ВЫВОД

Практически реализована поставленная задача повышения эффективности химической активации кислых минеральных материалов, применяемых в афальтобетоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гезенцвей Л. Б.** Асфальтовый бетон из активированных минеральных материалов. – М.: Стройиздат, 1971. – 255 с.

2. **Активация** поверхности гранитного минерального материала / О. И. Старостина, Т. А Чистова, Е. А. Степанова, И. Ф. Федоров // Сборник научных трудов «БелдорНИИ». – Мн., 2002.

УДК 69+699.814 (083.74)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК НА ПРЕДЕЛ ОГНЕСТОЙКОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Канд. техн. наук КАСПЕРОВ Г. И., соиск. ПОЛЕВОДА И. И.

Командно-инженерный институт МЧС Республики Беларусь,
Белорусский национальный технический университет

Разработанная методика применяется для выполнения в лабораторных условиях измерений коэффициента условий работы бетона при пожаре и расчета поправочного коэффициента к значениям, приведенным в Пособии П1–02 к СНБ 2.02.01–98 пределов огнестойкости изгибаемых строительных конструкций из модифицированного бетона. Оценка влияния добавок производится только для пределов огнестойкости по предельному состоянию *R* (потеря несущей способности) для бетонов с гранитным заполнителем при значении наибольшей номинальной крупности заполнителя в пробе бетонной смеси не более 40 мм.

Сущность методики заключается в изготовлении и нагреве контрольных образцов до заданных температур с последующим измерением в охлажденном состоянии минимальных усилий, разрушающих образцы при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки. Используя определенные по результатам испытаний коэффициенты условий работы бетона при пожаре $k_c(\Theta)$, вычисляется поправочный коэффициент k_{F1} к значениям приведенных в пособии пределов огнестойкости изгибаемых строительных конструкций из модифицированного бетона.

В качестве базового образца используются кубы размерами 100×100×100 мм, изготовленные в соответствии с требованиями ГОСТ 10180. Число образцов в серии принимается не менее 15. Серия делится на пять частей, из которых для одной части нагрев не производится, остальные нагреваются до 200, 400, 600 и 800 °С соответственно. Испытания для каждой из температур проводятся не менее чем на трех образцах. При подготовке к ним образцы выдерживаются в распалубленном виде не менее 24 ч, если они твердели в воде, и не менее 4 ч, если они твердели в воздушно-влажностных условиях или условиях тепловой обработки. Затем их укладывают на поддон в камере электрической печи так, чтобы расстояние между образцами, а также между образцами и стенками камеры было не менее 20 мм. Затем выполняются следующие операции:

- нагрев и выдержка образцов в камерной электрической печи;
- охлаждение образцов вне электрической печи при нормальных температурных условиях;
- разрушение образцов на испытательном прессе.

Нагрев контрольных образцов производится в расчетном возрасте до 200, 400, 600 и 800 °С для каждой части соответственно по схеме, приведенной на рис. 1. После достижения необходимой температуры контрольные образцы выдерживаются в течение 4 ч до равномерного

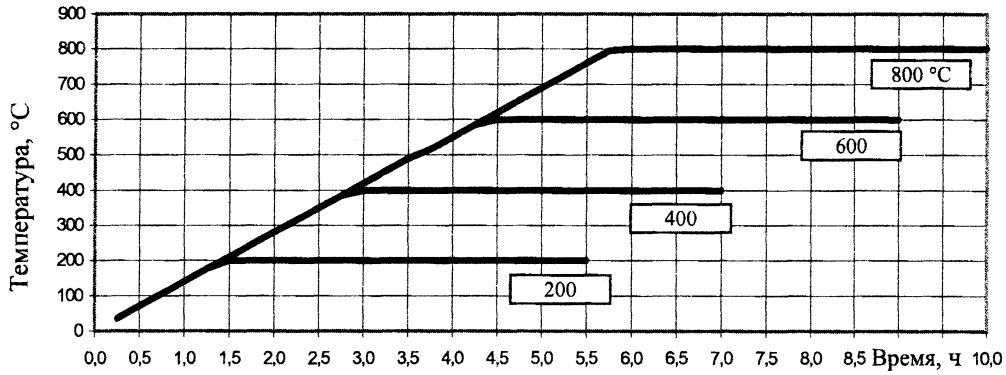

Рис. 1. Схема нагрева образцов

прогрева бетона (рис. 2). В процессе испытаний регистрируются время нагрева и изменение температуры в печи. Контроль за температурно-временным режимом осуществляется по показаниям потенциометра и секундомера.

Рис. 2. Образцы, нагретые до температуры 800 °С

Испытание образцов по методике ГОСТ 10180 производится в охлажденном состоянии в течение 24 ч после извлечения из печи. Интервал между первым и последним испытанием на прочность контрольных образцов одной серии не должен превышать 48 ч. Испытание образцов, не подвергнутых нагреву, производится в течение срока, допустимого между первым и последним опытами образцов одной серии. Образец перед испытанием на прочность должен сохранять форму и произвольно не разделяться на части. Допускается наличие на нем трещин, раковин, отколов ребер. Прочность на сжатие бетона образцов, нагретых до одной температуры, определяется как среднее арифметическое значение не менее трех испытаний с точностью до 0,1 МПа по методике ГОСТ 10180. При определении средней прочности учитываются любые схемы разрушения образца. В ходе испытаний на прочность регистрируется разрушающее усилие на образец. Эксперименты продолжаются до разрушения образца.

Обработка результатов измерений прочности бетона на сжатие производится по ГОСТ 8.207–76. Коэффициенты условий работы бетона при пожаре $k_c(\Theta)$ определяются для 200, 400, 600 и 800 °С по формуле

$$k_c(\Theta) = \overline{f}_c(\Theta) / \overline{f}_c(20), \qquad (1)$$

где $\overline{f}_c(\Theta)$ – средняя прочность бетона серии образцов, подвергнутых нагреву до заданной температуры Θ; $\overline{f}_c(20)$ – то же, не подвергнутых нагреву.

Если образец разрушился в результате теплового воздействия и не может быть испытан на прессе, то коэффициент $k_c(\Theta) = 0$. Уточняющий коэффициент α_k, учитывающий дефектность структуры бетона при температуре 400 °С, определяется по формуле [1]

$$\alpha_k = 1{,}1364 \cdot k_c(400), \qquad (2)$$

где $k_c(400)$ – коэффициент условий работы бетона при температуре 400 °С по (1).

Коэффициент интенсивности деструктивных процессов равен тангенсу угла наклона

прямой $k_c(\Theta)$ к оси температур Θ и определяется по формуле

$$\xi = \mathrm{tg}\varphi = 0{,}0025[k_c(400) - k_c(800)], \quad (3)$$

где $k_c(800)$ – коэффициент условий работы бетона при температуре 800 °С по (1).

Для высокопрочного бетона классов $C^{55}/_{67}$ и выше коэффициент, учитывающий потенциальную возможность хрупкого разрушения бетона при пожаре, рассчитывается по формуле

$$k_{HR} = 0{,}009E_c Ц^{0,2}, \quad (4)$$

где E_c – модуль упругости бетона при нормальной температуре, ГПа; Ц – расход цемента в бетонной смеси, кг/м^3.

Указанный коэффициент используется в дальнейших расчетах, если $k_{HR} > 1$, в противном случае $k_{HR} = 1$. Коэффициент условий работы бетона конструкции при пожаре $k_{см}$ определяется «зонным» методом, сущность которого заключается в делении сечения подвергнутой высокотемпературному нагреву конструкции на равные по ширине параллельные элементарные зоны, в пределах которых бетон равномерно нагрет до одной температуры и обладает соответственно одинаковыми физико-механическими свойствами:

$$k_{см} = 0{,}98\sum_{i=1}^{10} c_i k_c(\Theta_i), \quad (5)$$

где $k_c(\Theta_i)$ – коэффициент условий работы i-й зоны бетона при температуре Θ по формулам (6), (7); c_i – доля площади i-й зоны от общей площади сечения бетона по табл. 1; i – номер рассматриваемой зоны.

На основании полученных экспериментально данных предлагается расчет производить для десяти зон. Температура и доля площади для каждой зоны определяются по табл. 1.

Таблица 1

Параметр зоны	Номер зоны, i									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, °С	802	663	535	418	315	227	154	97	56	30
Доля площади	0,123	0,118	0,113	0,108	0,103	0,098	0,093	0,088	0,083	0,078

Коэффициент условий работы бетона находится по формулам:

при температуре 400 °С и менее

$$k_c(\Theta) = 1 - 0{,}00263(\Theta - 20)(1 - 0{,}88\alpha_k/k_{HR}); \quad (6)$$

при температуре более 400 °С

$$k_c(\Theta) = 0{,}88\alpha_k/k_{HR} - \xi(\Theta - 400)/k_{HR}, \quad (7)$$

где Θ – температура для расчетной зоны по табл. 1.

Коэффициент эффективной ширины конструкции при пожаре $k_{сх}$ вычисляется следующим образом:

$$k_{сх} = 0{,}5\sqrt{25 - 16(1 - k_{см})} - 1{,}5. \quad (8)$$

Поправочный коэффициент для изгибаемых железобетонных конструкций k_{FI} находится по формуле

$$k_{FI} = 0{,}553(1 + k_{сх}). \quad (9)$$

Величина предела огнестойкости изгибаемой строительной конструкции из модифицированного бетона при заданных геометрических параметрах определяется путем умножения приведенного в Пособии П1–02 к СНБ 2.02.01–98 табличного значения на k_{FI}. С учетом существующей погрешности при проведении исследований следует принимать поправочный коэффициент равным единице ($k_{FI} = 1$), если величина k_{FI} находится в интервале от 0,96 до 1,04. Если k_{FI} больше 1,1 или меньше 0,9, то необходимо изготовить еще две серии образцов и повторить экспериментальную часть метода. В дальнейших расчетах необходимо использовать среднеарифметические значения коэффициентов $k_c(200)$, $k_c(400)$, $k_c(600)$, $k_c(800)$ по трем сериям. Если величина коэффициента k_{FI} менее 0,75 или более 1,25, то полученные значения поправочного коэффициента необходимо подтвердить проведением полномасштабных огневых испытаний по ГОСТ 30247.1.

ВЫВОД

Разработанная методика позволяет в лабораторных условиях проводить измерения коэффициента работы бетона при пожаре и рассчитывать поправочный коэффициент к значениям пределов огнестойкости изгибаемых строительных конструкций из модифицированного бетона, приведенных в Пособии П1–02 к СНБ 2.02.01–98. Настоящая методика рекомендуется для обоснования экспертных оценок в области пожарной безопасности органами государственного пожарного надзора.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ройтман В. М.** Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. – М: Ассоц. «Пожарная безопасность и наука», 2001. – 382 с.

2. **Яковлев А. И.** Расчет огнестойкости строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1988. – 143 с.

3. **Милованов А. Ф.** Стойкость железобетонных конструкций при пожаре. – М.: Стройиздат, 1998. – 304 с.

4. **Оценка** факторов, влияющих на прочность бетона классов В20–В100 при пожаре / Г. И. Касперов, И. И. Полевода, М. Н. Рыскин // Вестник БНТУ. – 2003. – № 2. – С. 17–21.