

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Савицкий Н.В. Никифорова Т.Д., Тытюк А.А.
Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская
государственная академия строительства и архитектуры»
г. Днепропетровск, Украина

Фаренюк Г.Г., Бамбура А.Н.
ГП «Научно-исследовательский институт строительных конструкций»
г. Киев, Украина

АНОТАЦІЯ: Розглянуто питання щодо створення кількісної методики діагностики та оцінки технічного стану залізобетонних конструкцій інженерних споруд атомних електростанцій.

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены вопросы по созданию количественной методики диагностики и оценки технического состояния железобетонных конструкций инженерных сооружений атомных электростанций.

ABSTRACT: The issue of establishing quantitative methods of diagnosis and evaluation of the technical state of reinforced concrete engineering structures of nuclear power plants.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: диагностика, оценка технического состояния, железобетонные конструкции, выборочный контроль.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В практике эксплуатации конструкций часто возникают задачи оценки их технического состояния [1, 2]:

- приёмочный контроль качества и технического состояния законченных строительством, реконструированных или капитально отремонтированных объектов или их конструкций;

- профилактический контроль технического состояния в процессе паспортизации, эксплуатации зданий и сооружений;
- длительный контроль технического состояния в процессе мониторинга зданий и сооружений;
- внеочередной контроль (экспертиза) параметров аварийных, повреждённых или разрушенных объектов;
- контроль технического состояния для проектирования капитального ремонта, реставрации, реновации, модернизации, реабилитации, реконструкции, расширения зданий, продления сроков службы.

Часто оценки технического состояния производятся экспертами без достаточной аргументации на основе имеющегося опыта проведения подобных работ. Поэтому необходима разработка формализованной методологии диагностики и оценки технического состояния конструкций, которая в максимальной степени устраняет субъективизм экспертов.

Целью работы является разработка количественной системы диагностики и оценки технического состояния железобетонных конструкций инженерных сооружений атомных электростанций (АЭС).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Количественная методика диагностики, оценки качества, технического состояния несущих строительных конструкций зданий и сооружений основана на принципах многоступенчатого выборочного контроля.

Многоступенчатый контроль состоит из следующих процедур:

- 1) формулировка цели и задач диагностики;
- 2) установление конструктивной схемы с определением несущих конструкций, обеспечивающих надёжность;
- 3) изучение инженерно-геологических, гидрогеологических, горно-геологических и сейсмических условий территории застройки и площадки объекта на основе данных изысканий и нормативных документов;
- 4) изучение климатических условий района строительства, характеристик производственной среды и техногенных воздействий;
- 5) определение нагрузок и воздействий на основные несущие конструкции и элементы здания;
- 6) определение количества обследуемых конструкций;
- 7) определение зон расположения и количества контролируемых в конструкции участков;
- 8) определение количества испытаний на каждом участке;
- 9) инструментальный контроль и статистическая обработка результатов;

10) выбор расчётной схемы здания, сооружения или их конструктивных элементов, детерминированной модели для расчёта напряжённо-деформированного состояния и комплексное компьютерное моделирование напряжённо-деформированного состояния существующих конструкций диагностируемого объекта совместно с основанием;

11) расчёт надёжности конструкций, зданий и сооружений.

Количественная система диагностики требует:

- наличия детерминированных моделей для описания функциональных свойств конструкций (например, прочность, жёсткость, трещиностойкость) в зависимости от их параметров;

- задания ограничений путём установления требуемой обеспеченности и точности получения количественных значений параметров;

- исходных статистических данных о физико-механических и строительно-технических свойствах материалов и параметров конструкций;

- метода получения статистических характеристик функции при известных статистических характеристиках параметров;

- задания ограничений на предельные значения функциональных свойств конструкций.

Система диагностики состоит из следующих элементов и процедур:

а) построения детерминированных моделей, связывающих функциональные свойства конструкций с их параметрами;

б) инструментальных обследований параметров конструкций;

в) статистической обработки результатов измерений;

г) расчёта вероятности значений функциональных свойств конструкций.

Система диагностики реализуется следующим образом.

1. На основе рабочих чертежей здания или сооружения, данных предварительных обследований определяются расчётные схемы несущих конструкций, структурных элементов, здания или сооружения в целом.

2. Производится группировка конструкций в однородные генеральные совокупности.

3. Проводится статический или динамический расчёт несущих конструкций, структурных элементов, здания или сооружения с учётом нагрузок и воздействий с построением огибающей эпюры усилий.

4. Определяются параметры контроля конструкций по их ранжированию согласно детерминированному расчёту функциональных свойств.

5. Определяются оптимальные зоны контроля, исходя из огибающих эпюр допустимых значений параметров.

6. Назначается план контроля (количество испытаний) конструкций, зон и параметров конструкций с учётом изменчивости, достоверности и предельной ошибки.

7. С помощью метода статистических испытаний (рандомизации) определяются конструкции, зоны, места испытаний параметров конструкций.

8. Проводится контроль параметров конструкций инструментальными методами.

9. Выполняется статистическая обработка результатов измерений параметров конструкций.

10. Проводится оценка статистических характеристик функциональных свойств конструкций, при известных значениях статистических характеристик определяющих параметров.

11. Определяется вероятность безотказной работы конструкций, зданий и сооружений по первой и второй группам предельных состояний.

12. Определяется категория технического состояния совокупности конструкций, здания или сооружения.

Система диагностики регламентирует:

- общий подход к определению методов контроля качества и оценки технического состояния строительных конструкций;

- параметрический метод контроля качества и оценки технического состояния строительных конструкций;

- выбор уровня контроля качества и оценки технического состояния строительных конструкций;

- назначение количества испытаний;

- выборочный уровень контроля качества и оценки технического состояния строительных конструкций на основе метода рандомизации;

- выбор оптимальных зон и параметров контроля;

- выбор методов контроля параметров;

- статистическую обработку результатов контроля параметров;

- методику объединения результатов контроля параметра (характеристики) конструкций, полученных различными независимыми методами;

- оценку надёжности функциональных свойств конструкций.

ОБЩИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Оценка качества и технического состояния строительных конструкций возведённых или эксплуатируемых зданий и сооружений в общем случае может производиться различными методами:

а) на основе опыта эксплуатации (для эксплуатируемых зданий и сооружений);

- б) пробным нагружением (экспериментальным);
- в) расчётным методом.

Оценка качества и технического состояния строительных конструкций возведённых или эксплуатируемых зданий и сооружений на основе опыта эксплуатации может производиться, если конструкция используется не менее 25 лет, если в дальнейшем не предполагается изменение режима работы и методов эксплуатации, если отсутствуют дефекты и повреждения конструкций.

Оценку качества и технического состояния строительных конструкций возведённых или эксплуатируемых зданий и сооружений пробным нагружением используют в редких случаях, в силу его дороговизны. Кроме того, данный метод предоставляет возможность оценить качество и техническое состояние только испытываемой конструкции. Поэтому в предлагаемой системе диагностики, оценки качества и технического состояния возведённых или эксплуатируемых строительных конструкций зданий и сооружений (преимущественно несущих железобетонных) принят расчётный метод.

Параметрический метод контроля качества и оценки технического состояния строительных конструкций.

В предлагаемой системе диагностики, оценки качества и технического состояния возведённых или эксплуатируемых строительных конструкций зданий и сооружений, принят параметрический метод, заключающийся в том, что при оценке качества и технического состояния контролируются отдельные параметры (характеристики) конструкций, влияющие на функциональные свойства и позволяющие расчётным методом определить надёжность конструкций по первой и второй группам предельных состояний.

Выбор уровня контроля качества и оценки технического состояния строительных конструкций.

Система диагностики регламентирует предпосылки назначения уровня контроля качества: усиленный (сплошной) нормальный (выборочный), ослабленный. В системе диагностики принят нормальный (выборочный) уровень контроля качества как наиболее экономичный и позволяющий получать оценки с заданным уровнем надёжности.

Назначение количества испытаний.

Количество испытаний конструкций и их параметров определяется, исходя из регламентации обеспеченности оценки математического ожидания функций свойств конструкций или их параметров, допустимой ошибки в оценке статистических характеристик функций свойств конструкций или их параметров.

Выборочный уровень контроля качества и оценки технического состояния строительных конструкций на основе метода рандомизации.

В системе диагностики разработана методика формирования выборки однотипных конструкций из генеральной совокупности или зон контроля для плоских или пространственных и протяжённых конструкций на основе метода Монте-Карло.

Выбор оптимальных зон и параметров контроля.

В системе диагностики разработана методика назначения оптимальных зон и параметров контроля. Оптимальные зоны контроля назначаются, исходя из статической работы конструкций, при этом выбираются зоны с максимальными усилиями от внешних нагрузок. Выбор контролируемых параметров осуществляется на основе их ранжирования (определения "весомости" в обеспечении несущих свойств конструкций).

Выбор методов контроля параметров.

В системе диагностики приняты стандартные методы контроля параметров строительных конструкций.

Статистическая обработка результатов контроля параметров.

Статистическая обработка результатов контроля параметров производится стандартными методами математической статистики при помощи программных продуктов (например, "Mathcad").

Методика объединения результатов контроля параметра (характеристики) конструкций, полученных различными независимыми методами.

При использовании нескольких независимых методов контроля одного и того же параметра и получения различных результатов в зависимости от точности методов возникает необходимость объединения результатов. В системе диагностики разработана методика, позволяющая объединять результаты контроля, полученные различными методами.

Оценка надёжности функциональных свойств конструкций.

В системе диагностики разработана вероятностная методика оценки надёжности функциональных свойств конструкций. При этом предлагается использование различных методов построения распределений случайных функций: классической линеаризации, численной линеаризации, последовательной замены случайных аргументов, статистических испытаний. Разработана методика оценки напряжённо-деформированного состояния железобетонных элементов, позволяющая с единых позиций оценивать прочность, жёсткость и трещиностойкость железобетонных конструкций, как с однородными, так и с комплексными сечениями (подверженных коррозии, сборно-монолитных, усиленных при ремонте). При этом используются модельные представления железобетонных конструкций и результаты испытаний простейших образцов бетона и арматуры.

ВЫВОДЫ

Разработана система диагностики, оценки качества и технического состояния возведённых или эксплуатируемых строительных конструкций зданий и сооружений, преимущественно несущих железобетонных, которая позволяет назначить с заданной обеспеченностью необходимый объем испытаний конструкций, выбрать параметры контроля, назначить места контроля, обработать результаты контроля, получить оценку надёжности функциональных свойств конструкций при минимальных ресурсных затратах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методология диагностики и оценки технического состояния несущих железобетонных конструкций / [Н. В. Савицкий, Е. Ю. Худолей, А. Н. Савицкий, Т. Д. Никифорова] // Новини науки Придніпров'я, 2004. — №4, — С. 46 - 52.
2. Оценка надёжности изгибаемых железобетонных элементов по прочности сечений, наклонных к продольной оси / [Н. В. Савицкий, Баташева К. В., Тьтюк А. А., Т. Ю. Шевченко] // Сб. научн. тр. ПГАСА.— Дн-ск: ПГАСА, 2004. — Вып. 29. — С. 98 - 101.

Статья поступила в редакцию 04.03.2013 г.