

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**ИННОВАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА  
ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ НА ОСНОВЕ ЕВРОПЕЙСКИХ  
СТАНДАРТОВ (ЕВРОКОДОВ)**

(г. Минск, БНТУ – 30.05.2017)

УДК 624.01/. 04

**О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНОГО  
ДОКУМЕНТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО ОЦЕНКЕ  
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ И КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ  
КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА**

*ВАСИЛЬЕВ А. А.*

Белорусский государственный университет транспорта  
Гомель, Беларусь

**Введение.** Поскольку основную долю элементов и конструкций зданий и сооружений составляют железобетонные элементы (ЖБЭ) и конструкции (ЖБК) различных типов и основным типом коррозии бетона, определяющим коррозионное состояние стальной арматуры, и, как следствие техническое состояние ЖБЭ и ЖБК, эксплуатирующихся в различных воздушных средах, является карбонизация бетона, изучению ее определяющих факторов уделяется значительное внимание [1, 2]. Кроме того, в отдельных работах выполнены попытки прогнозирования долговечности ЖБЭ и ЖБК с учетом процессов карбонизации бетона [3].

Оценка карбонизации и прогнозирование ее развития важны, прежде всего, с точки зрения изменения во времени защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре, и соответственно, влияния карбонизации на изменение технического состояния ЖБЭ и ЖБК.

Известно, что состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре определяется величиной показателя рН (показателя водной вытяжки цементного камня), в свою очередь, значение которого определяется степенью карбонизации бетона. Поскольку по существующим нормативным документам (В Европе – EN 13295, EN 14630, в Республике Беларусь – СТБ 1481) карбонизация оценивается фенолфталеиновым тестом (ФФТ), в соответствии с которым значение толщины прокарбонизированного слоя (потерявшего свои защитные свойства по отношению к стальной арматуре) определяется границей резкого перехода окраски цементно-песчаной фракции бетона, при оценке и прогнозировании технического состояния ЖБЭ и ЖБК с учетом карбонизации, возникают очень серьезные вопросы:

- в зоне нанесения фенолфталеина ФФТ показывает изменение показателя рН в пределах 8,3 до 14;

- в зоне резкого перехода цвета цементно-песчаной фракции значение показателя рН составляет  $\approx 10,3$  [4];

- общепринято, что при рН = 9,0 бетон полностью теряет свои защитные свойства по отношению к стальной арматуре [1];

- в соответствии с термодинамическими расчетами В. И. Бабушкина [5] коррозия стальной арматуры возможна при рН < 11,8;

Таким образом, значение рН = 10,3 не является граничным и никак не позволяет корректно судить о степени потери защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре. Кроме того отсутствуют критерии оценки потери защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре.

А если к этому добавить вопросы к оценке параметров карбонизации, такие как:

- реакция карбонизации объясняется на основе теоретического расчета проскока молекул  $\text{CO}_2$  вглубь бетона за границу нейтрализованного слоя до момента их полного поглощения и глубина зоны реакции не превышает 1 мм, что не подтверждается экспериментальными результатами исследования взаимодействия углекислого газа воздуха с гидроокисью кальция, составляющей основу поровой жидкости бетона [2];

- общепринятый механизм определяет течение карбонизации линейно вглубь бетона, что совершенно не соответствует протеканию карбонизации в реально эксплуатируемых ЖБЭ и ЖБК;

– скорость карбонизации определяется эффективным коэффициентом диффузии  $\text{CO}_2(D)$ , искусственно введенным для увязки параметров карбонизации с величиной прокарибонизированного слоя. Это, по-видимому и определяет различие у разных авторов величин  $D'$  на несколько порядков для бетонов, выполненных из одинаковых составов и исследовавшихся в схожих условиях, отсутствие единого мнения об изменении плотности, пористости, прочности бетона под воздействием карбонизации и влиянии технологических факторов на изменение карбонизации [2].

Таким образом, становится ясно, что существующий метод оценки и прогнозирования карбонизации бетона и ее влияния на изменение защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре, основанный на ФФТ и рекомендуемый Европейскими нормами является очень частным случаем и не может быть рекомендован для использования при оценке и прогнозирования технического состояния реально эксплуатируемых ЖБЭ и ЖБК.

Необходима разработка национального нормативного документа по определению карбонизации и оценке технического состояния ЖБЭ и ЖБК с учетом процессов карбонизации бетона.

При разработке НД может быть использован комплексный метод оценки и прогнозирования технического состояния ЖБЭ (ЖБК), основанный на многолетних исследованиях карбонизации бетона и ее влияния на изменение технического состояния ЖБЭ и ЖБК [6], включающий в себя:

- методику оценки и прогнозирования карбонизации бетона;
- методику оценки и прогнозирования состояния защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре защитного слоя бетона, состояния стальной арматуры и технического состояния ЖБЭ (ЖБК) в целом.

Он позволяет в зависимости от цели исследования:

- оценивать и прогнозировать карбонизацию бетона (карбонатную составляющую и степень карбонизации);
- оценивать изначальное содержание цемента ( $\text{кг/м}^3$ ) в бетоне;
- оценивать и прогнозировать состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре, как в зоне расположения арматуры, так и по сечению ЖБЭ (ЖБК) по физико-химическим показателям бетона;

– оценивать техническое состояние ЖБЭ (ЖБК) по физико-химическим показателям бетона защитного слоя и прогнозировать его по химическим показателям бетона защитного слоя;

– в зависимости от полученного (прогнозируемого) при обследовании технического состояния ЖБЭ, рекомендовать комплекс мероприятий по их восстановлению для дальнейшей длительной, безопасной эксплуатации зданий и сооружений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, А. А. Карбонизация и оценка поврежденности железобетонных конструкций : [монография] / А. А. Васильев; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2012. – 263 с.

2. Васильев, А. А. Карбонизация бетона (оценка и прогнозирование): [монография] / А. А. Васильев; М-во образования Республики Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 304 с.

3. Кудрявцев, И. А. Исследование равномерности глубины залегания карбонизированного слоя по глубине в балке пролетного строения / И. А. Кудрявцев, В. П. Богданов // Проблемы технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, строительства зданий и сооружений, подготовки инженерных кадров для строительной отрасли : материалы VII Междунар. науч.-практ. семинара. – Минск: Стринко, 2001. – С. 227–229.

4. Кудрявцев И. А., Богданов В. П. Исследование карбонизации железобетонных конструкций с длительным сроком эксплуатации // Материалы, технологии, инструменты. – 2000. – Т.5, № 3. – С. 97–100.

5. Бабушкин, В. И. Термодинамика силикатов / В. И. Бабушкин, Г. М. Матвеев, О. П. Мчедлов-Петросян; под ред. О. П. Мчедлова-Петросяна. – 4-е изд.– М.: Стройиздат, 1986. – 408 с.

6. Васильев, А. А., Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных элементов и конструкций с учетом карбонизации бетона / А.А. Васильев // Инновационные процессы в науке и образовании: монография / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2017. – 204 с.