



Центр научно-технической информации и библиотек  
– филиал ОАО «РЖД»

## Дифференцированное Обеспечение Руководства

---

63/2023

### Инновационные материалы для мостостроения

Мостостроение по праву можно считать одной из самых консервативных отраслей строительства. Несмотря на эволюцию инженерии, согласование и внедрение новых решений требует длительного времени. Тем не менее, в наше время при строительстве мостов все чаще применяются передовые технологии и новые материалы.

Одним из самых инновационных материалов в области мостостроения сегодня по праву считается самовосстанавливающийся бетон.

Самовосстанавливающийся бетон – новая ступень в развитии строительных материалов (рис. 1). Рецепт его приготовления отличается от классических добавлением в состав грибков и спор бактерий, способных выжить в щелочных условиях и придать бетону новые свойства. В процессе своей жизнедеятельности микроорганизмы вырабатывают вещества, восстанавливающие поврежденную поверхность конструкции.



*Рис. 1. Самовосстанавливающийся бетон*

Известный факт, что обычный бетон со временем рассыхается, покрываясь трещинами, в которые проникает вода, а вместе с ней начинается

процесс коррозии. В результате такого разрушения требуется дорогостоящий ремонт мостового или другого промышленного сооружения. Добавленные в состав грибки и споры бактерий могут находиться в состоянии покоя на протяжении десятилетий. Как только конструкция покрывается трещинами, и в них проникает вода, микроорганизмы активизируются и начинают вырабатывать карбонат кальция (известняк), заполняя образовавшимся материалом трещины в бетоне. Этот процесс самовосстановления продлевает срок эксплуатации сооружения.

Микробиолог Хэнк Джонкерс из Технический университет Делфта, Нидерланды предложил в состав бетона добавлять бактерии рода *Bacillus*. Бактерии помещены в изготавливаемую смесь в биоразлагаемых капсулах вместе с лактатом кальция. Как только в трещины на поверхности бетона попадает вода, капсула растворяется, а бактерии, активизировавшись, начинают вырабатывать известняк, которым заполняются щели в стройматериале. Лактат кальция используется как питательная среда для микроорганизмов рода *Bacillus*.

Группа ученых Бингемтонский университета, штат Нью-Йорк и университета Рутгерса добавила в смесь бетона споры грибка *Trichoderma reesei*. После того, как на поверхности стройматериала начали появляться трещины, вода и воздух спровоцировали грибок активно прорасти, вырабатывая карбонат кальция, которым накрепко замуровались образовавшиеся повреждения.

Ученые Инцзы Ян и Виктор Ли из Университет Мичигана, США, почерпнув идею из природных свойств роста и самовосстановления морских ракушек, добились того, что при длительном контакте с водой в произведённом ими бетоне образовавшиеся трещины зарубцовываются, заполняясь карбонатом кальция. Действие подобно тому, что происходит в процессе жизнедеятельности морских обитателей.

Развивая свойства строительных материалов и повышая их экономическую выгоду, российские ученые также шагнули далеко в применении открытий биологии и микробиологии в производстве бетонных и железобетонных изделий.

Команда ученых Севастопольского государственного университета разработала технологию нанопорошков с добавлением в них штаммов бактерий. Добавленный в строительную смесь ингредиент усиливает бетонный блок при сжатии на 94%. Этот инновационный материал предполагается использовать в гидротехническом и берегоукрепительном строительстве.

Новый самовосстанавливающийся материал необходим в местах, где производство мелких ремонтных работ и регулярный осмотр состояния

сооружений затруднён или даже невозможен. Транспортные сооружения мостового типа – одно из них.

Еще одно преимущество строительных материалов нового поколения – возможность экономии средств, так как отсутствует необходимость в постоянном мелком ремонте сооружений. Регулярно выделяемые для этих целей деньги могут быть направлены на строительство новых объектов.

Не менее значимым новшеством в мостостроении является создание конструкций из нанокompозитов. Высокотехнологичные композитные элементы на основе нанокультур славятся превосходными эксплуатационными параметрами:

- они легковесны, но прочны подобно стали;
- хорошо противостоят сильным ветрам;
- в минимальной степени подвергаются биологической коррозии;
- отличаются высокой химической устойчивостью.

На основе нанокompозитов сегодня создаются стальные элементы, конструкции, арматура, которая задействуется в виде усиливающих лент и бандажей. Добавление в состав наночастиц молибдена и ванадия препятствует водородному охрупчиванию стали, снижая тем самым риск разрушения элементов.

Инженеры Техасского университета A&M при поддержке Национального научного фонда США разработали сверхэластичный сплав с эффектом памяти формы (SMA). Этот материал используется для замены оригинальной стальной арматуры, применяемой при изготовлении железобетона.

Когда стальная арматура в бетоне подвергается нагрузкам, вызывающим ее деформацию выше предела текучести, она искривляется и уже не возвращается к своей первоначальной форме. В то время как сверхэластичные SMA возвращаются к ней даже после воздействия высоких нагрузок.

Никель-титановые сплавы SMA используются в аэрокосмической и биомедицинской промышленности, свойство возвращения формы в исходное состояние после перегрева или возникновения напряжений позволяет производить из них крылья самолетов и хирургические устройства.

Однако из-за дороговизны и ресурсоемкости процесса производства применение никель-титановых SMA пока ограничено.

*Источник: betonpedia.ru, 2023,  
stankoff.ru, 2023,  
betonpedia.ru, 2022*