

УДК 504.38

д.т.н., професор Малкин Э.С., Журавская Н.Е.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ЗАЩИТА БЕТОНА ОТ БИОПОВРЕЖДЕНИЯ

Рассмотрены достижения нанотехнологии в строительстве. Проанализированы вредные воздействия строительных материалов и влияние загрязнений на жизнедеятельность человека. Авторами предложена гипотеза, которая нашла подтверждение по использованию метода защиты бетона от биоповреждений.

Ключевые слова: нанотехнологии, биоповреждения, прочность бетона, микроклимат помещения, безопасность жизнедеятельности.

В условиях современной жизни и при высоких темпах развития городов необходимы восстановительные, «оздоровительные» работы для сохранения зданий, для создания безопасных условий жизнедеятельности человека, с использованием наиболее эффективных способов борьбы с биоповреждениями стройматериалов и сооружений. При строительстве объектов, использование современных материалов - с применением современных нанотехнологий.

Нанотехнологии развиваются очень интенсивно в строительстве. С позиций сегодняшнего дня нанонаука – создание наноматериалов, наносистем, и модификация объектов, которые включают компоненты размером менее 100 нм хотя бы в одном измерении [9]. Естественно, разработки в этой области направлены на создание более прочных, доступных строительных материалов. Необходимость решения этого вопроса представляет интерес, с учетом рассмотренных далее проблем.

Жители Европы более 90% времени проводят в замкнутом пространстве. Более 40% людей, находящихся в закрытых помещениях, жалуются на ухудшение состояния здоровья и различные неудобства (European Construction Technology Platform 2005). Научные исследования показали, что процесс деформации неметаллических строительных материалов, таких как бетон, штукатурка, разного происхождения сухих строительных смесей, связан с действием на них микроорганизмов. При этом, как правило, повреждениям таких конструкций вызвано комплексным влиянием микроорганизмов, физической и химической коррозией.

Микробиологическая коррозия бетонов встречается в жилых и промышленных зданиях. Внешними проявлениями повреждений микроорганизмами строительных материалов: их вспучивание, растрескивание, отпадание целых фрагментов штукатурки, на полу и стенах

наличие темных пятен (фото 1). Часто этим явлениям сопутствуют климатические условия (высокая влажность, перепады температур).

Загрязнения воздуха могут вызвать заболевания дыхательных путей, сердечно-сосудистой системы, раковые заболевания, преждевременные роды, повышение смертности младенцев, неврологические и психиатрические расстройства, снижение иммунитета. 72% жителей загрязненных районов, болеют хроническим бронхитом, заболеваниями дыхательной системы. Существует явная связь между загрязненностью атмосферы и заболеваниями обширным инфарктом миокарда [9].

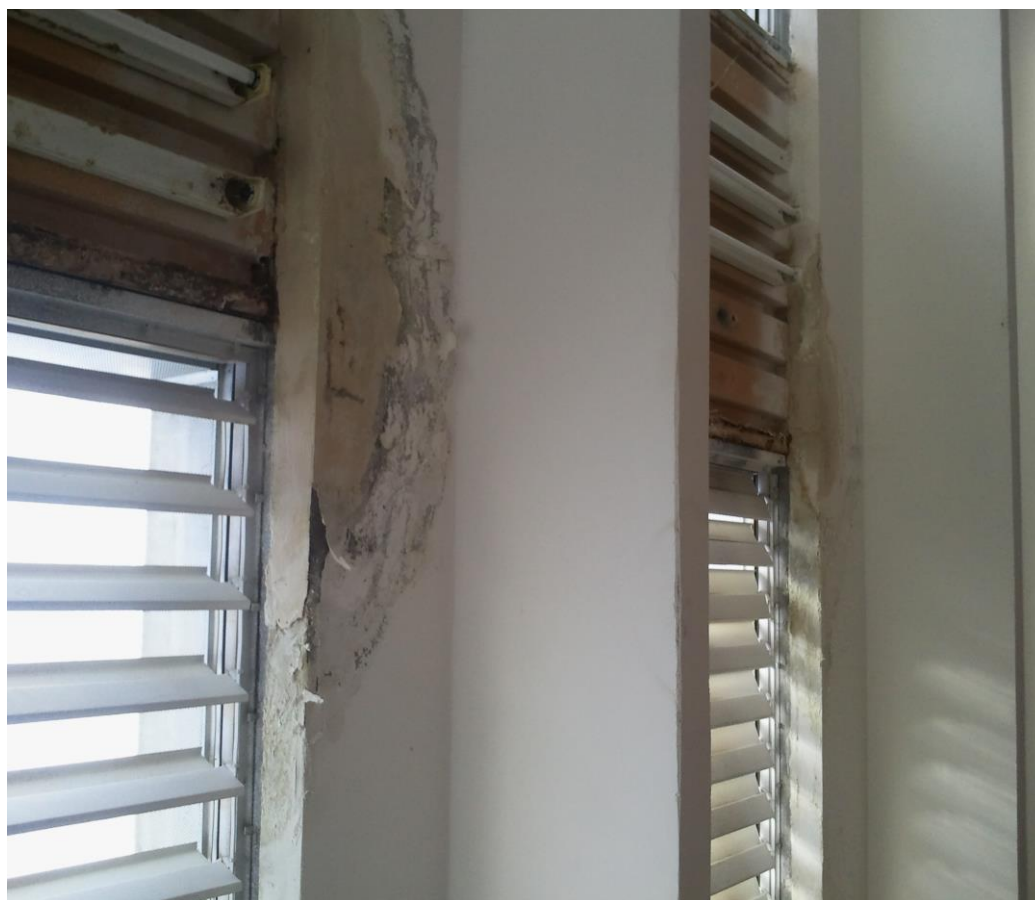


Фото 1.

Для предотвращения и создания безопасной среды обитания необходимо:

- снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания и сооружений: начиная от изготовления материалов для зданий (с учетом повышения прочности и проблем биоповреждений материала, выбора участка и далее при проектировании, строительстве, эксплуатации (создание условий микроклимата зданий и сооружений));

- расширение и дополнение классического строительного проектирования понятиями экономии, полезности, долговечности, влияния застройки на окружающую среду и здоровье людей, благодаря ресурсосбережению (использование электроэнергии, воды и других ресурсов с учетом прогрессивных методов, в т.ч. и нанотехнологий);

- использовать инновационные подходы, программного обеспечения (Autodesk, Graphisoft) эффективно использовать для решения различных задач, в частности, расчета и оптимизации экологических характеристик здания уже на начальных стадиях архитектурного проектирования.

В домах, строительных сооружениях (сельскохозяйственные объекты, например мясомолочные и животноводческие комплексы) вредное воздействие на здоровье людей оказывают использованные при строительстве и эксплуатации здания вредные для здоровья людей строительные материалы и изделия, слишком высокие или низкие температуры в помещении, влажность, освещение, качество воздуха (диоксид углерода, табачный дым, опасные мелкие и крупные твердые частицы, опасное излучение, микроорганизмы и т. д.), шум, аллергены, вредный газ, ненадлежащее удаление сточных вод, дыма, твердых или жидких отходов и т. д. Все это оказывает влияние на здоровье человека (фото 2.) [8].

Гигиеническая безопасность строительных материалов для человека определяется комплексом санитарно-гигиенических характеристик (СГХ), определяющих потенциальную опасность материала для здоровья человека, соответствие строительным требованиям, предъявляемым к материалам или изделиям конкретного назначения. Неблагоприятное влияние на организм человека обусловлено совокупностью взаимодействий между материалом, средой и человеком, согласно динамики возможного современного состояния взаимоотношений «среда-человек» [9,11].

Только в последние годы стало широко известно о влиянии низших грибов в помещениях на аллергические реакции и инфекции дыхательной системы. Около 20% жителей Европы имеют аллергические реакции к клещам и низшим грибам (вызванных биоповреждением строительных материалов и конструкций и др.), а доминирование заболеваний астмой и аллергией в жилых зданиях также увеличивается.

В Европе астмой болеют один из семи детей, а в Западной Европе таких детей в десять раз больше, чем в Восточной Европе (European Construction Technology Platform 2005).



Фото 2.

Главными факторами разрушения или коррозии бетона является влияние внешней среды, агрессивных сред. При этом главную угрозу для бетона представляет то же самое, что способствует отверждению бетонной смеси - вода. Сегодня принято выделять несколько видов коррозии бетона в зависимости от характеристики провоцирующих ее процессов [7,13,10]. Наиболее распространена химическая коррозия бетона. Чаще всего ее провоцирует взаимодействие поверхностных слоев бетона с атмосферной влагой и содержащихся в воздухе углекислым газом. Обеспечение эффективного противодействия биокоррозии различных строительных конструкций, вызванной жизнедеятельностью на них или в них различных микробов и грибов, становится все более острой научной и практической проблемой в области строительства и эксплуатации жилых, промышленных зданий и сооружений (биологическая коррозия). В настоящее время более 40-50% общего объема регистрируемых в мире повреждений связано с деятельностью микроорганизмов [13].

Выборочное обследование зданий различного назначения, в том числе недавно отремонтированных, показало, что 80-90% домов поражены различными организмами, бактериями, простейшими, микроскопическими и другими грибами, водорослями, лишайниками и даже высшими растениями. Внутри многих зданий (в больницах, детских учреждениях) загрязненность помещений, например, микроскопическими грибами (микробицетами) превышает предельно допустимую норму в десятки, а то и сотни раз, если ориентироваться на нормативные документы Европейского Союза. Микроскопические грибы резко ухудшают эксплуатационные характеристики тех материалов, на которых растут, вызывая биоповреждения и биоразрушения

последних. Также микромицеты способны вызвать микогенную аллергию, микозы, микотоксикозы и другие заболевания. Все связано с большой опасностью для здоровья и жизни человека в целом [8, 9, 12].

Возможность коррозии бетона определяется его изначально пористой структурой и наличием в нем так называемых капилляров, по которым в бетон может проникать влага и другие вещества, провоцируя разрушительные процессы. Следовательно, основной задачей по предотвращению или прекращению коррозии бетона является защита его пор от способных нанести вред его структуре элементов. Эта задача может решаться на различных этапах. Так, специальные защитные добавки, обеспечивающие водостойкость (водонепроницаемость) и повышенную плотность структуры бетона, могут входить в его состав уже на стадии изготовления. Также технология изготовления бетона может включать в себя добавление особых защитных слоев, снабжая его дополнительной защитой и уже после его изготовления, обрабатывая его поверхность специальными гидро-, паро- и газоизолирующими составами, нанося защитные покрытия (мембраны), напыляя препараты против бактерий, плесени и других микроорганизмов.

За последнее время нанотехнологии делают гигантские шаги в бетонной промышленности. Ведутся активные исследования по использованию различных нано модификаторов при производстве бетона. Повышенный интерес разработчиками проявлен к углеродистым наночастицам, так как углеродистые добавки можно получать из природного и сжиженного газа. Полученные результаты исследований показывают значительное повышение потребительских характеристик, таких как прочность, которая до 20% повышает стойкость бетонного камня к разрушению, ударная вязкость, ускорение твердения. Также углеродистые добавки помогают значительно экономить на энергоресурсах, снижая время, затраченное на помол клинкера[9].

Недавно российские ученые создали новый вид бетонной смеси. Используя крупные и мелкие заполнители на основе магнезия и силикатных пород, они смогли добиться прекрасных физико-механических показателей бетона. Разработка призвана расширить эксплуатационные свойства смеси и сделать ее доступнее для строителей. Магний дешевле многих популярных ныне наполнителей. Учеными было проведено ряд тестов. Они пришли к выводу, что получаемые добавки увеличивают прочность смеси как минимум на 10%, при этом стоимость самого бетона снижается. [9,12].

В настоящее время находят достаточно широкое применение технологии, основанные на практической реализации биоцидных материалов (г.Кимры). Инновационный материал (Германия, Испания) благодаря сверхмалым размерам частиц достигает высокой прочности и стойкости покрытия к внешним

воздействиям. На основе биохимического метода создана технология синтеза наночастиц серебра, обладающая широким спектром антимикробного действия и т.д.

Строительные материалы являются сложными физико-химическими системами, свойства которых зависят от природы вяжущего вещества, добавок, технологических свойств воды затворения, температуры. Кинетика, механизм и природа процессов твердения материалов сложные, а действие магнитной обработки воды проявляется не только в процессах схватывания и нарастания прочности образцов, но и в качестве получаемых изделий. Как показывают промышленные испытания, прочность бетона и других строительных материалов растет на 10-30% (этот факт мы принимаем во внимание, для рекомендаций по уменьшению биоповреждения строительных материалов в процессе их эксплуатации). Появляется возможность сократить расход цемента и воды при изготовлении.

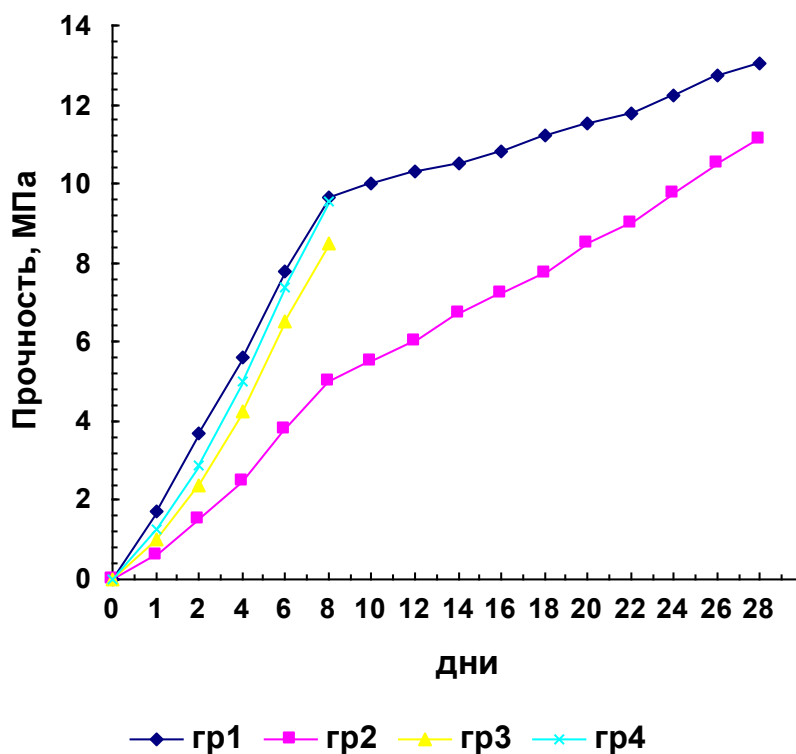


График 1.

Из известных нам материалов [1, 2, 3, 4, 5, 6,] начало применения омагниченной воды в строительстве при производстве бетона - 1962 г., СССР, Б.А.Нейман, исследования велись отечественными и зарубежными учеными [7,13]. Согласно существующим научным гипотез магнитное поле влияет на

молекулы воды, вызывает изменения «спина» протонов ядер этих молекул с освобождением некоторой части молекулярной энергии, что приводит к разрушению кластеров воды и преобразования омагниченной воды в жидкость с неуравновешенными молекулами H_2O , которые имеют тенденцию активного взаимодействия с другими веществами и, вследствие малых размеров мономолекул, к активному росту скорости диффузионных процессов переноса такой воды, в том числе в ультрамикраторах капиллярно-пористых телах, в которые обычная вода не может проникнуть (выдвинутая нами гипотеза о нанотехнологиях, используемая для решения проблемы биоповреждений в бетоне).

В опытах авторами исследовались (график.1), «модельные» кубики, изготовленные (гр1) – «*», по определенной рецептуре, («*» - характеризуются уменьшенным размером пор в структуре, равномерностью их расположения в материале - в сравнении с классической технологией изготовления образцов, меньшей коррозионной активностью) которые показали максимальную прочность. На 7 день, почти до 90% прочность кубиков – «*» больше, чем образцов (гр2), изготовленных по классической технологии. Гр3, гр4 – соответственно графики набора прочности «модельных» кубиков после пропарки, по классической технологии и с предложенной рецептурой – «*» на 12% больше.

Полученные нами результаты:

- легли в основу разработки технологии, которая включает получение специального бетона, препятствующего биообрастанию (нанотехнологии);
- позволили решать вопросы, связанные с ресурсосберегающими технологиями;
- разработать экологическую оценку строительных (бетонных и железобетонных) материалов и конструкций;

Риск для здоровья человека от загрязнений в воздушной среде, в том числе от биоповреждений строительных материалов (при нарушении микроклимата разных видов помещений и т.д.), не вызывает сомнений. Строительные материалы являются сложными физико-химическими системами, требующие глубокого изучения (в т.ч. с помощью наших нанотехнологий) и разработок, для уменьшения нагрузки на окружающую природную среду и жизнедеятельность организмов.

Література

1. Магнитная обработка водно-дисперсных систем. Миненко В.И. «Техніка», 1970. - 168 с.
2. Вода и магнит. В.И. Классен. Издательство «Наука», 1973. – Москва.- 112 с.
3. Тебенихин Е.Ф., Гусев Б.Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике, М., «Энергия», 1970. – 144 с.

4. Стукалов П.С., Васильев Е.В., Глебов Н.А. Магнитная обработка воды. Издательство «Судостроение», Ленинград, 1969. – 192 с.
5. Pople I. A. Molecular association in liquid II. A theory of the structure of water / I. A. Pople // Proc. Roy. Soc. – 1951. – Vol. A250, N 1081. – P. 163–178.
6. Давидзон М.И. Электромагнитная обработка водных систем в текстильной промышленности. Москва// Легпромбытиздат, 1988. – 178 с.
7. Биоповреждения в строительстве / Ф.М.Иванов, С.Н.Горшин, Дж. Уэйт и др., под ред. Ф.М.Иванова, С.Н.Горшина – М. Стройиздат, 1984. – 320 с.
8. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. –254 с.
9. O.Figovskii, Y.Magarshak. Цели человечества в грядущем тысячелетии. Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов: В 2 т. Т.1: Сборник научных статей к XIII Международной научно-практической конференции / УкрГНТЦ «Энергосталь». – Харьков: Райдер, 2005.- 360 с.
10. Журавская Н.Е. Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. // Способы создания безопасной среды для жизнедеятельности человека. Брянск, 14-16 мая 2014 г. - Брянск, Изд-во БГИТА, 2014. - С.122-124.
11. Журавська Н.Е. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Зб. наук. праць. В.28. // До питання біопшкодження бетону та залізобетону. Рівне-НУВГП, 2014. – С. 181-187.
12. Крыленков В.А. Проблемы сохранения жилой и производственной инфраструктуры городов от биоразрушения/ В.А.Крыленков, Д.Ю. Власов, Р.Э.Дашко, С.А. Старцев//Инфстрой.-2003.-№5.-с.3-13.
13. Андреев Б.И., Билан В.И., Коваль З.З., Козлова И.А. Микробная коррозия и ее возбудители. – Киев: Наукова думка, 1980. – 184 с.

Анотація

Розглянуто досягнення нанотехнології в будівництві. Проаналізовано шкідливі впливи будівельних матеріалів і вплив забруднень на життєдіяльність людини. Авторами запропонована гіпотеза, яка знайшла підтвердження з використанням методу захисту бетону від біопшкоджень.

Ключові слова: нанотехнології, біоповредження, міцність бетону, мікроклімат приміщення, безпека життєдіяльності.

Annotation

The advances of nanotechnology in construction. Analyzed the harmful effects of building materials and the impact of pollution on human activity. The authors proposed a hypothesis that has been confirmed by the use of a method for protecting concrete from biodegradation.

Keywords: nanotechnology, biological damage, the strength of concrete, indoor climate, life safety.