалоцементів.....	123
3.6. Прозорі ситали.....	124
3.6.1. Прозорі ситали у видимій частині спектра.....	124
3.6.2. Прозорі ситали в інфрачервоній області спектра.....	130
3.7. Ситали, які поглинають нейтрони.....	132
3.8. Ситали для конденсаторів.....	132
3.8.1. Ситали для конденсаторів на основі системи BaO - Al ₂ O ₃ - TiO ₂ - SiO ₂	132
3.8.2. Ситали для конденсаторів на основі стекол системи PbTiO ₃ -PbO-V ₂ O ₃	134

3.8.3. Ситали для конденсаторів на основі ніобатних і лантаноборогерманатних стекл.....	134
3.8.4. Барій- та стронційвмісні ситали електроізоляційного призначення.....	135
3.9. Слодосклокераміка.....	137
3.10. Кольорові ситали.....	140
3.10.1. Суцільне забарвлення.....	140
3.10.2. Поверхнєве декорування.....	140
3.11. Фотоситали.....	142
3.11.1. Основи отримання фотоситалів.....	142
3.11.2. Фотографічний процес.....	144
3.11.3. Механізм світлочутливості.....	145
3.12. Ситали, стійкі до опромінення.....	146
3.12.1. Ситали, стійкі до жорсткого іонізуючого опромінення.....	146
3.12.2. Ситали, стійкі до електромагнітного опромінення.....	147
3.12.3. Ситали, стійкі до мікрохвильового опромінення.....	147
3.13. Воластонітові ситали.....	148
3.13.1. Високоміцні воластонітові ситали.....	148
3.13.2. Воластонітвмісні ситали медичного призначення.....	151
3.13.3. Декоративні воластонітові склокристалічні матеріали.....	151
3.14. Піносклокераміка.....	152
3.14.1. Способи отримання піноскла.....	152
3.14.2. Особливості технології отримання піносклокераміки.....	153
3.14.3. Пориста склокераміка на основі відходів.....	157
3.15. Карбідокремнієва склокераміка.....	159
3.16. Феромагнітна склокераміка.....	159
3.17. Функціонально-градієнтні склокерамічні матеріали.....	160
3.18. Склокерамічні композиційні матеріали, зміцнені волокнами SiC.....	161
3.19. Цинквмісна склокераміка.....	162

3.20. Кальційфосфатна склокераміка.....	163
3.21. Склокераміка, яка містить рідкоземельні елементи.....	164
3.22. Високовогнетривкі ситали.....	164
РОЗДІЛ 4. СИТАЛИ НА ОСНОВІ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ І ГІРСЬКИХ	
ПОРІД.....	165
4.1. Загальні положення синтезу ситалів на основі промислових відходів і гірських порід.....	165
4.1.1. Основні види ситалів на основі промислових відходів і гірських порід.....	165
4.1.2. Вимоги до складів стекол і технологічних особливостей одержання шлако- і петроситалів.....	167
4.2. Шлакоситали.....	168
4.2.1. Види і характеристика шлаків, які використовуються при отриманні шлакоситалів.....	168
4.2.2. Основні напрямки розвитку та розробки шлакоситалів.....	169
4.2.3. Сучасні способи підвищення технологічних властивостей шлакоситалів.....	174
4.2.4. Основні області застосування шлакоситалів.....	179
4.3. Золоситали.....	182
4.3.1. Характеристика паливних шлаків і зол, які використовуються при отриманні золоситалів.....	182
4.3.2. Перспективні напрямки синтезу золоситалів.....	183
4.3.3. Вплив структурних та технологічних факторів на фізико-хімічні властивості золоситалів.....	186
4.4. Петроситали.....	188
4.4.1. Петроситали на основі вивержених порід.....	188
4.4.2. Петроситали на основі осадових і метаморфічних порід.....	194
4.4.3. Застосування кам'яного лиття при отриманні петроситалів.....	199
4.5. Склокераміка з відходів виробництва цементу.....	201
4.6. Склокераміка з використанням гальванічного шламу.....	201

4.7. Склокераміка на основі відходів виробництва скла.....	203
4.8. Склокераміка для іммобілізації радіоактивних відходів (РАВ).....	205
4.8.1. Критерії вибору скла і кераміки для іммобілізації радіоактивних відходів.....	205
4.8.2. Оскловані відходи.....	206
4.8.3. Застосування склокераміки, керметів при осклуванні радіоактивних відходів.....	210
ДОДАТКИ.....	214
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	217