



В.Н. Соков



БИБЛИОТЕКА НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК И ПРОЕКТОВ НИУ МГУ

В.Н. Соков

# Конструирование комплексных ПАРО-, ТЕПЛО- и ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОВ

Конструирование комплексных паро-, тепло- и гидроизоляционных полистиролбетонов

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ

**В.Н. Соков**

**КОНСТРУИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ  
ПАРО-, ТЕПЛО- И ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ  
ПОЛИСТИРОЛБЕТОНОВ**

Москва 2015

УДК 691  
ББК 38.3  
С59

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

**Рецензенты:**

доктор технических наук *А.И. Панченко*,  
главный специалист НИЦ ОПП АО «МОСИНЖПРОЕКТ»;  
доктор технических наук *С.И. Иващенко*,  
профессор кафедры общей химии НИУ МГСУ

*Монография рекомендована к публикации научно-техническим советом НИУ МГСУ*

**Соков, В.Н.**

С59

Конструирование комплексных паро-, тепло- и гидроизоляционных полистиролбетонов : монография / В.Н. Соков ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. Москва : НИУ МГСУ, 2015. 200 с. (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ).

ISBN 978-5-7264-1121-7

Представлены новые научно обоснованные технологии конструирования изоляционных материалов повышенного качества, многофункционального назначения, с одновременной интенсификацией процессов. Даны рекомендации по аппаратурному оформлению разработанных технологий и по организации производства, нормативные документы, регламентирующие свойства комплексных материалов, а также технико-экономическое обоснование производства.

Рассмотрены теоретические представления и изучены физико-химические закономерности формирования структуры изоляционных материалов при комплексном воздействии на формируемые массы энергией электрогидротеплосилового поля.

Для научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских организаций, предприятий строительной индустрии, а также для преподавателей, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов бакалавриата строительных вузов.

УДК 629  
ББК 38.3

ISBN 978-5-7264-1121-7

© НИУ МГСУ, 2015

## Введение

Строительство — одна из самых материалоемких отраслей народного хозяйства. Затраты на материалы, расходуемые непосредственно на возведение зданий и сооружений, составляют более половины общей стоимости строительно-монтажных работ и около одной трети капитальных вложений в народное хозяйство.

Особое внимание уделяется проблеме снижения веса строительных конструкций, поскольку уменьшение этого показателя на потребительскую единицу конструкции позволяет уменьшить затраты на их перевозку, снизить трудоемкость и стоимость всего строительства.

Объем применения в строительстве легких бетонов на пористых заполнителях должен возрасти почти в 2 раза, а их удельный вес в общем объеме бетонных и железобетонных конструкций увеличится соответственно до 27 %.

Характерной особенностью и тенденцией в развитии этих бетонов является постепенное снижение доли низкомарочных бетонов, расширение сырьевой базы для производства пористых заполнителей, повышение коэффициента конструктивного качества легкого бетона.

Однако следует отметить, что в общем выпуске легкого бетона конструктивно-теплоизоляционный бетон пока составляет лишь около 30 %, а остальная часть — утеплитель низких марок. Поэтому актуальной задачей является повышение качества теплоизоляционного бетона.

Крупным резервом повышения эффективности производства строительных материалов и дополнительным источником обеспечения строительства эффективными материалами и конструкциями является комплексное использование народных ресурсов и отходов промышленности. В настоящее время отмечается широкое использование отходов черной и цветной металлургии, тепловой энергетики, горнодобывающих и углеобогачительных предприятий, химии и сельского хозяйства.

Однако степень использования отходов для производства строительных материалов все еще невелика и требуется повысить внимание к возможности использования до сих пор не утилизированных отходов.

Наиболее полное использование скрытых в материале возможностей позволит в перспективе применить новые, еще более эффективные долговечные строительные материалы разнообразного назначения с заранее заданными свойствами и нужной структуры.

## Оглавление

Введение .....	3
Раздел I. ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО БЕТОНА ВВЕДЕНИЕМ РЕАГЕНТОВ, НАПРАВЛЕННО ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СВОЙСТВА СМЕСИ И ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	5
Глава 1. Теплоизоляционные бетоны. Пути повышения водостойкости, минимальной влагоемкости и понижения миграции влаги в процессе эксплуатации.....	5
1.1. Обзор современного состояния и применения эффективной теплоизоляции на пористых заполнителях .....	5
1.2. Выбор способа создания водостойкой теплоизоляции на пористых заполнителях .....	7
Глава 2. Методы проведения исследований и характеристики сырьевых материалов .....	24
2.1. Методы исследования, приборы и оборудование .....	24
2.1.1. Методы исследования добавки низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ).....	24
2.1.2. Методы исследования цементного камня и бетона .....	26
2.1.3. Математические методы обработки результатов эксперимента .....	30
2.2. Характеристика сырьевых материалов .....	31
Глава 3. Исследование кинетики влияния низкомолекулярного полиэтилена на свойства цементной матрицы .....	33
3.1. Теоретические предпосылки повышения водостойкости и долговечности полистиролбетона гидрофобно- пластифицирующими добавками на основе неутилизированных отходов химической промышленности.....	33
3.2. Выбор способа приготовления эмульсии из НМПЭ.....	37
3.3. Свойство эмульсии НМПЭ .....	42
3.4. Влияние эмульсии НМПЭ на свойства цементного камня .....	46
3.4.1. Влияние эмульсии НМПЭ на реологические характеристики цементного теста .....	48
3.4.2. Влияние эмульсии НМПЭ на гидратацию и твердение цемента .....	51

Глава 4. Некоторые особенности технологии изготовления теплоизоляционных стиропорбетонных плит повышенной водостойкости .....	64
4.1. Приготовление минерально-пенополистирольной смеси .....	67
4.1.1. Подготовка сырьевых компонентов.....	67
4.1.2. Подбор состава стиропорбетона и дозировка его компонентов .....	68
4.1.3. Перемешивание минерально-пенополистирольной смеси .....	72
4.2. Выбор метода укладки и уплотнения полистиролбетонной массы .....	74
4.3. Тепловлажностная обработка изделий .....	80
4.4. Влияние НМПЭ на структуру цементного камня и физико-механические свойства стиропорбетона .....	81
4.5. Статистическая обработка экспериментальных данных .....	92
Глава 5. Эффективность применения комплексного паро-, тепло- и гидроизоляционного вибропрессованного полистиролбетона.....	96
5.1. Выпуск и установка опытной партии экспериментальных плит.....	96
5.2. Обоснование эффективности применения разработанных пенополистиролбетонных плит в качестве утеплителя кровли.....	97
Раздел II. ФОРМИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО КАРКАСА БИТУМОПЕРЛИТОВОГО ТЕПЛО-, ПАРО-, ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА .....	100
Глава 6. Анализ современного состояния производства битумоперлитовых материалов многофункционального назначения.....	100
6.1. Значение и область применения перлитосодержащих материалов и изделий.....	100
6.2. Зарубежный и отечественный опыт производства битумоперлитовых изделий .....	102
6.3. Обоснование выбора способа получения битумоперлита .....	108
Глава 7. Методы проведения исследования .....	110
7.1. Изучение свойств исходных компонентов .....	110
7.2. Исследование физико-механических свойств битумоперлита .....	112
7.3. Методы исследований структурных и реологических характеристик битумоперлитовых смесей .....	112
7.4. Описание установки и методик изучения электропрогрева .....	114
7.5. Исследование микроструктуры материала.....	117
7.6. Метод математического планирования эксперимента .....	118

Глава 8. Теоретические предпосылки создания битумоперлитовых материалов многофункционального назначения путем интенсификации физико-химических процессов структурообразования исходных масс комплексным воздействием давления, температуры и электрического поля .....	120
8.1. Битумоперлитовые смеси и факторы, обуславливающие их свойства.....	121
8.1.1. Битумные эмульсии .....	122
8.1.2. Формирование структуры битумоперлитовой смеси .....	125
8.2. Закономерности формирования структуры изделий в процессе формования, совмещенного с тепловой обработкой .....	135
8.2.1. Тепло- и массоперенос на различных этапах структурообразования битумоперлита.....	135
8.2.2. Изучение влияния параметров теплосилового воздействия на закономерности массопереноса и формирование структуры изделий .....	138
8.2.3. Массоперенос и формирование структуры изделий при контактном обогреве .....	141
8.2.4. Выдержка отформованного изделия и закономерности формирования структуры .....	152
8.3. Структурообразование материала при конвективной сушке .....	153
Глава 9. Исследования структуры и физико-технических свойств разработанного материала .....	155
9.1. Исследование микроструктуры битумоперлита.....	155
9.2. Изучение механических и теплофизических свойств самоуплотненного битумоперлита .....	158
9.3. Изучение возможности применения химических добавок в технологии самоуплотненного битумоперлита .....	159
Глава 10. Разработка технологии самоуплотненного битумоперлита. Результаты производственных испытаний и технико-экономическое обоснование новой технологии.....	161
10.1. Математическое моделирование процессов и системный анализ технологии битумоперлитовых материалов.....	161
10.1.1. Приготовление битумной эмульсии.....	166
10.1.2. Приготовление битумоперлитовой смеси.....	168
10.1.3. Формование, совмещенное с тепловой обработкой.....	171
10.1.4. Конвективная сушка .....	175

10.2. Методы выбора основных технологических параметров и прогнозирования свойств битумоперлитовых изделий .....	178
10.3. Производственная проверка исследований .....	186
10.4. Разработка технологической линии по производству самоуплотненного битумоперлита [43] .....	187
10.5. Техничко-экономическое обоснование разработанной технологии самоуплотненного битумоперлита .....	188
10.6. Рекомендации по применению битумоперлитовых изделий .....	189
Общие выводы .....	190
Библиографический список .....	192