

Работа отмостки в период эксплуатации зданий и сооружений может быть нарушена увлажнением основания из-за замачивания при авариях санитарно-технических систем. Особенно заметно разрушение систем водоснабжения и канализации в местах ввода их в здания. В этом случае возможно не только переувлажнение конструкций, но и разрушение основания отмостки и, как следствие, ее деформация.

При выполнении шурфовочных работ, связанных с обследованием технического состояния фундаментов, неоднократно отмечалось наличие корневой части в ленточных фундаментах и под отмосткой. 30–40 % обследованных отмосток зданий, расположенных в сельской местности, были разрушены корнями деревьев и кустарников [2]. По нормативам посадка кустарников должна быть произведена на расстоянии 1–2 м, деревьев – на расстоянии 4–5 м. Но такие нормы содержат данные на деревья с диаметром кроны не более 5 м. Также в нормативах не учтен вид деревьев, тип корневой системы, вид грунта.

Соблюдение правил возведения отмостки позволяет продлить ее долговечность и защитить фундамент от негативного влияния окружающей среды. Важно соблюдать технологию, использовать качественные материалы и следить за правильной эксплуатацией.

Список литературы

1 **СТБ 1900-2008.** Строительство. Основные термины и определения. – Введ. впервые. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2008. – 45 с.

2 **Кудрявцев, И. А.** Гидроизоляционные системы / И. А. Кудрявцев, М. В. Беспалова, А. С. Чикилев ; под ред. И. А. Кудрявцева. – Гомель : БелГУТ, 2000. – 443 с.

УДК 691.32

ОЦЕНКА НАЧАЛЬНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И КОНСТРУКЦИЙ

А. А. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Скорость и время карбонизации бетона определяются, в первую очередь, количеством использованного цемента на 1 м³ бетонной смеси [1]. Однако определенное по результатам анализа, содержание карбонатов [2] не позволяет объективно оценивать карбонизируемость бетона, так как, одно и то же количество карбонатов для бетонов со значительно отличающимся составом (количеством использованного цемента) для одного бетона может свидетельствовать о начале карбонизации, а для другого – уже о полной карбонизации в рассматриваемом сечении. Таким образом, показатель КС не позволяет объективно оценивать карбонизацию бетона. Для оценки карбонизации предложен параметр *степень карбонизации бетона (показатель СК)*, который независимо от состава бетона (количества использованного цемента) позволяет оценивать его коррозионное состояние [3]. Степень карбонизации бетона определяет процент гидроокиси кальция и гидратированных клинкерных материалов, перешедших в карбонаты на разной глубине бетона. Он численно равен отношению величины карбонатной составляющей к предельной величине карбонизации в определенном сечении бетона [3].

На основании многолетних исследований карбонизации бетона лабораторных образцов и образцов, отобранных из эксплуатируемых элементов: кинетики и механизма карбонизации; изменения по сечению бетонов различных классов по прочности на сжатие (составов бетона) во времени параметров карбонизации (карбонатной составляющей и степени карбонизации) – были предложены выражения по прогнозированию показателя СК для различных классов бетона по прочности на сжатие и условий эксплуатации [4].

В общем виде расчетно-экспериментальная зависимость степени карбонизации бетона во времени

$$СК(l, t) = \alpha_1 + (\alpha_2 + \alpha_3 \sqrt{t}) e^{\left(14,2 - \left(\frac{t+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)} / \alpha_4 \alpha, \quad (1)$$

где СК – степень карбонизации цементно-песчаной фракции бетона, %; l – исследуемая толщина слоя бетона; α – степень гидратации цемента, %; α_1 – α_4 – коэффициенты.

Значения показателей α_1 – α_4 для условий открытой атмосферы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения показателей α_1 – α_4

Класс бетона по прочности на сжатие	α_1	α_2	α_3	α_4
C ¹² / ₁₅	2,39	0,500	0,676	19,5
C ¹⁶ / ₂₀	2,77	0,565	0,634	25,8
C ¹⁸ / _{22,5}	3,04	0,585	0,609	28,3
C ²⁰ / ₂₅	3,22	0,625	0,586	30,8
C ²² / _{27,5}	3,39	0,655	0,567	32,6
C ²⁵ / ₃₀	3,62	0,710	0,538	35,4
C ²⁸ / ₃₅	4,12	0,760	0,485	40,2
C ³⁰ / ₃₇	4,32	0,790	0,464	42,0

Кроме того, получена зависимость показателей СК и рН (водородного показателя водной вытяжки цементного камня), определяющего состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре [3], что позволило назначить категории степеней карбонизации и разработать критерии оценки состояния защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре (таблица 2).

Выражение (1) позволяет прогнозировать изменение показателя СК во времени и защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре в процессе эксплуатации железобетонных элементов (ЖБЭ) и конструкций (ЖБК).

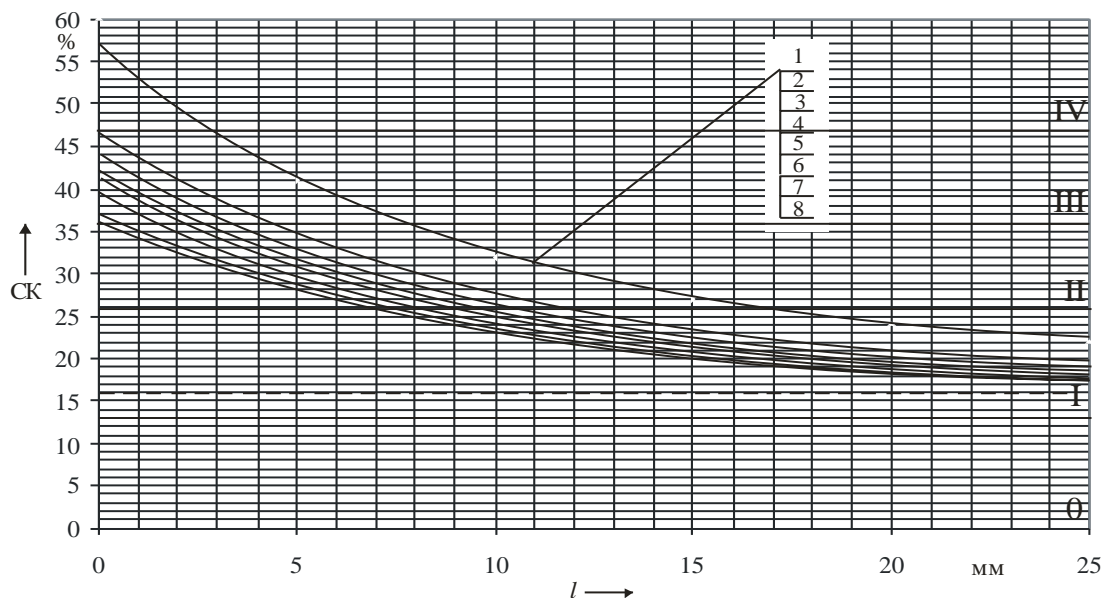
Таблица 2 – Взаимосвязь параметров карбонизации бетона

Категория потери защитных свойств бетона	Степень карбонизации, СК	Граничные значения показателя СК, %	Коррозионное состояние бетона
0	0	< 13	Структурные свойства бетона соответствуют свежеприготовленному
I	I	13–26	Начало деградации бетона
II	II	> 26–36	Деградация бетона малой степени интенсивности
III	III	> 36–47	Деградация бетона средней степени интенсивности
IV	IV	> 47–74	Деградация бетона повышенной степени интенсивности
V	V	> 74	Полная деградация бетона

С учетом того, что срок эксплуатации ЖБЭ и ЖБК в условиях неагрессивной среды (жилые и общественные здания) значителен (достигает 100 и более лет), представляет интерес оценка доли карбонизации бетона защитного слоя и его состояния в доэксплуатационный период.

Для оценки начальной карбонизации принимали время $t = 6$ мес. (0,5 г.). Граничное значение параметра t принято из условия сложения времени изготовления элемента и его хранения на складе готовой продукции, а также периода нахождения в условиях открытой атмосферы в процессе монтажа конструкций здания.

Полученные зависимости изменения показателя СК в защитном слое бетона для различных классов бетона по прочности на сжатие приведены на рисунке 1.



Полученные зависимости показывают, что уже через полгода (в начальный период эксплуатации) все исследованные бетоны до глубины 25 мм (толщина защитного слоя подавляющего большинства существующих ЖБЭ и ЖБК) полностью теряют свои защитные свойства по отношению к стальной арматуре, и с учетом того, что при СК $\approx 16\%$ [4], в условиях периодического влагонасыщения гарантированно образуется коррозия стальной арматуры, в условиях некачественной эксплуатации создается возможность образования и развития коррозии стальной арматуры.

Список литературы

- 1 Васильев, А. А. Карбонизация и оценка поврежденности железобетонных конструкций : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 263 с.
- 2 Васильев, А. А. Карбонизация бетона (оценка и прогнозирование) : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 303 с.
- 3 Неразрушающие методы оценки и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в воздушных средах : практическое пособие / Т. М. Пецольд [и др.] ; под ред. А. А. Васильева. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 146 с.
- 4 Васильев, А. А. Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.

УДК 624.012.3/4:699.83

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА ЗАЩИТНОГО СЛОЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ АГРЕССИВНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*А. А. ВАСИЛЬЕВ, Ю. К. КАБЫШЕВА, Н. А. ЛЕОНОВ, Е. В. СЕДУН
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В процессе эксплуатации железобетонных элементов (ЖБЭ), под воздействием агрессивных факторов атмосферной среды возникают различного рода повреждения ЖБЭ, снижая долговечность зданий и сооружений.

Наиболее интенсивно изменяют несущую способность ЖБЭ коррозионные повреждения, основным видом которых является карбонизация бетона. Развиваясь во времени, она вызывает деградацию бетона и снижение его защитных свойств по отношению к стальной арматуре. В условиях изменчивости эксплуатационной среды карбонизация бетона способствует образованию и развитию процессов коррозии стальной арматуры различной степени интенсивности.

Наиболее агрессивной эксплуатационной средой из бытовых является атмосферная среда животноводческих помещений: концентрация CO_2 – 0,1–1,0 %; относительная влажность – до 100 %; положительная температура в помещениях в течение всего года; наличие зон с повышенным содержанием CO_2 и влажности длительные промежутки времени с учетом специфики вентиляции; постоянное длительное воздействие CO_2 и влажности в зимний период.

Необходимо отметить, что на газовый состав воздушной среды животноводческих помещений большое влияние оказывает выдыхаемый животными воздух. Содержание в нем углекислого газа более чем в 100 раз превышает содержание в атмосферном воздухе, кислорода – меньше на 25 %. В коровниках относительная влажность (W) – 80–99 %, скорость движения воздуха (V) – 0,09–0,5 м/с, содержание CO_2 – 0,31–0,50 %, аммиака – 0,002–0,015 мг/л. В свинарниках в зависимости от периода года показатели микроклимата колеблются в следующих пределах: весной – W – 65,0–68,0 %, V – 0,16–0,19 м/с, содержание CO_2 – 0,30–0,36 %, аммиака – 5,5–6,0 мг/м³; летом – W – 57,0–60,0 %, V – 0,30–0,44 м/с, содержание CO_2 – 0,25–0,27 %, аммиака – 4,0–5,0 мг/м³; осенью – W – 66,0–72,0 %, V – 0,11–0,16 м/с, содержание CO_2 – 0,16–0,18 %, аммиака – 4,0–5,0 мг/м³; зимой – W – 70,5–71,9 %, V – 0,18–0,24 м/с, содержание CO_2 – 0,34–0,39 %, аммиака – 7,2–8,4 мг/м³ [1].

Обычно в животноводческих зданиях относительная влажность колеблется от 50 до 90 %. Причем она выше у пола, чем у потолка.

На техническое состояние железобетонных элементов в помещениях сельскохозяйственного назначения в первую очередь влияние оказывает углекислый газ (его концентрация превышает нормальную до 35 раз), действие которого усиливается повышенной влажностью, в результате чего при повышенной влажности воздуха бетон быстро карбонизируется и теряет защитные свойства по отношению к стальной арматуре.