

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мацарин И.А. Плиты из серных композиционных материалов // Строительные материалы и конструкции. 1988. № 3. С. 11-12
2. Куатбаев К.К. Силикатные бетоны из побочных продуктов промышленности. М.: Стройиздат, 1981.
3. Yakovlev G., Keriene J., Gailius A., Girmiene I. // Mater. Sci. (Lithuania). 2006. № 2. P. 147-151, 182.

УДК 69.058:691.32
НУГУЖИНОВ Ж.С.

Современные проблемы методологии обследования и оценки технического состояния железобетонных конструкций

В последнее время не только в период эксплуатации, но и в процессе возведения зданий и сооружений наблюдаются случаи, когда в несущих конструкциях возникают недопустимые прогибы, трещины, повреждения. Эти опасные, приводящие к развитию критических дефектов и повреждений явления вызваны отклонениями от требований проекта при изготовлении и монтаже этих конструкций либо ошибками при их проектировании. При этом необходимо выявить и оценить фактическое состояние конструкции, установить причины повреждений, определить реальную прочность, трещиностойкость и жёсткость конструкции с целью принятия решения о необходимости и рациональности способов усиления конструкций.

Современные условия строительства и эксплуатации зданий, сооружений характеризуются развитием рыночных отношений между Проектировщиком, Подрядчиком и Эксплуатантом, возведением сложных по конструктивному решению, уникальных комплексов, в частности, многофункциональных высотных комплексов, применением новых материалов и технологий. В связи с этим возросла актуальность новых методов и методик обследования – экспертного обследования, энергоаудита, геомониторинга указанных объектов [1,2,3].

Анализ развития методов и различных методик обследования зданий и сооружений, основанных на них, выявил следующие проблемы, основные направления и тенденции в указанной области.

Существует большое разнообразие используемых методик обследования зданий и сооружений. Так, только общий перечень нормативных документов различного уровня, пособий, руководств, инструкций, рекомендаций и методических указаний, действовавших на территории Республики Казахстан до 2002 года, составил более 1200 наименований. Методики различались по видам обследования, типам зданий и сооружений, видам и материалу конструкций и т.п.

В то же время практически во всех материалах в той или иной мере общими являются основные положения, цели и задачи, методы обследования конструкций, этапы выполнения работ. Определенные различия и подходы имеются главным образом в наличии, критериях и способах оценки технического состояния конструкций.

Основными целями и задачами обследования конструкций в большинстве методик устанавливаются определение или оценка их фактического технического состояния на основе результатов анализа проектно-

технической документации, визуального и инструментального контроля, а при необходимости – поверочного расчета конструкции. В отдельных руководствах рассматриваются также вопросы ремонта и усиления поврежденных конструкций.

Достаточно широкий спектр аналитических, физико-механических, физико-химических, математических и биологических методов исследований, применяемых при специализированном обследовании технического состояния зданий и сооружений, обусловлен комплексным характером данного вида экспертизы, необходимостью выполнения работ по изысканиям, проектированию, обмерам, испытаниям, поверочному расчету конструкций и сооружения в целом как определенным образом работающей системы.

В современной практике проведения работ по обследованию зданий и сооружений все большее распространение получают методы исследования, используемые в натурных условиях. В то же время в необходимых случаях нормы оговаривают и применение лабораторных методов исследований, связанных с отбором образцов, проб и проведением их сертифицированных испытаний согласно действующим ГОСТ [4,5].

Современная материально-техническая база по натурным и лабораторным испытаниям конструкций и среды их эксплуатации отличается все большей компактностью, разрешающей способностью, точностью измерений, широким спектром функций. Многие комплексы, в том числе по расчету конструкций, имеют развитое программное обеспечение. Развитие методов обследования строительных конструкций характеризуется также внедрением в производство работ широкого спектра лазерного оборудования: лазерных комплексов по геодезическим наблюдениям, обмерам конструкций, приборов по измерениям температуры и влажности конструкций и т.п., сканеров, тепловизоров, вибрографов, тоннельных микроскопов, оптоволоконных датчиков и др.

Все это позволяет непрерывно совершенствовать методики обследования, шире применять при их проведении последние достижения науки и техники, IT-технологии.

В настоящее время комплекс работ по обследованию и оценке технического состояния зданий и сооружений регламентируется действующим нормативным документом СН РК 1.04-04-2002 «Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений» [1]. Документ создан под научным руководством

автора впервые и не имеет аналогов в других странах СНГ.

В основе указанного документа лежит новая методология экспертного обследования зданий и сооружений, которая позволяет:

- оперативно выявить аварийное или предаварийное состояние здания, сооружения и своевременно обеспечить соответствующие меры безопасности, в том числе устойчивость системы в период проведения экспертных действий, ремонтно-восстановительных работ;
- оценить фактическое напряженно-деформированное состояние элементов зданий и сооружений на всех этапах строительства и эксплуатации, в том числе к моменту аварии, и дать прогноз эксплуатационной надежности здания, сооружения как геотехнической системы в целом на долгосрочный период;
- установить и научно обосновать результатами испытаний по международным стандартам и поверочными расчетами причины отказов конструкций.

Экспертное обследование и оценка эксплуатационной надежности железобетонных конструкций зданий и сооружений осуществляется по предварительно разработанной программе в три этапа:

- предварительного, сплошного и детального инструментального обследования конструктивных элементов и системы в целом;
- расчетов прочности, устойчивости и деформативности несущих конструкций и системы в целом;
- составления технического отчета.

На каждом этапе работ учитываются особенности проектирования, строительства и эксплуатации объекта. Программа экспертного обследования составляется на основании технического задания, в котором указываются цель и соответствующие ей задачи по выполняемым видам и объемам работ. При реконструкции зданий и сооружений также указываются основные требования, предъявляемые к конструкциям, ориентировочные планируемые технологические нагрузки и воздействия, планировочные решения и общие условия эксплуатации после реконструкции.

При расследовании аварий системный подход к исследованию реальных условий работы и оценке фактического технического состояния основания и фундаментов, строительных конструкций надземной части позволяет более объективно и доказательно выявить причины деформаций и обрушений, построить математическую модель, наглядно демонстрирующую механику разрушения элементов и системы в целом. Это необходимо для выявления наиболее характерных отказов и разработки рекомендаций по уточнению методов расчета, совершенствованию конструктивных решений и технологии устройства оснований и фундаментов.

При рассмотрении элементов сложной системы возникает необходимость идеализации расчетных схем, которые учитывают лишь главные, основные свойства, характеризующие состояния реальных конструкций. Кроме того, поведение грунтов основания и конструкций фундаментов характеризуется рядом

факторов, носящих случайный характер. Например, прочностные характеристики бетона подвержены значительному разбросу. Значительной изменчивостью обладают также временные и постоянные нагрузки, действующие на конструкции и здания, сооружений в целом.

При экспертном обследовании объект рассматривается как система «основание-сооружение» и оценка эксплуатационной его надежности производится по категориям технического состояния конструктивных элементов указанной системы. Категории технического состояния характеризуют несущую способность и эксплуатационную надежность отдельных конструкций, их сопряжений и системы в целом, определяют возможность и условия восстановления ее работоспособности.

В нормах по экспертному обследованию в качестве базовой концепции положен принцип безопасной эксплуатации по техническому состоянию. Согласно этой концепции, эксплуатационная надежность здания, сооружения оценивается по параметрам технического состояния элементов, обеспечивающим эксплуатационную надежность системы в целом в соответствии с нормативно-технической и проектной документацией. Прогнозируемый остаточный ресурс системы оценивается при этом по критериальным параметрам технического состояния, изменение которых в отдельности или в некоторой совокупности может привести систему в неработоспособное или предельное состояние.

Под критериальными параметрами технического состояния понимаются устанавливаемые в результате детального инструментального обследования или поверочными расчетами параметры, характеризующие определенный категориальный признак.

Оценка и выбор критериальных параметров технического состояния должны осуществляться по результатам анализа технической и проектной документации, по совокупным данным экспертного обследования здания, сооружения.

Остаточный ресурс здания, сооружения определяют в рамках регламента экспертного обследования. Его необходимо устанавливать на основе имеющейся информации прогнозированием технического состояния системы по критериальным параметрам технического состояния до достижения предельного состояния. При непрерывном или дискретном контроле за критериальными параметрами технического состояния могут допускаться упрощенные методы прогнозирования по небольшому числу параметров.

В частности, если имеется объем информации по ряду критериальных параметров технического состояния за предшествующий период, достаточный для экстраполяции этих значений на последующий период безопасной эксплуатации здания, сооружения. Остаточный ресурс (или установление назначаемого ресурса) прогнозируют согласно закономерностям изменения критериальных параметров, полученным при анализе механизмов развития дефектов и поврежденных или по результатам измерения функциональных показателей здания, сооружения. Анализ повреждений и критериальных параметров технического состояния

здания, сооружения, а также установка критериев предельных состояний должны включать:

- оценку фактической нагруженности несущих элементов здания, сооружения, выполненную расчетным методом согласно нормативно-техническим документам с учетом всех режимов нагружения и действующих нагрузок и воздействий, фактической геометрии системы и ее несущих элементов, имеющихся и выявленных концентраторов напряжений;
- выявление механизмов образования и роста нагруженных дефектов и повреждений;
- оценку параметров технического состояния системы, соответствие параметров требованиям норм и проекта, а по отклонению от нормативных требований – установление критериальных параметров технического состояния системы;
- выявление уточненной по сравнению с указанной в нормативно-технической документации системы предельных состояний и их критериев (например, недопустимых деформаций, осадки, крена, трещин в несущих элементах).

Кроме того, при восстановлении и реконструкции здания, сооружения необходимы поверочные расчеты по уточненным данным и исследованиям напряженно-деформированного состояния конструкций здания, сооружения, выбору критериев предельного состояния. Цель этих расчетов – получение дополнительной (а также отсутствующей в технической документации) информации об общих и местных напряжениях и деформациях здания, сооружения с учетом фактических свойств материалов, необходимой для установления механизмов дефектов и повреждений и расчета остаточного ресурса. По полученным результатам должны быть уточнены механизмы повреждений, параметры технического состояния, установлены критериальные параметры технического состояния, критерии предельных состояний.

Оценка эксплуатационной надежности системы «основание – сооружение» производится на основе анализа результатов всего комплекса работ по экспертному обследованию, по критериальным признакам и параметрам технического состояния конструкций: на начальном этапе производится предварительная оценка по визуально наблюдаемым критериаль-

ным признакам; затем, по результатам детального инструментального обследования и поверочных расчетов устанавливаются критериальные параметры напряженно-деформированного состояния и выполняется прогноз остаточного ресурса конструкций.

Выводы:

1. Современная методология обследования зданий и сооружений обусловлена комплексным характером работ, необходимостью выполнения работ по изысканиям, проектированию, обмерам, испытаниям, поверочному расчету конструкций. Она определила широкий спектр современных методов обследования.

2. Методы и аппаратура, программное обеспечение исследований и испытаний конструкций постоянно совершенствуются, расширяя диапазон и увеличивая точность измерений, а также возможности получения различных характеристик материала конструкций. Одновременно развиваются методики поверочных расчетов и профессиональные программы по компьютерным расчетам конструкций.

3. На развитие современной методологии обследования и оценки технического состояния зданий, сооружений значительное влияние оказали также:

- рост объемов работ по реконструкции и модернизации гражданских и производственных объектов;
- новые условия строительства (возведение сложных комплексов по уникальным проектам, использование новых материалов и технологий, ускоренные сроки строительства и т.п.);

4. Оценка технического состояния и эксплуатационной надежности железобетонных конструкций производится на основе анализа результатов всего комплекса работ по экспертному обследованию объекта, в соответствии с установленными критериями несущей способности и эксплуатационной надежности.

5. Дальнейшее развитие методологии обследования технического состояния железобетонных конструкций связано с теоретическими и экспериментальными исследованиями по совершенствованию:

- методики расчета длительно эксплуатируемых и усиливаемых конструкций;
- материально-технической базы натурного обследования и методов оценки технического состояния конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СН РК 1.04-04-2002 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений. Алматы: KAZGOR, 2003. 68 с.
2. МДС 13-20.2004. Комплексная методика по обследованию и энергоаудиту реконструируемых зданий. М.: Госархстройконтроль, 2000.
3. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции. М.: ГУП «НИИЦ», 1998. 90 с.
4. ГОСТ 28750. Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкции.
5. ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. М.: Изд-во стандартов, 1988. 26 с.