



Рисунок 1 – Фрагмент покрытия конструкции

Данная конструкция является облегченной с обеспечением пространственной жесткости конструкции в целом.

Наличие металла в конструкции минимально, что делает её легче, а отсутствие соприкосновения металла с древесиной исключает образование конденсата. Следовательно, уменьшает вероятность загнивания, набухания, коробления конструкции.

Для сравнения эффективности данной конструкции произведем сравнение с металлоконструкциями типа МАРХИ.

Для покрытия 1 м^2 системой МАРХИ требуется 20 кг/м^2 металла, конструкции из прокатной стали куда тяжелее и требуют 47 кг/м^2 . Для альтернативной системы затраты металла характеризуются процентом для всего покрытия сооружения в диапазоне 1–2 %.

Если сравнивать конструкции покрытия по весу, то деревянная система перекрывает 1 м^2 при этом весит примерно 14 кг.

Список литературы

- 1 Клячин, А. З. Пространственные стержневые металлические конструкции регулярной структуры / А. З. Клячин. – Екатеринбург : Диамант, 1995. – 276 с.
- 2 Металлические конструкции : в 3 т. Т. 2 / В. В. Горев [и др.]. – М. : Высш. шк., 2002. – 424 с.
- 3 Иванов, В. Ф. Конструкции из дерева и пластмасс / В. Ф. Иванов. – М. : Стройиздат, 1966. – 346 с.
- 4 Пространственные деревянные конструкции / А. А. Журавлев [и др.]. – Ростов н/Д. : ОАО ИПФ «Малыш», 2003. – 518 с.

УДК 691.32

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ НАЧАЛЬНОЙ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА ОТ КОЛИЧЕСТВА ЦЕМЕНТА И ГАРАНТИРОВАННОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА СЖАТИЕ

Ю. К. КАБЫШЕВА, К. Э. АГЕЕВА, А. А. ВАСИЛЬЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Карбонизация в первую очередь обуславливает состояние защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре. Она начинается с момента перемешивания бетонной смеси и продолжается весь жизненный цикл железобетонных элементов (ЖБЭ) и конструкций (ЖБК), которые эксплуатируют в различных воздушных средах [1]. Современные исследователи практически не учитывают начальную карбонизацию бетона, что неверно, но не удивительно, и даже логично, поскольку в основе всех их исследований лежит определение толщины карбонизированного бетона на основе фенолфталеинового теста (ФФТ) [2].

Исследование карбонизации бетона на основе нахождения карбонатной составляющей (показателя КС) позволяет оценить начальную карбонизацию бетонов любых классов по прочности на сжатие (составов) [1]. На основе исследования по сечению образцов ($100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$) бетонов различных классов по прочности на сжатие (составов марок по удобоукладываемости П1 ($OK = 1$ и 4 см)) сразу после из-

готовления (при использовании ТВО) с применением методов регрессионного и корреляционного анализа получено выражение начальной карбонизации [3]:

$$KC_0(l/t=0) = \beta_0 + \beta_1 e^{\left(-\left(\frac{l-\beta_2}{\beta_3}\right)^{\beta_4}\right)}, \quad (1)$$

где $\beta_0 - \beta_4$ – коэффициенты, определяющие: β_0 – наименьшее значение $KC(l)$, % [обычно, $\beta_0 = KC(l > 100 \text{ мм})$]; β_1 – разность минимального и максимального значений $KC(l)$, %; β_2 – минимальное значение глубины l , мм, (обычно, $\beta_2 = 0$); β_3 – форму кривой и координаты точек перегиба, мм, $\beta_3 > 0$; β_4 – форму кривой и координаты точек перегиба, д. ед., $\beta_4 > 0$; l – расчетное значение глубины бетона, мм.

Для возможности получения системы расчетно-экспериментальных зависимостей $KC = f(\Psi)$ значения коэффициентов β_i подбирали, полагая коэффициенты β_2 , β_3 и β_4 одинаковыми для любых классов бетона по прочности на сжатие, что практически не сказывается на значимости полученных зависимостей [3].

Путем математической обработки значений коэффициентов β_0 и β_1 получены их зависимости от количества использованного цемента:

$$\beta_0 = 0,0077\Psi + 0,7932; \quad (R^2 = 0,9969); \quad (2)$$

$$\beta_1 = 1769,4\Psi + 409077; \quad (R^2 = 0,9959), \quad (3)$$

где Ψ – содержание цемента, кг/м³.

Следовательно, связь начальной карбонизации бетона с количеством использованного цемента описывается выражением

$$KC_0(l/t=0) = (0,0077\Psi + 0,7932) + (1769\Psi + 409077)e^{\left(-\left(\frac{l+100}{5,05}\right)^{0,85}\right)} \quad (4)$$

Анализ результатов для бетонов различных классов по прочности на сжатие, количество цемента, используемого для приготовления бетона, для составов марок по удобоукладываемости П1–П5 отличается до 35 %, марок по удобоукладываемости Ж1–Ж4 – до 18 % [4].

Для прогнозирования значений KC_0 для любых бетонов необходимо учитывать рекомендуемые составы бетона. Так, для наиболее часто выпускаемых сборных железобетонных изделий целесообразно получить базовые зависимости для расчетных значений показателя KC (для бездобавочных бетонов) для жестких смесей марок по удобоукладываемости Ж1 и Ж2, для подвижных – П1. Причем для жестких смесей марок по удобоукладываемости Ж1 и Ж2 необходимо использовать средние значения количества использованного цемента, для марки по удобоукладываемости П1 целесообразно принимать значение количества цемента, соответствующее верхней границе (ОК = 4 см).

Полученные на основе использования зависимостей (2) и (3) коэффициенты β_0 и β_1 для бетонов различных классов по прочности на сжатие приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов β_0 и β_1 для различных классов бетона по прочности на сжатие

| Класс бетона по прочности на сжатие | Марка смеси по удобоукладываемости | | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | П1 | | Ж1 | | Ж2 | |
| | β_0 | β_1 | β_0 | β_1 | β_0 | β_1 |
| C ¹² / ₁₅ | 2,43 | 785959 | 2,30 | 754110 | 2,23 | 739955 |
| C ¹⁶ / ₂₀ | 2,91 | 895662 | 2,73 | 854966 | 2,65 | 835502 |
| C ¹⁸ / _{22,5} | 3,14 | 948744 | 2,94 | 902740 | 2,86 | 883276 |
| C ²⁰ / ₂₅ | 3,37 | 1000057 | 3,15 | 950513 | 3,05 | 927511 |
| C ²² / _{27,5} | 3,60 | 1053139 | 3,35 | 996518 | 3,24 | 971746 |
| C ²⁵ / ₃₀ | 3,85 | 1111529 | 3,54 | 1040753 | 3,42 | 1012442 |
| C ²⁸ / ₃₅ | 4,37 | 1230079 | 4,01 | 1148686 | 3,85 | 1111529 |
| C ³⁰ / ₃₇ | 4,57 | 1276083 | 4,18 | 1187613 | 4,02 | 1150456 |
| C ³² / ₄₀ | 4,87 | 1345090 | 4,46 | 1251311 | 4,27 | 1208846 |
| C ³⁵ / ₄₅ | 5,35 | 1456562 | 4,90 | 1352167 | 4,70 | 1306163 |
| C ⁴⁰ / ₅₀ | 5,83 | 1566265 | 5,33 | 1451254 | 5,11 | 1399941 |
| C ⁴⁵ / ₅₅ | 6,29 | 1672429 | 5,74 | 1546801 | 5,50 | 1490180 |
| C ⁵⁰ / ₆₀ | 6,75 | 1778593 | 6,16 | 1642349 | 5,90 | 1582189 |

Математическая обработка значений коэффициентов β_0 и β_1 позволила получить регрессионные зависимости их изменения от гарантированной прочности бетона на сжатие для бетонных смесей марок по удобоукладываемости П1, Ж1 и Ж2. Так, для смесей марки по удобоукладываемости П1

$$\beta_0 = 0,0970 f_{c,cube}^G + 0,9641, \quad (5)$$

$$\beta_1 = 22287 f_{c,cube}^G + 447979; \quad (6)$$

– марки по удобоукладываемости Ж1

$$\beta_0 = 0,0865 f_{c,cube}^G + 0,9866, \quad (7)$$

$$\beta_1 = 19858 f_{c,cube}^G + 454249; \quad (8)$$

– марки по удобоукладываемости Ж2

$$\beta_0 = 0,0818 f_{c,cube}^G + 1,001, \quad (9)$$

$$\beta_1 = 1876 f_{c,cube}^G + 457312, \quad (10)$$

где $f_{c,cube}^G$ – гарантированная прочность бетона на сжатие, МПа.

Полученные зависимости позволяют значительно повысить объективность оценки карбонизации бетонов различных классов по прочности на сжатие (составов).

Список литературы

1 Неразрушающие методы оценки и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в воздушных средах : практ. пособие / Т. М. Пецольд [и др.] ; под ред. А. А. Васильева. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 146 с.

2 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.

3 Расчетно-экспериментальная модель карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 263 с.

4 **Васильев, А. А.** Прогнозирование начальной карбонизации бетона различных классов по прочности на сжатие / А. А. Васильев, Ю. К. Кабышева, Н. А. Леонов // Современные научные знания : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2023. – С. 21–24.

УДК 378.00

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПРОСМОТРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИИ

Е. Г. КАЛАШНИК, Г. Т. ПОДГОРНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время государство и общество очень заинтересованы в том, чтобы каждый молодой человек превратился в яркую индивидуальность с сильным, самостоятельным, творческим характером. Сегодня в науке и технике все больше и больше востребован высокий интеллект и умение творчески подойти к решению поставленных задач.

Главной целью преподавателя является развитие интереса студентов к изучаемой дисциплине, а также максимальное приближение учебного процесса к практической деятельности. Студент – будущий специалист, и он должен понять и почувствовать, что теоретические знания, полученные при обучении, он сможет применить в своей профессиональной деятельности.

В курсе дисциплины «Принципы моделирования строительных объектов» студентам специальности «Архитектура» даются как теоретические основы проектирования зданий и сооружений, так и практическое применение технологии BIM (Building Information Modeling – информационное моделирование зданий и сооружений). Обучение производится с использованием программного комплекса REVIT.