

Карбонизация бетона в мостовых конструкциях

*Андрейчик Ярослав Александрович, студент 4-го курса
кафедры «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Шарко Е.А., преподаватель-стажёр)*

Деградация защитного слоя бетона в мостовых конструкциях является процессом, угрожающим прочностным характеристикам бетона.

Чрезвычайно опасной угрозой защитного слоя бетона считают процесс карбонизации. Это процесс попадания углекислого газа (CO_2) из воздуха в бетон через поры. Карбонизацию на бытовом уровне также называют “коррозией” бетона.

Для начала нужно понять, из каких составных частей сделан бетон. Бетон – это смесь цемента, воды, песка и щебня. Когда цемент вступает в химическую реакцию с водой, образуется прочный материал, который содержит гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). За счёт гидроксида кальция среда у бетона щелочная ($\text{pH} = 12-13$). Высокий pH бетона полностью защищает внутри находящуюся арматуру, так как процесс коррозии при высоком pH происходить не может.

Процесс проникновения углекислого газа в поры бетона можно описать следующей формулой: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$. В результате химическая реакция снижает pH бетона до 8-9, и получается карбонат кальция (CaCO_3). В конечном итоге арматура начинает ржаветь в конструкции без прямого доступа к ней.

В дальнейшем коррозия набухает (продукты коррозии в 2,5 раза и более превышают объём арматуры, который подвергся коррозии), что вызывает разрушение (отрыв) защитного слоя бетона.

Карбонизация – это очень медленный процесс, который имеет значение спустя несколько лет после возведения конструкции.

При определении карбонизации бетона конструкции используется кислотно-основной индикатор, цвет которого зависит от среды pH . Принцип действия аналогичен использованию в школьной практике лакмусовой бумажки. В качестве индикатора для определения среды бетона используют фенолфталеин ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$).

В мостовых сооружениях используют следующий метод определения карбонизации бетона (если нет возможности выпилить цельный кусок): в теле

конструкции просверливают отверстие, затем покрывают стенки отверстия индикатором. И непосредственно по толщине неокрашенного слоя определяют глубину карбонизации бетона. При попадании на бетонную поверхность, которая не подверглась процессу карбонизации, фенолфталеин окрашивается в малиновый (розоватый) оттенок. Если цветовой индикатор отсутствует, это свидетельствует об утрате щелочного баланса в бетоне (Рис. 1).

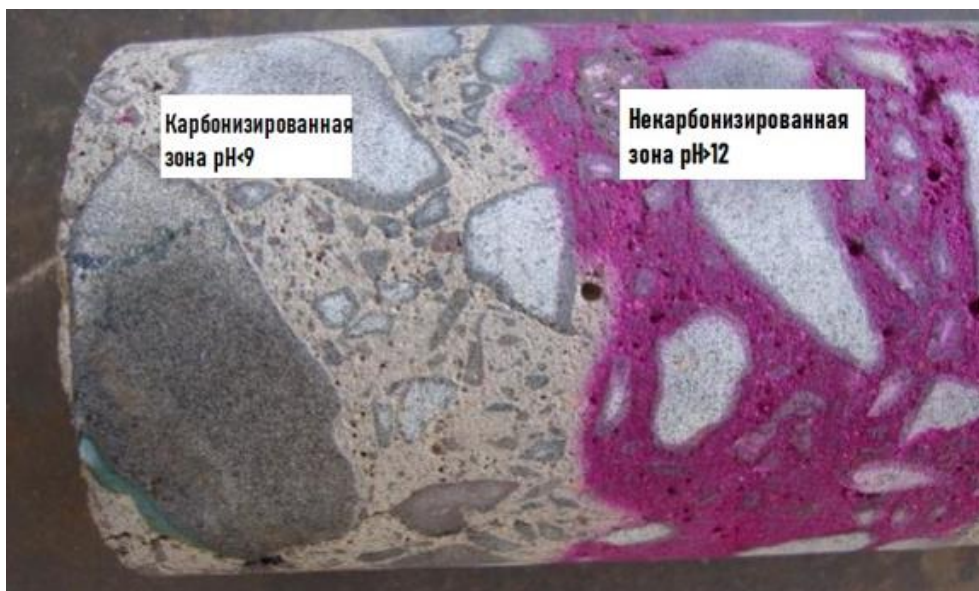


Рисунок 1 – Образец, отобранный из конструкции

Скорость развития карбонизации бетона напрямую зависит от его плотности: чем больше пор, тем быстрее проникает углекислый газ. Также немаловажными факторами является среда, в которой расположена конструкция. Так, в регионе с большой концентрацией углекислого газа и влажности воздуха процесс ускоряется.

Литература:

1. Карбонизация бетона углекислым газом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mosstroylab.ru/carbonization> – Дата доступа: 15.05.2025.
2. Что такое карбонизация бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://betonneva.ru/dlya_pokupatelya/chto_takoe_karbonizatsiya_betona/ – Дата доступа: 15.05.2025.