

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БЕТОНА ЗАЩИТНОГО СЛОЯ

Е. В. БЕЛЯЕВА, А. А. ТАКУНОВ, А. А. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Л. В. ПЛИКУС

ОАО «Институт Гомельгражданпроект», Республика Беларусь

Основную долю конструкций промышленных и гражданских зданий составляют железобетонные элементы (ЖБЭ) и конструкции (ЖБК), соответственно техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) и определяет техническое состояние большинства эксплуатируемых зданий. В свою очередь, техническое состояние ЖБЭ и ЖБК определяется внутренними процессами, происходящими в бетоне защитного слоя и стальной арматуре под воздействием агрессивности эксплуатационной атмосферы.

Поскольку подавляющее большинство ЖБЭ и ЖБК промышленных и гражданских зданий эксплуатируются в условиях атмосферы, основным агрессивным фактором, определяющим их повреждаемость, и как следствие – долговечность, является карбонизация бетона, снижающая защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре и обуславливающая появление и развитие коррозионных процессов в стальной арматуре различной степени интенсивности), химический анализ бетона является основой для оценки и прогнозирования не только долговечности ЖБЭ (ЖБК), но и зданий и сооружений в целом.

Сегодня в Республике Беларусь химический анализ бетона выполняется на основе СТБ 1481. В соответствии с ним степень карбонизации бетона определяется содержанием химически связанного цементным камнем диоксида углерода с точностью до $\pm 0,2$ %.

Полученные значения для качественной оценки состояния бетона и его защитных свойств по отношению к стальной арматуре логично сравнивать с нормативными, однако критерии оценки полученного результата в документе отсутствуют, что ставит под сомнение смысл проведения анализа. Кроме того, необходимо отметить, что анализ достаточно сложен и занимает довольно продолжительный отрезок времени. Как следствие, его результаты не могут быть положены в основу оценки долговечности ЖБЭ и ЖБК.

На основе многолетних исследований карбонизации бетона и ее влияния на коррозионное состояние стальной арматуры разработан химический анализ бетона [1], основанный на экспериментальном определении карбонатной составляющей цементно-песчаной фракции бетона в любом сечении элемента, поскольку именно увеличение содержания карбонатов нейтрализует бетон, снижая его защитные свойства по отношению к стальной арматуре.

Для химического анализа используются образцы бетона (цементно-песчаная фракция), получаемые скалыванием до стальной арматуры, либо порошок, выбуриваемый по сечению бетона, что не приводит к разрушению исследуемых ЖБЭ (ЖБК). Анализируются пробы массой $0,5 \pm 0,005$ г. Анализ образцов не требует применения специального дорогостоящего оборудования. Полный анализ одного образца занимает в среднем 90 минут.

Предлагаемая методика обеспечивает получение результатов испытаний с точностью до ± 1 %.

Полученные по результатам химического анализа значения карбонатной составляющей (КС, %) пересчитываются в значения степени карбонизации бетона (СК, %) по методике [2], после чего на основе сравнения с их граничными значениями [3] оцениваются коррозионное состояние бетона и стальной арматуры; техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) в соответствии с данными таблицы 1.

Таблица 1 – Критерии оценки технического состояния ЖБЭ и ЖБК с учетом карбонизации бетона

СК, %	Коррозионное состояние бетона и стальной арматуры. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) (ТКП 45-1.04-305-2017 (02250))
<13	Структурные свойства бетона находятся в уровне свежеприготовленного. Бетон сохраняет защитные свойства по отношению к стальной арматуре, стальная арматура находится в пассивном состоянии. 0-я степень карбонизации бетона, потери бетоном защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) – хорошее.

СК, %	Коррозионное состояние бетона и стальной арматуры. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) (ТКП 45-1.04-305-2017 (02250))
13–26	Начало деградации бетона. Происходит снижение показателя рН ниже граничного значения, свидетельствующее о потере бетоном защитных свойств по отношению к стальной арматуре. I степень карбонизации бетона, потери им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. Образование сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,1 мм на отдельных участках при СК = 15...18 %. Образование сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,2 мм на отдельных участках при СК = 18...26 %. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) – удовлетворительное
Св. 26–36	Развитие деградационных процессов в бетоне. II степень карбонизации бетона, потеря им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. СК = 26...30 %. Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,35 мм на многочисленных участках, уменьшение площади поперечного сечения стальной арматуры диаметров 10–22 мм соответственно на 14–6 %. Образование волосяных трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры диаметров ≥ 16 мм, образование волосяных трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры с недостаточной толщиной защитного слоя бетона. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) – не вполне удовлетворительное. СК = 30...36 %. Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной до 0,55 мм на многочисленных участках, уменьшение площади поперечного сечения арматуры диаметров 10–22 мм соответственно на 21–10 %. Раскрытие волосяных трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) – не вполне удовлетворительное
...	...
Св. 74	Полная деградация бетона. Потеря сцепления цементного камня с заполнителем. V степень карбонизации бетона, потери им защитных свойств по отношению к стальной арматуре и коррозии стальной арматуры. Возникновение сплошной коррозии стальной арматуры глубиной более 2,50 мм, уменьшение (критическое) площади поперечного сечения на 34 % стальной арматуры диаметром 25 мм. Интенсивное раскрытие трещин в местах расположения рабочей и конструктивной стальной арматуры, массовое отслаивание защитного слоя бетона. Полное разрушение защитного слоя бетона на многочисленных участках, оголение и коррозия высокой степени интенсивности стальной арматуры. Полное разрушение стальной арматуры диаметрами до 12 мм на многочисленных участках. Техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) с рабочей стальной арматурой диаметров 10–16 мм – предаварийное; 18–22 мм – неудовлетворительное

Химический анализ бетона рекомендуется выполнять: при возобновлении строительства объектов после длительных сроков отсутствия работ; детальном обследовании ЖБЭ, эксплуатирующихся в атмосферных условиях; любом виде обследования при наличии сомнений в состоянии конструкций; анализе причин коррозии стальной арматуры при отсутствии явных признаков агрессивной среды; расследовании причин обрушений ЖБЭ (ЖБК).

Его применение дает возможность значительно повысить не только объективность оценки технического состояния ЖБЭ (ЖБК), но и эффективность выбора мероприятий по их восстановлению.

Список литературы

- 1 **Васильев, А. А.** Расчетно-экспериментальная модель карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 263 с.
- 2 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование степени карбонизации бетона / А. А. Васильев // Инновационное развитие: потенциал науки и современного образования : [монография] / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение». – 2018. – С. 148–158.
- 3 **Васильев, А. А.** Совершенствование оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных элементов и конструкций, эксплуатирующихся в различных атмосферных условиях / А. А. Васильев // Проблемы современного бетона и железобетона. Сборник научных трудов. Вып. 9. – Минск, 2017. – С. 148–167.