

САМОЗАЛЕЧИВАЮЩИЙСЯ ЭЛАСТИЧНЫЙ БЕТОН

*Лойко Иван Константинович, студент 5-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Яковлев А.А., старший преподаватель)*

Трещины в бетоне являются обычным явлением из-за относительно низкой прочности на растяжение. Эти трещины ухудшают долговечность бетона, поскольку они создают легкий путь для проникновения жидкостей и газов, которые могут содержать вредные вещества. Если микротрещины растут и достигают арматуры, может быть поврежден не только сам бетон, но и арматура будет подвергаться коррозии. Поэтому важно контролировать ширину трещины и заделать трещины как можно быстрее. Поскольку затраты на содержание и ремонт бетонных конструкций, как правило, высоки, данное исследование направлено на разработку самовосстанавливающегося бетона. Самовосстановление трещин в бетоне будет способствовать увеличению срока службы бетонных конструкций и сделает материал не только более долговечным, но и более устойчивым.

Существуют различные лечебные механизмы:

1. Бетон обладает автогенной способностью к заживлению, поскольку в его составе присутствует негидратированный цемент. Когда вода вступает в контакт с негидратированным цементом, происходит дальнейшая гидратация. Кроме того, растворенный CO_2 реагирует с Ca^{2+} с образованием кристаллов CaCO_3 . Эти два механизма, однако, могут лечить только небольшие трещины. Для усиления механизма заживления в смесь добавляют микроволокна. При смешивании микроволокон в бетоне происходит многократное растрескивание. Таким образом, образуется не одна широкая трещина, а несколько мелких трещин, которые легче закрываются за счет аутогенного заживления.

2. Суперабсорбирующие полимеры (САП) или гидрогели способны поглощать большое количество жидкости (до 500 раз больше собственного веса) и сохранять ее в своей структуре без растворения. При появлении трещин САП подвергается воздействию влажной среды и разбухает. Эта реакция набухания частично изолирует трещину от проникновения потенциально вредных веществ. После набухания частицы САП десорбируются и подают жидкость в окружающий состав для внутреннего отверждения, дальнейшей

гидратации и осаждения CaCO_3 . Таким образом, трещины могут полностью закрыться.

3. Трещины можно лечить с помощью микроорганизмов, осаждающих карбонат кальция. Эти организмы встраиваются в бетонный состав после иммобилизации на диатомовой земле в микрокапсулах или в САП и начинают осаждение CaCO_3 , как только происходит трещина. Благодаря этому процессу бактериальная клетка будет покрыта слоем карбоната кальция, что приведет к заполнению трещины.

4. Одна из исследовательских программ рассматривает использование капсулированных полимеров для достижения самовосстановления трещин в бетоне. Когда появляется трещина, капсулы разрушаются и содержимое высвобождается. Благодаря капиллярному действию агент попадет в трещину. После реакции грани трещины соединяются вместе, и трещина, таким образом, заживает.

В зависимости от требуемого восстановления свойств, различные целебные агенты были инкапсулированы. Чтобы снизить водопроницаемость бетона с трещинами, внутри капсул предусмотрен полиуретан. Когда восстановление прочности является более важной проблемой, метилметакрилат инкапсулируется. Для конструкций, где важен эстетический аспект, водоотталкивающие агенты могут быть заключены в капсулу.

В качестве материала для герметизации были использованы хрупкие стеклянные или керамические трубки. Тем не менее, поскольку капсулы должны выдерживать процесс смешивания в бетоне, в настоящее время исследования направлены на разработку капсул с подходящими свойствами, чтобы выдержать процесс смешивания и высвободить целебный агент, когда в затвердевшем составе появляются трещины.

В случае динамических трещин в конструкциях при циклической нагрузке (например, из-за движения или колебаний температуры) могут использоваться инкапсулированные эластичные полимеры. В то время как трещины, зажившие с помощью CaCO_3 , будут вновь открываться после перегрузки, и новые трещины будут образовываться в случае жестких полимеров, эластичные полимеры должны быть в состоянии преодолеть трещины увеличивающейся ширины. Таким образом, для данного конкретного случая восстановление прочности не так важно, как эффективное уплотнение трещин. Оценены адгезионные свойства и деформационная способность эластичных полимерных целителей в процессе эксплуатации.