

УДК 691.328:699.82

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ВОДООТВОДЯЩИХ КОЛЛЕКТОРОВ

Косухин М.М., Полуэктова В.А., Апалькова Л.В., Шарапов О.Н., Малиновкер В.М.

*ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова», Белгород, e-mail: val.po@bk.ru*

Проведены исследования по изучению биологической коррозии железобетона, а также отражены ее свойства и разрушающее влияние на физико-механические и эксплуатационно-технические свойства железобетона. Приведены положительные и отрицательные качества железобетонных конструкций для использования их в водоотведении. Выявлена необходимость изучения и преодоления препятствий, ограничивающих внедрение мероприятий вторичной защиты водоотводящих коллекторов из железобетона. Также определены доминирующие препятствия. Проанализирована работа ученых, занимающихся проблемами биодеструкции, за последние 15 лет. Показан алгоритм протекания реакции, также приведена схема разрушения сводовой части железобетонных труб из-за биогенной сероводородной коррозии. Повышение долговечности водоотводящих коллекторов возможно как за счет максимального использования собственных возможностей бетона, таких как водонепроницаемость, так и за счет применения способов вторичной защиты.

Ключевые слова: долговечность железобетона, биологическая коррозия, свойства бетонов, вторичная защита железобетона

INCREASE OF DURABILITY OF FERRO-CONCRETE WATER-ALLOCATING COLLECTORS

Kosukhin M.M., Poluektova V.A., Apalkova L.V., Sharapov O.N., Malinovker V.M.

Belgorod Shukhov State Technological University, Belgorod, e-mail: val.po@bk.ru

Are carried out researches on studying biological corrosion of ferro-concrete, as well as its properties and destroying influence on physico-mechanical and operation-technical properties of ferro-concrete are reflected. Positive and negative qualities of ferro-concrete designs for their use in water removal are resulted. The indispensability of studying and overcoming of the obstacles limiting introduction of actions of secondary protection of water-allocating collectors from ferro-concrete is revealed. Also dominating obstacles are certain. Work of the scientists who were deal with problems biological corrosion, on last 15 years is analyzed. The algorithm of course of reaction is shown, the diagram of destruction of parts of ferro-concrete pipes because of biogenic hydrosulphuric corrosion also is resulted. Increase of durability of water-allocating collectors probably as due to maximal use of own possibilities of concrete, such as water resistance, and applying ways of secondary protection.

Keywords: durability of ferro-concrete, biological corrosion, properties of concrete, secondary protection of ferro-concrete

Канализационные сети – это часть подземной инфраструктуры городов, играющей важную роль для обеспечения их жизнедеятельности. В середине XX века в России велась активная застройка с заложением соответствующих инженерных сетей, в том числе сетей водоотведения. А при их устройстве преимущественно применялись коллекторы из монолитного или сборного железобетона. К положительным качествам железобетонных конструкций для водоотводящих сетей можно отнести их небольшую стоимость, отсутствие дефицита в сырьевых материалах при производстве, технологичность при монтаже, последующей эксплуатации и долговечность.

К недостаткам железобетонных коллекторов можно отнести низкую стойкость к биодеструкции тела бетона, а также частый выход из строя стыков труб [1].

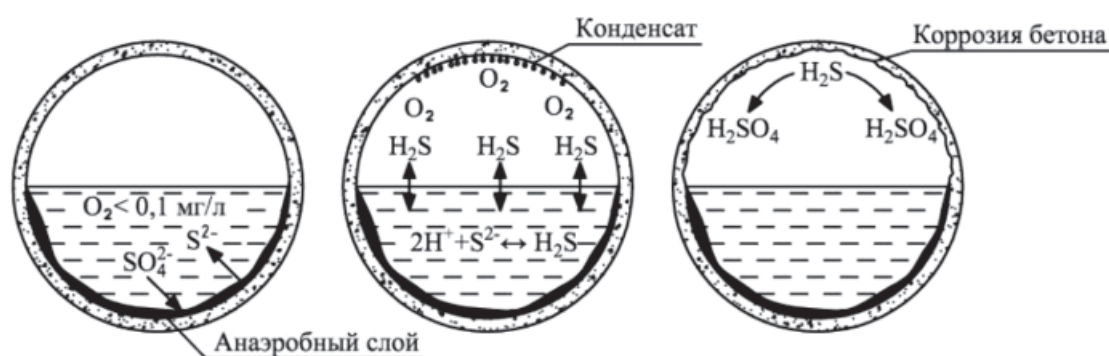
Ранее процесс сероводородной коррозии был мало изучен: отсутствовали методы выявления и прогнозирования факторов, влияющих на процессы разрушения железобетона канализационных коллекторов.

Применяемые изделия зачастую обладали ограниченной коррозионной стойкостью и имели низкую по водонепроницаемости марку бетона (ниже W4) [2]. При таких показателях железобетонные коллекторы не могут обеспечить нормативную долговечность, которая должна составлять не менее 50 лет. В итоге эксплуатационным службам городов приходится осуществлять преждевременный капитальный ремонт канализационных сетей или производить их полную замену. Кроме того, в последние годы происходили крупные аварии на железобетонных коллекторах, причинившие существенный экологический и материальный ущерб городам и населенным пунктам. Исходя из этого, актуальными являются задачи прогнозирования скорости коррозии водоотводящих коллекторов и разработка мероприятий, способствующих повышению их долговечности [3].

Изучению вопроса повышения долговечности бетонных и железобетонных конструкций в различных средах, в том числе и агрессивных, посвящены труды многих ученых: В.С. Асяновой [4], П.Л. Кантора

[4], М.В. Кафтаевой [2], М.М. Косухина [5], В.М. Латыпова [4], О.Ю. Огрель [5], В.И. Павленко [5], И.В. Шаповалова [5] и других. Результаты этих исследований показали, что сами сточные воды являются либо слабоагрессивными, либо вообще неагрессивными. Этим обуславливается слабо выраженное коррозионное воздействие ниже уровня сточных вод. Разрушение происходит в сводовой части железобетонных труб из-за биогенной сероводородной коррозии, которая протекает по следующей схеме, представленной на рисунке [4]:

- сульфатредуцирующие бактерии, которые находятся в анаэробном слое иловых отложений, восстанавливают сульфаты до сульфидов, включая H_2S ;
- в газовую среду коллектора выделяется сероводород, который растворяется в конденсатной влаге сводовой поверхности труб;
- аэробные тионовые бактерии, поселяющиеся на поверхности свода, окисляют H_2S и другие серосодержащие соединения до H_2SO_4 ;
- серная кислота (H_2SO_4) вступает в реакцию с бетоном и разрушает его.



Механизм коррозии железобетонных коллекторов

По результатам исследований можно сделать вывод, что основные факторы, влияющие на процесс коррозии железобетонных коллекторов, – это геометрические характеристики трубопроводов, гидравлические условия работы трубопроводов, химические параметры среды и показатели качества бетона, определяющие их коррозионную стойкость и др.

В настоящее время отсутствует эффективная методика учета воздействия совокупности вышеназванных факторов, что осложняет выполнение оценки долговечности канализационных коллекторов и обоснование выбора способов их защиты на этапе проектирования.

По действующим ныне стандартам (ГОСТ 6482, ГОСТ 8020) для конструкций коллекторов допускается применять бетон с маркой по водонепроницаемости W4. На наш взгляд, это является причиной низкого качества производимых изделий. На качество изделий влияет и тот факт, что основной объем их производства (до 70%) осуществляется на старом оборудовании: центрифугах роликового и ременного типа или по технологии вибрационного воздействия. Вместе с тем за рубежом в настоящее время применяются более совершенные технологии производства, позволяющие производить конкурентоспособную по физико-механическим показателям и долговечности продукцию.

Смоделировать в лабораторных условиях в полном объеме протекание коррозии под воздействием биогенной серной кислоты практически невозможно, потому как сероводородная коррозия бетона является сложным многофакторным процессом, в котором принимают участие различные виды бактерий, а сам канализационный коллектор представляет собой некое подобие «биологического реактора». Поэтому для определения численных значений параметров математической модели коррозии и осуществления теоретического прогноза ее скорости необходимо проводить натурные исследования.

Численное значение коэффициента интенсивности реакции серной кислоты с бетоном зависит от параметров, которые также очень сложно измерить (вентиляция подсводового пространства, количество конденсата на стенке коллектора и т.д.), в связи с этим возникает большая погрешность в оценке результатов.

На участках с повышенной агрессивностью среды меры первичной защиты оказываются недостаточно надежными, поэтому дополнительно должна применяться вторичная защита бетона, наиболее эффективной является устройство защитных оболочек из полиэтилена. Для железобетонных заводов, которые не устанавливают полиэтиленовые оболочки в процессе производства изделий, рекомендованы защитные покрытия из кис-

лотоустойчивых составов на органической или минеральной основе. При этом для восстановления поврежденных коррозией конструкций коллекторов используются специальные ремонтные составы. Максимальный эффект от ремонта достигается совместным применением ремонтного и защитного покрытия, которое наносится по восстановленной поверхности.

Установлено [5], что ремонтные составы, так же как и обычный цементный камень, подвержены интенсивной коррозии.

С целью получения сведений об изменении структуры и качественном составе новообразований испытанных образцов, находившихся в условиях сероводородной коррозии, авторами [4] были проведены исследования, в результате которых установлен механизм коррозии, заключающийся в растворении компонентов цементного камня с последующей кристаллизацией новообразований, а также с увеличением объема. При этом появляющиеся внутренние усилия обуславливают возникновение растягивающих напряжений в корродированном слое цементного камня, вследствие чего он образует несвязную массу и достаточно легко удаляется с поверхности конструкций коллекторов за счет смыва потоком или сползания.

Проанализировав проведенные исследования, авторы [4] делают вывод, что основным направлением для повышения долговечности водоотводящих коллекторов может являться максимальное использование собственных возможностей бетона. Реализовать это возможно применением бетонов повышенной водонепроницаемости, а их получение возможно с применением специальных добавок. Еще одним способом повышения долговечности бетона является применение известнякового заполнителя [6]. В тех случаях, когда этими методами не удается обеспечить долговечность, должны быть применены способы вторичной защиты. Отмечается также, что защита от сероводородной коррозии должна осуществляться комплексно.

Основные мероприятия по повышению долговечности делятся на первичные, вторичные, проектные и эксплуатационные. Они заключаются в применении конструкций коллекторов, максимально устойчивых к данной среде, или в минимизации условий, повышающих агрессивность среды по отношению к бетону водоотводящего коллектора.

Исходя из того, что применение вторичной защиты для конструкций водоотводящих коллекторов – сложно осуществимое мероприятие, необходимо изучить и преодолеть препятствия, ограничивающие их внедрение.

Сделав выводы из анализа разработок последних лет, можно определить домини-

рующее препятствие и начать работу над его устранением. Учитывая, что составы должны не только выполнять защиту цементного камня водоотводящих коллекторов, но и быть удобными к нанесению на основание [5]. К тому же, необходимо постоянно добиваться снижения стоимости производимых составов.

Список литературы

1. Байдин О.В. Тенденции физических основ коррозии бетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 27–28.
2. Кафтаева М.В. Регулирование свойств мелкозернистых бетонов с пониженным содержанием воды: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Белгородская государственная технологическая академия строительных материалов. – Белгород, 2000.
3. Суперпластификаторы для бетонов / Н.А. Шаповалов, А.А. Слюсарь, В.А. Ломаченко, М.М. Косухин, С.Н. Шеметова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2001. – № 1. – С. 29.
4. Кантор П.Л., Асянова В.С., Лагупов В.М. Эффективность вторичной защиты железобетонных канализационных коллекторов // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – № 12. – С. 65–66.
5. Биостойкие цементные бетоны с полифункциональными модификаторами / М.М. Косухин, Л.Ю. Огрель, В.И. Павленко, И.В. Шаповалов // Строительные материалы. – 2003. – № 11. – С. 48–49.
6. Слюсарь А.А., Полуэктова В.А., Мухачева В.Д. Бетон на основе вяжущего низкой водопотребности и модификатора СБ-ФФ // Строительные материалы. 2009. – № 9. – С. 65–67.

References

1. Baydin O.V. Tendency of physical bases of corrosion of concrete // Vestnik of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2011. no. 3. pp. 27–28.
2. Kaftaeva M.V. Regulation of properties of fine-grained concrete with the lowered content of water // the Author's abstract of the dissertation on competition of a scientific degree of Cand.Tech.Sci. / the Belgorod state technological academy of building materials. Belgorod, 2000.
3. Shapovalov N.A., Sljusar A.A., Lomachenko V.A., Kosuhin M.M., Shemetova S.N. Supersoftener for concrete // Izvestiya of higher educational institutions. Construction. 2001. no. 1. pp. 29.
4. Kantor P.L., Asyanova V.S., Latypov V.M. Efficiency of secondary protection of ferro-concrete sewer collectors // Industrial and civil construction. 2011. no. 12. pp. 65–66.
5. Kosuhin M.M., Ogral L.J., Pavlenko V.I., Shapovalov I.V. Bioresistant cement concrete with multifunctional modifiers // Building materials. 2003. 11. pp. 48–49.
6. Sljusar A.A., Poluektova V.A., Muhacheva V.D. Concrete on the basis of knitting low water-demand and modifier SB-FF // Building materials. 2009. no. 9. pp. 65–67.

Рецензенты:

Шаповалов Н.А., д.т.н., профессор кафедры неорганической химии, ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород;

Череватова А.В., д.т.н., профессор, научный руководитель инновационного опытно-промышленного центра наноструктурированных композиционных материалов, ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 11.07.2013.