

Список литературы

- 1 **Васильев, А. А.** Оценка граничных значений характеристик надежности для различных категорий технического состояния железобетонных конструкций / А. А. Васильев, В. М. Швед, В. О. Бондаренко // World science: problems and innovations : сб. статей XL Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2020. – С. 28–30.
- 2 Corrosion-induced bond strength degradation in reinforced concrete – Analytical and empirical models / K. Bhargava [et al.] // Nuclear Engineering and Design. – 2007. – Vol. 237, Is. 11. – P. 1140–1157.
- 3 **Васильев, А. А.** Карбонизация бетона (оценка и прогнозирование) : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 304 с.
- 4 **Васильев, А. А.** Карбонизация и оценка поврежденности железобетонных конструкций : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 263 с.
- 5 Неразрушающие методы оценки и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в воздушных средах : практ. пособие / Т. М. Пецольд [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 146 с.
- 6 **Шимановский, А. О.** Влияние физических и геометрических параметров включений на напряженно-деформированное состояние композита / А. О. Шимановский, А. Ю. Шуберт // Механика. Исследования и инновации. – 2019. – Вып. 12. – С. 206–211.

УДК 666.972.003

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА БЕТОНА

А. А. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Для повышения объективности оценки и прогнозирования технического состояния железобетона предложен химический анализ бетона, входящий в комплексный метод оценки и прогнозирования технического состояния ЖБЭ (ЖБК) с учетом карбонизации бетона [1].

Оценку экономического эффекта применения химического анализа бетона определяли, используя справочно [2]. Расчеты сметной стоимости работ выполняли в соответствии с [3].

Экономическая эффективность использования химического анализа на 100 м^2 конструкции

$$\Theta_k = Z_b - Z_{b,x}, \quad (1)$$

где Z_b – суммарные приведенные затраты для восстановления 100 м^2 строительной конструкции при отсутствии химического анализа, бел. руб.; $Z_{b,x}$ – суммарные приведенные затраты для восстановления 100 м^2 строительной конструкции по результатам химического анализа, с учетом его стоимости, бел. руб.

Суммарные приведенные затраты для восстановления 100 м^2 строительной конструкции при отсутствии химического анализа, бел. руб.,

$$Z_b = C_d \alpha_t, \quad (2)$$

где C_d – расчетная себестоимость единицы усиления 100 м^2 конструкции, определяемая по сметным нормам, бел. руб. (на 01.01.2022 г.); α_t – время, в годах, между моментом осуществления затрат и моментом приведения [2].

Суммарные приведенные затраты для восстановления 100 м^2 строительной конструкции по результатам химического анализа, с учетом его стоимости, бел. руб.,

$$Z_{b,x} = (C_d + C_x) \cdot \alpha_t \quad (3)$$

где C_x – сметная стоимость химического анализа образцов цементно-песчаной фракции бетона на 100 м^2 конструкции, бел. руб.

Экономический эффект на обследуемое здание

$$\Theta_3 = \frac{Z_b - Z_{b,x}}{100} \cdot F, \quad (4)$$

где F – площадь здания, м^2 .

В качестве примера рассмотрим экономический эффект использования химического анализа бетона плит покрытия. Вариант 1. Здание общественное. На момент обследования эксплуатируется 25 лет. Покрытие – плиты пустотного настила типа ПК. Кровля плоская, рулонная.

По результатам общего обследования техническое состояние плит признано не вполне удовлетворительным, что соответствует III категории технического состояния конструкций согласно [4].

По результатам химического анализа получены значения степени карбонизации бетона в зоне расположения стальной арматуры $СК = 36...38 \%$. Они показывают, что карбонизация развивается быстрее расчетной для данных эксплуатационных условий, и через 15 лет техническое состояние плит в соответствии с [1] станет неудовлетворительным (IV категория технического состояния конструкций [4]), что не позволит их эксплуатировать до планируемого срока капитального ремонта, равного 65 лет [4] без усиления. С учетом прогнозируемого технического состояния плит покрытия усиление плит будет необходимо выполнить путем введения дополнительных арматурных каркасов с заменой участка кровли над усиливаемыми плитами. В соответствии с расчетом по [3] сметная стоимость такого типа усиления на 100 м^2 плит покрытия составит 21,508 тыс. бел. руб.

Для продолжения безопасной эксплуатации плит покрытия до планируемого срока капитального ремонта достаточно выполнить их усиление путем введения дополнительных арматурных стержней с обработкой лицевой поверхности бетона составом проникающей гидроизоляции. В соответствии с расчетом сметная стоимость такого типа усиления на 100 м^2 плит покрытия составит 6,830 тыс. бел. руб. Таким образом, приведенные затраты, тыс. бел. руб., на восстановление 100 м^2 плит покрытия при отсутствии химического анализа бетона,

$$Z_b = C_d \alpha_t = 21,508 \cdot 28,6 = 615,129.$$

Здесь, для 35 лет, $\frac{1}{\alpha_t} = 0,035$ [2].

Суммарные приведенные затраты для восстановления 100 м^2 плит покрытия по результатам химического анализа, с учетом его стоимости

$$Z_{b,x} = (C_d + C_x) \cdot \alpha_t = (1,483 + 6,830) \cdot 6,7 = 55,697 \text{ тыс. бел. руб.}$$

Здесь, для 20 лет, $\frac{1}{\alpha_t} = 0,149$ [2].

Сравнительная экономическая эффективность использования химического анализа на 100 м^2 плит покрытия

$$\Theta_k = Z_b - Z_{b,x} = 615,129 - 55,697 = 559,432 \text{ тыс. бел. руб.}$$

Экономический эффект на обследуемое здание (из расчета $F = 1000 \text{ м}^2$)

$$\Theta_3 = \frac{Z_b - Z_{b,x}}{100} \cdot F = \frac{615,129 - 55,697}{100} \cdot 1000 = 5594,320 \text{ тыс. бел. руб.}$$

Вариант 2. Здание общественное. На момент обследования эксплуатируется 10 лет. Покрытие – плиты пустотного настила типа ПК. Кровля плоская, рулонная. По результатам общего обследования техническое состояние плит соответствует II категории технического состояния [4]. $СК = 30...32 \%$. Рассчитанные величины показывают, что карбонизация развивается несколько быстрее расчетной для данных эксплуатационных условий, и через 30 лет техническое состояние плит станет неудовлетворительным (IV категория технического состояния конструкций согласно [4]), что не позволит их эксплуатировать до планируемого срока капитального ремонта без усиления.

С учетом прогнозируемого технического состояния плит покрытия и снижения их несущей способности усиление плит будет необходимо выполнить путем установки дополнительных стержней в штрабы, выполненные по лицевой поверхности плит с последующей обработкой лицевой поверхности составом проникающей гидроизоляции. А для продолжения безопасной эксплуатации плит покрытия до планируемого срока текущего ремонта достаточно (на данном этапе) выполнить обработку их лицевой поверхности составом проникающей гидроизоляции.

Расчет выполняем аналогично вышеприведенному. Экономический эффект на обследуемое здание (из расчета $F = 1000 \text{ м}^2$)

$$\Theta_3 = \frac{Z_b - Z_{b,x}}{100} \cdot F = \frac{310,765 - 20,192}{100} \cdot 1000 = 2905,730 \text{ тыс. бел. руб.}$$

Затраты на текущие ремонты и обслуживание не учитывались, так как они одинаковы для обоих вариантов эксплуатации здания. Также, предполагается, что в предлагаемых вариантах усиления обеспечивается одинаковая долговечность конструкций покрытий и, поэтому, приведенные затраты в сфере эксплуатации не учитывались.

Таким образом, применение химического анализа бетона не только значительно повышает объективность оценки состояния бетона, его защитных свойств по отношению к стальной арматуре и технического состояния железобетона в целом, но и дает возможность значительно уменьшить эксплуатационные расходы.

Список литературы

- 1 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.
- 2 Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций / НИИЖБ Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1981. – 56 с.
- 3 Обследовательские работы по выявлению технического состояния, разработка мероприятий по ремонту и усилению строительных конструкций жилых, общественных и производственных зданий и сооружений : сб. норм затрат трудовых ресурсов СНЗТ 18-2014. – Введ. 2014-07-01. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2014. – 100 с.
- 4 СН 1.04.01-2020. Техническое состояние зданий и сооружений. – Введ. 2020-10-27. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2021. – 68 с.

УДК 712.4

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Н. Е. ВЕЛЮГИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одной из важнейших экологических проблем в городе является проблема зеленых зон. Экологическая ситуация в городах является своего рода "зеркалом", отражающим уровень социально-экономического положения страны, поэтому занимает одно из ведущих мест в политической и общественной жизни общества. С ростом городов и развитием промышленности экологическая проблема становится все более сложной: трудно создать нормальные условия для сохранения экосистемы города, обеспечить хорошие условия для жизни и деятельности человека.

Растительность как природно-рекреационная система обеспечивает комфортные условия жизни людей, проживающих в городе, контролирует газовый состав воздуха и степень загрязнения, климатические особенности городских территорий, снижает влияние шумового фактора, является источником эстетического отдыха людей. Поэтому воздействие человека на зеленое проектирование является очень важным вопросом, требующим глубокого изучения [1].

В настоящее время в целом накоплен большой опыт в озеленении города, создан богатый ассортимент растений и зеленых насаждений, разработана современная сельскохозяйственная техника для их выращивания, найдены необходимые методы озеленения, характерные для городов, и определены способы содержания зеленых насаждений.

Сегодняшние изменения климата, а также смягчение последствий этих изменений преобразует и будет все больше создавать широкий спектр тенденций во всем мире. В последнее время можно заметить, что все больше проектных работ посвящено смягчению последствий изменения климата во всем мире. Принимаемые инициативы охватывают широкий спектр от небольших инициатив (нормативные акты, социальные проекты) до изменения практики управления земельными ресурсами. Именно эта проблема повлияет на понимание принимаемых концепций и подходов зеленого проектирования в настоящем по компенсации выбросов углерода в последующие десятилетия.

Можно отметить следующие несколько наиболее заметных тенденций:

1 Акцент на ценности открытых пространств. В перспективе люди будут придавать большее значение открытым пространствам как местам для физических упражнений, встреч, обедов и отдыха. Отрасли (особенно искусство и досуг) начнут видеть, что небольшие мероприятия на открытом воздухе – это способ заставить людей посещать их с комфортом, что создаст большую нагрузку на парки и открытые пространства в городах.

Для реализации необходимо будет планировать и проектировать больше открытых пространств, которые могут облегчить многократное использование. Местный спортивный парк больше не будет предназначен исключительно для занятий спортом, ему, вероятно, придется интегрировать больше функций и объектов с тем же бюджетом.