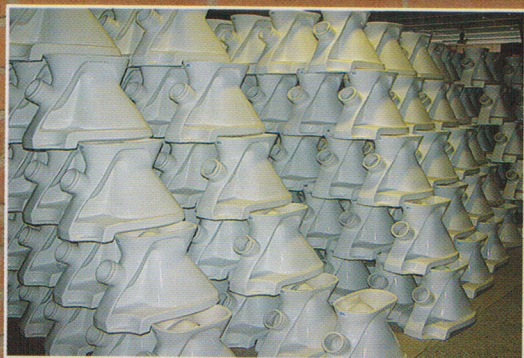
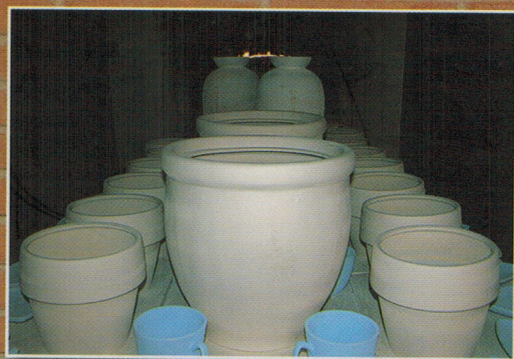
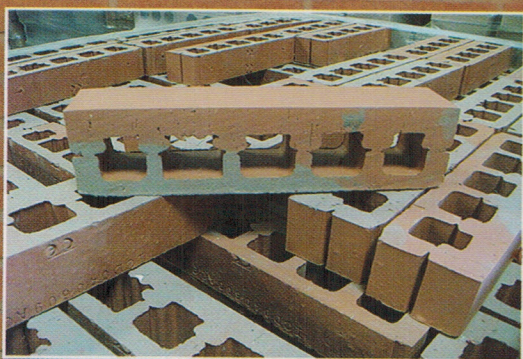


Н.Т. Андрианов, В.Л. Балкевич, А.В. Беляков, А.С. Власов,
И.Я. Гузман, Е.С. Лукин, Ю.М. Мосин, Б.С. Скидан

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМИКИ

Под редакцией проф. И.Я. Гузмана



Н.Т. Андрианов, В.Л. Балкевич, А.В. Беляков, А.С. Власов, И.Я. Гузман, Е.С. Лукин, Ю.М. Мосин, Б.С. Скидан

Химическая технология керамики: Учеб. пособие для вузов / Под ред. И.Я. Гузмана. — М.: ООО РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ», 2012. — 496 с., ил.

Рецензенты: кафедра химической технологии тонкой технической керамики Санкт-Петербургского технологического института (технического университета);

кафедра химической технологии огнеупоров Санкт-Петербургского технологического института (технического университета);

д. т. н., проф. Б. С. Черепанов

В пособии освещены вопросы современного состояния технологии основных видов керамических изделий строительного, хозяйственно-бытового и технического назначения, а также различных видов огнеупоров.

Поскольку книга соответствует программе общего курса химической технологии керамики и огнеупоров при наличии также курсов соответствующих специализаций, то в ней главное внимание уделено основным процессам технологии керамики и ее свойствам. Подробно изложены характеристика различных видов сырья, проблемы подготовки керамических масс различного вида и их формование различными методами, особенности механизмов спекания, а также дополнительные виды обработки керамики: металлизация, глазурирование, декорирование, механическая обработка.

Детально описаны свойства керамических изделий — механические, деформационные, теплофизические, электрофизические, в том числе при высоких температурах.

Разделы, связанные с технологией конкретных изделий различного назначения, изложены без подробностей с учетом того, что это относится к курсам специализаций.

Учебное пособие рассчитано на студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» и может быть использовано также специалистами, работающими в области технологии керамики и огнеупоров.

При написании учебного пособия авторы стремились учесть развитие и совершенствование методов керамической технологии и углубление ее научных основ, с тем чтобы объективно отразить их современное состояние. С этой целью включено описание техногенного сырья, химических методов получения высококачественных активных порошков, деформационно-механических и электрофизических свойств керамических изделий, столь важных при их использовании.

В настоящем пособии написаны: Н.Т. Андриановым – гл. 2, разд. 5.2.3, 5.2.4; В.Л. Балкевичем – разд. 3.7.6, 5.1, 5.2.1, 5.2.2, гл. 7; А.В. Беляковым – разд. 3.2, 4.6, 4.7, 7.3; А.С. Власовым – разд. 4.2–4.4, 9.3; И.Я. Гузманом – гл. 1, разд. 3.7.2, 3.7.3, 4.1, гл. 6, разд. 9.1, 9.2, 9.4; Е.С. Лукиным – разд. 3.6, гл. 8; Ю.М. Мосиным – разд. 3.1, 3.3–3.5, Б.С. Скиданом – разд. 3.7.1, 3.7.4, 3.7.5, 4.5.

Доработку разделов, написанных В.Л. Балкевичем, выполнили А.С. Власов и И.Я. Гузман.

Авторы выражают глубокую благодарность рецензентам – кафедрам химической технологии тонкой технической керамики и химической технологии огнеупоров Санкт-Петербургского технологического института, а также профессору Б.С. Черепанову – за ценные критические замечания.

Авторский коллектив

Содержание

Предисловие	3
Глава первая	
ВВЕДЕНИЕ	5
1.1. Краткая история развития производства керамики	5
1.2. Классификация керамических изделий	11
Глава вторая	
СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИКИ	13
2.1. Природное сырье	14
2.1.1. Глины	14
2.1.2. Кремнеземное сырье	26
2.1.3. Полевошпатовое сырье и его заменители	28
2.1.4. Карбонаты кальция, магния, бария и стронция	30
2.1.5. Другие природные материалы	32
2.2. Искусственное сырье	35
2.2.1. Оксиды металлов	36
2.2.2. Бескислородные тугоплавкие соединения	40
2.3. Техногенное сырье	40
Глава третья	
ОСНОВЫ ПРОЦЕССОВ ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИКИ	47
3.1. Зерновой состав и измельчение компонентов	48
3.1.1. Характеристика зернового состава порошков	49
3.1.2. Принципы подбора зернового состава	50
3.1.3. Измельчение материалов	52
3.1.4. Основные закономерности измельчения	54
3.1.5. Разделение материалов по крупности	55
3.2. Химические методы получения оксидных и бескислородных порошков	56
3.3. Приготовление формовочной массы	74
3.3.1. Приготовление пресс-порошков	75
3.3.2. Приготовление суспензий для литья	76
3.3.3. Получение пластичных масс	77
3.4. Формование	77
3.4.1. Строение формовочной массы	78
3.4.2. Основные характеристики формовочных масс и полуфабриката	81
3.4.3. Полусухое прессование	82

3.4.4. Пластическое формование	92
3.4.5. Литье из водных суспензий.....	99
3.4.6. Литье термопластичных шликеров.....	103
3.5. Удаление временной технологической связки	108
3.5.1. Сушка	108
3.5.2. Удаление неводных временных технологических связок	113
3.6. Спекание керамических изделий	114
3.6.1. Общие сведения о спекании.....	114
3.6.2. Объемные изменения при спекании.....	115
3.6.3. Жидкофазное спекание	119
3.6.4. Твердофазное спекание	121
3.6.5. Спекание под давлением	137
3.6.6. Реакционное спекание.....	140
3.6.7. Факторы, определяющие режим обжига изделий	142
3.7. Дополнительные виды обработки керамики	145
3.7.1. Керамические покрытия	145
3.7.2. Глазурование.....	151
3.7.3. Декорирование	154
3.7.4. Металлизация.....	156
3.7.5. Соединение керамики с металлом	161
3.7.6. Механическая обработка керамики	163
 Глава четвертая	
СТРОЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА КЕРАМИКИ	167
4.1. Строение керамики	167
4.2. Деформационно-механические свойства керамики.....	176
4.2.1. Прочность.....	176
4.2.2. Упругие свойства	183
4.2.3. Ползучесть.....	186
4.2.4. Длительная прочность	190
4.2.5. Деформация под нагрузкой.....	194
4.3. Теплофизические свойства	195
4.3.1. Теплоемкость	196
4.3.2. Термическое расширение.....	197
4.3.3. Теплопроводность	201
4.4. Термические свойства.....	204
4.4.1. Термостойкость.....	204
4.4.2. Испаряемость	211

4.4.3. Старение керамики.....	212
4.4.4. Огнеупорность.....	215
4.4.5. Постоянство объема при высокой температуре.....	216
4.5. Электрофизические свойства.....	217
4.5.1. Электрическая проводимость.....	218
4.5.2. Диэлектрическая проницаемость.....	223
4.5.3. Диэлектрические потери.....	228
4.5.4. Электрическая прочность.....	230
4.5.5. Сегнето- и пьезосвойства.....	232
4.5.6. Магнитные свойства.....	235
4.6. Химическая стойкость керамики.....	239
4.7. Радиационная стойкость керамики.....	246

Глава пятая

СТРОИТЕЛЬНАЯ КЕРАМИКА 253

5.1. Грубозернистая строительная керамика.....	253
5.1.1. Стеновая керамика.....	253
5.1.2. Черепица.....	260
5.1.3. Дренажные трубы.....	260
5.1.4. Канализационные трубы.....	261
5.1.5. Химически стойкие (кислотоупорные) изделия.....	262
5.2. Тонкозернистая строительная керамика.....	264
5.2.1. Плитки для полов.....	264
5.2.2. Фасадные плитки.....	268
5.2.3. Облицовочные глазурованные плитки.....	270
5.2.4. Санитарные изделия.....	275

Глава шестая

ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВАЯ КЕРАМИКА 283

6.1. Общая характеристика.....	284
6.1.1. Классификация.....	284
6.1.2. Состав и свойства.....	284
6.2. Изготовление хозяйственно-бытовой керамики.....	288
6.2.1. Исходное сырье.....	288
6.2.2. Приготовление масс для формования изделий.....	291
6.2.3. Формование.....	295
6.2.4. Сушка.....	298
6.2.5. Глазурирование и декорирование.....	299
6.2.6. Обжиг.....	300

4.4.3. Старение керамики.....	212
4.4.4. Огнеупорность.....	215
4.4.5. Постоянство объема при высокой температуре.....	216
4.5. Электрофизические свойства.....	217
4.5.1. Электрическая проводимость.....	218
4.5.2. Диэлектрическая проницаемость.....	223
4.5.3. Диэлектрические потери.....	228
4.5.4. Электрическая прочность.....	230
4.5.5. Сегнето- и пьезосвойства.....	232
4.5.6. Магнитные свойства.....	235
4.6. Химическая стойкость керамики.....	239
4.7. Радиационная стойкость керамики.....	246

Глава пятая

СТРОИТЕЛЬНАЯ КЕРАМИКА 253

5.1. Грубозернистая строительная керамика.....	253
5.1.1. Стеновая керамика.....	253
5.1.2. Черепица.....	260
5.1.3. Дренажные трубы.....	260
5.1.4. Канализационные трубы.....	261
5.1.5. Химически стойкие (кислотоупорные) изделия.....	262
5.2. Тонкозернистая строительная керамика.....	264
5.2.1. Плитки для полов.....	264
5.2.2. Фасадные плитки.....	268
5.2.3. Облицовочные глазурованные плитки.....	270
5.2.4. Санитарные изделия.....	275

Глава шестая

ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВАЯ КЕРАМИКА 283

6.1. Общая характеристика.....	284
6.1.1. Классификация.....	284
6.1.2. Состав и свойства.....	284
6.2. Изготовление хозяйственно-бытовой керамики.....	288
6.2.1. Исходное сырье.....	288
6.2.2. Приготовление масс для формования изделий.....	291
6.2.3. Формование.....	295
6.2.4. Сушка.....	298
6.2.5. Глазурование и декорирование.....	299
6.2.6. Обжиг.....	300

Глава седьмая

ТЕХНИЧЕСКАЯ КЕРАМИКА	307
7.1. Керамика на основе оксидов	314
7.1.1. Корундовая керамика	314
7.1.2. Баделейтовая керамика.....	322
7.1.3. Бромеллитовая керамика	329
7.1.4. Периклазовая керамика	331
7.1.5. Оксидиттриевая керамика	333
7.2. Керамика на основе сложных оксидных соединений.....	335
7.2.1. Силикатная и алюмосиликатная керамика.....	335
7.2.2. Клиноэнстатитовая (стеатитовая) керамика	340
7.2.3. Форстеритовая керамика.....	343
7.2.4. Кордиеритовая керамика	345
7.2.5. Цельзиановая керамика.....	346
7.2.6. Сподуменовая керамика	347
7.2.7. Волластонитовая керамика.....	348
7.2.8. Титансодержащая керамика	349
7.2.9. Магнитная керамика (ферриты).....	358
7.2.10. Сверхпроводящая керамика	362
7.3. Керамика из неоксидных тугоплавких соединений.....	362
7.3.1. Керамика из карбидов	366
7.3.2. Керамика из нитридов	371
7.3.3. Керамика из боридов	376
7.3.4. Керамика из силицидов	376
7.3.5. Керамика из оксикарбидов, оксинитридов; симоны, сиалоны.....	377
7.4. Электротехнический фарфор.....	379

Глава восьмая

ОГНЕУПОРЫ	385
8.1. Назначение и классификация.....	385
8.2. Особенности технологического процесса огнеупоров	387
8.3. Кремнеземистые огнеупоры	388
8.3.1. Динасовые огнеупоры.....	388
8.3.2. Кварцевые огнеупоры.....	397
8.4. Алюмосиликатные огнеупоры	399
8.4.1. Фазовый состав алюмосиликатных огнеупоров	399
8.4.2. Полукислые огнеупоры.....	400
8.4.3. Шамотные огнеупоры.....	401

8.4.4. Шамотно-каолиновые огнеупоры.....	409
8.4.5. Высокоглиноземистые огнеупоры	410
8.4.6. Глиноземистые огнеупоры	413
8.5. Магнезиальные (периклазовые) огнеупоры.....	416
8.6. Периклазоизвестковые огнеупоры.....	422
8.7. Магнезиально-силикатные (форстеритовые) огнеупоры	426
8.8. Цирконистые огнеупоры	428
8.9. Плавленые огнеупоры	430
8.10. Углеродсодержащие огнеупоры	431
8.11. Карбидокремниевые огнеупоры	435
8.12. Огнеупорные бетоны и безобжиговые изделия; неформованные огнеупоры	438
8.13. Служба огнеупоров в металлургии	441
Глава девятая	
ПОРИСТАЯ КЕРАМИКА	449
9.1. Общая характеристика пористой керамики	449
9.1.1. Классификация.....	449
9.1.2. Методы получения.....	450
9.1.3. Строение и свойства	458
9.2. Изготовление пористых керамических изделий	471
9.3. Технология волокон и керамических изделий на их основе	478
9.4. Применение пористых керамических изделий	484
Литература	487