

УДК 691
ББК 38.3
С 59

А

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

Рецензенты:

доктор технических наук *Ю. Л. Бобров*,
профессор ФГБОУ ДПО «ГАСИС», лауреат премии правительства РФ;
доктор технических наук *А. И. Панченко*,
профессор, заместитель генерального директора ОАО «Ингеострой»

*Монография рекомендована к публикации
научно-техническим советом МГСУ*

Соков, В.Н.

С 59 Создание теплоизоляционных материалов в электрогидротепло-
силовом поле [Электронный ресурс] : монография / В. Н. Соков ;
М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит.
ун-т. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf :
326 с.). — М. : Издательство МИСИ—МГСУ, 2017. — (Библио-
тека научных разработок и проектов НИУ МГСУ). — Систем. тре-
бования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10".

ISBN 978-5-7264-1692-2

Предложен подход к решению актуальной проблемы создания
новых теплоизоляционных материалов, обладающих низкой тепло-
проводностью, повышенной прочностью и долговечностью. Рас-
смотрены технологические пути получения малодефектных струк-
тур изделий с использованием энергосберегающих и безотходных
приемов.

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

**УДК 691
ББК 38.3**

Деривативное электронное издание на основе печатного издания:
Создание теплоизоляционных материалов в электрогидротеплосило-
вом поле : монография / В. Н. Соков ; М-во образования и науки Рос.
Федерации, Моск. гос. строит. ун-т. — М. : Издательство МИСИ—
МГСУ, 2013. — 316 с. — ISBN 978-5-7264-0760-9.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установ-
ленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе
требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-7264-1692-2

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2013

А

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Глава 1. НАУЧНАЯ КОНЦЕПЦИЯ. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	6
1.1. Уровень производства и области применения высокотемпературной и рядовой теплоизоляции.....	6
1.2. Принятые технологические схемы изготовления и резервы их совершенствования.....	7
1.2.1. Полистиролбетонные композиционные изделия и возможные пути создания новых эффективных модификаций.....	11
1.3. Научно-техническая концепция и научная гипотеза монографии.....	13
ГЛАВА 2. СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОГИДРОТЕПЛОСИЛОВОГО ПОЛЯ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СКОРОСТНЫМ МЕТОДОМ.....	17
2.1. Предпосылки создания теплоизоляционных материалов нового поколения в электрогидротеплосиловом поле.....	20
2.1.1. Объемное прессование остывших первичных формовочных масс. Фильтрационный массоперенос.....	20
2.1.2. Математическое моделирование механизма уплотнения и фильтрационного влагопереноса в самоуплотняющихся системах.....	30
2.2. Экспериментально-теоретическое обоснование создания жаростойких теплоизоляционных материалов под действием избыточного давления.....	40
2.3. Теоретические основы создания безобжиговой высокотемпературной теплоизоляции.....	75
2.4. Теоретические предпосылки по получению теплоизоляционных материалов с внутренним перераспределением свойств.....	89
2.5. Теоретические основы получения высокотемпературной теплоизоляции на основе отходов огнеупорной промышленности (кека).....	98
2.5.1. Стрoение системы «микрокремнезем — вода».....	98
2.5.2. Выбор способа улучшения влагoпроводных свойств кеко-полистирольной массы.....	103
2.5.3. Приготовление формовочной смеси.....	104
2.5.3.1. Изучение формовочных свойств системы «кек — шамот — полистирол».....	104
2.5.3.2. Подбор оптимальных размеров и количества вводимой отощающей добавки.....	106
2.5.4. Закономерности формирования структуры сырца в процессе формования, совмещенного с тепловой обработкой.....	108

2.5.4.1. Тепло- и массоперенос на различных этапах формирования.....	108
2.5.4.2. Изучение влияния параметров электропрогрева на закономерности переноса вещества и формирование структуры сырца.....	110
2.5.5. Конвективная сушка.....	117
2.6. Теоретическое и экспериментальное обоснование создания модифицированных стиропорбетонов (на примере гипсового вяжущего) по скоростной технологии.....	119
2.7. Теоретические основы получения перлитобетона форсированным электропрогревом активных литых масс.....	129
2.7.1. Закономерности формирования структуры перлитобетонных смесей.....	130
2.7.2. Тепломассоперенос и формирование структуры материала в условиях гидротеплосилового воздействия.....	136
2.7.3. Закономерности формирования напряженного состояния.....	138
2.7.4. Массоперенос и условия релаксации напряженного состояния.....	141
2.7.5. Закономерности гидратации и формирования микроструктуры материала в условиях повышенных температур и вариотропии давлений.....	144
2.7.5.1. Исследование влияния совокупного воздействия температур и давлений на гидратацию вяжущего.....	146
2.7.5.2. Формирование микроструктуры перлитобетона на стадиях активного прогрева и термосного выдерживания.....	147
2.7.6. Особенности структурообразования при сушке перлитобетона.....	150
2.8. Самоуплотненный комплексный гидро-, тепло- и пароизоляционный битумоперлит: научное обоснование.....	154
2.9. Битумополистирольный изоляционный материал многофункционального назначения. Теоретические предпосылки.....	161

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ БЕЗОТХОДНЫХ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ С НОВОЙ КАТЕГОРИЕЙ КАЧЕСТВА.....	170
---	-----

3.1. Теоретические принципы получения эффективных слоистых монолитных стеновых изделий с наноструктурированным переходным слоем.....	170
3.1.1. Системный анализ технологии объемного прессования и математическое моделирование процессов его изготовления.....	173
3.1.2. Приготовление полистиролбетонной смеси.....	176
3.1.3. Формование, совмещенное с тепловой обработкой.....	177
3.1.4. Тепловлажностная обработка.....	182
3.1.5. Методика выбора основных технологических параметров и прогнозирование свойств полистиролбетона.....	186
3.2. Результаты исследования микроструктуры и физико-технических свойств перлитобетона объемного прессования.....	188
3.2.1. Исследования свойств микроструктуры перлитобетона.....	188
3.2.2. Изучение механических и теплофизических свойств перлитобетона.....	203

3.2.3. Усадочные деформации.....	203
3.2.4. Изучение возможности применения химических добавок в технологии перлитобетона методом объемного прессования.....	203
3.3. Результаты испытаний стеновых блоков объемного прессования.....	205
3.3.1. Испытания блоков на срез слоев по контактной зоне испытания трехслойных стеновых блоков на прочность сцепления слоев между собой.....	205
3.3.1.1. Методика определения прочности переходного слоя монолитно-слоистых блоков.....	205
3.3.2. Определение термического сопротивления монолитно-слоистого стенового блока. Анализ численных результатов.....	208
3.3.3. Определение массы трехслойного блока в зависимости от материалов и толщин слоев. Анализ численных результатов.....	211
3.3.4. Определение сопротивления блоков паропроонианию. Анализ численных результатов.....	214
3.3.5. Определение плотности образцов.....	217
3.3.6. Испытания на сжатие.....	218
3.3.7. Расчет температурно-влажностного режима трехслойного блока с переходной зоной.....	221
3.3.7.1. Расчет температурно-влажностного состояния трехслойного изделия.....	222
3.3.7.2. Расчет распределения парциального давления водяного пара по толще монолитно-слоистого изделия и определение возможности образования в ней конденсата.....	223
3.4. Результаты исследования структуры и физико-технических свойств высокотемпературной теплоизоляции объемного прессования на основе кека.....	226
3.4.1. Исследования свойств макро- и микроструктуры высокотемпературной теплоизоляции из кека.....	226
3.4.2. Изучение механических и теплофизических свойств.....	238
3.5. Исследование получения битумоперлита.....	239
3.6. Исследование получения гипсополистирольных изделий.....	242
3.6.1. Изучение возможности получения слоистого гипсобетона типа «сэндвич».....	246

ГЛАВА 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ.....	251
---	-----

4.1. Моделирование, статистический анализ и оптимизация технологии высокотемпературной теплоизоляции из микрокремнезема (кека). Результаты производственных испытаний и технико-экономическое обоснование предложенной технологии.....	251
---	-----

4.1.1. Математическое моделирование процессов и системный анализ технологии высокопористой кварцевой керамики.....	251
4.1.1.1. Подготовка гранул пенополистирола.....	252
4.1.1.2. Приготовление формовочной смеси.....	254
4.1.1.3. Электропрогрев.....	259
4.1.1.4. Сушка.....	262
4.1.1.5. Обжиг.....	264
4.1.2. Производственная проверка исследований.....	267
4.1.2.1. Разработка технологической линии по производству кварцевого легковеса.....	270
4.1.3. Техничко-экономическое обоснование предложенной технологии кварцевого легковеса.....	272
4.1.4. Рекомендации по применению пористых огнеупорных материалов на основе кека.....	274
4.2. Производственная проверка результатов и исследований, разработка технологии перлитобетона методом объемного прессования. Результаты производственных испытаний и технико-экономическое обоснование предложенной технологии.....	275
4.2.1. Системный анализ технологии перлитобетона и математическое моделирование процессов его изготовления.....	276
4.2.1.1. Приготовление перлитобетонной смеси.....	278
4.2.1.2. Формование, совмещенное с тепловой обработкой.....	279
4.2.1.3. Конвективная сушка.....	282
4.2.2. Методика выбора основных технологических параметров и прогнозирования свойств перлитобетона.....	285
4.2.3. Методика проектирования состава перлитобетона.....	287
4.2.4. Производственная проверка исследований.....	288
4.2.5. Разработка технологической линии по производству перлитобетона методом объемного прессования.....	290
4.2.6. Техничко-экономическое обоснование предложенной технологии теплоизоляционного перлитобетона.....	291
4.2.7. Рекомендации по применению.....	292
4.3. Производственная проверка результатов исследований, рекомендации и технико-экономическое обоснование технологии самоуплотняющихся масс при получении легких стиропорбетонров.....	293
Общие выводы.....	297
Библиографический список.....	303