

serii Projekt UE ROCEM; Zeszyt 5 serii Projekt UE ROCEM.

5. Государственный стандарт. Романцемент. ГОСТ 2542-44. – М.: Всесоюзный комитет стандартов при совнаркомме СССР, 1944. – 5 с.

6. Значко-Яворский И.Л. Очерки истории вяжущих веществ от древнейших времен до середины XIX века. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 497 с.

7. Пащенко О.О. В'язучі матеріали / Пащенко О.О., Сербін В.П., Старчевська О.О. – К.: Вища школа, 1995. – 416 с.

8. Hughes D.C., Jaglin D., Kozłowski R., Mucha D. Roman cements – Belite cements calcined at low

temperature - Cement and Concrete Research, 39, 2009. – P. 77–89.

9. Produkcja i zastosowanie cementu romańskiego / H. Szelağ, A. Garbacik, P. Pichniarczyk, T. Baran // Izolacje, budownictwo, przemysł, ekologia. – 2008. – №3. – S. 58–63.

10. Cement romański i jego właściwości / T. Baran, A. Garbacik, P. Pichniarczyk, H. Szelağ // Surowce i maszyny budowlane, 2008. – №1.

11. Саницький М.А., Кропивницька Т.П., Котів Р.М. Будівельні розчини з комплексними модифікаторами повітрявтягувальної дії для кам'яних кладок / XI Міжнар. наук.-практ. конф. “Дни современного бетона”. – Запоріжжя: Будіндустрія ЛТД, 2010. – С. 97–102.

УДК 666.972:69.0594

Чернявський В.Л., доктор техн. наук, професор;

Гасанов А.Б., канд. техн. наук, доцент;

Гуркаленко В.А., канд. техн. наук, доцент, Харківський національний університет будівництва і архітектури, г. Харків

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТОЙКОСТИ БЕТОНА

Разделим время, в течение которого бетон наружного (защитного) слоя конструкции сохраняет свои защитные свойства, на два периода: первый – эксплуатационный, от начала воздействия среды до момента обследования, продолжительностью  $T_э$  и второй – прогнозируемый, от момента обследования до исчерпания бетоном ресурса по состоянию, продолжительностью  $T_п$ .

Предполагая, что при неизменяющихся параметрах эксплуатационной среды скорость исчерпания ресурса по состоянию будет постоянной, получим

$$S_t/T_п = (S_0 - S_t)/T_э, \quad (1)$$

где  $S_t$  – оценка состояния на момент обследования;  $S_0$  – оценка состояния, принимаемая в качестве начальной.

Из условия (1) следует, что

$$T_п = T_э S_t / (S_0 - S_t). \quad (2)$$

Величина  $T_п$  существенно зависит от величины израсходованного за время  $T_э$  ресурса по состоянию ( $S_0 - S_t$ ) и существенно связана со значением оценки начального состояния  $S_0$ . Для бетонов классов по прочности В15...В40 (соответственно марок по во-

донепроницаемости W4...W8), характеризующихся величинами начальных параметров  $W_{c(0)} = 3,4...5,2\%$ ;  $p_{н0} = 12,4...12,6$ ;  $L_0 = 2...3\%$ ;  $V_0 = 40...55\%$ , начальное значение оценки коррозионного состояния находится в пределах:  $S_0 = 1,23...4,21$ . Причем для бетонов марки W4 –  $S_0 = 1,23...2,47$ , марки W6 –  $2,48...3,31$ , марки W8 –  $3,32...4,21$ .

Если сведения о начальных свойствах бетона обследуемых конструкций отсутствуют, значение  $S_0$  для расчета выбирают наибольшим из всех возможных (например,  $S_0 = 4,21$ ), что, как видно из (2), ведет к сознательному уменьшению продолжительности  $T_п$ . В тех случаях, когда имеются сведения хотя бы о марке бетона по водонепроницаемости (данные заводской, построечной лаборатории), то для расчетов выбирают максимальное значение  $S_0$  сообразно указанной марке (например, для бетона W4 –  $S_0 = 3,31$ ).

Для удобства сравнения оценок коррозионного состояния различных объектов и упрощения практического использования предлагаемого метода прогнозирования проведено масштабирование оценок

Таблица 1

**Значения средней скорости изменения  $\eta_t$  бетона марок по водонепроницаемости W4...W8**

Степень агрессивности среды	Продолжительность эксплуатации (лет) до $S_t$ ; $\eta_t=0$	Значение средней скорости изменения $\eta_t$ за год
Слабая	15...20	0,05...0,066
Средняя	10...14	0,07...01
Сильная	<10	0,1

Таблица 2

Степень агрессивности среды		Значение $K_1$
Значение	Ожидаемая	
Слабая	Сильная	0,58
Слабая	Средняя	0,68
Средняя	Сильная	0,85
Средняя	Слабая	1,46
Сильная	Средняя	1,2
Сильная	Слабая	1,75

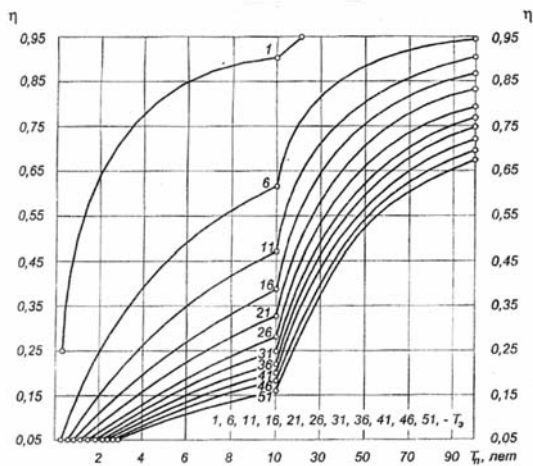


Рис. 1. Номограмма для определения прогнозируемого периода  $T_n$  стойкости бетона с учетом времени предварительной эксплуатации  $T_0$ .

состояния по правилу  $\eta_t = S_t/S_0$ . Тогда условие (2) будет преобразовано к виду

$$T_n = T_0 \cdot \eta_t / (1 - \eta_t). \quad (3)$$

Оценка погрешности результата расчета по формуле  $T_n$  (3) может быть получена из следующих условий.

Относительная погрешность определения  $S_t - \varepsilon S_t$  в соответствии с [4] составит величину

$$(\varepsilon S_t)^2 = \sum_{i=1}^n (\varepsilon X_i)^2, \quad (4)$$

где  $\varepsilon X_i$  — относительные ошибки параметров, входящих в оценку  $S_t$ .

Принимаем, что относительная погрешность определения капиллярного водопоглощения весовым методом ( $\varepsilon W_c$ ) равна 0,1% (ГОСТ 12730.2-78, п. 5.2).

Относительная ошибка определения петрографическим методом количества непрогидратированных цементных остатков равна, по данным работы [5], 5%.

Так как в работе [6] указано, что среднеквадратическое отклонение определения величины рН водной вытяжки цементного камня  $\sigma$  равно 0,15 ед. рН, то абсолютная ошибка определения величины рН:  $\Delta pH = 2\sigma/\sqrt{n}$ , где принято, что  $t$  — значение коэффициента Стьюдента (в нашем случае  $t=2,57$ ), а количество определений  $n=6$ . Тогда наибольшая относительная ошибка определения величины рН —  $\varepsilon pH$  равна 4%.

Согласно, величина  $\varepsilon S_t = 6,4\%$ , в расчетах принято, что  $\varepsilon S_t = 7\%$ .

Относительная ошибка определения величины  $T_n - \varepsilon T_n$  определяется из условия [4]:

$$\varepsilon T_n = \frac{dT_n}{dT_0} \Delta \eta_t \cdot \frac{1}{T_n} \quad (5)$$

или с учетом [3]

$$\varepsilon T_n = \frac{\Delta \eta_t}{\eta_t (1 - \Delta \eta_t)} \quad (6)$$

где  $\Delta \eta_t$  — абсолютная погрешность в определении величины  $\eta_t$ .

Расчеты, проведенные по формуле (6), показали, что величина  $\varepsilon T_n$  находится в диапазоне 9...35% при изменении от 0,2 до 0,8, т. е. того интервала значений, с которым чаще всего приходится сталкиваться на практике. Кроме того, расчетом установлено, что величина  $\varepsilon T_n$  убывает с уменьшением  $\eta_t$ ; таким образом, с повышением ответственности решения относительная ошибка прогноза убывает, что, по нашему мнению, является достоинством предлагаемой методики.

На основании материалов натурных обследований строительных конструкций, эксплуатировавшихся в зданиях цехов предприятий черной металлургии, и сведений, полученных при исследовании коррозионной стойкости бетонов различного состава, определена продолжительность периодов работоспособного состояния ( $S_t \geq 0, \eta_t \geq 0$ ) бетона на рядовом портландцементе в слое толщиной 2...3 см для сред различной степени агрессивности [7], и рассчитаны значения средней скорости изменения  $\eta_t$ , приведенные в табл. 1.

В тех случаях, когда заранее известно, что после реконструкции или ремонта изменится интенсивность эксплуатационных воздействий или появится необходимость применения вторичной защиты, условия (3) и (4) примут окончательный вид:

$$T_n = K_1 K_2 T_0 S_t / (S_0 - S_t), \quad (7)$$

где  $K_1$  — коэффициент, учитывающий изменение средней скорости исчерпания ресурса по состоянию, вызванное изменением степени агрессивности среды по классификации [7];  $K_2$  — коэффициент, учитывающий изменение средней скорости исчерпания ресурса по состоянию, вызванное применением вторичной защиты.

Среды, характерные для основных производств предприятий черной металлургии, отнесены по степени агрессивности к различным группам [3, 4], для которых период сохранения бетоном марок W4...W8 свойств первичной защиты приведены в табл. 1.

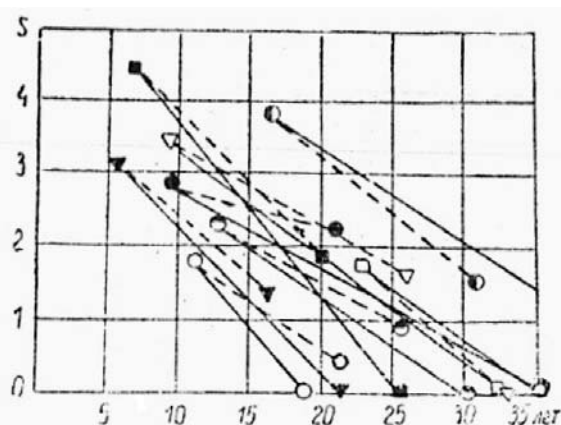


Рис. 2. Результаты прогнозирования периода  $T_n$  стойкости бетона строительных конструкций по оценке коррозионного состояния  $S_t$  (сплошная линия) и результаты проверки (пунктирная линия) ■ □ балка фундамента прокатного стана; □ ● фундамент каркаса; ○ фундамент градирни; ● балка каркаса коксовой батареи; □ ▼ стены башни тушения кокса

Таблиця 3

Степень агрессивности среды	Значение $K_2$		
	Бетон без защиты	Бетон с пропиткой	Бетон с совмещенным покрытием
Слабая	1	2,15	3,3
Средняя	1	2,7	4,4
Сильная	1	3,0	5,0

Значения коэффициента  $K_1$  в зависимости от степени агрессивности существующей и ожидаемой после реконструкции приведены в табл. 2.

Значения коэффициента  $K_2$  можно определить экспериментально при сравнительном оценивании стойкости бетонных образцов со вторичной защитой и незащищенных, находившихся в одинаковых коррозионных условиях. Нами, в частности, определены значения  $K_2$  (табл. 2) для бетонов с пропиткой композицией из модифицированного петролатума и с совмещенным покрытием, где пропитка дополнена битумно-петролатумным слоем [3].

В тех случаях, когда имеется возможность выполнения повторных обследований конструкций на протяжении нескольких лет, уточненное значение оценки начального состояния  $S_{0(y)}$  используемое затем для очередного уточненного прогнозирования, получают по формуле

$$S_{0(y)} = S_{t1} + T_{31}(S_{t1} - S_{t2}) / (T_{32} - T_{31}), \quad (8)$$

где  $S_{t1}$  – текущая оценка коррозионного состояния при первом обследовании через  $T_{31}$  лет;  $T_{32}$  – аналогичная оценка при втором обследовании в момент времени  $T_{32}$ .

С целью оценки эффективности предложенной методики прогнозирования периода стойкости бетона при сложных агрессивных воздействиях на ряде производственных объектов выполнено определение  $S_t$  и

$T_p$  до времени, когда  $S_t = 0$ . Повторное обследование (рис. 2) тех же участков конструкций через 10...13 лет показало удовлетворительное совпадение предполагаемого и фактического коррозионного состояния бетона. Составленная программа позволяет включать в расчет свойства бетона, отличающиеся от выбранных в [5, 7], но с обязательным использованием тех же принципов оценки параметров (ресурса по данному свойству), входящих в оценку состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Зайдель А.Н. Погрешности изменений физических величин. – Наука, 1985. – 112 с.
2. Мчедлов-Петросян О.П., Дубницкий В.Ю., Ольгинский А.Г., Фридган Л.Б., Чернявский В.Л. Об изменении структурных характеристик цементных материалов на основе модельных представлений процесса старения // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1972. – №5. – С. 64–68.
3. Алексеенко Л.Н., Чернявский В.Л. К методике определения величины рН водных вытяжек из цементных материалов // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 1983. – Т. 26. – Вып. – 3. – С. 335–337.
4. Заславский И.Н., Флак В.К, Чернявский В.Л. Долговечность зданий и сооружений предприятий черной металлургии. – М.: Стройиздат, 1979. – 72 с.
5. Дубницкий В.Ю., Чернявский В.Л. Оценка коррозионного состояния бетона при сложных агрессивных воздействиях // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1988. – №10. – С. 51–55.
6. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гусев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
7. Чернявский В.Л. Повышение антикоррозионных свойств бетона. – Киев: Будівельник, 1983. – 88 с.

УДК 69:339.13

Захарченко П.В., канд. техн. наук, профессор;

Поколенко В.О., доктор техн. наук, профессор;

Коваль В.Б., аспірант, Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ

## РИНОК МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГО ОБЛАШТУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ У 2011 РОЦІ

Аналізуючи ситуацію на українському ринку будівельних матеріалів, які використовуються при внутрішньому облаштуванні приміщень в цивільному будівництві за 3 квартали 2011 року, можна констатувати, що будівельна галузь зазнала очікуваної стабілізації об'ємів споживання будівельних матеріалів для облаштування внутрішніх приміщень, це характеризує в цілому поступовий вихід галузі з глибокої фінансово-економічної кризи, яка в 2008 році стала одним із проявів макроекономічної циклічності. Але не дивлячись на зростання економічних показників в Україні і аналізуючи тільки ринок нерухомості, який в кінцевому підсумку відображає споживчу ситуацію,

можна стверджувати, що незалежно від того, що порівняно з минулим 2010 роком (січень–вересень), коли об'єми зведеної в експлуатацію загальної площі будівництва становили 157% до аналогічного періоду 2009 року, в 2011 році об'єми закінченого будівництва за 3 квартали склали всього 93,5%, що характеризує незначний спад в даній галузі. В той же час відбулося незначне зростання вартості квадратного метру житла в новобудовах. Аналіз натуральних показників зведеного житла показує, що за 9 місяців 2010 року було введено в експлуатацію 5248 тис. м кв. загальної площі житлових будівель (табл. 1 і 2), а в 2011 (за 3 квартали) – 4905,4 тис. м кв.