

КОРРОЗИЯ БЕТОНА. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ БЕТОНОВ К ПРОЦЕССАМ КОРРОЗИИ

Жунина Надежда Сергеевна

Инженер отдела технического диагностирования управления технической экспертизы ООО «ВЕЛД», г.Магнитогорск, Челябинская область

Коррозия бетонных и железобетонных конструкций является негативным фактором в ходе эксплуатации зданий и сооружений, который без проведения ремонтных работ приводит к преждевременному разрушению конструкций и сокращению сроков службы. Процессы коррозии бетона влияют не только на его прочностные характеристики, но и приводят к появлению высолов, подтеков, выделений, трещин и отслоений на поверхности, изменяя внешний вид конструкции.

Коррозия (от лат. *corrosion* – разъедание) – ухудшение характеристик и свойств материала в результате вымывания (выщелачивания) из него растворимых составных частей; образования продуктов коррозии, не обладающих вяжущими свойствами, и накопления малорастворимых кристаллизующихся солей, увеличивающих объем его твердой фазы. Пример коррозии железобетонных плит покрытий и перекрытий показан на рис.1.

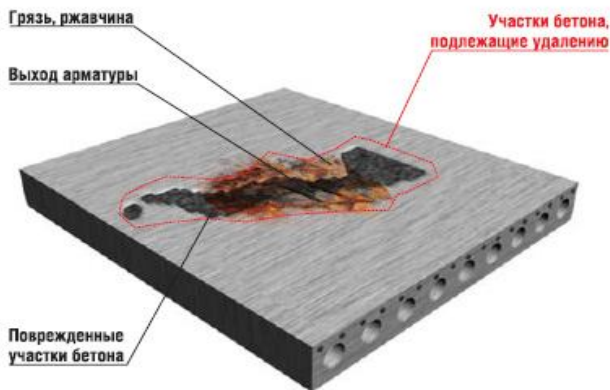


Рис. 1. Коррозия бетона

Возникновение и развитие коррозии зависят от состава и свойств агрессивной среды, скорости обмена среды у поверхности материала, температуры среды, плотности и состава материала, его напряженного состояния, структуры, толщины и плотности защитного слоя и условий взаимодействия материала со средой.

Воздействия агрессивных сред на бетон весьма разнообразны. Не менее разнообразны и коррозионные процессы, поражающие бетон. Существуют следующие виды коррозии бетона:

- аммонийная коррозия бетона (коррозия бетона в результате его взаимодействия с растворами солей аммония);
- кислотная коррозия бетона (коррозия бетона в результате его взаимодействия с кислотами);
- магнезиальная коррозия бетона (коррозия бетона в результате взаимодействия цементного камня с растворами магнезиальных солей);
- радиационная коррозия бетона (изменение свойств бетона вследствие действия на него потоков ионизирующих излучений);
- сульфатная коррозия бетона (в результате взаимодействия цементного камня с сульфатами);
- углекислая коррозия бетона (в результате взаимодействия бетона с агрессивной углекислотой, содержащейся в воде);
- щелочная коррозия бетона (коррозия в результате взаимодействия бетона с щелочами);
- карбонизация бетона (процесс взаимодействия цементного камня с углекислым газом, приводящий к снижению щелочности жидкой фазы бетона);
- электрокоррозия (коррозия бетона под действием электрического тока в результате электрохимических и электроосмотических процессов, возникающих под действием постоянного или переменного тока);
- электрохимическая коррозия железобетона (коррозия, происходящая вследствие того, что арматурная сталь при погружении в раствор электролита начинает корродировать).

Несмотря на разнообразие агрессивных факторов, основные причины коррозии можно разделить на три вида, по каждому из которых процессы коррозии объединяются основными признаками.

Первый вид коррозии объединяет те процессы коррозии, которые возникают под действием вод с малой временной жесткостью, когда составные части затвердевшего вяжущего растворяются и вымываются протекающей водой. Наличие в воде солей, не реагирующих непосредственно с отвердевшим вяжущим, может увеличивать их растворимость, ускоряя этим развитие процессов коррозии.

Второй вид коррозии объединяет процессы коррозии, которые развиваются при действии вод, содержащих химические вещества, вступающие в обменные реакции с составляющими бетона. Образующиеся при этом продукты реакции растворимы и вымываются водой, увеличивая пористость, или выделяются в виде гелеобразных новообразований, не обладающих вяжущей способностью. К этому виду коррозии можно отнести процессы, возникающие под действием кислот, магнезиальных солей.

Третий вид коррозии объединяет процессы, при развитии которых в порах и капиллярах материала происходит кристаллизация малорастворимых солей. Это вызывает значительные напряжения в стенках капилляров и пор, ограничивающих рост кристаллов, и вследствие этих напряжений – разрушение структуры. К этому виду коррозии можно отнести процессы коррозии при действии сульфатов, где разрушение вызывается ростом кристаллов гипса и сульфатоалюминатов кальция. Агрессивное воздействие газов определяется их видом, концентрацией, температурой и относительной влажностью воздуха, а также скоростью обмена агрессивной среды. Скорость коррозии возрастает при одновременном действии химических и физических факторов. Коррозионные процессы усугубляются от внешних механических воздействий.

В железобетонных конструкциях необходимо рассматривать также вопрос сохранности арматуры в бетоне. При воздействии на бетон жидких сред, не содержащих агрессивных по отношению к стали ионов, в первую очередь разрушается бетон, т. е. процесс коррозии бетона является ведущим. В условиях газовой среды (при повышении относительной влажности воздуха 60%), а также при воздействии на конструкцию жидких или твердых сред, содержащих агрессивные по отношению к стали ионы, возможно развитие коррозии арматуры. Разрушение железобетонной конструкции в данном случае может наступить вследствие коррозии арматуры. Продукты ржавчины накапливаются на арматуре, давят на бетон, вызывают появление трещин, а затем и отслоение защитного слоя. Наибольшую опасность вызывает применение высокопрочных арматурных сталей, подверженных коррозионному растрескиванию. В этом случае возможен обрыв напряженной арматуры.

Коррозия бетонных и железобетонных конструкций в промышленных, гражданских, жилых, сельскохозяйственных и других зданиях является одним из распространенных дефектов, влияющих на безопасную эксплуатацию, и приводит к снижению надежности зданий и сооружений (рис. 2-4).

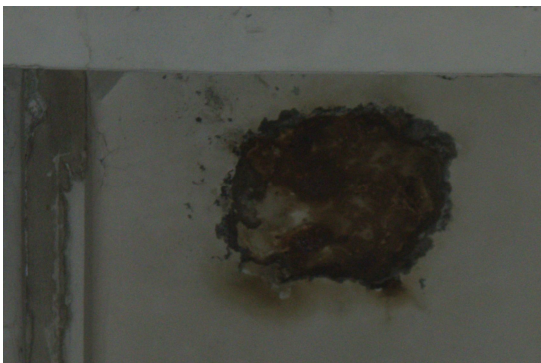
Рис.2. Коррозия бетона поперечной балки с оголением и коррозией рабочей арматуры (5%) здания производственного корпуса цеха Н-5 ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод», г. Стерлитамак ($S_{\text{общ}}=1,2 \text{ м}^2$)





Рис. 3. Коррозия бетона мелкозернистых плит с оголением рабочей арматуры здания производственного корпуса цеха Н-5 ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод», г. Стерлитамак ($S=0,5 \text{ м}^2$)

Рис. 4. Коррозия бетона плиты покрытия производственного здания ООО «Сарби», г. Сарапул ($S=1 \text{ м}^2$)



Для повышения стойкости к процессам коррозии и долговечности бетона необходимо выполнять антикоррозионную защиту, которую условно можно разделить на первичную и вторичную защиту. К первичным методам защиты относится введение различных модифицирующих добавок. Они могут быть пластифицирующие (увеличивающие), стабилизирующие (предупреждающие расслоение), водоудерживающие, а также регулирующие схватывание бетонных смесей.

Повышение стойкости бетонов к процессам коррозии может обеспечиваться соответствующим подбором составов, увеличением плотности путем уменьшения водоцементного отношения, выбором специальных вяжущих и заполнителей, применением наиболее эффективных методов уплотнения смеси, путем обработки поверхностного слоя (флюатирование, пропитка полимерами), введением различных солей (силикатов и алюминатов натрия, хлористого железа, стеаратов кальция), поверхностно-активных веществ, абиетанов натрия, кремнийорганических соединений, щелочестойких латексов, поливинилацетатов, изменяющих структуру, повышающих плотность, уменьшающих водопотребность и т.д.

К числу вредных добавок для бетонов относятся те, которые способствуют образованию легкорастворимых веществ (например, сахар,

образующий легкорастворимый кальциевый сахарит и др.). Морская вода очень вредно влияет на бетон из обычного цемента в виду возможности обменного образования кальциевых соединений с растворами солей легкорастворимых соединений.

В условиях воздействия агрессивной среды при выборе цемента для бетонов следует руководствоваться следующими положениями:

- для бетона, находящегося в зоне переменного уровня грунтовых вод, нельзя применять пуццолановый портландцемент;
- в сульфатных водах заметная сульфоалюминатная коррозия портландцемента начинается при концентрации ионов порядка 300 мг/л;
- сульфатостойкий портландцемент обеспечивает удовлетворительную стойкость конструкции в сульфатных водах;
- сульфатостойкий портландцемент можно заменить сульфатостойким пуццолановым портландцементом;
- хорошую стойкость в сульфатных водах имеют глиноземистые сульфатированные и глиноземистые шлаковые цементы.

К методам вторичной защиты относится нанесение различных защитных покрытий: применение биоцидных материалов, цементизация, силикатизация, смолизация, применение оклеечных материалов, применение уплотняющих пропиток и лакокрасочных мастичных покрытий.

Биоцидные материалы – это материалы, которые уничтожают и подавляют грибковые образования на бетонных конструкциях. Принцип действия биоцидных материалов заключается в проникновении химически активных элементов в структуру бетона и заполнении микротрещин и пор.

Цементизация – нагнетание цементного раствора через пробуренные в конструкции отверстия, что увеличивает ее плотность и водонепроницаемость, а тем самым и коррозионную стойкость бетона. Но этот способ недостаточно эффективен, что объясняется грубодисперсным составом цемента.

Силикатизация состоит в нагнетании через пробуренные в конструкциях отверстия жидкого стекла, которое, проникая в пустоты и поры, заполняет их. Вводимый вслед за этим раствор хлористого кальция, реагируя с жидким стеклом, образует уплотняющий осадок из плохо растворимого гидросиликата кальция и нерастворимого геля кремнезема.

Смолизация предусматривает предварительное нагнетание в бетон 4%-го раствора щавелевой или кремнийфторводородной кислоты и последующее введение раствора карбамидной смолы с отверждающей добавкой. Смолизация рекомендуется для повышения плотности и водонепроницаемости конструкции с мелкими порами и при отсутствии фильтрации воды.

Оклеечные материалы применяются при воздействии жидких сред (например, если бетонная свая подтапливается подземными водами), в

грунтах, а также в качестве непроницаемого слоя в облицовочных покрытиях. Это могут быть рулоны нефтесбита, полиэтиленовая пленка, полиизобутиленовые пластины. Уплотнение поверхности бетона торкретированием и железнением также позволяет предотвратить развитие коррозии.

Уплотняющие пропитки придают бетону высокие гидрофобные свойства, резко повышают водонепроницаемость и снижают водопоглощение материала. Благодаря этим свойствам, их применяют в условиях повышенной влажности и в местах, где присутствует необходимость обеспечения специальных санитарно-гигиенических требований.

Лакокрасочные мастичные покрытия используются при воздействии жидких сред, а также при непосредственном контакте бетона с твердой агрессивной средой.

Антикоррозионные покрытия можно применять везде, где существует подобная необходимость для бетона. При выборе защитных средств следует учитывать особенности воздействия среды, возможные физические и химические воздействия.

Увеличение срока службы строительных конструкций и оборудования достигается путем правильного выбора материала с учетом его стойкости к агрессивным средам, действующим в производственных условиях. Кроме того, необходимо принимать меры профилактического характера. К таким мерам относятся: герметизация производственной аппаратуры и трубопроводов; хорошая вентиляция помещения; улавливание газообразных и пылевидных продуктов, выделяющихся в процессе производства; правильная эксплуатация различных сливных устройств, исключающая возможность проникновения в почву агрессивных веществ; применение гидроизолирующих устройств и др.

Здания и сооружения гражданского, промышленного, военного и транспортного назначения являются основой экономики любого государства мира. По оценкам специалистов значительное количество этих объектов в силу естественного старения и процессов коррозии находится в предаварийном состоянии, что создает угрозу техногенных аварий и катастроф. Постоянный контроль за состоянием и своевременные меры по восстановлению – это единственный способ решения вопроса долговременной и безопасной эксплуатации основных фондов.

Библиографический список

1. Алексеев С.И., Иванов Ф.М. Долговечность железобетона в агрессивных средах. – М.: Стройиздат, 2000. – 260 с.
2. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.И. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 2002. – 533 с.
3. Февосев С. В., Базанов С.М. Сульфатная коррозия бетона. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2003.