

– зоны отдыха.

Помимо грамотного функционального зонирования, к важным аспектам в дизайне интерьера читального зала следует отнести:

– цвет отделки, мебели, дополнительных элементов декора, соответствующий общему архитектурно-композиционному решению интерьера. Определенная цветовая гамма не только влияет на пространственное устройство помещения, но и может способствовать изменению самочувствия и настроения читателя;

– подбор мебели и оборудования, обладающих функциональной и композиционной гибкостью, многовариантностью сочетаний и группировок;

– выбор искусственного освещения в сочетании с естественным. Рационально запроектированное освещение не только корректирует геометрию помещения, но и создает разнообразные визуальные эффекты в интерьере;

– выбор материалов отделки и элементов декора;

– фитодизайн.

Таким образом, разработка современного дизайна библиотечного пространства наряду с внедрением новых информационных технологий являются одними из ключевых факторов, способствующих удовлетворению разнообразных запросов посетителей, созданию положительного образа и имиджа библиотеки, организации более комфортных условий работы сотрудников, привлечению в нее читателей.

#### Список литературы

1 **Зиновьева, Е. В.** Адаптация пространств публичных библиотек / Е. В. Зиновьева // Вопросы устойчивого развития общества. – 2022. – № 6. – С. 447–455.

2 **Паус, И. И.** Повышение социальной ответственности института библиотеки в современных условиях / И. И. Паус // Научные и технические библиотеки. – 2010. – № 10. – С. 35–38.

3 **Балашова, Е. В.** Особенности формирования библиотечного пространства: дизайн интерьера / Е. В. Балашова // Ученые записки (Алтайская государственная академия культуры и искусств). – 2017. – № 2 (12). – С. 105–110.

4 Гомель : энциклопедический справочник / редкол. : И. П. Шамякин [и др.]. – Минск : Белорус. сов. энцикл., 1991. – С. 100–101.

УДК 624.012.35.001.18

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРЕДЕЛЬНОГО КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ В КАРБОНИЗИРОВАННОМ БЕТОНЕ

*М. И. ТКАЧЕВА, Ю. А. КАБЫШЕВА, Н. К. ЛЕОНОВ, А. А. ВАСИЛЬЕВ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Одной из важнейших проблем обследовании железобетонных элементов (ЖБЭ) и конструкций (ЖБК) является качество и объективность выполнения работ. И, если оценить поврежденность ЖБЭ (ЖБК) на момент обследования можно достаточно качественно (зависит от опыта и объективности специалиста), то выполнить прогноз изменения коррозионного состояния стальной арматуры можно только на базе многолетних научных исследований состояния бетона, его защитных свойств по отношению к стальной арматуре и состояния арматуры. Поскольку именно прочность стальной арматуры, в первую очередь, определяет несущую способность ЖБЭ (ЖБК) и ее изменение во времени, и, как следствие, долговечность железобетона, объективность прогнозирования интенсивности коррозии стальной арматуры определяют качество прогноза технического состояния ЖБЭ (ЖБК), количество материальных и денежных ресурсов для обеспечения проектного срока службы зданий и сооружений в целом [1].

Основным процессом, нейтрализующим бетон в ЖБЭ и ЖБК, эксплуатируемых в условиях открытой атмосферы, является карбонизация [1]. Снижая защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре, она создает условия для начала и развития ее коррозии, в процессе которой происходит уменьшение ее площади поперечного сечения, поэтому одним из важнейших вопросов является определение зависимости скорости коррозии стальной арматуры от толщины защитного слоя бетона при его карбонизации, класса бетона по прочности на сжатие и условий эксплуатации ЖБЭ (ЖБК) [1].

В соответствии с [2] скорость коррозии стальной арматуры в карбонизированном бетоне зависит от эксплуатационной среды и определяется как постоянная величина для каждой величины относительной влажности. Эта скорость не может быть постоянной и зависит от состава бетона, состояния его защитных свойств по отношению к стальной арматуре и скорости изменения их во времени, толщины защитного слоя бетона и др. [3].

В результате длительных исследований карбонизации бетона в железобетонных конструкциях было получено выражение для оценки изменения во времени глубины коррозионного повреждения стальной арматуры для бетона классов по прочности на сжатие  $C^{12}_{15}-C^{30}_{37}$  при эксплуатации в открытой атмосфере [1]:

$$h(t, s) = \left( b_0 + \frac{b_1}{s} \right) \left\{ 1 - \exp \left[ - \left( c_0 + \frac{c_1}{s} \right) t \right] \right\}, \quad (1)$$

где  $b_0$ , мм/год;  $b_1$ , мм<sup>2</sup>/год;  $s$ , мм;  $c_0$ , мм/мм;  $c_1$ , мм – коэффициенты;  $s$  – толщина защитного слоя бетона, мм;  $t$  – срок эксплуатации, лет.

В соответствии с (1) скорость коррозии стальной арматуры в карбонизированном бетоне

$$v(t, s) = \left( b_0 + \frac{b_1}{s} \right) \left( c_0 + \frac{c_1}{s} \right) \cdot \exp \left[ - \left( c_0 + \frac{c_1}{s} \right) t \right]. \quad (2)$$

Полученная зависимость показывает, что для любых классов бетона по прочности на сжатие скорость коррозии стальной арматуры уменьшается по сечению бетона с поверхности вглубь по сложной зависимости, причем интенсивность коррозии значительно возрастает в поверхностных слоях. При толщине защитного слоя бетона менее 20 мм она значимо выше 0,005 мм/год, предлагаемой в [2].

Выражение (2), после математической обработки, дало возможность получить зависимость времени достижения граничных (предельных) значений глубины коррозии стальной арматуры от толщины защитного слоя бетона для любых классов бетона по прочности на сжатие:

$$t = \frac{s \cdot (\ln(b_0 s + b_1) - (b_0 s + b_1 - h s))}{c_0 s + c_1}. \quad (3)$$

Используя выражение (3), получены зависимости изменения во времени площади поперечного сечения стальной арматуры в карбонизированном бетоне от толщины защитного слоя для различных классов бетона по прочности на сжатие эксплуатационных условий открытой атмосферы  $A = f(s, t, h)$ . Они являются поверхностями 2-го рода (рисунок 1).

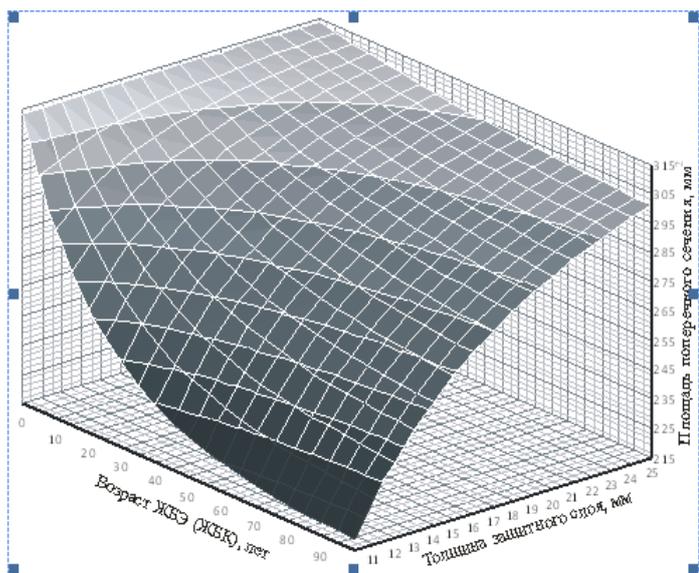


Рисунок 1 – Зависимость изменения во времени площади поперечного сечения стальной арматуры  $\varnothing 20$  S500 для бетона класса по прочности на сжатие  $C^{16}_{20}$  для условий открытой атмосферы

Используя полученные зависимости, задаваясь граничными значениями уменьшения размеров поперечного сечения стальной арматуры, можно определить сроки критического повреждения стальной арматуры, и тем самым значительно повысить объективность прогнозирования технического состояния ЖБЭ (ЖБК).

Полученные результаты позволяют повысить точность прогнозирования глубины и скорости коррозии стальной арматуры, времени начала и наступления предельных коррозионных повреждений, появления и развития продольных (поперечных) трещин до предельных значений.

Использование полученных зависимостей в расчетах несущей способности и эксплуатационной пригодности позволяет улучшить объективность оценки остаточного ресурса (долговечности) не только ЖБЭ (ЖБК), но и подавляющего большинства проектируемых и существующих зданий и сооружений.

#### 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 DuraCrete 7: General guidelines for durability design and redesign. The European Union – Brite EuRam III, Project No. BE95-1347, Probabilistic Performance-based Durability Design of Concrete Structures, Report No. T7-01-1, 1999.

3 **Васильев, А. А.** Совершенствование оценки и прогнозирования технического состояния железобетонных элементов и конструкций, эксплуатирующихся в различных атмосферных условиях / А. А. Васильев // Проблемы современного бетона и железобетона : сб. науч. трудов. Вып. 9. – Минск, 2017. – С. 148–167.

УДК 621.74.94

### **ПРОБЛЕМА РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ АКТИВНОГО ШЛАКА В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ**

*Н. К. ТУРСУНОВ, Ш. П. АЛИМУХАМЕДОВ, Т. О. ТОИРОВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

В индукционных тигельных печах (ИТП) важную роль играют защитные (покровные) свойства шлака. Проницаемость шлаков по отношению к компонентам атмосферы – кислороду, азоту и водороду в значительной мере определяет газонасыщенность металла и развитие процессов окисления. Процессы массопереноса связаны с диффузионной подвижностью примесей, вязкостью шлака, его составом. С учетом специфики конкретных процессов шлаки могут выполнять и некоторые другие функции – поддержание заданного теплового режима в печи.

Обычно шлаки в ИТП с основной футеровкой не выполняют таких функций, как окисление, восстановление, десульфурация и дефосфорация. В процессе плавки металла шлаки в печи образуются в результате окисления компонентов шихты и футеровочных материалов тигля. Эти шлаки обычно удаляют в конце расплавления и наводят «свежие» из боя стекла и кварцевого песка для кислых печей и из извести и плавикового шпата для печей с основной футеровкой. Основное назначение этих шлаков защитить жидкий металл от взаимодействия с атмосферой и уменьшить потери энергии, излучаемой поверхностью зеркала металла. Значительные потери энергии через поверхность шлака приводят к низкой текучести и большим перепадам температур по высоте (до 1200 К).

Шлаки как рафинирующий материал в процессе выплавки металла в ИТП до настоящего времени не нашли широкого применения в металлургической практике. Это обусловлено, прежде всего, низкой реакционной способностью шлаков, разогрев которых происходит только за счет теплопередачи в зоне контакта с поверхностью металла, малой величиной поверхности контакта «металл – шлак», охлаждением шлаков футеровкой тигля. На основании чего часто делают заключение о недостаточной рафинирующей способности шлаков в ИТП, и соответственно предъявляют повышенное требование к металлошихте, по содержанию таких элементов как фосфор и сера. Рафинирование металлов в ИТП по традиционным схемам практически отсутствует.

Электромагнитные усилия и вызванная ими электродинамическая циркуляция металла деформируют поверхность ванны, которая приобретает выпуклый мениск высотой  $\Delta h_m$ . Вследствие