

Техника и технология транспорта: научный Интернет-журнал <http://www.transport-kgasu.ru>
2019. № 11 http://transport-kgasu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=2
URL статьи: <http://transport-kgasu.ru/files/N11-23CTC19.pdf>

Статья опубликована 25.05.2019

Ссылка для цитирования этой статьи:

Булков А.С. Анतिकоррозионная защита арматуры железобетонных конструкций транспортных сооружений // Техника и технология транспорта. 2019. № 11. С. 23. URL: <http://transport-kgasu.ru/files/N11-23CTC19.pdf>

УДК 624.21/8

Булков А.С. – магистрант

E-mail: alexanderbulkov@mail.ru

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

**Антикоррозионная защита арматуры
железобетонных конструкций транспортных сооружений**

Аннотация

Проблема коррозии арматуры в железобетонных конструкциях является международно признанной и самой затратной при восстановлении железобетонных конструкций. Хотя антикоррозионная защита арматурной стали не заменит правильное конструирование и использование бетона хорошего качества, она обеспечивает экономичное продление срока службы и сохранение структурной целостности бетонной конструкции.

Механизм возникновения коррозии и последующего износа железобетонных конструкций хорошо изучен и задокументирован. Новые конструкции могут быть спроектированы и построены так, чтобы противостоять коррозии. Однако из-за экономических ограничений многие новые железобетонные конструкции продолжают страдать от коррозионных повреждений, возникающих в результате коррозии стальной арматуры.

В этой статье рассматриваются причины коррозии арматуры железобетонных конструкций и способы ее защиты.

Ключевые слова: коррозия, антикоррозионная защита, арматура, железобетон, железобетонная конструкция, транспортные сооружения.

Во всем мире существует множество примеров «отколовшегося бетона», обнаруженного на конструкциях в морских, внутренних городских и промышленных условиях. Основной причиной данного явления является коррозия арматуры. Поэтому очевидно, что существует необходимость в применении эффективных методов борьбы с коррозией, чтобы увеличить долговечность железобетона.

Наиболее экономически целесообразным подходом в данном случае является защита от коррозии на стадии проектирования и строительства, а не эксплуатации. Короче говоря, профилактика лучше лечения. Затраты на адекватную профилактику, возникающие на этих этапах, минимальны по сравнению с экономией, которую они делают возможной в течение срока службы, и, тем более по сравнению со стоимостью восстановления, что может потребоваться в более поздние сроки.

Существует два основных фактора, оказывающих влияние на возникновение коррозии стальной арматуры и изменяющих долговечность железобетонных конструкций: среда и качество бетона [1].

Среда

Коррозионное воздействие и, следовательно, предельный срок службы любого материала зависит от среды, в которой находятся такие компоненты. Внешняя среда является основным фактором, который следует учитывать при проектировании всех типов конструкций, и железобетон не является исключением. Это среда, в которой присутствуют вызывающие коррозию элементы и соединения, такие как кислород, хлориды, диоксид серы и вода, и это лишь некоторые из них.

Конструкции, расположенные вдоль береговой линии, на которую воздействуют преобладающие ветра, подвергаются большей коррозионной атаке. Это особенно относится к зоне распыления из-за присутствия хлоридов, содержащих влагу, в среде с высоким содержанием кислорода. Атмосфера, содержащая диоксид серы, встречающаяся в загрязненных промышленных зонах, может быть еще более опасной.

Именно поэтому является крайне важным правильно определять климатические условия района строительства и оценивать степень коррозии каждого конструктивного элемента [1].

Качество бетона

Качество и проницаемость бетона представляет собой наиболее важный фактор, который следует учитывать при рассмотрении контроля коррозии и / или защиты встроенной арматуры.

На проницаемость бетона влияют следующие факторы:

1) Бетонная смесь – низкая проницаемость бетона является функцией связи между заполнителем и цементом, соотношения воды и цемента, и размера и классификации заполнителя.

2) Уплотнение – адекватное и контролируемое уплотнение влияет как на качество бетона, так и на его проницаемость.

3) Твердение – процедуры отверждения влияют на проницаемость и, в конечном итоге, на качество и прочность бетона.

4) Толщина защитного слоя – защитный слой арматуры в бетоне служит для закрепления арматуры в бетоне и предотвращения коррозии стали.

Учет всех этих факторов позволит повысить непроницаемость бетона, а, следовательно, уменьшить возможность проникновения к арматуре коррозионных агентов. В результате чего повысится и антикоррозионная защита арматурной стали железобетонных конструкций транспортных сооружений [2].

Виды коррозии

В результате воздействия внешней среды и при неудовлетворительном качестве бетона в железобетонных конструкциях транспортных сооружений возможно протекание следующих видов коррозии:

Коррозия в жидких средах

Пресная вода способна вымывать из бетона компоненты цементного камня, тем самым повышая его пористость. Данный процесс, в ходе которого образуется гидроксид кальция, называется выщелачиванием.

Отличительной чертой этого вида коррозии является белый налет, возникающий на поверхностях конструкций в местах фильтрации воды [3].

Коррозия в агрессивной среде

В результате взаимодействия цементного камня с агрессивной средой образуются легкорастворимые вещества, что ослабляет его структуру.

Подразделяется на щелочную, хлоридную, кислотную и магнезиальную коррозии.

Щелочная коррозия возникает, когда концентрация щелочей достигает 5-10%. В результате химической реакции начинают растворяться оксиды цементного камня и образуются легкорастворимые алюминаты и силикаты. А это приводит к разрушению бетона.

Хлоридная коррозия вызвана воздействием на бетон хлоридов, которые в результате взаимодействия с цементным камнем образуют легкорастворимые соединения и приводят к разрушению бетона.

Кислотная коррозия возникает при попадании внутрь бетона кислот, которые растворяют цементный камень.

Магнезиальная коррозия возникает при попадании в бетон из подземных и сточных вод ионов магния, которые, взаимодействуя с цементным камнем, образуют легкорастворимые соединения и разрушают бетон [3].

Коррозия с образованием соединений, занимающих больший объем, чем продукты реакции.

Причиной данного вида коррозии является проникновение в бетон водных растворов, содержащих вещества, которые при контакте с цементным камнем образуют малорастворимые соединения, которые затем кристаллизуются. В результате чего возникающие в бетоне дополнительные внутренние напряжения приводят к его разрушению [3].

Атмосферная коррозия

Возникает в результате воздействия на бетон влажности, температуры, атмосферных газов и осадков, которые разрушают структуру цементного камня и приводят к разрушению бетона.

Контакт бетона с водой и повышенная влажность приводят к насыщению его водой, в результате чего снижаются прочностные и деформационные характеристики бетона и он может разрушиться.

Также повышенная влажность на поверхности бетона способствует конденсации в его капиллярах влаги. В этой влаге могут содержаться газы, которые способны создавать внутри бетона агрессивную среду. А, следовательно, могут привести к разрушению бетона.

Не менее опасным для бетона является попеременное замораживание и оттаивание, которое оказывает значительное влияние на его деформационные и прочностные характеристики и способны привести к разрушению бетона [3].

Биологическая коррозия

Причиной данного вида коррозии является попадание в бетон микроорганизмов, которые разрушают его структурную целостность и приводят к его разрушению.

Бетон обладает пористой структурой, что способствует проникновению в него различных микроорганизмов (бактерий, грибов, спор). Попадая в бетон, они производят продукты жизнедеятельности, которые являются агрессивными по отношению к бетону. Что в свою очередь приводит к его разрушению [3].

Коррозия арматуры

В железобетонных конструкциях бетон, окружающий арматуру, создает вокруг нее щелочную среду. В результате чего на поверхности стальной арматуры формируется пассивная пленка, которая защищает металл от коррозии.

В случае разрушения защитного слоя бетона и нарушения пассивной пленки проникающий к поверхности стали кислород приводит к формированию в металле микрогальванопар. Что и является причиной начала коррозионного процесса стальной арматуры.

Как результат на стали начинают появляться трещины, образуются продукты коррозии большего объема, происходит отслоение бетона от арматуры. Что и приводит к разрушению железобетона.

Скорость протекания коррозионных процессов в стальной арматуре зависит от толщины, плотности и химического состава защитного слоя бетона (рис.1).



Рис. 1. Коррозионное разрушение железобетона, вызванное воздействием хлоридов

Основные признаки коррозии арматуры в бетоне (рис. 2):

- возникновение на поверхности бетона вдоль арматурных стержней пятен ржавчины;
- появление трещин, ориентированных вдоль арматурных стержней;
- оголение арматуры в результате отслоения защитного слоя бетона [3].



Рис. 2. Признаки коррозии арматуры в бетоне

(источник: <https://gidpokraske.ru/spetsialnye-materialy/rzhavlenie/korroziya-betona.html>)

Способы защиты арматуры железобетонных конструкций транспортных сооружений от коррозии

Существуют следующие способы защиты арматуры от коррозии:

1) Использование мембранных покрытий, наносимых на поверхность бетонных конструкций. (Применение гидроизоляционных материалов, предотвращающих проникновение в бетон агентов коррозии) [1].

2) Покраска наружной бетонной поверхности для обеспечения барьерной защиты. Нанесение на поверхность бетона лакокрасочных материалов позволяет защитить конструкцию от коррозии [1].

3) Добавление ингибиторов коррозии в бетон. Ингибиторы – это вещества, замедляющие коррозию путем образования защитных осадков или удаления агрессивных компонентов из окружающей среды [4].

4) Использование нержавеющей стали или композитов в качестве замены обычной арматуры из углеродистой стали. Арматура, выполненная из нержавеющей стали или композитов менее подвержена коррозии, что позволяет увеличить срок службы бетонной конструкции [1].

5) Катодная защита арматуры. Осуществляется с помощью тока под напряжением. Ее преимущество заключается в том, что, управляя потоком электронов, мы лишаем сталь возможности снова подвергаться коррозии из-за электрохимического дисбаланса в бетоне [5].

6) Нанесение покрытия на само армирование, т.е. эпоксидные покрытия. Использование данных покрытий позволяет увеличить период эксплуатации железобетонных конструкций транспортных сооружений [1].

Вывод

Для того чтобы обеспечить эффективную защиту арматуры железобетонных конструкций транспортных сооружений от коррозии необходимо защищать не только саму арматуру, но и окружающий ее бетон. Только в этом случае мы добьемся продления срока службы и сохранения структурной целостности бетонной конструкции.

Список библиографических ссылок

1. Wilmot R. E. (2006). Corrosion protection of reinforcement for concrete structures, 8th International Conference organized by the Institute of Corrosion of Mines and Metallurgy, South Africa.
2. Технология и свойства ремонтных бетонов, модифицированных добавкой из вторичных продуктов производства минеральных масел / В.А. Гречухин, Г.Д. Ляхевич // Наука

– образованию, производству, экономике : материалы Междунар. науч.-технич. Конф., Минск, 2014 / Белорус. Нац. Технич. Ун-т. – Минск, 2014. С. 185-186.

3. Коррозия и антикоррозионная защита железобетонных мостовых конструкций / Т.С. Овчинникова, А.Н. Маринин, И.Г. Овчинников // Интернет – журнал «Науковедение», 2014. Выпуск №5.

4. N. G. Thompson, M. Yunovich, and D. Lankard. "State-of-the-Art of Corrosion Inhibiting Admixtures." National Cooperative Highway Research Program, Washington, D.C., June, 1997.

5. G. L. Morrison, Y. P. Virmani, F. W. Stratton, and W. J. Gilliland, "Chloride Removal and Monomer Impregnation of Bridge Deck Concrete by Electro-Osmosis," Report No. FHW A-KS-RD-7 4-1, Kansas Department of Transportation, Topeka, Kansas, 1976.

Bulkov A.S. – graduate student

E-mail: alexanderbulko@mail.ru

Tyumen industrial University, Tyumen, Russia

Anticorrosion protection of reinforcement of reinforced concrete structures of transport structures

Abstract

The problem of corrosion of reinforcement in reinforced concrete structures is internationally recognized and the most costly in the restoration of reinforced concrete structures. Although anticorrosive protection of reinforcing steel does not replace the proper design and use of concrete of good quality, it provides a cost-effective extension of service life and preservation of the structural integrity of the concrete structure.

The mechanism of occurrence of corrosion and subsequent wear of reinforced concrete structures is well studied and documented. New designs can be designed and built to resist corrosion. However, due to economic restrictions, many new reinforced concrete structures continue to suffer from corrosion damage resulting from corrosion of steel reinforcement.

This article discusses the causes of corrosion of reinforcement of reinforced concrete structures and how to protect it.

Keywords: corrosion, anticorrosion protection, armature, reinforced concrete, reinforced concrete construction, transport facilities.

Reference list

1. Wilmot R. E. (2006). Corrosion protection of reinforcement for concrete structures, 8th International Conference organized by the Institute of Corrosion of Mines and Metallurgy, South Africa.

2. Technology and properties of repair concretes modified additives of mineral oils of secondary products / V.A. Grechuhin, G.D. Lyahevich // Science - education, production, economics: materials of the Intern. scientific tech. Conf., Minsk, 2014 / Belorus. Nat Tech. Un-t. - Minsk, 2014. P. 185-186.

3. Corrosion and corrosion protection of reinforced concrete bridge structures / T.S. Ovchinnikova, A.N. Marinin, I.G. Ovchinnikov // The Internet - Journal "Naukovedenie", 2014. Issue number 5

4. N. G. Thompson, M. Yunovich, and D. Lankard. "State-of-the-Art of Corrosion Inhibiting Admixtures." National Cooperative Highway Research Program, Washington, D.C., June, 1997.

5. G. L. Morrison, Y. P. Virmani, F. W. Stratton, and W. J. Gilliland, "Chloride Removal and Monomer Impregnation of Bridge Deck Concrete by Electro-Osmosis," Report No. FHW A-KS-RD-7 4-1, Kansas Department of Transportation, Topeka, Kansas, 1976.