

УДК 691.33

САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИЙСЯ БЕТОН

SELF-HEALING CONCRETE

©Кодзоев М.-Б. Х.,

*Московский государственный строительный университет
(национальный исследовательский университет),
г. Москва, Россия, basir731@yandex.ru*

©Kodzoev M.-B.,

*Moscow State University Of Civil Engineering
(National Research University),
Moscow, Russia, basir731@yandex.ru*

©Исаченко С. Л.,

*Московский государственный строительный университет
(национальный исследовательский университет),
г. Москва, Россия, Isach21@yandex.ru*

©Isachenko S.,

*Moscow State University Of Civil Engineering
(National Research University),
Moscow, Russia, Isach21@yandex.ru*

Аннотация. Бетон — один из наиболее распространенных строительных материалов в мире, за счет своей прочности и экономичности производства. Он состоит из вяжущего вещества (цемента), крупных и мелких заполнителей, воды. По мере затвердения бетон становится хрупким и под действием нагрузок в нем возникают трещины, которые являются открытым каналом для перемещения влаги. После рядов циклов заморозания и оттаивания, надломы расширяются, а потом вода доходит до арматуры и запускает процесс коррозии. Ржавчина занимает больший объем, чем армирующий материал (арматура) и бетон начинает трескаться и расслаиваться. Трещины различных размеров приходится устранять вручную, что является трудоемким и дорогостоящим процессом. А также не всегда удается своевременно устранить эту проблему. Самовосстанавливающийся бетон — революционный строительный материал, разрешающий все эти проблемы и, безусловно, это строительный материал будущего.

Abstract. Concrete is one of the most common building materials in the world, due to its strength and not expensive production. It consists of a binder (cement), large and small fillers, water. As the concrete hardens and becomes brittle under the action of loads in it there are cracks, which are an open way to move moisture. After a series of cycles of freezing and thawing, the cracks expand and then the water reaches the reinforcement and initiates corrosion. Rust occupies a larger volume than the reinforcing material (reinforcement) and the concrete begins to crack and delaminate. Cracks of different sizes have to be removed manually, which is a laborious and expensive process. And it is not always possible to fix this problem in a timely manner. And self-healing concrete is a revolutionary building material, able to solve all these problems and, of course, it is the building material of the future.

Ключевые слова: самовосстанавливающийся бетон, биобетон, современный материал, строительный материал, трещины, бактерии.

Keywords: self-healing concrete, bioconcrete, modern material, building material, cracks, bacteria.

Бетон — один из наиболее распространенных строительных материалов в мире, за счет своей прочности и экономичности производства. Он состоит из вяжущего вещества (цемента), крупных и мелких заполнителей, воды. По мере затвердения бетон становится хрупким и под действием нагрузок в нем возникают трещины, которые являются открытым каналом для перемещения влаги. После рядов циклов заморозания и оттаивания, надломы расширяются, а потом вода доходит до арматуры и запускает процесс коррозии. Ржавчина занимает больший объем, чем армирующий материал (арматура) и бетон начинает трескаться и расслаиваться. Трещины различных размеров приходится устранять вручную, что является трудоемким и дорогостоящим процессом. А также не всегда удается своевременно устранить эту проблему. Самовосстанавливающийся бетон — революционный строительный материал, разрешающий все эти проблемы и, безусловно, это строительный материал будущего.

Такой материал предложил микробиолог Хенк Джонкерсон (Henk Jonkers) из Нидерландского Делфтского технического университета. Три года потребовалось Джонкерсу, для воссоздания прототипа, самовосстанавливающегося бетона. Основной задачей было поиск бактерий, которые выжили бы в суровых условиях бетона (1, 2).

Так, для решения проблемы с сухостью, было принято решение использовать палочковидную бактерию из-за ее выносливости и долголетия. Но для производства известняка необходимо было обеспечить бактерии питательными веществами. Пробовали использовать сахар, но он ухудшал свойства бетона, уменьшая прочность, впоследствии, в качестве источника питания был выбран лактат кальция.

Лактат кальция или кальций молочнокислый — это кальциевая соль молочной кислоты. Порошок белого цвета, хорошо растворимый в теплой воде. Химическая формула — $2(C_3H_5O_3)Ca$.

Чтобы обеспечить защиту бактерий и источника питания их помещают 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.

Преимущества применения самовосстанавливающегося бетона:

- устойчивость к воздействию окружающей среды;
- экологичность;
- не позволяет разрушаться бетонным конструкциям;
- сопротивляемость к разрушению бетонных конструкций;
- практичность;
- перспектива использования.

Использование самовосстанавливающегося бетона, сокращает трудоемкость и затраты на ремонт зданий, а также, снижается выброс углекислого газа 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 [1].

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.

В первые, биобетон был использован при строительстве спасательной станции на озере в Нидерландах (Рисунок). Тест на прототипе дал положительный результат.



Рисунок. Спасательная станция 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 [2].

Самовосстанавливающийся бетон имеет больше преимуществ, чем недостаток и является материалом будущего. Новая разработка — это соединение природы и искусственного материала в одном целом. В дальнейшем рассматривается использования в качестве живых существ-плесени. Ведь эти грибы выживают даже после сознательного

уничтожения колонии и способны уловить питательные вещества даже в самых неблагоприятных условиях.

Источники:

(1). Самовосстанавливающийся бетон, содержащий бактерии. Режим доступа: <https://clck.ru/D8NF7/> (дата обращения 11.01.2018).

(2). Голландский микробиолог разработал самовосстанавливающийся бетон. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/250502/> (дата обращения 11.01.2018).

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*, Vol. 30, 1997. P. 404-411.

References:

1. Tkach, E. V., Semenov, V. S., & Tkach, S. A. (2014): Highly effective modified hydrophobized concretes with improved physical and technical properties. *Concrete and reinforced concrete - a look into the future: scientific works III All-Russian. (II Intern.) Conf. for concrete and reinforced concrete, Moscow, May 12-16, in 7 volumes*, (5). 113-123.

2. Hearn, N., & Morley, C. T. (1997). Self-sealing property of concrete -Experimental evidence. *Materials and Structures*, (30), 404-411.

*Работа поступила
в редакцию 09.03.2018 г.*

*Принята к публикации
16.03.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Кодзоев М.-Б. Х., Исаченко С. Л. Самовосстанавливающийся бетон // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №4. С. 287-290. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/kodzoev-isachenko-1> (дата обращения 15.04.2018).

Cite as (APA):

Kodzoev, M.-B., & Isachenko, S. (2018). Self-healing concrete. *Bulletin of Science and Practice*, 4, (4), 287-290