



Рисунок 3 – Результаты статического расчета главной балки пролетного строения РЭМ-500 методом конечных элементов при заданных параметрах

Изложенные в работе проблемные вопросы и пути их решения позволят осуществлять безопасное использование имеющихся на вооружении транспортных войск Республики Беларусь табельных железнодорожных мостов по назначению. Кроме того, большой интерес к использованию пролетных строений РЭМ-500 и НЖМ-56 в капитальном и временном строительстве мостов на автомобильных дорогах имеет Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь.

Список литературы

1 Металлическая эстакада РЭМ-500 : Техническое описание и инструкция по монтажу, перевозке, хранению и эксплуатации / Главное управление ЖДВ. – М. : ГУ ЖДВ, 1976. – 328 с.

УДК 69.05

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В. О. БОНДАРЕНКО, В. М. ШВЕД, Д. А. ЯНЬШИНА, М. М. СЫС
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Остаточный ресурс – период эксплуатации строительного объекта от момента контроля его технического состояния до перехода в предельное состояние, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. Целью расчета остаточного ресурса зданий и сооружений является определение временного периода, в течение которого возможна безопасная эксплуатация здания (сооружения), и по истечении которого необходимо принимать решение о проведении капитального ремонта для продолжения длительной безопасной эксплуатации, либо о сносе объекта.

Задача оценки остаточного ресурса зданий и сооружений (их отдельных элементов и конструкций) в Республике Беларусь в настоящее время является одной из самых актуальных. Ее злободневность усугубляется тем, что на сегодня в стране значительная часть зданий и сооружений эксплуатируется длительные сроки (зачастую превышающие проектные, нормативные), при этом с пропущенными (по различным причинам) капитальными ремонтами.

С учетом специфики диагностирования объектов строительства, специализированными организациями используются различные методики оценки их остаточного ресурса, связанные с использованием детерминированных расчетов либо теории вероятности. Их можно разделить:

– на детерминированные модели: по деградации несущей способности; по изменению параметров технического состояния; по степени физического износа; по нормативам сроков эксплуатации до капитального ремонта; по оценке коэффициента запаса; по видам предельных состояний;

– логико-вероятностные модели: по срокам эксплуатации объектов-аналогов; по изменению вероятности отказа объектов; по изменению уровня промышленного риска или риска аварии; по изменению надежности конструкций; по вероятностному распознаванию категорий технического состояния конструкций.

При оценке остаточного ресурса здания в детерминированной постановке выбираются готовые формулы, обычно многочлены различной степени. Однако многочлен слишком низкой степени дает грубое описание процесса, а многочлен высокой степени не будет сглаживать отклонения. Зависимость, отображающая характер убывания функциональных качеств конструкции, должна быть достаточно обоснована. Волевой порядок выбора такой зависимости должен учитывать (при отсутствии или недостаточности информационного материала) хотя бы логически процесс потери способности конструкции с течением времени выполнять свои функции. В противном случае экстраполяция выбранного закона поведения конструкции по рассматриваемому параметру вплоть до её предельного состояния может привести к существенным ошибкам, иногда с тяжёлыми последствиями.

Применение вероятностных методов требует значительного объема информации о внешних воздействиях, а также информации о материалах конструкций. Увеличение объема необходимой информации обеспечивает большую достоверность выводов о надежности и долговечности зданий и сооружений.

При вероятностном подходе:

- внешние условия эксплуатации конструкции считаются случайными процессами;
- за основной показатель надежности принимается вероятность пребывания параметров системы в некоторой допустимой области, нарушение нормальной эксплуатации приводит к выходу из этой области;
- выход конструкции из строя является, как правило, следствием постепенного накопления повреждений;
- оценка соответствия фактического риска аварии объекта предъявляемым требованиям конструкционной безопасности является составной частью определения остаточного ресурса.

Остаточный ресурс конструкция может иметь не только до истечения проектного срока службы, но и после него. Это обусловлено действующими нормами и правилами расчета конструкций, при которых наступление предельного состояния регламентируется при наиболее неблагоприятных режимах нагружения в заданных условиях эксплуатации, а также при минимальных уровнях механических характеристик конструкционных материалов, обеспечиваемых по государственным стандартам. Фактические режимы нагружения при соблюдении правил эксплуатации оказываются, как правило, меньшими, чем расчетные, что снижает интенсивность расходования заложенных запасов (по прочности, выносливости, коррозионной стойкости) и обеспечивает резерв по остаточному ресурсу.

Возможность прогнозирования величины остаточного ресурса обеспечивается при одновременном наличии следующих условий:

- известны параметры, определяющие техническое состояние конструкции;
- известны критерии предельного состояния;
- имеется возможность периодического (или непрерывного) контроля технического состояния конструкций.

Наиболее распространенным подходом к данному вопросу является использование принципа «безопасной эксплуатации по техническому состоянию». Определение остаточного ресурса осуществляется по определяющим параметрам технического состояния. В качестве последних принимаются параметры, изменение которых (в отдельности или в некоторой совокупности) может привести объект в неработоспособное или предельное состояние. Параметрами технического состояния объекта служат: характеристики материалов (механические и химические); коэффициенты запасов прочности; технологические показатели.

Выбор ключевых параметров осуществляется по результатам анализа технической документации и результатов обследования. В отдельных случаях допустимо использовать результаты экспертной оценки, которая обязательно должна включать анализ условий эксплуатации, инструментальный контроль и поверочные расчеты.

Остаточный ресурс здания (сооружения) может определяться по тому или иному аспекту в зависимости от исходных материалов, полученных на этапе обследования. Для обеспечения заданной точности расчета остаточного ресурса в ряде случаев могут потребоваться дополнительные испытания конструкций статической либо динамической нагрузкой.

Необходимо отметить, что все вышеописанные методы имеют ограниченную область применения, а также не учитывают такие существенные при определении остаточного ресурса факторы, как резкое изменение условий эксплуатации и возможное воздействие особых нагрузок; наличие скрытых дефектов конструкций; качество изготовления конструкций; скорость деградации материалов конструкций и ее изменение. Кроме того, интенсивность износа для различных зданий, инженерных сооружений и условий эксплуатации изменяется в довольно широких пределах. Так, в зависимости от степени агрессивности среды, в соответствии с [1] скорость коррозии бетона варьируется в пределах от 0,4 до 4–6 мм/год, стальной арматуры – 0,4–1,8 мм/год. Кроме того, если в период нормальной эксплуатации для расчетов можно принять постоянную величину интенсивности износа (λ), то с течением времени по данным [2] она увеличивается в конце срока эксплуатации примерно в три раза, и возрастает с $\lambda = 0,003$ до $\lambda = 0,01$.

Для объективного расчета остаточного ресурса зданий (сооружений) необходимо совершенствование системы назначения коэффициентов значимости и разработка методики, учитывающей изменение интенсивности износа в процессе эксплуатации объектов строительства. Коэффициенты значимости элементов (конструкций) необходимо назначать на основании экспертных оценок, учитывающих не только воспринимаемые ими нагрузки, но и социально-экономические последствия разрушения отдельных элементов (конструкций), характера разрушения (разрушения с предварительным оповещением посредством развития пластических деформаций или мгновенного хрупкого разрушения) и влияния разрушения на возможность обрушения соседних конструкций.

Список литературы

- 1 Пухонто, Л. М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений (силосов, бункеров, резервуаров, водонапорных башен, подпорных стен) / Л. М. Пухонто. – М. : Изд-во АСВ, 2004. – 424 с.
- 2 Бойко, М. Д. Диагностика повреждений и методы восстановления эксплуатационных качеств зданий / М. Д. Бойко. – М. : Стройиздат, 1975. – 334 с.

УДК 624.012.45/46

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

А. А. ВАСИЛЬЕВ, Е. В. БЕЛЯЕВА, В. И. КИРЮШИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Детальное обследование железобетонных элементов (ЖБЭ), включая в себя определение прочности бетона на сжатие, армирование (в том числе степень коррозионных повреждений стальной арматуры), с учетом выявленной поврежденности, позволяет достаточно точно оценить их техническое состояние.

Однако достаточно часто именно при незначительной поврежденности этого оказывается недостаточно для объективной оценки технического состояния железобетона, а ведь от ее результатов зависит объем комплекса мероприятий по восстановлению конструкций, требующий зачастую выполнения сложных, специфических работ квалифицированными исполнителями, материалоемкий и имеющий значительную стоимость.

Оценка прочностных характеристик неразрушающими (разрушающими) методами не позволяет оценить структурные изменения бетона и их влияние на изменение защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре, что значительно снижает объективность оценки. В нее необходимо добавлять методы, позволяющие оценить коррозионное состояние бетона и состояние его защитных свойств по отношению к стальной арматуре. Таким методом является метод рН-метрии, основанный на определении величины показателя рН (водородного показателя водной вытяжки цементного камня), поскольку именно он определяет состояние защитных свойств по отношению к стальной арматуре [1].