

БЕТОНДУН ӨЗҮНӨ КЕЛУУ ӨЗГӨЧӨЛҮКТӨРҮ

Сарбаева Н.М.¹, Азизбеков З.²

т.и.к., nadir12sm@mail.ru, студент, КМТУ. И.Раззакова, Бишкек, Кыргыз Республикасы

Аннотация. Макалада заманбап курулушта өзүн-өзү айыктыруучу бетонду колдонуунун өзгөчөлүктөрү талкууланат. Мындай бетон заманбап курулуди инженериясынын келечектүү багыттарынын бири болуп саналат, аны пайдалануу структуралардын кызмат мөөнөтүн бир кыйла жогорулаттууга болот; Бирок, ар кандай жаңы технология сыйктуу, жолдо нюанстар жасана кыйынчылыктар бар.

Негизги сөздөр: биобетон, өзүн-өзү калыбына келтируүчү бетон, жаракалардын пайда болушу, *Bacillus subtilis* түрүнүн бактериялары, капсулалар.

ОСОБЕННОСТИ САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

Сарбаева Н.М.¹, Азизбеков З.²

к.т.н., nadir12sm@mail.ru, студент КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация. Статья обсуждает особенности применения самовосстанавливющегося бетона в современном строительстве. Такой бетон является одним из перспективных направлений современного гражданского строительства, его применение способно значительно увеличить сроки эксплуатации сооружений. Однако, как и у любой новой технологии, имеются нюансы и трудности на пути реализации.

Ключевые слова: биобетон, самовосстанавливющийся бетон, образование трещин, бактерии вида *Bacillus subtilis*, капсулы.

FEATURES OF SELF-HEALING CONCRETE

Sarbaeva N.M.¹, Azizbekov Z.²

Ph.D., nadir12sm@mail.ru, student KSTU named after. I. Razzakova, Bishkek, Kyrgyz Republic

Annotation. The article discusses the benefits and applications of self-healing concrete in modern construction. This material provides high strength, reduces maintenance costs and improves the appearance of structures. Examples of use in various fields of construction highlight its importance for creating reliable structures.

Keywords: bioconcrete, self-healing concrete, cracking, *Bacillus subtilis* bacteria, production technology, cost of self-healing concrete.

Введение. В современном строительстве актуален вопрос об увеличении срока эксплуатационной пригодности сооружений. Традиционный бетон имеет изъян, он имеет тенденцию трескаться при влиянии напряжения. Одним из направлений, позволяющих решить данную проблему является применение самовосстанавливющегося эластичного бетона. Самовосстанавливающийся бетон – революционный строительный материал, разрешающий все эти проблемы и, безусловно, это строительный материал будущего.

Технология самовосстановления позволяет добиться повышения прочностных характеристик и долговечность бетонной конструкции, а также предотвращения коррозии армирующих элементов. Это обусловлено тем, что самовосстанавливающийся бетон благодаря живым бактериям обладает способностью к регенерации и позволяет достигнуть повышенной устойчивости к трещинообразованию. Благодаря уникальным характеристикам данной технологии исключается необходимость в использовании каких бы то ни было мер по ликвидации повреждений, что, в свою очередь, позволяет снизить дополнительные финансовые затраты на обслуживание объекта.

Анализ. Современное строительство ставит перед собой постоянные вызовы, требуя инновационных решений для повышения эффективности и улучшения качества бетонных и железобетонных конструкций. Таким вызовам отвечает самовосстанавливающийся бетон, так как этот продвинутый материал способен восстанавливать свою структуру после возникновения трещин или деформаций под воздействием нагрузок.

В 2005 г. были обнаружены бактерии, производящие минералы, которые могут помочь устраниить микротрещины в бетоне. Доктор Хенк Джонкерс, микробиолог из Дельфтского университета (Голландия), стал основоположником научных разработок в области производства биоконструкций, которые могут принести пользу для проектов гражданского строительства. Джонкерс нацелился к бактериям рода бацилл, которые могут существовать в щёлочной среде, а их споры десятилетиями выживают без еды и воды. Оставалось только обеспечить им питание. После продолжительных поисков было решено использовать лактат кальция, и пленить бактерий вместе с их едой в капсулы из биоразлагаемого пластика.

Данные микрокапсулы содержат необходимые минеральные включения, применяющиеся для зашивания трещины, если таковая образуется. При своем появлении трещина сломает капсулы, и лечебный состав высвободится в образовавшиеся пустоты. Целью такого подхода является ремонт трещин, так как капсулы не достаточно велики, чтобы иметь эффект на более крупных разломах.

Новоизобретенный материал уже успешно прошел испытания. В течение четырех лет ученые наблюдали за состоянием самовосстанавливающегося бетона на практике. Для этого была специально построена прибрежная спасательная станция, как и все аналогичные подверженная активным природным воздействиям. По мнению ученого Кодзоева М.Б. необходимо обеспечить защиту бактерий и источника питания их помешают в крошечные капсулы из биоразлагаемого пластика, которые растворяются при попадании воды. Во время взаимодействия бактерий с лактатом кальция, возникает химическая реакция, которая создает известняк, заполняющий трещины. Процесс

затвердевания геля занимают семь дней. В процессе исследований данного материала, микроорганизмы хорошо справлялись с трещинами размером 0,5 мм. Эти бактерии в состоянии покоя могут находиться до двух столетий. Находясь в микротрещинах, бактерии заполняют микрополоски отходами своей жизнедеятельности, защищая от возникновения глубоких разломов в структуре бетона.

Использование самовосстанавливающегося бетона, сокращает трудоемкость и затраты на ремонт зданий, а также, снижается выброс углеводорода при производстве производственной смеси. Согласно исследованиям и экспериментам, такой бетон более прочный и плотный. Стоит отметить, что данный вид бетона был разработан для того, чтобы продлить срок службы и сэкономить на капитальном ремонте зданий и сооружений, а также для мостов и всех дорожных конструкций, поскольку они часто испытывают мелкие трещины из-за тяжелых нагрузок и постоянно нуждаются в техническом обслуживании.

Данный способ борьбы с трещинами, станет очень выгодным для изготовителей железобетонных изделий и потребителей, так как существующие мероприятия являются дорогими и трудоемкими. Новая технология позволит защитить уже построенные конструкции от трещин и продлить срок службы, путем распыления на поверхности, жидкости с бактериями.

Впервые биобетон был использован при строительстве спасательной станции на озере в Нидерландах.

Поскольку биобетон все еще находится в стадии разработки, этот вид бетона используется в ограниченном масштабе и не широко распространен. Некоторые основные препятствия — это затраты и производство. На данный момент стоимость производства самовосстанавливающегося бетона примерно в 2 раза превышает производства обычного. И все еще продолжаются исследования, используя различные подходы для снижения затрат и для поиска более дешевого материала (замена лактата кальция каким-нибудь другим веществом), чтобы новый бетон стал более доступным.

Заключение. Самовосстанавливающийся бетон представляет собой важный прорыв в области строительных материалов, обеспечивая повышенную прочность, долговечность и эстетические качества конструкций. Его использование в строительстве позволяет создавать более надежные и устойчивые сооружения, способные эффективно служить долгие годы. Он имеет больше преимуществ, чем недостаток и является материалом будущего. Сегодня идут последние подготовки нового материала к выходу на мировой рынок. Однако имеются проблемы, с которыми столкнулись ученые с интеграцией микрокапсул в бетон. С одной стороны, они должны быть достаточно крепкими, чтобы выдержать процессы смещения, а с другой — достаточно восприимчивыми, чтобы разрушиться при образовании трещины. К тому

же, повышение цены при применении данной технологии станет существенным фактором для конкурирования с традиционными методиками возведения бетонных конструкций. Думаем, что в ближайшем будущем устранится все проблемы в реализации самовосстанавливающегося бетона для строительства и в Кыргызстане будет иметь перспективы.

Список литературы:

1. Ткач Е. В., Семенов В. С., Ткач С. А. Высокоэффективные модифицированные гидрофобизированные бетоны с улучшенными физико-техническими свойствами // Бетон и железобетон - взгляд в будущее: научные труды III Всероссийск. (II Междунар.) конф. по бетону и железобетону (Москва, 12-16 мая 2014 г.): в 7 т. Т. 5. С. 113-123.
2. Hearn, N., Morley, C. T. Self-sealing property of concrete. Experimental evidence // Materials and Structures. 1997. V. 30. P. 404-411.
3. Самовосстанавливающийся бетон, содержащий бактерии. Режим доступа: [7https://clck.ru/D8NF7/](https://clck.ru/D8NF7) (дата обращения 11.01.2018).
4. Голландский микробиолог разработал самовосстанавливающийся бетон. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/250502/> (дата обращения 11.01.2018).
5. Кодзоев М.Б. Самовосстанавливающийся бетон. МГСУ, М., 2018