

**Методы повышения коррозионной стойкости**

**Патхидинова Умида Собитжоновна**

Наманганский инженерно-строительный  
институт, г.Наманган Республка Узбекистан

**umida.patxidinoва@gmail.com**

**Аннотация**

В отечественной технической литературе для обозначения процессов ухудшения технических свойств бетона при воздействии внешней среды принят термин коррозия бетона по аналогии с процессами разрушения металлов. Во многих зарубежных странах для обозначения того же явления принят термин деструкция.

Бетон давно получил широкое распространение в строительстве различных зданий и сооружений. Широкое применение бетона в строительстве обусловлено теми большими возможностями, которые предоставляет этот материал строителю.

Применяя различные цементы и устанавливая величину водоцементного отношения, можно получать в широких пределах желаемую прочность бетона; соответствующим выбором заполнителей и их состава достигается изменение его средней плотности (объемной массы). Подбирая цементы, заполнители, химические и минеральные добавки, можно получать бетоны различной стойкости и долговечности в любых условиях эксплуатации, включая воздействие агрессивных сред.

По степени воздействия на строительные конструкции среды разделяются на неагрессивные, слабоагрессивные, средне агрессивные, сильноагрессивные.

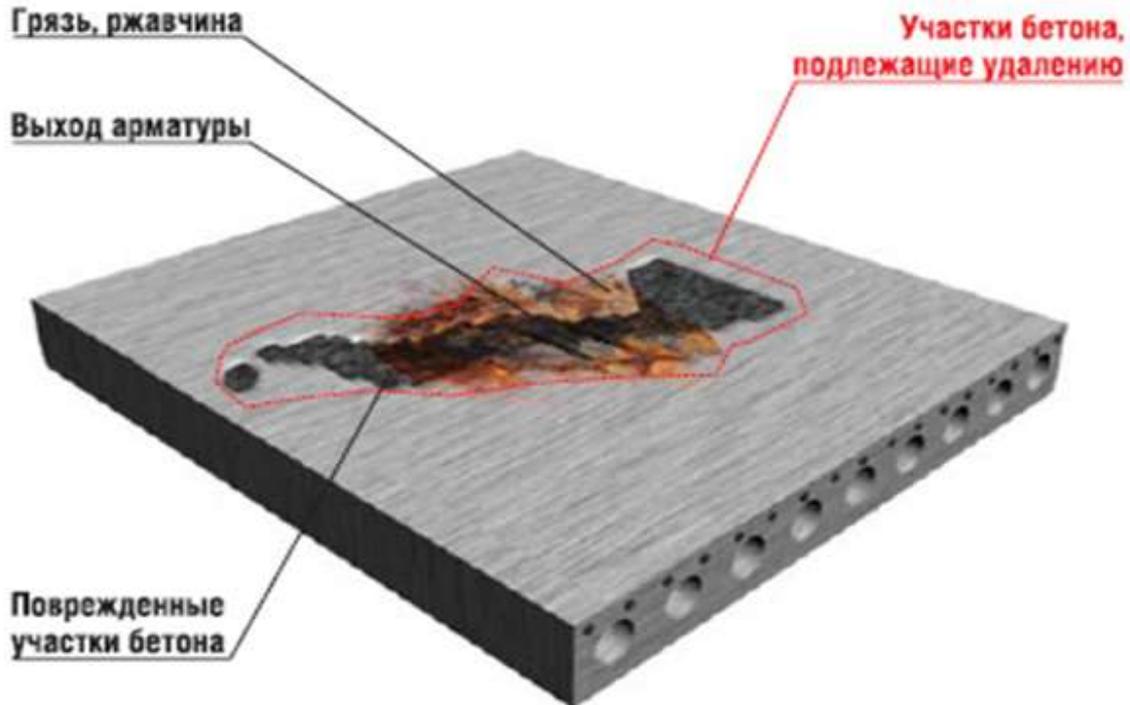
По физическому состоянию среды разделяются на газообразные, твердые и жидкие.

При проектировании бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, их коррозионную стойкость следует обеспечивать применением мер первичной защиты: снижением проницаемости бетона технологическими приемами, применением коррозионно-стойких материалов, добавок, повышающих коррозионную стойкость бетона и его защитную способность по отношению к стальной арматуре, установлением требований к категориям трещиностойкости, ширине расчетного раскрытия трещин, толщине защитного слоя бетона.

В случае недостаточной эффективности названных выше мер должна быть предусмотрена вторичная защита поверхности конструкции:

□ лакокрасочными толстослойными покрытиями;

□ комбинированными и противоточно-кольматирующими системами покрытий как на цементно-полимерной, так и на полимерной основе.



При проектировании бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, важной характеристикой для бетонов является его проницаемость, она в известной мере определяет способность материала сопротивляться воздействию увлажнения и замерзания, влиянию различных атмосферных факторов и агрессивных сред.

Для повышения стойкости бетона при коррозии I вида используют:

- ❖ бетоны повышенной плотности;
- ❖ естественную или искусственную карбонизацию поверхностного слоя бетона;
- ❖ . специальные цементы, в частности пуццолановые;
- ❖ . гидроизоляцию поверхности бетона;
- ❖ облицовку или пропитку бетона и т.д.

При коррозии II вида последовательность разрушения бетона отсутствует. В поверхностных слоях бетона, соприкасающихся с внешней средой, идет разрушение структурных элементов гидратированного цементного камня, а иногда и не гидратированных

зерен цементного клинкера. Новообразования не обладают вяжущими свойствами и достаточной плотностью, чтобы воспрепятствовать дальнейшему проникновению агрессивной среды. Они смываются, растворяются и обнажаются более глубокие слои бетона.

Коррозия I вида объединяет процессы растворения и выноса компонентов цементного камня без химического взаимодействия со средой. Характерным процессом коррозии I вида является растворение гидроксида кальция и других компонентов при фильтрации вод с малой временной жесткостью и вынос растворенных веществ из бетона.

При выносе 20% гидроксида кальция бетон утрачивает около 30% начальной прочности.

Подобный вид повреждения бетона наблюдается в бетонных плотинах, трубах, резервуарах, и других сооружениях и конструкциях, через стенки которых систематически происходит фильтрация воды.

Процессы коррозии I вида изучены достаточно обстоятельно. Предложены методы расчета скорости коррозионного повреждения бетона. Как показывают натурные обследования бетонных конструкций (опоры мостов на севере, плотины гидроэлектростанций, водопроводные станции), после значительных сроков эксплуатации (25 — 40 лет) в отсутствие сквозной фильтрации повреждение бетона ограничено глубиной 1 — 3 мм.

Повышение стойкости конструкций может быть обеспечено применением бетонов низкой и особо низкой проницаемости, что при современном уровне технологии бетона не является сложной проблемой.

Коррозия II вида развивается под воздействием растворов веществ, вступающих в химическое взаимодействие с компонентами цементного камня и образующих хорошо растворимые вещества, которые вымываются из бетона водой. К коррозии II вида отнесены также процессы, сопровождающиеся образованием слабо растворимых веществ, не обладающих вяжущими свойствами. Типичным случаем коррозии II вида является разрушение бетона при воздействии угольной и соляной кислот, магниевых солей и некоторых других веществ.



Этот вид поражения бетона является достаточно опасным. В кислых средах, характеризующихся величиной  $pH = 3$  и менее бетоны на портландцементе и его разновидностях быстро разрушаются. В практике эксплуатации конструкций из цементного бетона имеется много примеров быстрого повреждения конструкций в кислых средах. Цементные бетоны в подобных средах требуют применения мер вторичной защиты. При воздействии бетонных конструкций и сооружений в кислых средах научно — исследовательские и проектные организации должны своевременно оценить степень агрессивного воздействия среды на бетон, дать прогноз скорости разрушения и в зависимости от него и проектных сроков службы сооружения назначить меры защиты. Методы экспериментального определения и расчета скорости коррозии бетона в кислых средах в настоящее время достаточно разработаны.

В случае если коррозия II вида развивается по принципу магниальной коррозии, эффективным средством первичной защиты является применение бетонов особо низкой проницаемости.

Коррозия III вида отличается процессами, в результате которых образуются слабо растворимые вещества, кристаллизующиеся с большим увеличением объема твердых фаз, что вызывает сначала уплотнение бетона и повышение его прочности, затем давление кристаллов вызывает рост внутренних напряжений и разрушение бетона. Характерным случаем коррозии III вида является разрушение бетона при действии сульфатных сред, образующих в бетоне кристаллы гипса и гидросульфалюминатов кальция. Сильную коррозию III вида вызывают растворы карбамида при испарении на поверхности бетона.



Коррозия бетона поперечной балки с оголением и коррозией рабочей арматуры (5%)

Наиболее распространенным случаем коррозии III вида является сульфатная коррозия. Схематически процесс состоит в проникании в бетон сульфат —ионов, образовании в порах бетона гипса и гидросульфоалюминатов. С заполнением пор продуктами коррозии возникают внутренние напряжения, которые, в конечном счете, вызывают деструкцию бетона. Традиционными мерами защиты от сульфатной коррозии является использование сульфатостойкого цемента при одновременном снижении проницаемости бетона для сульфатных растворов.

Установленное в экспериментальных исследованиях резкое замедление сульфатной коррозии в присутствии в среде бикарбонат ионов объясняет медленную сульфатную коррозию в грунтах. Существуют определенные технические проблемы, связанные с обеспечением сульфатостойкости бетона в условиях реального строительства. Некоторые из них перечислены ниже:

- необходимость тщательного выполнения гидрогеологических изысканий на площадке строительства с отбором проб из шурфов и скважин, расположенных на малом расстоянии друг от друга. Изучение результатов изысканий показывает, что сульфаты в грунтах распространены крайне неравномерно, нередко на одной и той же площадке встречаются участки с агрессивностью, которая изменяется в диапазоне от слабой до сильной. Сложность оценки агрессивности среды тем более увеличивается, если строительство ведется на территориях, загрязненных промышленными продуктами и отходами, на бывших свалках, старых полях аэрации и т.п.;
- во многих случаях с пуском зданий и сооружений в эксплуатацию повышается уровень грунтовых вод вплоть до подтопления фундаментов. Предсказать состав и степень агрессивного

## THE MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

### VOLUME-4, ISSUE-9

воздействия вод на подтопляемых территориях достаточно сложно; необходимо накопление опытных данных и их обработка;

- в последнее время изменяется структура выпускаемых цементной промышленностью цемента. Во многих районах массового строительства отсутствуют сульфатостойкие цементы. Изменяется состав и качество выпускаемых цемента, в частности увеличивается содержание едких щелочей в цементах. Применяемый ныне метод расчета содержания силикатов и алюминатов кальция в цементном клинкере не всегда дает достоверные результаты.



В существующей ситуации гарантировать стойкость бетонов в подземных конструкциях можно, если меры защиты имеют определенный запас надежности. Методы вторичной защиты подземных конструкций из бетона находят применение при открытых методах производства работ. Однако при забивке свай, устройстве буронабивных свай, буровых столбов, стен в грунте и т.п. использование мер вторичной защиты затруднено. Предлагаемые меры (обмазки, пропитки, устройство изолирующих чехлов) достаточно сложны и трудоемки и используются крайне ограниченно. Перспективным является использование мер первичной защиты: применение бетонов особо низкой проницаемости, использование вяжущих с пониженной реакционной способностью по отношению к сульфатам. Соответствующие исследования выполняются в настоящее время и должны быть доведены до составления норм.

Цементный камень при эксплуатации может подвергаться агрессивному действию внешней среды: пресных или, наоборот, минерализованных вод, совместному действию воды

## THE MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

### VOLUME-4, ISSUE-9

и низких температур, попеременному увлажнению и высушиванию, термическим ударам и т.д. Эти факторы могут вызвать частичное ослабление структуры материала или даже полное его разрушение. Коррозией цементного камня или бетона называют процесс постепенного разрушения материала в результате физико-химического воздействия окружающей среды. Скорость и интенсивность коррозии зависят от структуры бетона, его исходных свойств и характера агрессивного воздействия среды. Коррозия может быть физическая и химическая. Физические факторы коррозии охватывают температурные и влажностные колебания среды, ведущие к деформативным изменениям в камне и к его разрушению. Химические факторы коррозии включают воздействие жидких и газовых сред на бетонное тело.

Попеременному замораживанию и оттаиванию в наших климатических условиях подвергаются почти все открытые сооружения. Совместное попеременное воздействие воды и мороза влечёт за собой разрушение бетонных сооружений. При отрицательных температурах вода, находящаяся в порах цементного камня, превращается в кристаллики льда, что сопровождается значительным увеличением объёма (примерно на 9%) по сравнению с объёмом исходной воды. При этом кристаллы льда оказывают растягивающее воздействие на стенки поры, вызывая появление внутренних напряжений, что может в итоге привести к разрушению.



Морозостойкость камня зависит от его структуры и, в первую очередь, от его поровой структуры - суммарной пористости материала, характера пористости, размеров пор, степени взаимосвязанности пор и т.д. Вода начинает переходить в лед в первую очередь в крупных порах и полостях при температуре, близкой к  $0^{\circ}\text{C}$ . При дальнейшем понижении температуры лед начинает образовываться и в более мелких порах и воздушные поры, которые играют роль как бы запасных "ёмкостей" - в них во время кристаллизации льда выдавливается вода из сообщающихся с ними капилляров.

Бетонные конструкции и изделия могут эксплуатироваться и при повышенных температурах. Бетон может быть отнесён к огнестойким материалам - он не горюч. Однако длительная работа бетона на рядовом цементе при высоких температурах невозможна, так как основу камня составляют гидратные соединения, а они начинают терять химически связанную воду при температуре выше 150-250°C. В результате Дегидратации происходит существенная и необратимая деструкция материала, и он теряет прочность. Поэтому не рекомендуется применять рядовой цемент для бетонов, которые эксплуатируются при температуре выше 250°C.

Кратковременное действие открытого пламени не снижает прочность материала, так как теплопроводность камня невелика и он не успевает сильно прогреться. Для бетонов более опасными являются термические удары (например, при тушении пожара холодной водой). Вследствие различий коэффициентов термического расширения компонентой бетона происходит разрушение его структуры, приводящее к падению прочности конструкции.

Жаростойкость бетона может, быть повышена путем добавления к нему 25-30% 01 огнеупорных добавок шамота, кварца, огнеупорной глины и т.д. Химическая коррозия цементного камня, Процессы химической коррозии можно разделить на три вида:

- 1) разрушение вследствие растворения и вымывания составных частей цементного камня, в первую очередь гидроксида кальция в результате фильтрации пресной воды;
- 2) разрушение из-за химических реакции обмена солей, содержащихся в минерализованной воде (например, морской), с гидратными составляющими цементного камня, в результате чего возникают хорошо растворимые соединения, которые и вымываются из материала;
- 3) разрушение в результате появления трудно растворимых кристаллических новообразований, образующихся при химическом взаимодействии солей, содержащихся в минерализованной воде, с гидратными составляющими цементного камня; причём деструктивные процессы связаны с увеличением объёма этих новых фаз. Эти крупные кристаллы плохо растворимых соединений отлагаются в капиллярах и порах затвердевшего камня и сначала даже уплотняют и упрочняют его. Однако в дальнейшем их накопление приводит к появлению внутренних напряжений, вызывающих образование трещин и, в пределе, разрушение материала.

*Литература:*

1. Juraev, S., Akramov, A., Abdurazzokov, A., & Pathidinova, U. (2022, August). Increasing the efficiency of sedimentation tanks for drinking water treatment. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1076, No. 1, p. 012049). IOP Publishing.
2. Akramov, A., Juraev, S., Xoshimov, S., Axatov, D., Pathidinova, U. (2022, December). Optimum placement of thin-layer elements in a horizontal sedimentation tank purification of drinking water. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1112, No. 1, p.012139). IOP Publishing.
3. Juraev, S. S., & Pathidinova, U. S. (2022). Drops of drip irrigation system technical characteristics.
4. Хакимов, Ш. А., & Ваккасов, Х. С. (2017). Каюмов ДАУ Проблемы обеспечения энергосбережения и повышения энергоэффективности зданий, основные направления их решения. *Вестник Науки и Творчества.*–2017, 3(15), 140-142.
5. Vakkasov, X. C., Alimov X. M., & O'G'Li, N. S. S. (2018). Building space stiffness ensuring. *Вестник Науки и Творчества*, (6 (30)), 38-39
6. Sh. Sh. Juraev , U. S. Pathidinova DROPS OF DRIP IRRIGATION SYSTEM TECHNICAL CHARACTERISTICS ISSN: 2776-0979, Volume 3, Issue 1, Jan., 2022
7. Sh. Sh. Juraev , U. S. Pathidinova Капельное орошение понятие и особенности ISSN: 2413-6395, Volume 1, Issue 1, Jan., 2020
8. М.М Насриддинов, А.Ш Мартазаев, Х.С Ваккасов Трещиностойкость и прочность наклонных сечений изгибаемых элементов из бетона на пористых заполнителях из лёссовидных суглинков и золы ТЭС Символ науки, 85-87
9. А.И Хамидов, Х.С Ваккасов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕЛИОТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ БЕЗОБЖИГОВЫХ ЩЁЛОЧНЫХ ВЯЖУЩИХ Вестник науки и творчества, 45-47
10. Х.С Ваккасов, Ж.Б Эшонжонов ВЫСОЛЫ НА КИРПИЧНОЙ КЛАДКЕ: ПРИЧИНЫ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ И МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ Вестник науки и творчества, 21-24
11. ША Хакимов, ХС Ваккасов, МБУ Бойтемиров Основные принципы проектирования энергоэффективных зданий Вестник науки и творчества, 136-139
12. Ш Хакимов, ША Мартазаев, СХ Ваккасов Расчет грунтовых плотин методом конечных элементов. Апрель, 2016 г. г. Уфа, Россия, 31-33