

## О СОВМЕСТНОМ ВЛИЯНИИ МОРОЗНОЙ ДЕСТРУКЦИИ И КАРБОНИЗАЦИИ НА БЕТОН

А. С. ЧУГУНОВА

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Бетон и железобетон являются основными строительными материалами в настоящее время. Состав бетона может быть разным и качество каждого компонента в составе влияет на показатели бетона в целом. Например, от дисперсности вяжущего зависит его НГЦТ (нормальная плотность цементного теста), которая характеризуется количеством затворенной воды, т. е. водоцементным отношением (В/Ц). При увеличении расхода воды понижается прочность камня, соответственно, при понижении – прочность увеличивается. От качества заполнителей зависят многие показатели бетона в итоге. Зерновой состав мелкого и крупного заполнителя должен быть оптимальным во избежание перерасхода вяжущего. Содержание пылевидных и глинистых частиц выше нормы чревато плохим сцеплением с цементным камнем, что влечет за собой потерю прочности бетона. Достигнув заданных показателей в материале, их нужно сохранить на весь проектный срок службы. Долговечность бетона зависит от многих факторов, одним из которых являются условия эксплуатации. По составу исходных материалов он достаточно долговечен и не нуждается в специальном уходе, если эксплуатируется в нормальных температурно-влажностных условиях и при отсутствии воздействия на него агрессивной среды. В таких условиях работает относительно небольшой класс конструкций, расположенных внутри жилых и общественных зданий или же в сооружениях, эксплуатируемых в теплых и сухих климатических районах.

Бетонные и железобетонные конструкции постоянно подвергаются воздействию внешней среды, в результате которого возникает коррозия материала. Автором [1] отмечено три вида физико-химической коррозии бетона.

Коррозия I вида вызывается фильтрацией сквозь толщу бетона мягкой воды, вымывающей его составные части, например, гидрат окиси кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Этот процесс называется выщелачиванием извести и весьма опасен для бетона. Внешним признаком коррозии I вида служит белый налет на поверхности конструкции в месте выхода воды.

Коррозия II вида вызывается разрушением цементного камня и заполнителей под воздействием кислот и щелочей. Основными показателями агрессивности кислот по отношению к бетонным конструкциям являются водородный показатель, а также их окислительные свойства и температура. Щелочная коррозия цементного камня происходит при высокой концентрации щелочей и положительной температуре среды. В этих условиях растворяются составляющие цементного клинкера, что и вызывает разрушение бетона.

Коррозия III вида происходит вследствие накопления в порах и капиллярах бетона кристаллов солей. Накопление солей может быть вызвано следующими причинами: химическими реакциями взаимодействия агрессивной среды и составных частей цементного камня; приносом солей извне и выделением их из раствора при постепенном испарении влаги.

Одной из главных причин ранних коррозионных повреждений является карбонизация. Карбонизация – это процесс взаимодействия углекислого газа воздуха с вяжущим бетона. Карбонизация снижает защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре. Процесс разрушения бетона начинается с его поверхности и происходит без видимых повреждений. Степень карбонизации определяется (общепринято) при помощи 0,1%-го спиртового раствора фенолфталеина (индикаторным тестом). Считается, что бетон в неокрашенной зоне потерял свои защитные свойства, а в окрашенной – находится в удовлетворительном состоянии.

Другим комплексным фактором, снижающим долговечность бетона и железобетона, является ускорение процессов повреждения при совместном действии на бетон увлажнения и циклического замораживания и оттаивания.

Процессы, происходящие при замораживании бетона на воздухе и оттаивании в воде, систематизированы в зависимости от наиболее распространенных условий замораживания, определяющих механизм разрушения [2]. При этом выделяется четыре основных вида процессов:

– быстрое замораживание и оттаивание на воздухе с разрушением бетона вследствие различий в коэффициентах температурного расширения;

– медленное одностороннее замораживание бетона ограждающей конструкции с постепенным продвижением фронта вглубь бетона;

– быстрое всестороннее замораживание бетона тонкостенных конструкций с образованием льда в поверхностных слоях, что приводит к «закупорке» воды внутри конструкции и при достаточно высокой степени водонасыщения – к разрушению бетона, проявляющемуся в шелушении его поверхностных слоев;

– одностороннее замораживание пористого материала, в котором возможна миграция воды в парообразном состоянии к холодной поверхности и образование линз льда – аналогично процессу пучения грунта.

Автором [3] отмечены два вида повреждений, вызванных морозом: внутренние повреждения и поверхностное отслаивание (рисунок 2).

Внутренние повреждения вызываются водой, замерзающей в теле бетона. Повреждения всегда связаны с участками бетона, где содержание воды превышает критическую величину. Эта величина конкретна для каждой бетонной смеси.

Поверхностное повреждение выражается в виде отслаивания небольших пластинок материала при замораживании бетонной поверхности, которые контактируют со слабыми растворами солей. Отделение не происходит до тех пор, пока вода не появится на поверхности бетона до наступления отрицательных температур. Как правило, первоначальное отслаивание происходит в цементно-песчаной фракции, частицы крупного заполнителя остаются нетронутыми. Постепенно бетон разрушается на всю глубину, в результате чего происходит освобождение крупного заполнителя.

Автор [4] констатирует, что механизм нарушения структуры бетона, подвергаемого попеременному замораживанию и оттаиванию в насыщенном водой состоянии, чрезвычайно сложен.

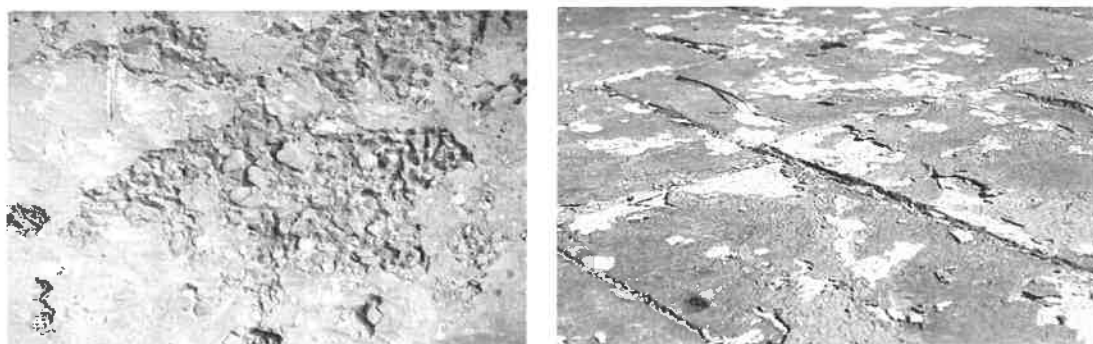


Рисунок 2 – Морозная деструкция бетона

Таким образом, морозная деструкция изменяет структуру бетона в поверхностных слоях, усиливая воздействие карбонизации, что указывает на необходимость детального изучения совместного воздействия карбонизации и циклического замораживания и оттаивания на реальных исследованиях, результаты которых необходимо учитывать при проектировании состава бетона.

#### Список литературы

1 Васильев, А. А. Коррозионные повреждения элементов и конструкций зданий и сооружений : учеб.-метод. пособие / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 116 с.

2 Москвин, В. М. Разрушение бетона при замораживании / В. М. Москвин, Н. Д. Голубых // Второй Междунар. симп. по зимнему бетонированию. Т. I. – М. : Стройиздат, 1975. – С. 114–125.

3 Васильев, А. А. Карбонизация и оценка поврежденности железобетонных конструкций : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 263 с.

4 Батяновский, Э. И. Морозо- и солестойкость бетона, подверженного механическим нагрузкам / Э. И. Батяновский, А. И. Бондарович // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. тр. – Минск : Стринко, 2007. – Ч. 2. – С. 72–90.