

КРИТЕРИИ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ДОЛГОВЕЧНОСТЬЮ И КАЧЕСТВОМ КАРКАСНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЙ

Клименко Е.В., *д.т.н., профессор*, Король Н.Д. *аспирант*

Одесская государственная Академия строительства и архитектуры

Взаимосвязь двух категорий: долговечности и качества, получившая развитие в концепциях отечественных норм проектирования строительных конструкций, а также Евроном, основаны на положении о надежности и долговечности строительных конструкций, которые обеспечиваются качеством проектирования, включая качество норм проектирования, материалов, производства, монтажа или возведения, условиями эксплуатации [1, 2, 3].

Снижение характеристик и показателей качества конструкции является следствием:

- ✓ дефектов, полученных в результате несовершенства проектирования и строительства;
- ✓ постепенного накопления повреждений при эксплуатации конструкций и здания в условиях, заложенных в проекте;
- ✓ ускоренного накопления повреждений из-за изменения условий эксплуатации: нагрузок и воздействий внешней среды.

Качество строительного объекта выражается через перечень требований, которым должен удовлетворять объект.

В целом качество – это совокупность свойств, характеризующих полезные функции системы.

Качество может быть представлено в виде многомерного пространства качества, след поверхности которого при пересечении его плоскостью представлен на рис. 1.

Проектное пространство качества прогнозируется при проектировании, начальное пространство качества отличается от проектного вследствие отклонения от прогнозов в результате ограниченности информации при создании объекта, в том числе несовершенства норм проектирования, недостаточности нормативной базы и теоретических разработок, ошибок при проектировании, изменчивости свойств материалов, качества изготовления и монтажа. Оба пространства качества не зависят от времени, однако их объем должен учитывать прогнозируемую долговечность.

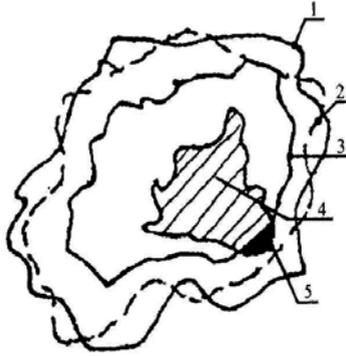


Рис. 1 Следы поверхностей пространства качества и состояния [4, 5]: 1 – проектное пространство; 2 – начальное пространство; 3 – эксплуатационное пространство; 4 – пространство состояния; 5 – отказ или неисправность.

При эксплуатации конструкция изменяет свои характеристики под влиянием старения, нагрузок, воздействий внешней среды, ошибок при эксплуатации и других причин. В результате накопления повреждений пространство качества сжимается, и по объему оно меньше, чем проектное и начальное пространства.

Пульсирующее пространство состояния, поверхность которого зависит от внешних воздействий в определенный момент времени. Пересечение поверхностей эксплуатационного качества и состояния является отказом, приводящим к прекращению эксплуатации или неисправностью, устраняемой ремонтом. Сокращение объема проектного пространства качества обеспечивает экономию средств на возведение сооружений.

Эксплуатационное качество реализуется через напряженно-деформированное состояние железобетонной конструкции, связанное с её использованием и поэтому качество – всегда функция от времени; оно может изменяться при ремонтах. Эксплуатационное качество может быть отнесено к несущей способности, устойчивости, безопасности и другим свойствам.

Эксплуатационное качество связывается с понятием долговечности, если при оценке влияния факторов внешней среды, то есть деградиционных факторов, в нем рассматривается время, то долговечность в данном контексте является свойством, выражающимся в способности поддерживать требуемое эксплуатационное качество.

Изменения эксплуатационного качества и деградации во времени могут быть оценены на различных уровнях:

- ✓ здания или сооружения;
- ✓ элементов конструкций;
- ✓ материалов, при учёте, как правило, фактора взаимодействия между уровнями.

Так как долговременная несущая способность элемента конструкции будет зависеть от деградации свойств бетона и арматуры, то изменение эксплуатационного качества во времени должно быть оценено на начальной стадии путем анализа скорости изменения эксплуатационного качества на уровне материала.

Минимально приемлемые величины для эксплуатационного качества или максимально приемлемые для деградации характеризуют предельное состояние по долговечности. Это состояние может быть выражено через требование к эксплуатационному качеству, критическое по отношению к сроку службы. Последний может быть рассмотрен на уровне предельных состояний первой или второй групп.

Общее соотношение между долговечностью и эксплуатационным качеством железобетонных конструкций каркасных железобетонных зданий, которое рассматривается в исполнении функциональных требований, дано на основе материалов fib-RILEM (рис. 2).

Железобетонные конструкции имеют конечный срок службы, так как они в значительной мере подвержены физическим, химическим и механическим изменениям, следствием которых проявляется их деградация и уменьшение их способностей выполнять требуемые функции. Развитие методов прогноза долговечности проектируемых, а также оценки эксплуатируемых железобетонных конструкций вызвано:

а) возрастающим использованием железобетонных конструкций в сложных климатических условиях или в условиях агрессивных сред;

б) высокой стоимостью усиления, восстановления и эксплуатационных расходов на поддержание требуемого технического состояния конструкций и сооружений;

в) практикой применения новых видов бетонов и арматуры, для которых границы долговечности в реальном масштабе времени не получили достаточно точного экспериментального подтверждения.

В практических рекомендациях ряда зарубежных ученых рекомендован 50-летний срок службы для конструкций, разработанных на их основе для установленных классов окружающей среды.

Ключевым в области долговечности является вопрос о прогнозировании срока службы новых железобетонных конструкций [5, 6, 7], который рассматривается как более гарантированный параметр, чем долговечность. В настоящее время на детерминистском и вероятностном уровнях разработаны отдельные методологии, однако в целом проблема прогнозирования срока службы ещё находится в

стадии развития; отсутствуют единый системный подход и стандартные модели для оценки долговечности и прогнозирования срока службы.



Рис. 2. Соотношение между долговечностью железобетонных конструкций и их эксплуатационным качеством

Публикации fib, RILEM и другие показывают, что достигнутый уровень в значительной степени ограничивается предложениями к расчёту срока службы только для материалов и сечений элементов конструкций для отдельных видов деградаций, в основном не касаясь оценки сложных сооружений и статически неопределимых конструкций из железобетона. На практическом уровне долговечность и срок службы железобетонных конструкций контролируются путём ограничения максимально допустимых значений водоцементного отношения, класса бетона, арматуры и толщины защитного слоя. Новые редакции отечественных и зарубежных норм включают

следующие факторы: окружающую среду; защитный слой; тип и качество материала, содержание цемента и водоцементное отношение; методы укладки, обеспечивающие полное уплотнение; форму и размеры элемента или конструкции. Ограничение толщины защитного слоя устанавливается в зависимости от класса агрессивности среды, диаметра и расположения арматуры по сечению элемента, ее чувствительности к агрессии.

Для прогноза срока службы железобетонных конструкций нашли применение следующие методы: а) оценки, основанные на обобщении опыта проектирования, строительства и многолетней эксплуатации конструкций; б) дедуктивные подходы, выводы которых строятся на сравнении эксплуатационного качества аналогичных железобетонных конструкций; в) математическое моделирование, основанное на знании механизмов деградационных процессов; г) оценки, полученные в результате ускоренных испытаний материалов и конструкций; д) практически приложения теории надёжности и стохастических методов; е) методы механики разрушений и конечных элементов (МКЭ); ж) методы механики сплошной среды и строительной механики. При решении практических задач эти методы часто применяются в сочетании.

Выводы

В настоящее время в расчете на надежность и долговечность железобетонных конструкций нет единого общепринятого подхода, а теория расчета железобетонных конструкций, взаимодействующих с агрессивной и другими типами сред, еще далека до окончательного решения.

В настоящих условиях перспективным и приемлемым подходом для прогнозирования срока службы железобетонных конструкций каркасных железобетонных зданий, основанным на знании деградационных механизмов и скорости деградационных процессов, является использование математических моделей в детерминистской и стохастической постановке и ускоренные испытания. Основное преимущество использования теоретических моделей, по отношению к эмпирическим, состоит в том, что они дают более надёжный прогноз и могут быть приложены к широкому ряду условий окружающей среды. Прямые вероятностные методы в ряде случаев требуют расширения адекватной базы данных для определения стохастических параметров.

Summary

In article the main parameters of durability and quality in construction, as the interconnected characteristics of frame ferroconcrete buildings are analyzed. Methods of ensuring quality and durability, calculation of designs and factors influencing them are considered.

Литература

1. ДБН В.1.2-14-2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ». – Київ: Укравхбудінформ, 2009, – 39с.
2. ГОСТ 15476-79* Управление качеством продукции. Основные понятия, термины и определения. – М.: Издательство стандартов., 1986.
3. fib Bulletin 3: Structural Concrete-Textbook on behavior, design and performance, vol. 1, 3, 5. Updated knowledge of the CEB/FIP Model Code 1990. July 1999. p. 236.
4. (CEB/FIP) Bulletin. Monitoring and safety evaluation of existing concrete structures. March 2003, p.p. 153-161.
5. Болотин В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. – М.: Машиноведение. 1984.
6. А.И. Кикин, А.А. Васильев, Б.Н. Кошутин, Б.Н. Уваров, Ю.Л. Вольберг. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. 2-е издание. – М.: Стройиздат, 1984, 301 с.
7. Кривошеев П.І. Аналіз та підтримання ресурсу будівельних конструкцій. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – Одеса: 2012, ч.1. С. 201-204.