

Верминская Т. А., Зинатуллин В. Ш., Кухта А. В., Рубцов И. В., Чибисова Е. Ю.

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СИСТЕМЫ  
МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2008/7/12.html](http://www.gramota.net/materials/1/2008/7/12.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2008. № 7 (14). С. 37-39. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2008/7/](http://www.gramota.net/materials/1/2008/7/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)



**Рис. 4.** Характеристики амплитудной модуляции и биения

Из-за того, что эти сигналы немного различаются по частоте, их разность фаз изменяется в пределах от нуля до 360 градусов, а это означает, что их суммарная амплитуда будет то усиливаться (сигналы в фазе), то ослабляться (сигналы в противофазе). В спектре биения присутствуют компоненты с частотой и амплитудой каждого сигнала, и полностью отсутствуют боковые полосы. В данном примере амплитуды двух исходных сигналов различны, поэтому они не полностью взаимоуничтожаются в нулевой точке между максимумами. А значит, биение - это линейный процесс: оно не сопровождается появлением новых частотных компонент.

*Список использованной литературы*

1. Валентов А. В., Еремеев А. В., Чернухин Р. В. (RU) «Расточная головка»: Патент на полезную модель № 52753 по заявке № 2005130026/22 26.09.2005. - Опубликовано 27.04.2006. - Бюллетень № 12.
2. Колебания: введение в исследование колебательных систем / К. Магнус. - М.: Мир, 1982. - 304 с.
3. Романов В. А., Слива О. К. Аналитическая динамика и теория колебаний: Учебное пособие. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 116 с.
4. Электродинамика материальных сред / Р. И. Соколовский. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2001. - 67 с.

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

*Верминская Т. А., Зинатуллин В. Ш., Кухта А. В., Рубцов И. В., Чибисова Е. Ю.  
Московский государственный строительный университет*

В настоящее время в Российской Федерации наблюдается тенденция роста промышленного производства и, соответственно, потребления электроэнергии и тепла. Энергетика, как и многие другие отрасли народного хозяйства в стране, пребывает в состоянии глубокого кризиса, все более обостряется проблема лавинообразного нарастания износа основных фондов, введенных в эксплуатацию в 30-60-е гг. прошлого века. Большинство электростанций в России работают свыше 50 лет и спроектированы по СНиП до 1955 г.

Физический износ строительных конструкций зданий и сооружений электростанций все в меньшей мере компенсируется восстановительными работами, что приводит к потере эксплуатационной надежности зданий и сооружений и вызывает нарушения устойчивости работы энергооборудования.

Еще в 70-х годах прошлого века в работах В. В. Болотина, А. Р. Ржаницина и М. Н. Степанова было установлено, что теоретическая вероятность разрушения никогда не становится равной нулю. Это связано с тем, что как внешние условия эксплуатации конструкции, так и её поведение в процессе эксплуатации случайные процессы, случайными также являются и свойства материалов используемых к конструкции.

Весьма заметное влияние на величины действующих в элементах конструкций напряжений оказывают технология возведения сооружения и качество производства работ. Так, например, неполное заполнение швов раствором и некачественное замоноличивание стыков не обеспечивает равномерную передачу нагрузок на здание. Некачественное выполнение сварных соединений, несплошность антикоррозионного покрытия, приводящая к преждевременному коррозионному износу, применение сборных железобетонных изделий со сквозными трещинами, сколами, оголением арматуры снижают несущую способность отдельных элементов конструкций до 20%, а в отдельных случаях даже до 40%, что приводит к существенному увеличению вероятности отказа.

Все перечисленные факты говорят об одном: мы не знаем истинного соотношения величин воздействия и способности конструкций сопротивляться ему. Каковы же пути выхода из создавшейся ситуации? Первый - это опора на результаты модельных расчетов. При этом реальные характеристики объекта, подвергающегося разнообразным эксплуатационным и техногенным воздействиям могут весьма существенно отличаться от предсказаний модели. Второй путь - слежение за истинными значениями величин воздействия и сопротивления воздействию. Мы должны наблюдать как за нагрузками, действующими на железобетонную колонну, так и за состоянием бетона и арматуры этой колонны. Сопоставление реальных значений этих вели-

чин позволит говорить о надежности конструкции на данный момент времени, а прогноз изменения нагрузки и свойств материала, полученный по результатам долговременных наблюдений, даст возможность говорить о надежности конструкции в некоторой перспективе.

В сложных инженерных сооружениях с уникальными конструктивными элементами необходим мониторинг состояния этих элементов. Наблюдения могут осуществляться за: параметрами напряженно-деформированного состояния элементов конструкций сооружения; геометрическими параметрами конструкций сооружения и сооружения в целом; частотными и амплитудными характеристиками собственных колебаний сооружения; целостностью конструкций или иными интегральными показателями, характеризующими состояние конструкций; температурно-влажностными характеристиками конструкций сооружения и т.д.

Одноразовые наблюдения способны дать представление о состоянии сооружения только в данный момент времени. Как же быть с прогнозом? Очевидно, что для того, чтобы прогноз был возможен, необходимо наблюдать за выбранными показателями в течение некоторого времени. Чем дольше происходит наблюдение за объектом и чем больше таких объектов, тем достовернее выводы, основанные на этих наблюдениях. Поскольку проведение непрерывных наблюдений не всегда оказывается возможным по техническим или экономическим причинам, на практике приходится ограничиваться периодическими наблюдениями. Возникает вопрос об определении максимально допустимого периода наблюдений. В этой связи представляется справедливым следующее утверждение: вероятность заметного, с точки зрения работы сооружения, события или проявления этого события в период между наблюдениями не должна превышать заданного значения. Действительно, если наблюдения проводятся с периодичностью один раз в месяц и в течение месяца произошло несколько сейсмических толчков, приведших к разрушению сооружения, то такие наблюдения не имеют смысла.

Таким образом, при проектировании систем мониторинга с особым вниманием следует подходить не только к выбору контролируемых параметров и определению необходимой периодичности контроля. Не менее важным является тщательный выбор зон контроля. Такой выбор должен осуществляться на основании математической модели сооружения, дополненной экспертными оценками.

Еще одним важным аспектом мониторинга является выбор периода его проведения. Практика строительства подразумевает наличие трёх основных стадий:

1. Предпроектная и проектная подготовка строительства.
2. Строительство.
3. Эксплуатация сооружения.

Стадия эксплуатации сооружения самая является самой продолжительной. Кроме того, основная доля аварий - 91% приходится на эксплуатируемые, здания и сооружения. При этом в 40% случаев причинами ЧП являются нарушения правил эксплуатации и несвоевременное проведение обследования технического состояния зданий. Служба эксплуатации, призванная обеспечить безаварийную работу всех систем объекта, в качестве эффективного средства контроля его состояния, должна использовать соответствующую систему мониторинга, предоставляющую данные о параметрах объекта в режиме реального времени.

Не менее важны и первые две стадии. На стадии проектирования должны определяться методы и средства мониторинга, а также места установки соответствующих систем. На этапе строительства необходимо развернуть систему мониторинга и вести контроль за соответствием проектных параметров сооружения реальным параметрам строящегося объекта.

Следующий важный аспект - обоснование затрат на проведение мониторинга. Наибольшая сумма затрат на проведение мониторинга приходится на стадию строительства и анализа соответствия между реальными и проектными параметрами. Наибольшая вероятность аварии и наиболее тяжелые экономические потери от нее связаны со стадией эксплуатации. Таким образом, ущерб от аварии и затраты на проведение мониторинга объекта относятся к разным периодам времени, имеют неодинаковую временную ценность, и сравнивать их общую сумму неправомерно. Нужно учитывать также, что более поздние платежи или потери имеют меньшую текущую стоимость и менее обременительны по целому ряду причин. Во-первых, к моменту их наступления прогнозная сумма будет иметь меньшую реальную стоимость из-за инфляции. Во-вторых, до наступления необходимости платежа денежные средства используются для получения дохода (как минимум - находятся на расчетном счете в банке и приносят проценты).

Правильнее сравнивать приведенные к текущему моменту времени (то есть дисконтированные) суммы платежей. Тогда необходимо проводить следующие расчеты:

а) если прогнозируется разовый ущерб:

$$\langle NPV \rangle = B - \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i)^k}; \quad \left\langle \frac{B}{C} \right\rangle = \frac{B}{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i)^k}};$$

б) если ущерб распределён по нескольким периодам:

$$\langle NPV \rangle = \sum_{k=1}^n \frac{B_k}{(1+i)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i)^k}; \quad \left\langle \frac{B}{C} \right\rangle = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{B_k}{(1+i)^k}}{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i)^k}};$$

где:  $i$  - выраженная в виде десятичной дроби ставка безрискового дохода, который можно получить, инвестировав деньги не в строительство объекта и не в мониторинг его состояния, а, например, доверив их банку. Рекомендуется принимать за ставку  $i$  учетную ставку Центробанка;  $k$  - номер периода (года, квартала), в котором ожидаются затраты или ущерб. Если используются мелкие периоды, результаты анализа точнее;  $B_k$  - прогнозируемый ущерб от аварии в случае отсутствия мониторинга;  $C_k$  - затраты на мониторинг;  $\langle NPV \rangle$  - чистая текущая стоимость системы мониторинга (сумма «выигрыша» от проведения качественного мониторинга и предотвращения ущерба);  $\left\langle \frac{B}{C} \right\rangle$  - соотношение выгоды от мониторинга и затрат на его проведение.

Далее, нужно учитывать, что потеря может и не наступить, либо значительно уменьшиться, благодаря снижению риска своевременно спрогнозированной аварии. Поэтому для еще более корректного обоснования затрат на мониторинг, необходимо ввести в расчеты показатель вероятности  $p$  предотвращения аварии в случае наличия системы мониторинга, или показатель риска  $r$  наступления аварии.

$$r = 1 - p,$$

где  $r$  - риск наступления аварии, выраженный в виде десятичной дроби,  $p$  - вероятность предотвращения аварии, благодаря мониторингу. Так как невозможно абсолютно гарантировать предотвращение аварии ( $p < 1$ ), то вероятность разрушения никогда не становится равной  $0$  ( $r > 0$ ), то есть принцип нижеследующих расчетов не противоречит работам В. В. Болотина, А. Р. Ржаницина и М. Н. Степанова, на которые мы ссылались выше:

а) если прогнозируется разовый ущерб:

$$\langle NPV \rangle = B \cdot p - \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i)^k}; \quad \left\langle \frac{B}{C} \right\rangle = \frac{B \cdot p}{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i)^k}};$$

б) если ущерб распределён по нескольким периодам:

$$\langle NPV \rangle = \sum_{k=1}^n \frac{B_k}{(1+i+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i+r)^k}; \quad \left\langle \frac{B}{C} \right\rangle = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{B_k}{(1+i+r)^k}}{\sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1+i+r)^k}};$$

Затраты на мониторинг оправданы и система мониторинга экономически эффективна и выгодна заказчику, если соблюдаются условия:

1)  $\langle NPV \rangle > 0$ , то есть экономия от предотвращения аварии и невозникновения, либо снижения ущерба больше затрат на мониторинг, благосостояние владельца объекта (заказчика мониторинга) выросло.

2)  $\left\langle \frac{B}{C} \right\rangle > 1$ , причем  $\left\langle \frac{B}{C} \right\rangle - 1 \rightarrow \max$ , то есть затраты на мониторинг имеют запас экономической прочности. Даже если эти затраты вырастут на  $\left\langle \frac{B}{C} \right\rangle - 1\%$ , система мониторинга останется выгодной заказчику.

Прогресс в области современных технологий строительного производства, а также объективная необходимость, обусловленная техногенными и социальными причинами, определяют актуальность решения комплекса научно-методологических и инженерно-технических задач, ориентированных на обеспечение эксплуатационной надежности энергопредприятий Российской Федерации.

## РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ МНОГОСЛОЙНЫХ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

*Виноградова С. С., Кайдриков Р. А., Журавлев Б. Л.  
Казанский государственный технологический университет*

Многослойные системы, как правило, включают нескольких никелевых слоев, отличающихся электрохимическими свойствами, а хромовый слой содержит микропоры или микротрещины. В атмосферных условиях продолжительность сохранения защитно-декоративных свойств определяется как свойствами самого покрытия (толщина каждого слоя, пористость хромового и нижележащих слоев, различие в электрохимиче-