

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ БЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**Максимов В.А., магистрант 2 курса
дорожно-строительного факультета
Научный руководитель – Ушаков В.В.,
доктор технических наук, профессор
Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)
г. Москва**

***Ключевые слова:** самовосстанавливающийся бетон, прочность бетона, палочковидная бактерия, обычный бетон, эластичный бетон*

Статья посвящена изучению технологий и методов самовосстановления бетонных покрытий, использующихся за рубежом. Также выявлены основные преимущества и недостатки каждого метода.

Введение. Понятие «строительный материал» и «микроорганизм» на первый взгляд кажутся несовместимыми, ведь прекрасно известно о том, что многие строительные конструкции подвергаются биокоррозии. Тем не менее, ученым удалось создать материал, который не уступает по характеристикам обычному бетону, однако благодаря наличию в нем микроорганизмом приобретает новые полезные свойства.

Цель работы. Собственно, в данной статье предстоит рассмотреть зарубежные инновационные технологии и методы самовосстановления бетонных покрытий и бетона, в целом. Изучим основные плюсы и минусы каждого из метода.

Результаты. Под биоминерализацией понимают совокупность биохимических процессов, в процессе которых образуются твердые тела в живых организмах. В процессе этого у некоторых живых

организмов образуются панцири и раковины, а других приспособили формировать недостающие части строительных конструкций.

Материал, предложенные микробиологом Хенком Джонкерсоном из Нидерландского Делфтского технического университета, содержит в составе палочковидную бактерию. В качестве источника для питания бактерий выступает лактат кальция – соль молочной кислоты. Для защиты бактерий и источника питания их помещают в крошечные капсулы из биоразлагаемого пластика, которые растворяются при попадании на их поверхность воды. Таким образом освободившись из капсулы, бактерии могут проникнуть даже в самые мелкие трещины и размножиться в ней, пока не заполнят своими телами весь объем. После этого они погибают, а их тела превращаются в карбонат кальция, который надежно скрепляет трещину. Проведенные опыты показали, что материал образующийся в процессе жизнедеятельности бактерий намного прочнее, чем сам бетон. Другое объяснение происходящему: при взаимодействии бактерий с лактатом кальция, проходит химическая реакция, образуется известняк, который заполняет трещины. Экспериментальные опыты и наблюдения показали, что бактерии способны справиться с трещинами размером до 0,5 мм.

Выбор Джонкерса при создании самовосстанавливающегося бетона пал на бактерии рода бацилл ввиду их некоторых отличительных особенностей, а именно, способности находиться в процессе анабиоза продолжительное время и высокая выживаемость в условиях агрессивных щелочных сред.

Согласно исследованиям, бактерии начинают расти и размножаться, когда среда, в которой они находятся соответствует показателю pH бетона. Известно также, что достижениями генной инженерии были созданы бактерии, которые аналогичным образом могут размножаться только в среде асфальта.

Впервые бетон с повышенными показателями эластичности и гибкости был получен группой американских ученых, работающих в университете штата Мичиган. Повышенная эластичность бетона объясняется входящими в его состав особыми минералами, которые при взаимодействии с водой образуют карбонат кальция. Также в состав бетона входят полимерные соединения, повышающие гибкость

материала. В сравнении с обычным бетоном он регенерируется на 40-50% легче.

Еще один вариант эластичного бетона (ConFlexPave) был разработан группой ученых из Сингапура. Эластичный бетон в составе имеет полимерное микроволокно, которое придает гибкость и усиливает адгезию бетона. Композитный материал прочнее и легче, что особенно актуально в дорожном строительстве.

Первые типы подобных бетонов были получены более 10 лет назад. Данный вид бетона демонстрирует прочность соизмеримую с прочностью стальной арматуры, при этом показатели гибкости превышают значение для обычного бетона примерно в 2 раза. В табл.1 приведено сравнение свойств обычного и эластичного бетона.

Таблица 1- Сравнение свойств бетонов

Характеристики	Обычный бетон	Эластичный бетон
Образование трещин	+	временно
Долговечность	До 100 лет	До 200 лет
Прочность при сжатии	B15	B25
Плотность	до 2500 кг/м ³ и выше	до 1800 кг/м
Прочность при изгибе	Btb6,8	Btb8
Способность к регенерации	-	+

Закключение.

На основе вышеизложенного делаем вывод о том, что к настоящему моменту зарубежная практика продемонстрировала эффективные рабочие способы самовосстановления дорожных покрытий из бетона. Это бетон, в составе которого есть палочковидная бактерия, бетон с микрокапсулами нитрата кальция, эластичный или гибкий бетон на основе минералов или микроволокон. Сравнение технологий показывает, что по физико-механическим свойствам, долговечности (не подтвержденной в настоящий момент опытным путем) самовосстанавливающийся бетон занимает лидирующую позицию относительно обычного бетона, уступая ему лишь в стоимости.

Библиографический список:

1. Кодзоев М.-Б. Х., Исаченко С. Л. Самовосстанавливающийся бетон // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. вып. 4. 4 с – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/samovosstanavlivayuschiysya-beton> (дата обращения: 21.02.2023).
2. Корнюхин А.В., Васючкова В.В. Применение в строительстве самозалечивающегося эластичного бетона // Дневник науки. 2019. N 11(35). 20с.–URL: http://dnevniknauki.ru/images/publications/2019/11/technics/Kornyukhin_Vasyuchkova.pdf (дата обращения: 19.02.2023).
3. Бегунова Н.В., Антифеева В.С., Романова А.М. Самозалечивающийся эластичный бетон – строительный материал будущего // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2018. Т. 4., вып. 35. С. 211-213. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36832971> (дата обращения 21.02.2023). – Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.

**ANALYSIS OF FOREIGN TECHNOLOGIES OF SELF-HEALING
CONCRETE COVERINGS OF ROADS****Maksimov V.A.**

Keywords: *self-healing concrete, concrete strength, rod-shaped bacteria, ordinary concrete, elastic concrete*

The article is devoted to known technologies and methods of self-healing concrete facades used abroad. The main advantages and results of each method were also identified.