

*Секция «Физико-химический анализ: методы и средства»,
научный руководитель – Боровская Л.В., канд. хим. наук, доцент*

УДК 620.193:693.5

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Карамова Р.А., Тлехусеж М.А.

*Кубанский государственный технологический университет, Краснодар,
e-mail: rimma250899@rambler.ru*

Коррозия – это самопроизвольное разрушение металлов под воздействием химического или физико-химического влияния окружающей среды. В широком понимании, коррозии подвергаются не только металлы, но и любые материалы, будь то бетон, пластмасса, резина или керамика. В данной статье описаны проблема коррозии бетона и методы антикоррозионной защиты бетонных конструкций. Выявлены особенности процесса разрушения бетона, а также причины, в результате которых происходит снижение прочности и, как следствие, долговечности конструкций зданий и сооружений. Рассмотрены факторы, влияющие на развитие коррозии бетонных и железобетонных конструкций. Проанализированы состав и свойства бетонной смеси. Выделяются и описываются виды коррозионного разрушения бетона и характерные методы антикоррозионной защиты. Значительное внимание уделяется рассмотрению проблемы первичной и вторичной защиты бетона от коррозионного разрушения.

Ключевые слова: коррозия бетона, защита от коррозии

CORROSION PROTECTION OF CONCRETE STRUCTURES

Karamova R.A., Tlekhusezh M.A.

Kubansky State Technological University, Krasnodar, e-mail: rimma250899@rambler.ru

Corrosion is a spontaneous destruction of metals as a result of chemical or physical and chemical influence of a surrounding medium. In a wide comprehension, corrosion not only metals, but also any materials, whether it be concrete, plastic, rubber or ceramics are exposed. In this article the problem of corrosion of concrete and methods of anticorrosive protection of concrete designs are described. Features of process of destruction of concrete and also the reason as a result of which there is a strength loss and, as a result, longevities of structures of buildings and constructions are found out. The factors influencing development of corrosion of concrete and reinforced concrete designs are considered. The structure and properties of concrete mix are analysed. Types of corrosion destruction of concrete and the reference methods of anticorrosive protection are allocated and described. The considerable attention is paid to consideration of a problem of primary and secondary protection of concrete against corrosion destruction.

Keywords: corrosion of concrete, corrosion protection

При правильном проектировании, изготовлении и применении бетон отличается многими положительными эксплуатационными свойствами, в том числе высокой коррозионной стойкостью. Однако с течением времени практически каждый строительный материал приходит в негодность и разрушается.

Не является исключением и бетон. Основной причиной, вызывающим процесс коррозии бетона, является вода. Но сегодня защита от разрушения продумана до мелочей: существуют различные способы борьбы с коррозией – как физические (покрытие стойкими материалами), так и химические (различные пропитки и лаки) [4].

Под коррозией бетона понимают ухудшение его эксплуатационных характеристик в результате воздействия различных агрессивных веществ [3]. Наименее проч-

ный компонент бетона – цементный камень. Именно с этой части материала начинается коррозионный процесс. Цементный камень состоит из гелевых и кристаллических продуктов гидратации цемента и многочисленных включений в виде негидратированных зерен клинкера. Основная масса новообразований при взаимодействии цемента с водой получается в виде гелевидной массы, состоящей в основном из субмикрочастичек гидросиликата кальция $\text{Ca}(\text{HSiO}_3)_2$. Гелеподобная масса пронизана относительно крупными кристаллами гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Разрушение происходит в результате воздействия различных видов вод: морских, речных, грунтовых, сточных, вод в траншеях или трубах. Наиболее опасны для бетонов грунтовые воды вблизи промышленных предприятий из-за наличия в них химических выбросов,

а также сточные воды. При этом коррозия бетона приводит к разрушению гидротехнических сооружений, загрязняет воздух [5].

Факторы, влияющие на развитие коррозии бетонных и железобетонных конструкций, делятся на две группы:

- связанные со свойствами внешней среды – атмосферные и грунтовые воды;
- обусловленные свойствами грунтов и конструкционных материалов (цемента, песка, щебня, воды и т. п.).

Важное значение для прочности и плотности конструкций имеет структура бетона, количество воды и цемента. Чем меньше воды при данном расходе цемента, тем выше прочность и плотность бетона. Поэтому количество воды, используемой для затворения бетона, играет существенную роль в характеристике его стойкости в агрессивной среде.

По условиям технологии бетонных работ количество воды берется больше, чем может быть израсходовано на гидратацию. Излишняя вода заполняет пустоты, раздвигает частицы цемента с оболочками из продуктов гидратации и образует в бетоне целые прослойки, а после испарения – пустоты, увеличивающие проницаемость и снижающие прочность бетона. Такие же пустоты образуются и при усыхании гелеобразной массы. Внутренне замкнутые поры становятся центрами коррозии, когда возникшее вблизи них осмотическое давление разрушает их стенки. Некоторое количество пор, особенно мелких, при увлажнении бетона и развитии гидратации частично заполняется продуктами гидролиза и гидратации, в первую очередь наиболее растворимым гидроксидом кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. В условиях заморозания насыщенные влагой бетонные конструкции разрушаются вследствие заморозания и расширения объема [6]. Проникновение агрессивной среды в толщу бетона и воздействие температуры также приводят к снижению его прочности.

Оценивая опасность коррозии бетонных и железобетонных конструкций, необходимо знать характеристики бетона: его плотность, пористость, количество пустот и др. При контроле качества строительства эти характеристики должны находиться в центре внимания технического надзора и эксплуатационной службы. Так, в обзоре [1] рассмотрены примеры моделирования и прогнозирования климатической стойкости полимерных композиционных материалов, эффективность применения защитных покрытий, методы испытаний строитель-

ных материалов и объектов инфраструктуры. Систематизированы основные задачи климатических испытаний на ближайший период.

Антикоррозийная защита

Виды коррозионных разрушений бетона различны и многообразны.

Зачастую подвергаются разрушению верхние слои бетона. В этом случае защита заключается в применении бетона с небольшим количеством капилляров в структуре. Используя добавки, препятствующие возникновению трещин на начальном этапе строительства, можно уберечь сооружения от выщелачивания и вымывания.

Защита от разрушений в виде ржавчины разделяется на несколько видов:

- способы, изменяющие состав бетона и делающие его более прочным и
- устойчивым к негативным воздействиям окружающей среды;
- мероприятия, связанные с покрытием поверхности материала гидравлическими препаратами;
- комбинированные мероприятия, которые включают в себя покрытие бетона антикоррозийным средством с дальнейшим его проникновением вглубь материала.

Применение в составе бетона белитового цемента позволяет снизить количество выделяемого гидроксида кальция, что способствует испарению жидкости. Такой компонент способствует уплотнению материала и тем самым прекращает проникновение жидкости через бетонный раствор.

Коррозию бетона, возникшую из-за воздействия вод, предотвращают разными путями. Используют разнообразные добавки на начальном этапе приготовления бетонного раствора – водоотводы или гидроизоляция.

Еще один вид разрушения бетонного сооружения вызван сульфатной коррозией бетона. Она появляется в результате реакции сульфатов с компонентами цементного камня. Разрушение наблюдается в виде искривлений конструкции и растрескивания конструктивных элементов. Для предотвращения этого металлические части конструкции покрывают специальными защитными материалами.

Кроме бетонных сооружений, подвластны воздействию ржавчины конструкции из железобетона. Для их спасения применяют ингибиторы коррозии металла в момент приготовления бетонного раствора. При этом образуется пленка, которая останавливает контакт металла бетоном [5].

Первичная защита от коррозии.

Данная защита обусловлена введением дополнительных препаратов в состав бетонной смеси в процессе его приготовления.

Такой способ позволяет изменить состав смеси и уберечь в дальнейшем здания и сооружения от разрушений. Применяют разнообразные стабилизирующие, гидроизоляционные, пластифицирующие, биоцидные и другие добавки. При их выборе исходят от условий эксплуатации бетонного сооружения.

Прочностные характеристики бетонного раствора можно улучшить внесением химических

соединений, которые снижают содержание агрессивных веществ в порах бетона, замедляют коррозию арматуры, увеличивают замкнутость пор, повышают морозостойкость бетона и железобетона. К наиболее распространенным химическим добавкам можно отнести сульфатнодрожжевую бражку, мылонафт, кремнийорганическую жидкость, противоморозные, воздухопоглощающие, уплотняющие соединения, а так же замедлители схватывания [5].

Вторичная защита от коррозии

Вторичная защита бетона от коррозии заключается в защитном покрытии верхнего слоя цементного камня лакокрасочными материалами, уплотняющей пропиткой, и выдержка бетона определенное время на воздухе.

Вторичная защита включает в себя следующие добавки, при которых разъедание ржавчиной бетонных построек сводится к минимуму [2]:

- пропитки с уплотнением;
- покрытия красками и акрилами, с помощью которых образуется защитная пленка;
- защита мастиками;
- защита оклеиванием полиизобутиленовыми пластинами;
- биоцидные добавки, которые оберегают сооружения от грибков, плесени и микроорганизмов.

Самым эффективным методом защиты цементного камня от возникновения необратимых разрушительных процессов специалисты считают комплексное использование первичной и вторичной защиты. Только комплексный подход позволит со-

хранить изделия и обеспечить им длительный срок службы.

Защита бетона и других материалов от коррозии требует больших расходов. Например, при строительстве химических заводов на антикоррозионную защиту зданий и аппаратов расходуется около 10...15% от общей стоимости строительства. Поэтому при строительстве необходимо определить характер возможного воздействия среды на бетон, а затем разработать и осуществить меры для предотвращения коррозии, которые в общем виде сводятся к следующему: правильный выбор цемента, изготовление особо плотного бетона, применение защитных покрытий [5].

Заключение

Бетон представляет собой широко распространенный в современном строительстве искусственный материал, который обладает отличными прочностными характеристиками [3]. Однако, постоянно растущее загрязнение окружающей среды способствует снижению качества строительных материалов. Следовательно, поиск методов борьбы с коррозией бетона и железобетона является актуальной задачей.

В то же время перспективным направлением является математическое моделирование коррозии бетона, позволяющее принять меры противокоррозионной защиты на всех стадиях строительства и эксплуатации сооружения.

Список литературы

1. Каблов Е.Н., Старцев О.В. Фундаментальные и прикладные исследования коррозии и старения материалов в климатических условиях [Электронный ресурс] / Е.Н. Каблов, О.В. Старцев // Авиационные материалы и технологии. 2015. № 4. С. 48–49. doi: 10.18577/2071-9140-2015-0-4-38-52.
2. Зайцев А.А. Вторичная защита бетона от коррозии / А.А. Зайцев, А.В. Максимовских, С.В. Калошина // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2016. – № 1. – С. 266–272.
3. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии [Электронный ресурс]. 2015. URL: <http://kraska.guru/specmaterialy/drugie-pokrytiya/korroziya-betona.html>.
4. Защита от коррозии бетона. РОБЕТОН. RU [Электронный ресурс]. 2014. URL: <http://1pobetonu.ru/remont/korroziya-betona.html>.
5. Защита бетона от коррозии [Электронный ресурс]. 2018. URL: <http://kladembeton.ru/poleznoe/korroziya-betona.html#>.
6. Библиотека по ремонту [Электронный ресурс]. URL: <http://www.remontlib.ru/factory-sposobstvuyushchie-korrozii-betona.html>.