

ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ БИОКОРРОЗИИ, ЕЕ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

ESTIMATION OF THE PROCESSES OF BIOCORROSION, ITS ASSESSMENT AND PREDICTION

С.А. Логинова, В.Е. Румянцева, Т.В. Чеснокова, Б.Е. Нармания
V.E. Rumjanceva, S.A. Loginova, T.V. Chesnokova, B.E. Narmaniya

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University
E-mail: varrym@gmail.com, sl79066171227@yandex.ru

В статье рассматриваются коррозионные процессы при воздействии на цементные бетоны микроорганизмов и продуктов их метаболизма. Установлена зависимость микробиологических повреждений от свойств, состояния и особенностей эксплуатации материала, агрессивности микроорганизма-деструктора, а также ряда способствующих этому взаимодействию факторов. Проанализированы проблемы, возникающие при оценке биоповреждений строительных материалов в агрессивных средах.

Ключевые слова: бетон; биологическая коррозия; биоповреждение; микроорганизмы; продукты метаболизма; лабораторные испытания.

The article discusses the corrosion processes when exposed to cement concrete microorganisms and their metabolic products. The dependence of the properties of microbiological damage, the condition and operation characteristics of the material, aggressiveness microorganism destructor, and a number of contributing factors to this interaction. The problems arising in the evaluation of biodegradation of building materials in hostile environments.

Keywords: concrete; biological corrosion; biodegradation; microorganisms; metabolism products, laboratory tests.

Биоповреждения неорганических строительных материалов, к которым относят бетон, преимущественно связано с нарушением сцепления составляющих компонентов этих материалов в результате воздействия минеральных и органических кислот.

Характер и скорость коррозионных процессов зависят от свойств, состояния и особенностей эксплуатации строительных материалов, агрессивности микроорганизмов-деструкторов, продолжительности и условий их воздействия.

Постоянно изменяющиеся условия окружающей среды вызывают трансформацию естественных экосистем, что способствует активизации и изменению механизма воздействия биодеструкторов.

Специалисты отмечают, что агрессивность природных сред до середины прошлого столетия была существенно ниже, чем в XXI веке [1]. Доказано стремительное возрастание агрессивности внешней среды из-за промышленных выбросов и загрязнений. Последние 50 лет отмечается неуклонное возрастание интенсивности биологических разрушений различных зданий и сооружений, обусловленное увеличением количества штаммов микроорганизмов - деструкторов почти в 3 раза [1].

Активное функционирование микроорганизмов способствует преждевременному разрушению материалов и изделий. Как показывает статистика [2], из различных видов микроорганизмов наибольшее повреждающее действие на промышленные и строительные материалы оказывают мицелиальные грибы. Обладая уникальным ферментативным аппаратом, грибы способны разрушать практически все материалы, на которые попадают их споры, превращая их в простые минеральные соединения.

В настоящее время недостаточно изученным остается сам механизм микробиологического повреждения строительных материалов. Это сложный процесс состоит из нескольких этапов: перенос микроорганизмов на поверхность материала; адсорбция микроорганизмов на поверхности материала; образование и рост микроколоний; воздействие продуктов метаболизма, образующихся в результате жизнедеятельности колоний микроорганизмов, на материал (кислотное, щелочное, окислительное и ферментативное); стимулирование сопутствующего биоповреждениям коррозионного разрушения строительного материала; синергизм биоповреждений, который происходит в результате наложения ряда факторов и взаимного стимулирования процессов разрушения материалов (собственно биоповреждений, старения, коррозии, изнашивания, усталостных явлений), а также развития биоценозов.

Рост биомассы микроорганизмов, внедрившихся в поры и микротрещины, способствуют разрушению бетонов. Периодическое увлажнение и высыхание сопровождается значительным колебанием объема клеток, что приводит к циклическому давлению на стенки трещин и, как следствие, к разрушению цементного камня. Способность грибного мицелия концентрировать на своей поверхности большое количество влаги, усиливает разрушительный эффект циклического замораживания и оттаивания воды в порах и трещинах цементного камня.

Максимальное продуцирование кислот культурами грибов происходит при высоких температурах и низких значениях рН. Изменения в рН внутренней и внешней среды оказывают заметное влияние на рост микроорганизмов, изменяя активность и синтез белков, связанный с различными клеточными процессами. Установлено, что микроорганизмы обладают механизмами адаптации к малым изменениям рН окружающей среды [3].

Для определения степени воздействия микроорганизмов на строительные материалы ведется учет следующих изменений: потеря массы, изменение геометрических размеров и механических свойств, изменение рН среды, а также количества ионов Ca^{2+} и Si^{2+} .

Так же, стоит отметить, что на настоящее время не решенным остается вопрос о пригодности материалов и изделий к эксплуатации в зависимости от степени роста на них различных плесневых грибов. Таким образом, рост грибов, выраженный в баллах грибостойкости от 0 до 5 (метод А ГОСТ 9.048-89) характеризует просто степень обрастания материала микрогрибами, но не отражает степени разрушения материала и ухудшения его свойств. Немаловажным является и тот факт, что ряд штаммов грибов, рекомендуемых ГОСТ 9.048-75 для проведения лабораторных испытаний, имеют пониженную активность по сравнению со штаммами, воздействующими на материалы в реальных условиях.

Процессы биоповреждений трудно моделировать и прогнозировать из-за взаимного влияния микроорганизмов, входящих в биоценозы. Кроме того, в естественных условиях на материалы влияют смежные факторы (технологические, эксплуатационные и т.д.). Учесть их в моделях процесса практически невозможно без предварительной оценки степени воздействия каждого и выявления наиболее значимых из них [4]. В полевых же условиях методы идентификации микробиологической деградации конкретного материала еще очень ограничены.

Потребность в надежных коррозионно - стойких материалах - постоянный стимул к дальнейшему разностороннему изучению механизмов биоповреждений и совершенствованию методов защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ерофеев, В.Т. Биодegradация и биосопротивление цементных бетонов / В.Т. Ерофеев, Е. А. Морозов, А. Д. Богатов и др. // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве: Материалы третьей международной науч.-техн. конф. - Саранск: Изд-во Мордов. гос. ун-та, 2009.- С.115-117
2. Melchers, R.E. Long-term immersion corrosion of steels in seawaters with elevated nutrient concentration / R.E. Melchers //Corrosion Science. - 2014. - V. 81. - P. 110–116

3. Федорцов А. П. Повышение прочности и физико-химического сопротивления бетонов агрессивными факторами среды / Композиционные строительные материалы. Теория и практика // Междунар. науч.-практич. конф. Пенза, 2002. С. 344–346.
4. Варченко Е.А. Особенности оценки биоповреждений и биокоррозии материалов в природных средах / Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, №104(10), 2014. С.867-872

УДК 620.19

РАЗВИТИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

THE GROWTH OF MICROORGANISMS ON THE SURFACE OF CEMENT STONE

С.А. Логинова, В.Е. Румянцева, Т.В. Чеснокова, В.С. Коновалова, Д.Т. Гиляздинов
S.A. Loginova, V.Eu. Rumyantseva, T.V. Chesnokova, V.S. Konovalova, D.T. Gilyazdinov

Ивановский государственный политехнический университет
Ivanovo State Polytechnic University

E-mail: sl79066171227@yandex.ru, varrym@gmail.com, kotprotiv@yandex.ru

Изучена коррозия цементного камня в жидкой среде, содержащей грибковые микроорганизмы и водоросли. Показано воздействие микроорганизмов на состояние поверхности цементного камня. Исследовано изменение прочностных характеристик цементного камня при биологической коррозии.

Ключевые слова: микроорганизмы; биологическая коррозия; грибок; бетон.

Corrosion of cement stone in a liquid medium containing a fungal microorganisms and algae is studied. the impact of microorganisms on the surface condition of the cement stone is shown. Change in strength characteristics of cement stone at a biological corrosion is investigated.

Key words: microorganisms; biological corrosion; mold; concrete.

Микробиологическая коррозия – прямое или косвенное воздействие низших форм живых организмов, влияющих на внешний вид или технические свойства бетона. К таким организмам относятся бактерии, морские водоросли, грибки, лишайники, мхи и т.д.

Биоповреждения неорганических строительных материалов, к которым относится бетон, преимущественно сводятся к нарушению сцепления между составляющими компонентами этих материалов в результате воздействия минеральных или органических кислот микробного происхождения [1]. Бетонные изделия разрушаются вследствие химических реакций между цементным камнем и продуктами жизнедеятельности микроорганизмов [2]. Неметаллические материалы широко используются для конструктивных целей, поэтому их биоразрушение является важной проблемой.

Пористая структура бетона способствует вовлечению микроорганизмов в **коррозионные процессы**. Первые упоминания об участии бактерий в коррозии бетона относятся к 1901 г [3]. Как правило, биоповреждения бетона за счет продуктов метаболизма микроорганизмов начинаются с поверхности и идут вглубь, так же как и при погружении бетона в жидкую агрессивную среду. Цементные бетоны имеют ограниченное сопротивление воздействию продуктов метаболизма различных бактерий.

Из-за их небольшого размера, микроорганизмы имеют большую, каталитически активную поверхность. Объем 1 см^3 может содержать 10^{12} бактериальных клеток, обладающих поверхностью примерно 1 м^2 [4].

Благодаря переменной сечений контактирующих пор, микроструктура цементного камня обладает непроницаемостью для частиц или микроорганизмов определенного размера, как правило, намного меньше среднего размера пор. Омываемый жидкостью бетон