

О.В. Казьмина, В.И. Верещагин, А.Н. Абияка

ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ
МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО
И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ



07
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О.В. Казьмина, В.И. Верещагин, А.Н. Абияка

**ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ
МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО
И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ**

Монография

Издательство
Томского политехнического университета
2014

УДК 666.266.6
ББК 35.434.8
К14

Казьмина О.В.

К14

Пеностеклокристаллические материалы на основе природного и техногенного сырья: монография / О.В. Казьмина, В.И. Верещагин, А.Н. Абияка; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 246 с.

ISBN 978-5-4387-0495-9

В монографии рассмотрены физико-химические закономерности получения пеностеклокристаллических материалов на основе гранулята, синтезируемого при температурах ниже 950 °С, с использованием кремнеземистого и алюмосиликатного сырья, включая отсевы кварцевых песков, маршаллит, диатомит, опока, цеолит, перлит, золотошлаковые отходы тепловых электростанций.

Предназначена для специалистов в области технологии стекольного производства, а также для аспирантов и студентов, обучающихся по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

УДК 666.266.6
ББК 35.434.8

Рецензенты

Доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой неорганической химии ТГУ
В.В. Козик

Доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой химии ТГАСУ
Ю.С. Саркисов

Доктор технических наук
профессор кафедры общей химической технологии ТПУ
В.В. Коробочкин

ISBN 978-5-4387-0495-9

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2014
© Казьмина О.В., Верещагин В.И.,
Абияка А.Н., 2014
© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2014

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
I. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКЛА И ДРУГИХ СИЛИКАТНЫХ ПЕНОМАТЕРИАЛОВ	4
1.1. Сравнительный анализ свойств пеностекла и силикатных ячеистых материалов, области применения	5
1.2. Технологии производства пеностекла и силикатных ячеистых материалов	18
1.3. Сырьевая база для производства пеностекла и других ячеистых силикатных материалов	22
1.4. Условия формирования ячеистой структуры пеностекла и пеноматериалов, получаемых при вспучивании	27
II. ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНОГО ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ	36
2.1. Кремнеземистые сырьевые материалы	36
2.1.1. Кремнеземистые материалы кристаллического строения	37
2.1.2. Аморфные кремнеземистые породы	44
2.2. Алюмосиликатные природные материалы	54
2.3. Техногенные и другие виды сырьевых материалов	63
III. ВЫБОР ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТЕКОЛ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СЫРЬЮ И СИЛИКАТНОМУ РАСПЛАВУ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОГРАНУЛЯТА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ 800–950 °С	68
3.1. Влияние кристаллической фазы на процессы вспенивания силикатного расплава	68
3.2. Обоснование химического состава стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$ для получения стеклогранулята при температурах не более 950 °С	77
3.3. Обоснование химического состава стекол системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ для получения стеклогранулята при температурах не более 950 °С	86
3.4. Исследование влияния дисперсности компонентов шихты на процессы силикато- и стеклообразования	92
3.5. Оценка качества пригодности сырья для получения пеностекляных материалов при температурах 800–950 °С	98
IV. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ШИХТ	107
4.1. Технологические особенности компактирования тонкодисперсных шихт	107
4.1.1. Гранулирование тонкодисперсных шихт методом окатыwania	108

4.1.2. Компактирование шихт методом прессования.....	114
4.2. Физико-химические процессы взаимодействия компонентов тонкодисперсных шихт при температурной обработке	118
4.2.1. Оценка активности взаимодействия компонентов шихт при термообработке.....	118
4.2.2. Влияние механиктивации на процессы стеклообразования.....	129
4.3. Температурные режимы получения стеклогранулята на основе кремнеземистого и алюмосиликатного сырья	137
4.3.1. Определение температурного режима обработки шихты при получении стеклогранулята.....	137
4.3.2. Характеристика стеклогранулята, полученного по низкотемпературной технологии	142
4.4. Влияние условий термообработки на механическую прочность гранул.....	154
V. ПРОЦЕССЫ ВСПЕНИВАНИЯ ПЕНООБРАЗУЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОГРАНУЛЯТА И СВОЙСТВА ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	159
5.1. Оценка вязкости стеклокристаллических композиций в температурном интервале их вспенивания	159
5.2. Влияние окислительно-восстановительных характеристик шихт на процесс вспенивания пиропластичных силикатных масс.....	165
5.3. Комплексное исследование фазового состава и структуры пеностеклокристаллических материалов.....	173
5.4. Прочность и разрушение образцов пеностекольных материалов	186
VI. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	194
6.1. Способы получения исходного стеклогранулята для изготовления пеностеклокристаллических материалов.....	194
6.1.1. Получение стеклогранулята во вращающейся печи	195
6.1.2. Получение стеклогранулята на конвейерной печи	198
6.1.3. Возможности получения стеклогранулята на основе перлита.....	201
6.2. Получение гранулированного пеностеклокристаллического материала из продуктов низкотемпературной обработки шихт (850–900 °С).....	208
6.3. Технология получения пеностеклокристаллического материала способом непрерывной ленты.....	210
6.4. Свойства и области применения пеностеклокристаллических материалов	213
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.....	222
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	226