

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ

В.Н. Соков

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СКОРОСТНАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Москва 2014

УДК 666.762.16-127-186
ББК 38.3
С59

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

Рецензенты:

профессор, доктор технических наук *В.Ф. Степанова*,
заведующая лабораторией коррозии и долговечности бетонных
и железобетонных изделий ОАО «НИИЦ Строительство» НИИЖБ;
профессор, доктор технических наук *В.Ф. Коровяков*,
заместитель директора ГУП «НИИМосстрой»

*Монография рекомендована к публикации
научно-техническим советом МГСУ*

Соков, В.Н.

С59 Энергоэффективная скоростная технология получения высокотемпературных теплоизоляционных материалов : монография / В.Н. Соков ; М-во образования и науки Росс. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. Москва : МГСУ, 2014. 328 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).

ISBN 978-5-7264-0869-9

Рассмотрена скоростная энергоэффективная технология по созданию высокотемпературной теплоизоляции, позволяющая получать менее материалоемкие изделия повышенного качества с одновременной интенсификацией (в разы) производства, снижением топливно-энергетических расходов и ликвидацией некоторых технологических переделов.

Представлены результаты исследований по созданию безобжиговой теплоизоляции методом активного синтеза новообразований в процессе их электрогидротеплообменной обработки и эксплуатации в тепловых агрегатах. Раскрыты теоретические представления по созданию теплоизоляции с программированной структурой и закономерности планирования изделий с внутренним перераспределением свойств без изменения их размеров и массы. Изучена и использована возможность изменения физико-химических свойств поверхностного слоя глиняных частиц.

Для научных и инженерно-технических работников, научно-исследовательских организаций, предприятий строительной индустрии и огнеупорной промышленности, а также для преподавателей вузов, докторантов, аспирантов, магистров и бакалавров.

**УДК 666.762.16-127-186
ББК 38.3**

ISBN 978-5-7264-0869-9

© ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Раздел 1. СОЗДАНИЕ БЕЗОБЖИГОВОЙ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ НАПРАВЛЕННЫМ СИНТЕЗОМ НОВООБРАЗОВАНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОГИДРОТЕРМОСИЛОВОЙ ОБРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ В ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТАХ	6
Глава 1. Безобжиговые шамотные легковесы; предпосылки для их получения	6
1.1. Анализ современного состояния производства и применения шамотных легковесов	6
1.2. Выбор способа производства безобжиговых высокотемпературных теплоизоляционных материалов	18
1.3. Теоретические принципы создания безобжиговой высокотемпературной теплоизоляции	22
Глава 2. Методика проведения исследований и оценки характеристик изделий	40
2.1. Общие положения системного анализа и математическое планирование эксперимента	40
2.2. Обработка результатов эксперимента	46
2.3. Методика физико-механических испытаний	47
2.4. Методика физико-химических исследований	48
2.5. Методика исследования тепло- и массопереноса, теплофизических и термомеханических свойств изделий	49
Глава 3. Экспериментальные исследования	54
3.1. Характеристика используемых материалов	54
3.2. Исследование процессов тепло- и массопереноса при электропрогреве самоуплотняющихся шамотно-полистирольных масс на жидкостекольном растворе	60
3.3. Регулирование влагопереноса самоуплотняющихся масс на ранних стадиях процесса	73
3.4. Управление процессами самоуплотнения масс через рационально выбранные параметры перфорации стенок форм	80
3.5. Исследование учета свойств дисперсионной среды и размеров частиц твердой фазы на процесс влагоудаления при электропрогреве самоуплотняющихся масс	87
3.6. Изучение формовочных свойств шамотно-полистирольных масс	90
3.7. Системный анализ технологии безобжиговых шамотных теплоизоляционных материалов	93
3.8. Выбор оптимальных режимов электропрогрева шамотных самоуплотняющихся масс, затворенных жидкостекольным раствором	103
3.9. Теоретические представления о физико-химических процессах, происходящих в самоуплотненных системах, затворенных раствором силиката натрия	106

3.10. Изучение эксплуатационных свойств новых шамотных безобжиговых теплоизоляционных изделий _____	114
3.10.1. Дифференциально-термический анализ _____	115
3.10.2. Рентгеноструктурный анализ _____	115
3.10.3. Электронно-микроскопический анализ _____	119
3.10.4. Пористость _____	128
3.10.5. Прочность на сжатие _____	130
3.10.6. Усадка при сушке _____	134
3.10.7. Деформация под нагрузкой при высоких температурах _____	135

Раздел 2. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ТРЕХЗОННЫМ ЛИНЕЙНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ СВОЙСТВ _____ 137

Глава 4. Современные тенденции получения конструкционно-теплоизоляционных изделий переменной плотности _____	137
4.1. Современное состояние конструкционно-теплоизоляционных материалов _____	137
4.2. Теоретические и экспериментальные предпосылки создания технологии трехслойных теплоизоляционных материалов из самоуплотняющихся масс _____	144

Глава 5. Теоретические представления о возможности создания разноплотных изделий _____	150
5.1. Анализ известных способов создания разноплотных изделий в России и за рубежом _____	150
5.2. Используемые сырьевые материалы _____	153

Глава 6. Экспериментальные исследования _____	154
6.1. Теоретические предпосылки создания теплоизоляционных огнеупоров с внутренним перераспределением свойств _____	154
6.2. Поиск оптимальных составов теплоизоляционных материалов на примере высокоглиноземистого сырья _____	164
6.3. Выбор тактики форсированного электропрогрева самоуплотняющихся масс при получении изделий с программируемой структурой _____	166
6.3.1. Фильтрационный массоперенос в гидротеплосиловом поле _____	166
6.3.2. Математическое описание происходящих в гидротеплосиловом поле процессов самоуплотнения минерально-полистирольных формовочных масс _____	167
6.3.3. Изучение закономерностей формирования напряженного состояния в замкнутом перфорированном объеме при тепловой обработке самоуплотняющихся масс _____	170
6.3.4. Изучение закономерностей фильтрационного массопереноса _____	172
6.3.5. Изучение изменения удельного электросопротивления в процессе фильтрации механически связанной влаги из самоуплотняющихся масс _____	177
6.3.6. Изучение влияния физических характеристик формовочной массы на процесс самоуплотнения _____	182

6.3.7. Анализ путей потери тепла при электропрогреве самоуплотняющихся масс, находящихся в замкнутом перфорированном объеме	183
6.3.8. Имитационное моделирование электропрогрева самоуплотняющихся масс	185
6.4. Исследования по получению высокоглиноземистых теплоизоляционных материалов однородной структуры	186
6.5. Создание трехзонного огнеупорного теплоизоляционного материала с линейным изменением плотности	197
6.6. Выбор режима обжига огнеупорных теплоизоляционных изделий с заданной структурой	207
6.7. Изучение физико-механических свойств изделий с планированной структурой	210
Раздел 3. СКОРОСТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ЛЕГКОВЕСНЫХ И УЛЬТРАЛЕГКОВЕСНЫХ ИЗДЕЛИЙ	218
Глава 7. Возможность создания бесшамотных ультралегковесных материалов на основе высокодисперсного сырья в гидротеплосиловом поле	218
Глава 8. Обработка технологических параметров по изготовлению ультралегковесных бесшамотных материалов	221
8.1. Характеристика сырьевых материалов	221
8.2. Теоретические предпосылки и экспериментальные обоснования создания бесшамотных ультралегковесов по скоростной технологии	223
8.2.1. Выбор и характеристика гидрофобно-пластифицирующей добавки в соответствии с ее влиянием на способность изменения физико-химических свойств поверхностного слоя глинистых частиц	227
8.2.2. Теоретические представления об ориентированном строении и «сетчатом» характере гидрофобных оболочек частиц глины	229
8.2.3. Теоретические представления о влиянии гидрофобно-пластифицирующих добавок на пластичность глинополистирольных композиций	232
8.2.4. Анализ уровня влияния различных аппаратов перемешивания компонентов смеси на гидрофобизацию глины	236
8.2.5. Технологические особенности метода гидротеплосилового поля при получении бесшамотных ультрапористых материалов	238
8.2.6. Теоретические представления об избирательной диффузии влаги через полупроницаемые оболочки, образованные гидрофобно-пластифицирующей добавкой, на частицы глины	239
8.3. Определение оптимальных составов бесшамотных ультрапористых изделий	242
8.4. Исследование процессов тепломассопереноса в гидротеплосиловом поле при электропрогреве самоуплотняющихся масс на гидрофобизированных глинистых композициях	244
8.4.1. Математическое моделирование фильтрационного массопереноса при самоуплотнении глинополистирольных масс	245

8.4.2. Анализ влияния термовлагопереноса при электроподогреве глинополистирольных композиций на растрескивание сырья в процессе сушки _____	256
8.5. Отработка параметров технологии бесшамотных ультрапористых изделий _____	261
8.6. Выбор режима обжига бесшамотных теплоизоляционных материалов _____	270
8.7. Изучение микроструктуры и физико-технических свойств бесшамотных ультрапористых изделий _____	274
8.8. Теплоизоляционные легковесные изделия на основе отходов производства кварцевых огнеупоров _____	284
Раздел 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОЙ БАЗОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ МАСС _____	291
Глава 9. Производственная проверка результатов исследований по созданию безобжиговых шамотных теплоизоляционных изделий, полученных методом активного синтеза высокотемпературных новообразований _____	291
9.1. Производственная проверка исследований _____	291
9.2. Разработка технологической линии по производству безобжигового шамотного теплоизоляционного материала на жидкостекольном растворе _____	294
9.3. Техничко-экономическое обоснование предложенной технологии производства безобжигового шамотного теплоизоляционного материала _____	295
Глава 10. Заводские испытания теплоизоляционных изделий с улучшенными эксплуатационными характеристиками, полученными путем преобразования однородной пористой системы в неоднородную (на примере шамотных глин) _____	298
10.1. Производственная проверка исследований _____	298
10.2. Разработка технологической линии по производству теплоизоляционных огнеупорных изделий заданной структуры _____	301
10.3. Техничко-экономическое обоснование технологии высокоглиноземистых теплоизоляционных материалов переменной плотности _____	305
Глава 11. Изготовление бесшамотных ультрапористых изделий, полученных путем интенсивного выжимания усадочной влаги из систем с искусственно измененными физико-химическими свойствами глинистых частиц, на заводской технологической линии _____	307
11.1. Производственная проверка исследований _____	307
11.2. Разработка технологической линии по производству бесшамотных ультрапористых изделий _____	310
11.3. Техничко-экономическое обоснование предложенной технологии изготовления бесшамотных ультрапористых изделий _____	311
Библиографический список _____	312