

«РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ БИОЦИДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ И СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ»

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва»

авторский коллектив:

№	Фамилии, имена и отчества авторов, ученые степени и звания, должности по основному месту работы, причем научный руководитель работы указывается первым с соответствующей отметкой
1.	Богатов Андрей Дмитриевич, научный руководитель работы, к.т.н., доцент, зам. декана по научной работе архитектурно-строительного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва».
2.	Волков Александр Павлович, аспирант кафедры строительных материалов и технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва».
3.	Карпушин Сергей Николаевич, инженер кафедры строительных материалов и технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва».
4.	Родин Александр Иванович, к.т.н., доцент кафедры строительных материалов и технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва».
5.	Абрамова Екатерина Николаевна, к.т.н., ведущий инженер ООО «Мордовгражданпроект».

Краткое изложение содержания работы.

Впервые получены и внедрены биоцидные минеральные вяжущие и сухие строительные смеси на основе промышленных отходов и материалов отечественного производства, не имеющие аналогов в мире, обеспечивающие улучшенные физико-механические свойства и высокую экологичность материалов и изделий на их основе.

Основная научно-техническая идея.

Разработка технологий получения и оптимизация составов биоцидных минеральных вяжущих и сухих строительных смесей с использованием промышленных отходов и материалов отечественного производства.

Значение результатов для практики.

Разработана технология получения биоцидных цементов, базирующаяся на совместном помоле портландцементного клинкера, двуводного гипса, биоцидных и активных минеральных добавок, а также безавтоклавная технология получения вяжущих, растворов и бетонов на основе боя стекла, открывающая новые пути для утилизации ряда промышленных отходов и побочных продуктов, которая является менее энергоемкой по сравнению с известными технологиями, предусматривающими применение автоклавной обработки. Получены рациональные составы биоцидных сухих строительных смесей.

Новизна практических разработок подтверждена 34 патентами на изобретение.

Объемы внедрения – в каких организациях внедрено и используется.

Разработанные авторами технологии используют в своей деятельности: АО «Завод ЖБК-1», ООО проектный институт «Мордовгражданпроект», АО «Лисма», ООО «Биокомпозит», ООО «СМУ-27» (г. Саранск), АО «Ельниковская ДСПМК» (Республика Мордовия), АО «Максмир» (г. Москва), ООО «Софт-Протектор» (г. Санкт-Петербург), Предприятие Анпилова С.М. (Самарская обл.). АО «Мордовцемент» включило в программу развития завода до 2020 г. организацию производства биоцидных цементов и материалов на их основе.

Достигнутый экономический и/или социальный эффект от внедрения.

Применение разработанных биоцидных минеральных вяжущих и сухих строительных смесей при изготовлении строительных материалов увеличивает эксплуатационный срок службы зданий, эксплуатируемых в биологически агрессивных средах минимум в 1,5 раза, что позволяет сэкономить средства на все виды ремонта, а также сократить затраты на лечение больных и профилактику заболеваний.

БИОЦИДНЫЕ ЦЕМЕНТЫ И СУХИЕ СМЕСИ

Технология получения: Совместный помол портландцементного клинкера, двухводного гипса, биоцидных и активных минеральных добавок.

Рекомендуемые составы биоцидных цемента:

1 – 100 мас. ч. клинкера, 6 мас. ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 4,5 мас. ч. Na_2SO_4 ;

2 – 100 мас. ч. клинкера, 8 мас. ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3 мас. ч. NaF ;

3 – 100 мас. ч. клинкера, 2 мас. ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3 мас. ч. NaF ;

4 – 100 мас. ч. клинкера, 6 мас. ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 1 мас. ч. ПГМГ–С.

Свойства биоцидных цемента

Свойства и характеристики цемента		Показатели цемента				
		рядового	биоцидного №1	биоцидного №2	биоцидного №3	биоцидного №4
Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$		3 000				
Нормальная густота, %		24	24	25,5	25,5	24,5
Сроки схватывания, ч-мин.	начало	3-45	3-00	5-45	0-30	4-05
	конец	4-50	4-30	7-40	1-20	5-10
Водоотделение, %		28,1	31,3	0,8	6,3	-
Класс прочности по ГОСТ 31108-2003		ЦЕМ I 32,5 Б	ЦЕМ I 32,5 Б	ЦЕМ I 32,5 Б	ЦЕМ I 22,5 Н	ЦЕМ I 32,5 Б
Оценка роста грибов, в баллах	Метод 1	0	0	0	0	0
	Метод 3	4	0 ($R=0$)*	0 ($R=40$)*	0 ($R=40$)*	1
Характеристика по ГОСТ 9.049-91		Грибостоек	Фунгициден	Фунгициден	Фунгициден	Фунгициден

(* – R – радиус фунгицидной зоны, мм)

Рекомендуемые составы биоцидных цемента с активными минеральными добавками:

1 – 100 мас. ч. клинкера, 6,0 мас. ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 7,0 мас. ч. Na_2SO_4 , 20 мас. ч. золы-уноса;

2 – 100 мас. ч. клинкера, 6,0 мас. ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 4,0 мас. ч. NaF , 10 мас. ч. золы-уноса;

3 – 100 мас. ч. клинкера, 8,6 мас. ч. $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 2,0 мас. ч. NaF , 20 мас. ч. золы-уноса.

Свойства биоцидных цемента с активными минеральными добавками

Свойства и характеристики цемента		Показатели цемента		
		биоцидного с активной минеральной добавкой №1	биоцидного с активной минеральной добавкой №2	биоцидного с активной минеральной добавкой №3
Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$		3 000		
Нормальная густота, %		25,00	23,75	24,00
Сроки схватывания, ч-мин.	начало	2 ч 50 мин	3 ч 15 мин	3 ч 25 мин
	конец	4 ч 15 мин	5 ч 50 мин	5 ч 50 мин
$R_{\text{сж}}$, МПа		67,70	66,70	62,70
$R_{\text{изг}}$, МПа		16,50	15,10	13,80
Оценка роста грибов, в баллах	Метод 1	0	0	0
	Метод 3	1	0	1
Характеристика по ГОСТ 9.049-91		Фунгициден	Фунгициден	Фунгициден

Видовой состав мицелиальных грибов на поверхности композитов на основе разработанные вяжущих в условиях переменной влажности морского побережья (г. Геленджик)

Состав цемента	Видовой состав микроорганизмов на образцах, экспонируемых у моря под навесом	
	1 месяц	3 месяца
Рядовой	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Alternaria tenuissima</i> , <i>Alternaria pluriseptata</i>	<i>Chaetomium dolichotrichum</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Alternaria tenuissima</i> , <i>Alternaria pluriseptata</i> , <i>Alternaria brassicae</i> , <i>Alternaria dianthi</i> , <i>Penicillium oxalicum</i>
Биоцидный №1	-	-
Биоцидный №2	-	-
Биоцидный №3	-	-
Биоцидный №4	-	-

Рекомендуемые составы биоцидных сухих строительных смесей

Наименование компонентов	Содержание массовых частей в предложенных составах		
	1	2	3
Цемент ПЦ М400	100	100	100
Кварцевый песок	300	100	300
Цеолит	-	20	-
Асбест	-	-	3
Na ₂ SO ₄	6	6	6
Technocel 500-1	6	-	-
Neolith P8800	6,5	-	6,5
Esapon 1850	-	1	1

Свойства биоцидных сухих строительных смесей

Наименование		Показатели сухих строительных смесей		
		1	2	3
Прочность на сжатие, МПа		16,1	13,6	17,5
Прочность на изгиб, МПа		2,8	3,2	3,3
Адгезия к бетонной поверхности, МПа		0,80	0,65	1,12
Водопоглощение,		8,4	8,0	7,5
Морозостойкость		50	50	50
Оценка роста грибов, в баллах	метод 1	0	0	0
	метод 3	1	2	1
Характеристика по ГОСТ 9.049-91		фунгицидный	грибостойкий	фунгицидный

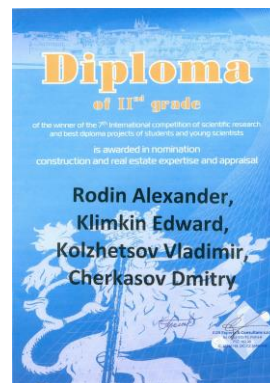


а



б

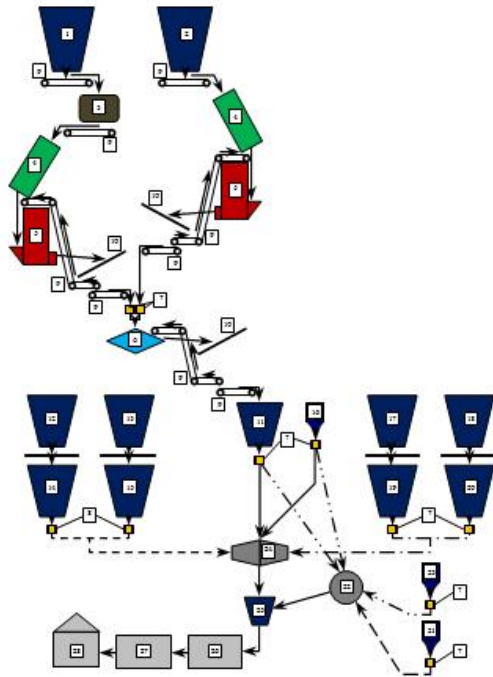
Испытание цементных образцов на биостойкость по ГОСТ 9.049-91:
а – образцы на рядовом цементе; б – образцы на биоцидном цементе



СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БОЯ СТЕКЛА

Разработанная технология предназначена для изготовления связующих материалов, строительных растворов, бетонов различных видов на основе боя стекла.

Технологический процесс изготовления строительных изделий на основе стеклощелочного связующего принципиально не отличается от технологий, используемых при получении композитов на основе цемента. Отличительной особенностью является подготовка сырьевых материалов для получения вязущего.



Принципиальная технологическая схема

1 – склад отхода стекла электролампового производства; 2 – склад отходов производства керамических материалов; 3 – электромагнитный сепаратор; 4 – сушилка; 5 – дробилка; 6 – мельница; 7 – весовой дозатор; 8 – объемный дозатор; 9 – транспортер; 0 – грохот; 11 – бункер готового связующего; 12 – бункер керамзитового гравия; 13 – бункер керамзитового песка; 14 – бункер отфракционированного керамзита; 15 – бункер отфракционированного керамзитового песка; 16 – емкость с щелочным раствором; 17 – бункер щебня; 18 – бункер кварцевого песка; 19 – бункер отфракционированного щебня; 20 – бункер отфракционированного кварцевого песка; 21 – емкость с суспензией алюминиевой пудры; 22 – скоростной смеситель; 23 – емкость с пеноконцентратом; 24 – бетономешалка; 25 – раздаточный бункер готовой смеси; 26 – оборудование для изготовления строительных изделий; 27 – пропарочная камера; 28 – склад готовой продукции.

- Общие технологические процессы
- > Технологические процессы изготовления легких бетонов
- - - - -> Технологические процессы изготовления тяжелых бетонов
- > Технологические процессы изготовления газобетонов
- - - - -> Технологические процессы изготовления пенобетонов

Основные физико-технические характеристики материалов на основе боя стекла

Наименование показателя	Наименование материала				
	связующее	раствор	тяжелый бетон	легкий бетон	ячеистый бетон
Средняя плотность, кг/м ³	1700–1900	2000–2100	2100–2500	1300–1700	500–800
Предел прочности при сжатии, МПа	15–25	7–20	20–35	12–25	0,9–2,5
Коэффициент теплопроводности, Вт/м °С	–	–	–	0,42–0,55	0,13–0,23
Модуль упругости, МПа	–	5000–5500	8000–9500	4000–4500	–
Водопоглощение за 24 ч (% по массе)	3–4	4–6	2–3	8–10	30–50
Коэффициент водостойкости	0,9	0,8	0,8	0,9	0,6
Стойкость в условиях воздействия микроорганизмов	Материалы являются фунгицидными				

Стоимость строительных материалов на основе связующего из боя стекла ниже на 10-60 % по сравнению с изделиями на основе портландцемента. Полученные материалы выгодно отличаются от широко используемых в настоящее время композитов на основе неорганических связующих в плане долговечности в условиях воздействия химически и биологически активных сред. При этом открываются новые возможности для совершенствования технологии утилизации стекла и других отходов промышленности за счет индустрии строительных материалов. Разработка удостоена медали ВВЦ (1998 г.), Огаревской премии Мордовского государственного университета (2004 г.), бронзовой медали четвертого саратовского салона изобретений, инноваций и инвестиций (2009 г.).



Бой стекла



Стеновой блок из тяжелого бетона



Поризованный бетон



Ячеистый бетон

