

## ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ ВСЛЕДСТВИЕ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА

В. О. БОНДАРЕНКО

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Строительство из такого материала, как кирпич, на сегодня все еще не потеряло своей актуальности и практикуется во многих видах возводимых зданий. Для установления несущей способности строительных конструкций и разработки конструктивных мер защиты кирпичных зданий в условиях, способствующих протеканию коррозии, необходимо изучить, как в процессе эксплуатации изменяются напряжения в упруго-хрупком материале кирпичной кладки. На практике устранить фактор влияния хлоридсодержащих и иных химически активных сред на наружные стены здания практически невозможно, но при наличии динамики в деформированном состоянии здания вполне реально оценить его весомость путем компьютерного моделирования. Анализируя влияние длительности протекания комплекса физических и химических процессов на механические характеристики конструкций, можно достаточно точно рассчитать их срок службы [1]. Целью работы является оценка изменения несущей способности кирпичной кладки, связанного с коррозией керамического кирпича.

Различные учёные [2–4] при исследованиях механических характеристик строительных конструкций в своих научных трудах утверждают, что скорость протекания коррозии поверхностного слоя зависит от множества факторов: влажности материала, его неоднородности, количества перемен знака температуры и др. В работе [5] получены экспериментальные зависимости, позволяющие оценить деструкцию материала в разных местах кирпичной кладки.

Модуль упругости кладки напрямую зависит от её предела прочности и упругой характеристики. Прочность кирпичной кладки, в свою очередь, зависит от известных прочностных характеристик кирпича и раствора. При этом прочностные характеристики компонентов кладки определяются путём стандартных испытаний отобранных из конструкции образцов.

В таблице 1 на основе данных, приведённых в [5], указаны значения модуля упругости кирпича в зависимости от глубины проникновения коррозии, с помощью которых можно осуществить теоретическую оценку прочности кирпичной кладки и установить влияние изменения физико-механических свойств кирпича на долговечность конструкций.

*Таблица 1 – Изменение модуля упругости в зависимости от глубины проникновения коррозии в кирпичную кладку*

Глубина проникновения коррозии, мм	Модуль упругости кирпичной кладки, МПа, марки			
	M100	M125	M150	M200
0	4320	4800	5280	6480
5	5440	5770	6360	7750
10	6990	7250	7880	9790
15	8320	8460	9250	11370
20	9730	9840	10710	13290

В качестве объекта компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния рассматривалась часть кирпичной стены геометрическими размерами 250×250×296 мм из керамических одинарных полнотелых кирпичей с толщиной растворного слоя 120 мм. Значение глубины проникновения хлоридов в кирпичную кладку при условии эксплуатации в умеренной атмосферной среде принимаем 20 мм. Поврежденный поверхностный слой модели через каждые 5 мм был разделён на объёмы с разными механическими характеристиками, что позволило моделировать неравномерность повреждений материала. Для расчётов приняты характеристики керамического кирпича марок M100, M125, M150, M200, которые повсеместно применяются при строительстве зданий и сооружений различного функционального назначения.

Разработана конечно-элементная модель части стены с учётом физико-химических процессов коррозии в среде конечно-элементного комплекса ANSYS [6]. Разбиение представительного объёма кладки на разные области выполнялось так, чтобы границы конечных элементов (SOLID65) соответствовали поверхностям разделов раствор – кирпич.

В результате проведённых расчётов получены схемы распределения напряжений и деформаций в элементах кирпичной кладки. Полученные результаты дают возможность спрогнозировать несущую способность кирпичных строительных конструкций с учетом их коррозионного износа, а также предложить меры по предотвращению потери их работоспособности.

#### Список литературы

- 1 Оценка остаточного ресурса зданий и сооружений / В. О. Бондаренко [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко : в 2 ч. Ч. 2. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 15–17.
- 2 Желдаков, Д. Ю. Химическая коррозия кирпичной кладки. Протекание процесса / Д. Ю. Желдаков // Строительные материалы. – 2019. – № 6. – С. 29–32.
- 3 Деркач, В. Н. Деформационные характеристики каменной кладки из керамических поризованных блоков / В. Н. Деркач // Вестник БрГТУ. – 2023. – Вып. 1. – С. 10–13.
- 4 Mechanical characterization of masonry walls with chaotic texture: Procedures and results of in-situ tests / M. Andreini [et al.] // International Journal of Architectural Heritage. – 2014. – Vol. 8. – P. 376–407.
- 5 Зубков, С. В. Исследование механических свойств кирпичной кладки методом плоских домкратов / С. В. Зубков, А. В. Улыбин, С. Д. Федотов // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 8 (60). – С. 20–29.
- 6 Бондаренко, В. О. Анализ деформирования армированной балки с учетом коррозии защитного слоя / В. О. Бондаренко, А. О. Шимановский // Механика. Исследования и инновации. – Гомель : БелГУТ, 2022. – Вып. 15. – С. 18–24.

УДК 004.8:69.05

## ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*М. А. ВОЛОДЬКИН, В. В. ШЕЛЮТО, В. М. ПРАСОЛ*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В данной статье проведен анализ применения искусственного интеллекта как фактора обеспечения надёжности и безопасности зданий и сооружений, рассмотрены уже существующие конкретные примеры применения искусственного интеллекта, достоинства и недостатки его применения в строительстве.

Строительная отрасль является одной из наиболее масштабных в мире. Она является многокомпонентной и включает в себя множество процессов от создания идеи проекта до его строительства и эксплуатации. Внедрение искусственного интеллекта поможет упростить и оптимизировать множество процессов производства и улучшить их эффективность.

Традиционные методы проектирования включают в себя черчение и использование компьютерных программ для 2D и 3D моделирования. Применение ИИ в этой области может значительно улучшить эффективность, точность и безопасность процессов путём обработки большого количества данных уже существующих ситуаций, зданий и сооружений, их недостатков. Искусственный интеллект (ИИ) играет важную роль в обеспечении надёжности и безопасности зданий и сооружений. Он может использоваться для оптимизации следующих процессов:

1 Мониторинг состояния конструкций: ИИ может анализировать данные датчиков, такие как вибрации, температура и влажность и на основе этих данных прогнозировать потенциальные проблемы до того, как они станут реальными. Это помогает предотвратить аварии и снизить риск для людей и имущества.

2 Прогнозирование аварий: ИИ может использовать данные о предыдущих авариях и текущем состоянии конструкции для предсказания возможных аварий. Это позволяет принять меры заранее, внести изменения в проект здания или принять меры после строительства, что предотвратит будущие аварии.

3 Управление проектами строительства: ИИ может помочь в планировании, координации и контроле выполнения работ, что сократит время строительства и повысит качество работы.

4 Оптимизация энергопотребления: ИИ может анализировать данные об использовании энергии на строительной площадке и предлагать рекомендации по улучшению эффективности, что приведет к снижению затрат энергопотребления, удешевлению ряда процессов и работ, уменьшению воздействия на окружающую среду.