

Коррозия бетона

Коррозия бетона – процесс разрушения его структуры, охрупчивания под воздействием окружающей среды.

Виды коррозии бетона:

- Физическая;
- химическая;
- электрохимическая;
- биологическая.

Физическая коррозия

Это выветривание, растворение, разрушение вследствие температурных колебаний характерных для всех видов горных пород. Коррозия растворения (коррозия выщелачивания) носит физико-химический характер.

Химическая коррозия

Агрессивными по отношению к цементному камню являются все кислоты и многие соли. Химическая коррозия встречается чаще всего, а разрушение происходит наиболее интенсивно. Самым уязвимым веществом в цементном камне является известь. Однако связывание извести (скажем за счет SiO_2) еще не исключает коррозии, поскольку она может восстанавливаться за счет отступления от гидратов кальция.

Кислоты и некоторые соли вступают в реакцию с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и образуют новые соединения, либо легко растворимые в воде, либо непрочные рыхлые, либо кристаллизующиеся со значительным изменением объема. Иногда это все происходит одновременно.

Все кислоты разрушают портландцементный камень.

Основные виды химической коррозии

Коррозия выщелачивания

- Кристаллогидраты (гидросиликаты, алюминаты и ферриты кальция), образующиеся при взаимодействии с водой клинкерных минералов и составляющие вместе с наполнителями цементный камень, имеют значительную равновесную растворимость в воде. Это значит, что они остаются устойчивыми при контакте с водами, только в том случае, если в воде имеется достаточная концентрация $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Если концентрация в воде $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ниже равновесной, то у гидрата будут отщепляться молекулы извести и концентрация будет восстанавливаться до равновесной. Если концентрация гидрата окиси кальция в дальнейшем не будет понижаться, то процесс на этом остановится. Если же концентрация извести будет продолжать понижаться и станет ниже равновесной для вновь образовавшегося гидрата, то отщепление гидрата окиси кальция будет продолжаться вплоть до полного разложения гидросиликатов и гидроалюминатов, с образованием аморфных кремнезема и глинозема. Хотя последние и плохо растворимы в воде, однако они не обладают вяжущими свойствами - прочность и монолитность камня нарушаются.
- Эти процессы могут наблюдаться, если цементный камень омывается непрерывно обновляющейся водой или растворами солей, имеющими малую концентрацию $\text{Ca}(\text{OH})_2$, либо если $\text{Ca}(\text{OH})_2$ связываются содержащимися в растворе веществами в прочные малорастворимые или малодиссоциирующие химические соединения (кальция).
- Чем выше концентрация извести в порах цементного камня, тем выше скорость выщелачивания.
- Более агрессивными в смысле выщелачивания являются «мягкие» воды. Растворимость извести повышается в присутствии хлористого натрия. Значит минерализованные пластовые воды в принципе все агрессивны к цементному камню. Растворимость $\text{Ca}(\text{OH})_2$ повышается с ростом температуры. Значит перечисленные условия требуют применения низкоосновных цементов.

Магнезиальная коррозия

- Если в окружающей цементный камень среде содержатся вещества, образующие с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ малорастворимые соединения, то концентрация извести в ней будет поддерживаться на очень низком уровне.
- Например, если в пластовых водах есть MgSO_4 , то он вступая во взаимодействие с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образует $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и гипс.
- $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и гипс имеют очень низкую растворимость в воде. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ сам по себе представляет рыхлое аморфное вещество. Если подобный процесс будет продолжаться - цементный камень разрушится. Это магнезиальная коррозия. Подобное действие но более слабое, оказывает и хлористый магний.
- Однако, чаще всего процесс затухает по мере накопления $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и гипса в порах цементного камня кольматаций. Причем накопление этих веществ происходит тем быстрее, а уплотнение пор выше, чем выше основность цемента. Кольматация пор приводит к замедлению проникновения агрессивного MgSO_4 .
- Следовательно, стойкость вяжущего к этому виду коррозии понижается при введении активных минеральных добавок. Отсюда в таких средах нельзя применять облегченные цементные растворы с минеральными добавками типа диатомит, опока, тремел, пемза).

Сероводородная коррозия

- Это один из распространенных на нефтяных и газовых месторождениях видов коррозии. При сероводородной коррозии наблюдается образование малорастворимых сульфидов кальция, алюминия и железа. Это приводит к понижению равновесной концентрации $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, что в свою очередь вызывает разрушение гидратов кальция.
- Наиболее энергично образуется сульфид железа, поэтому для повышения стойкости против сероводородной коррозии следует ограничивать в цементах содержание окислов железа, марганца и других тяжелых металлов. По отношению к цементному камню безвредны силикаты, карбонаты, щелочи и их соли. Однако сильные щелочи действуют на аллюминаты.

Углекислотная коррозия

- В пластовых водах как правило присутствует то или иное количество углекислого газа. Он действует разрушающе, поскольку понижает содержание $\text{Ca}(\text{OH})_2$, окисляя ее сначала до карбоната кальция (CaCO_3), которая мало растворима, что будет вызывать понижение основности гидратов цемента. При поступлении новых порций CO_2 , CaCO_3 окисляется до бикарбоната $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, который хорошо растворим. При незначительной концентрации Ca_2 в водах процесс может затухнуть. Однако если кислота содержится в пластовом газе, то вследствие большой проникающей способности, диффузии и осмоса возможно быстрое разрушение камня. Бикарбонат кальция разлагается при нагревании раствора и испарении воды. Конечным продуктом является нерастворимый карбонат. При фильтрации через бетон воды, содержащей агрессивную двуокись углерода, на его поверхности появляются известковые налеты, из выщелаченного и разложившегося бикарбоната кальция. Агрессивному воздействию двуокиси углерода подвергаются не только цементное вяжущее, но и некоторые известняки, что ограничивает возможность их использования в качестве заполнителя.



Сталактиты – результат углекислотной коррозии >>>

Сульфатная коррозия

- Это вид коррозии, который связан с образованием соединений кристаллизующихся с увеличением объема. Примером такой коррозии являются взаимодействие с сульфатами кальция и натрия. Известно, что гидроалюминаты кальция могут присоединять гипс и образовывать гидросульфатоалюминат. Последний кристаллизуется с увеличением объема, что вызывает внутренние напряжения и разрушение цементного камня.
- Однако не всегда наличие гидросульфатоалюмината кальция в цементном камне говорит и сульфатной коррозии. Это вещество имеется в первичной структуре цементного камня. Только увеличение количества гидросульфатоалюмината говорит о происходящей сульфатоалюминатной коррозии.
- Одним из методов борьбы с сульфатной коррозией является понижение содержания трехкальциевого алюмината (не более 5%).
- Наличие в пластовых водах хлоридов уменьшает отрицательное влияние сульфатов.

Биологическая коррозия

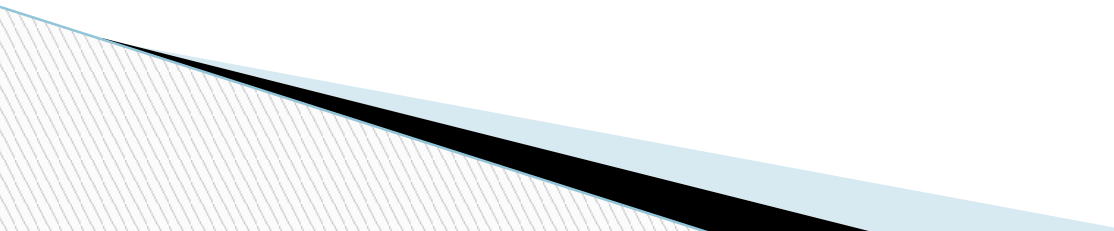
- При биологической коррозии происходит прямое или косвенное воздействие низших форм живых организмов, влияющих на внешний вид или технические свойства бетона. К таким организмам относятся бактерии, морские водоросли, грибки, лишайники, мхи и т. д.
- Повреждения бетона, происходят к нарушению сцепления составляющих компонентов в результате воздействия минеральных вследствие химических реакций между цементным камнем и продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов такие как: кислоты, сульфиды, аммиак и другие, являются агрессивными и вызывают разрушение бетона, а также арматуры в железобетонных конструкциях.



Электрохимическая и электроосмотическая коррозии

- Электрокоррозия — это коррозия цементного камня, бетона и железобетона под действием электрического тока в результате электрохимических и электроосмотических процессов, которые возникают под действием постоянного или переменного тока. Этому воздействию подвержены все компоненты железобетона: цементный камень, заполнители и арматурная сталь. Прохождение тока через железобетон вызывает в нем глубокие физико-химические и структурные изменения. Чаще всего электрокоррозия железобетона вызывается блуждающими токами, источниками которых могут быть различные электрические установки: трамвайные линии, электрифицированные железные дороги, метрополитен, линии электропередачи постоянного тока, системы провод-земля, токонесущие части агрегатов. Наиболее распространенный источник блуждающих токов — это электрифицированный рельсовый транспорт.

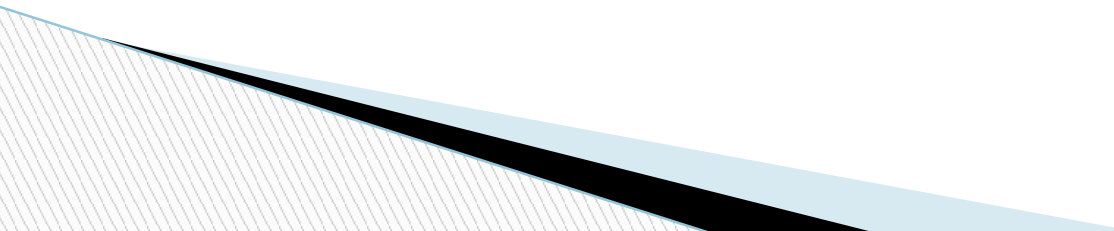
При коррозии бетона
обычно одновременно
протекает несколько видов
коррозии.



Защита бетона от коррозии

- Защита бетона и других материалов от коррозии вызывает большие расходы. Например, при строительстве химических заводов на антикоррозионную защиту зданий и аппаратов расходуется около 10...15% от общей стоимости строительства. Поэтому при строительстве зданий и сооружений необходимо прежде всего определить характер возможного действия среды на бетон, а затем разработать и осуществить нужные меры для предотвращения коррозии, которые в общем виде сводятся к следующему: 1) правильный выбор цемента, 2) изготовление особо плотного бетона, 3) применение защитных покрытий.

Эксплуатационно-профилактические мероприятия по защите от коррозии:

- - усиление вентиляции в целях понижения влажности воздуха и концентрации газов, способствующих развитию опасных микроорганизмов;
 - - герметизация с той же целью технологического оборудования;
 - - периодическая очистка и дезинфекция поверхности конструкций;
 - - нейтрализация агрессивных сред.
 - - придание поверхности конструкций формы, исключающей накопление на ней органических веществ, могущих служить пищей для микроорганизмов;
 - - устройство уклонов полов и отводящих лотков для сточных жидкостей.
- 

- Защиту бетона от коррозии можно разделить на первичную и вторичную.

Первичная защита бетона от коррозии

- **Первичная защита бетона от коррозии** предусматривает при его изготовлении и формировании вводить в состав бетона специальные добавки, изменяя при этом его минералогический состав. Этот способ считается наиболее эффективным.
- В качестве добавок могут служить различные водоудерживающие, пластифицирующие, стабилизирующие, химические модификаторы, аморфный кремнезем и др.
- Кроме того, ориентируясь на условия эксплуатации цементного камня, при его формировании подбирают оптимальный для данных условий состав

Вторичная защита бетона от коррозии

- ▣ **Вторичная защита бетона от коррозии** предусматривает нанесение на цементный камень различных лакокрасочных материалов, защитных смесей, покрытий и облицовку различными плитами. Т.е. гидроизоляцию бетона.
- ▣ К вторичной защите также можно отнести карбонизацию (выдержку бетона на воздухе).
- ▣ **Защита бетона от коррозии лакокрасочными и акриловыми покрытиями** применяется при воздействии на него твердых и газообразных сред. Образовавшаяся защитная пленка эффективно защищает поверхность бетона не только от воздуха и влаги, но и от воздействия различных микроорганизмов.
- ▣ **Защита бетона от коррозии мастиками** применяется при воздействии на него влаги, контакте с твердыми средами. Часто применяются мастики на основе различных смол (смолизация).
- ▣ **Защиту бетона от коррозии уплотняющими пропитками** используют почти во всех средах (жидкой, газообразной), особенно при повышенной влажности, кроме того применяют перед нанесением ЛКМ. Уплотняющие пропитки заполняют наружный слой бетона, придавая ему хорошие гидрофобные свойства, снижают водопоглощение.
- ▣ **Биоцидные материалы** применяются для защиты бетона от воздействия различных видов грибков, плесени, бактерий, микроорганизмов. Химически активные вещества биоцидных добавок заполняют поры бетона и уничтожают бактерии.
- ▣ **Защита бетона от коррозии оклеечными покрытиями** применяется при эксплуатации бетонного камня в жидких средах, грунтах с высокой влажностью и местах частого смачивания электролитом. Например, нижнюю часть бетонного волнореза оклеивают полиизобутиленовыми пластинами.
- ▣ Как оклеечные покрытия могут быть использованы полиэтиленовая пленка, полиизобутиленовые пластины, рулоны нефтебитума.

- ▣ **Наиболее эффективна комплексная защита бетона от коррозии, т.е. как первичная, так и вторичная.**