

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации *Балицкого Дмитрия Андреевича*
**«БИОМИНЕРАЛИЗУЮЩИЙ СОСТАВ КАК МОДИФИЦИРУЮЩИЙ
КОМПОНЕНТ РЕМОНТНЫХ СМЕСЕЙ»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия

В диссертационной работе проведены исследования по созданию новых высокоэффективных составов для ремонта с заданными техническими свойствами и повышение эффективности существующих, базируется на принципах обеспечения срѳдства структур ремонтного состава и базового материала. При этом длительная эксплуатация бетона приводит к изменению его исходного минерального состава в сторону повышения доли карбонатов, как результат взаимодействия продуктов гидратации цемента с CO_2 воздуха.

С учетом необходимости расширения ассортимента ремонтных составов, возможности участия бактерий в процессах карбонизации, а также потенциала процессов биокарбонизации в среде цементного камня, задача разработки ремонтной смеси (РС) с использованием биоминерализующего состава как моди-фицирующего компонента, позволяющего пролонгировать процесс восстановления за счет эффекта самозалечивания дефектов бетонных поверхностей, является весь-ма актуальной.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках: гранта РФФИ № 18-29-12011 и государственного задания Минобрнауки РФ № FZWN-2023-0006.

Основным пунктом научной новизны работы является установление закономерности влияния модифицирующей добавки биоминерализующего состава (БС) на свойства и процессы структурообразования ремонтных смесей. Введение БС в диапазоне от 2 до 10 % приводит к: снижению нормальной густоты цементного теста на 3–9 %; замедлению начала схватывания на 16–34 %; снижению среднего значения начальной скорости твердения (при введении 8 % БС) на 9 % и коэффициента торможения гидратации на 2 %; повышению прочности на сжатие цементного камня при оптимальной концентрации БС на 8 %. Рециклированный заполнитель (РцЗ), как дополнительный источник карбоната кальция, в зависимости от его содержания, обеспечивает повышение

прочности на сжатие на 6–27 %. С уменьшением крупности РцЗ прослеживается тенденция увеличения содержания кальцита в биоминерализованной цементной матрице от 13 до 24 %. Смывы из разломов по закрытым трещинам показали увеличение количественного содержания штаммов *Bacillus pumilus* на 35 % по сравнению с образцами с БС без РцЗ. Рациональные составы модифицированной РС, характеризуются увеличением прочности на сжатие на 4–12 %, адгезии к ремонтируемой поверхности на 36–69 % по сравнению с составом без БС.

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено, что введение биоминерализующего раствора в ремонтный состав на цементной основе приводит к продуцированию кристаллов карбоната кальция бактериальной культурой *Bacillus pumilus* с последующим упрочнением контактной зоны между РС и реликтовой бетонной поверхностью. Разработаны ремонтные смеси, содержащие (по массе вяжущего): 8 % БС (D-глюкоза – 10 г/л, пептон – 30 г/л, $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ – 20 г/л, CaCl_2 – 20 г/л, бактериальный инокулят 5×10^6 кл/мл), 5 %, 10 %, 20 % РцЗ, вода затворения – 24 %. Для инъектирования трещин использован заполнитель фракций 0,16–0,315, 0,315–0,63 в соотношении 47/53; для заполнения полостей – 0,16–0,315, 0,315–0,63, 0,63–1,25, 1,25–2,5 в соотношении 19/21/26/34 соответственно. Разработанные составы обеспечивают получение ремонтных растворов с прочностью на сжатие 52–60 МПа; прочностью сцепления с основанием 1,4–2,2 МПа; сохранением продуцирующей способности штаммов *Bacillus pumilus*. Предложена технология получения ремонтных смесей, включающая приготовление биоминерализующего состава, вводимого с водой затворения не ранее 36 часов и не позднее 72 часов с момента его приготовления, непосредственно перед затворением ремонтных составов.

Полученные в ходе диссертационного исследования результаты прошли необходимую апробацию и были представлены на российских и международных конференциях. Основные положения работы изложены в 16 публикациях, в том числе: 6 статей в российских журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ; 4 работы в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus.

Замечания по диссертационной работе:

1) при использовании в ремонтных составах бактерий основной вопрос это продолжительность жизни данных бактерий, равномерность распределения по объему материала и использование в различных климатических условиях, например, в Сибири или на Крайнем Севере;

2) в автореферате ни одного слова не указано про экономическую эффективность и не приведено сравнение с имеющимися на рынке ремонтными составами.

В целом, судя по тексту автореферата, диссертационная работа **«Биоминерализующий состав как модифицирующий компонент ремонтных смесей»**, представляет собой актуальное и значимое исследование, развивающее представления в области науки и практики строительных материалов и изделий, соответствует пункту 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), а ее автор, **Балицкий Дмитрий Андреевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Доктор технических наук, профессор
по специальности 05.23.05 – Строительные
материалы и изделия (отрасль – Технические науки),
директор института цифровых и инженерных технологий
ФГБОУ ВО «НГАСУ (Сибстрин)»

Лилия Владимировна Ильина
14.11.2024 г.

Кандидат технических наук
по специальности 05.23.05 – Строительные
материалы и изделия (отрасль – Технические науки),
доцент кафедры строительных материалов, стандартизации
и сертификации ФГБОУ ВО «НГАСУ (Сибстрин)»

Михаил Андреевич Раков
14.11.2024 г.

Личную подпись Л.В. Ильиной и М.А. Ракова удостоверяю:
Первый проректор «НГАСУ (Сибстрин)»,
кандидат экономических наук

Александр Сергеевич Евдокименко
14.11.2024 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»

Адрес организации: 630008, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113
Ильина Л.В. - телефон: 8 (383) 266-81-89, email: nsklka@mail.ru
Раков М.А.. - телефон: 8 (383) 266-42-94, email: westcoast84@mail.ru



ЗАВЕРЯЮ
Начальник общего отдела НГАСУ (Сибстрин)
Яковух Н.И.