

- [106] ГОСТ 2999-75 Металлы и сплавы. Методы измерения твердости по Виккерсу.
- [107] ГОСТ 14019-90 Металлы и сплавы. Методы испытаний на изгиб.
- [108] ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
- [109] ГОСТ 20415-82 Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения.
- [110] ГОСТ 22536.0-87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Общие требования и методы анализа.
- [111] ГОСТ 22536.1-88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения общего углерода и графита.
- [112] ГОСТ 22536.2-87 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения серы.
- [113] ГОСТ 22536.3-88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения фосфора.
- [114] ГОСТ 22536.4-88 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения кремния.
- [115] ГОСТ 22536.5-88. Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения марганца.
- [116] ГОСТ 22536.6-88. Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения мышьяка.
- [117] ГОСТ 22761-77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия.
- [118] ГОСТ 22762-77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости на пределе текучести вдавливанием шара.
- [119] ГОСТ 23055-78. Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля.
- [120] ГОСТ 23240-78. Конструкции сварные. Метод оценки хладостойкости по реакции на ожог сварочной дугой.
- [121] ГОСТ 23273-78. Металлы и сплавы. Измерение твердости методом упругого отскока бойка (по Шору).

Надійшла до редколегії 14.07.2008 р.

УДК 69.032:624.014.27

Принципы оценки технического состояния стальных высотных сооружений

Губанов В.В., к.т.н.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
Украина

Анотація. У статті викладаються принципи оцінки технічного стану висотних споруд із урахуванням специфіки їх конструктивних рішень, роботи, зносу, обстеження. Пропонуються методи визначення технічного стану, взаємозв'язані з характеристиками надійності і економічної ефективності. Обґрунтовується необхідність ув'язування методів експлуатації і оцінки технічного стану з проектним рівнем надійності.

Аннотация. В данной работе излагаются принципы оценки технического состояния высотных сооружений с учетом специфики их конструктивных решений, работы, износа, обследования. Предлагаются методы определения технического состояния, взаимосвязанные с характеристиками надежности и экономической эффективности. Обосновывается необходимость увязывания методов эксплуатации и оценки технического состояния с проектным уровнем надежности.

Abstract. In the paper the principles for evaluation of high-rise installations behaviour with consideration of technical condition and specific features are stated taking into account particular design solutions, wear, examination and so on. The methods are proposed to determine technical conditions in correlation with safety characteristics and cost efficiency. The conclusion is drawn about a need of coordination with methods of operation and evaluation of technical condition with design reliability level.

Ключевые слова: оценка технического состояния, высотные сооружения, обследование, надежность.

Объектом данной работы являются высотные промышленные сооружения с металлическим каркасом: решетчатые башни, дымовые трубы, вытяжные башни, мачты, градирни. Общие особенности, которые позволяют рассматривать данные сооружения в рамках единого подхода к оценке технического состояния:

- основная нагрузка на сооружения – ветровая;
- совмещение несущих и технологических функций стальными конструкциями сооружений;
- сложные условия обслуживания, ремонта и усиления конструкций в силу специфичности конструкции.

Имеется значительное количество нормативных документов и указаний в справочной литературе, которые позволяют выполнять:

- оценку состояния отдельных элементов сооружений [1];

- оценку состояния зданий в целом [2];
- обследование таких сооружений, как дымовые трубы [3].

Однако в вышеуказанных документах отсутствует учет многих конкретных особенностей высотных сооружений, не позволяющих перейти от состояния элемента к состоянию сооружения в целом. Все это не дает возможности добиться точности и однозначности в оценке технического состояния. Это приводит к тому, что в реальной оценке большее влияние имеет опыт такого рода работ и экспертные методы.

Оценка технического состояния в данной статье понимается как совокупность натурных, расчетных и конструкторских работ, направленных на обеспечение работоспособного состояния объекта.

Особенностями оценки технического состояния строительных конструкций высотных сооружений, которые непосредственно влияют на методы оценки, являются:

- повышенные требования к безопасности конструкций зданий и сооружений, поскольку последствия возможной аварии высотных сооружений могут оказать влияние на строительные и технологические объекты, расположенные в непосредственной близости;
- трудность выполнения непосредственной проверки работоспособности в отличие, например, от проверки работы машин и механизмов. Это происходит из-за следующих причин: размера сооружений, их использования на действующих предприятиях, вероятностных характеристик нагрузок, невозможности, чаще всего, проведения крупномасштабных испытаний. Сама формулировка пригодности конструкций в методе предельных состояний выражена отрицательно, как "ненаступление предельного состояния";
- неопределенность параметров, которые влияют на работоспособность реальной конструкции. Увеличение объема натурных и расчетных работ может уменьшить степень этой неопределенности, но не исключить ее полностью. Это придает оценке о техническом состоянии сооружения вероятностный характер;
- разнородность элементов, составляющих здание и сооружение, и наличие сложной структурной взаимосвязи между ними. Эта связь обычно не учитывается при проектировании, но играет определяющую роль при отклонениях работы конструкций от проектных;
- при выполнении оценки приходится проецировать множество параметров, описывающих сооружение, на множество немногих дискретных состояний. Поэтому при таком подходе суждение о техническом состоянии сооружения имеет оценочный характер.

Цели оценки технического состояния высотных сооружений.

Выполнение оценки предусматривает достижение различных, качественно отличающихся между собой целей, которые обычно не дифференцируются:

- безопасность – заключается в обеспечении безопасной эксплуатации здания как для непосредственно работающих, так и для окружающей среды;
- эксплуатационная пригодность – для высотных сооружений это свойство не исчерпывается ограничением деформаций и вибраций, наиболее важным является обеспечение выполнения технологических функций;
- экономичность – сведение к минимуму затрат на ремонт и обслуживание конструкций, в том числе на работы по осмотру и обследованию конструкций.

Естественно, определяющими являются требования по безопасности, остальные принимаются лишь постольку, поскольку они им не противоречат. Соблюдение безопасности является законодательным требованием в области эксплуатации строительных конструкций. Другие цели являются важными для предприятия – владельца сооружения. Однако в нормативных документах эти цели не разграничиваются. Обеспечение безопасности или качественной эксплуатации требует различного объема, детальности и глубины обследований, тщательности обработки данных, а также различного подхода к оценке технического состояния. Поэтому, например, важно выделить различные виды аварийного состояния в зависимости от характера нагрузок – постоянные, ветровые, технологические или другие, при которых не обеспечивается несущая способность.

Методы оценки. В настоящее время существуют следующие основные методы оценки:

1. Сопоставление дефектов и повреждений конструктивной формы с допустимыми значениями, зафиксированными в нормах или проектах.
2. Проверочный расчет и проверка обеспечения несущей способности с учетом влияния дефектов и повреждений.

Применение первого метода возможно для ограниченного типа конструкций, в основном, для промышленных зданий. При этом для многих случаев значения параметров повреждений выходит за допустимые пределы и приходится применять второй, более универсальный метод. Для высотных сооружений значения допустимых параметров практически отсутствуют. Применение второго метода затруднено из-за

его трудоемкости и необходимости наличия большого количества исходных данных, определяемых при обследовании.

Наиболее перспективным является использование метода, совмещающего достоинства вышеперечисленных. Его суть сводится к следующему:

- На основании анализа конструктивных решений определяются основные параметры, которые достаточно несложно определить при обследовании и на основании которых можно судить о работоспособности сооружения в целом. Для сооружений с расчетной схемой в виде консольного стержня это выполнить проще, чем для пространственных систем (например, башенных градирен). Перспективным для консольных систем является использование методов вибродиагностики.
- Посредством расчетов определяются значения данных характеристик для конкретных объектов. Для существующих сооружений это выполняется с учетом имеющихся дефектов и повреждений. На основании расчетов также определяются технические решения, которые позволяют привести конструкции в работоспособное состояние.
- При выполнении технического надзора с заданной периодичностью выполняется контроль основных параметров по единой методике. Это позволяет оперативно определять состояние объекта и принимать соответствующие решения.

Для дымовых труб этот подход реализован – см. [4].

В общем виде решать задачу оценки технического состояния для новых сооружений необходимо на стадии проектирования, рассчитывая и конструируя сооружение с точки зрения всего "жизненного цикла" (life cycling design). Для этого необходимо рассматривать специальные высотные сооружения как:

- единое целое, включающее разнородные элементы как по их месту в конструкции, так и по их взаимосвязи с технологическим процессом;
- систему, функционирующую в условиях отрицательных воздействий процессов износа и положительных обслуживающих воздействий;
- систему, надежность которой зависит от: методов расчета; системы коэффициентов надежности; особенностей нагрузок и технологических процессов; конструктивных решений; методов обслуживания.

Наиболее важным является учет вышеуказанных характеристик в рамках единой модели с учетом экономических факторов. Это позволяет

рассмотреть роль каждого фактора в обеспечении необходимой надежности и долговечности конструкций, а также разработать эффективные методы расчета, системы коэффициентов надежности и увязанные с ними допуски при изготовлении и правила эксплуатации.

Экономические факторы, которые необходимо учитывать при разработке методики оценки технического состояния для конкретного сооружения:

- Стоимость технологического оборудования и выпускаемой продукции, а также потери от остановки производства. Следует предусмотреть возможность корректировки способов и методов оценки состояния, особенно при оценке технического состояния, для уникальных сооружений и дорогостоящих производств путем выполнения более детального анализа НДС, прогнозных и надежностных расчетов и т.д.
- Стоимость работ по обследованию и диагностике и, соответственно, детальность, объем и методики обследования и анализа. Для выбора параметров обследования следует выполнять технико-экономические расчеты экономической эффективности диагностики, учитывая при этом стоимость сооружения, допустимый остаточный срок службы, возможную модернизацию технологического процесса и другие факторы.
- Стоимость работ по обустройству средств доступа к наружной и внутренней поверхностям объекта. Очень часто стоимость таких монтажных работ значительно превышает стоимость работ по обследованию и обработке результатов. Поэтому, при соответствующем обосновании, необходимо предусматривать такие средства при проектировании и тем самым уменьшать общую стоимость объекта в рамках его жизненного цикла.

Достоверность, или степень точности результатов оценки технического состояния, должна оговариваться в результатах оценки технического состояния. Достоверность должна быть взаимосвязана с уровнем надежности сооружения, заложенном при его проектировании и строительстве.

Определяется степень достоверности вероятностными методами в зависимости от объема обследования и вероятностных характеристик величин, входящих в неравенства предельных состояний. Возможно также применение статистических методов оценки получаемых уровней надежности.

В зависимости от требуемой степени точности должны корректироваться состав работ по натурному исследованию объекта и методы обработки результатов обследования.