



А.Н.ШЕШУКОВ, ассистент
С.В.МАЛЬЦЕВ, к.т.н., зав.кафедрой
 радиоэлектроники
Р.П.БОГУШ, ст.преподаватель кафедры
 радиоэлектроники



ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Для расчета циклически нагруженных конструкций на «живучесть» исходные данные, как правило, принимаются на основании приблизительных оценок, либо по результатам формализованного расчета, не отражающего действительную работу конструкции. В работе отмечена необходимость использования в расчете данных полученных непосредственно с действующей конструкции. Рассматривается возможность применения тензометрии в сочетании с телеметрическими системами для определения таких параметров как частота нагружения, асимметричность циклов, величина напряжений.

В последнее десятилетие большую актуальность приобрела проблема предотвращения аварий на промышленных предприятиях республики. Наибольшую опасность для конструкций представляют усталостные трещины, интенсивность роста которых определяет их остаточный ресурс.

Определение остаточного ресурса, по критериям механики разрушения, подробно рассмотрено в работе [2] и предполагает интегрирование уравнения Пэриса-Эрдогана (1) в пределах изменения длины трещины от начальной L_0 до критической L_k .

$$\frac{dl}{dN} = C(\Delta K)^n \quad (1)$$

Число циклов нагружения N_p до наступления разрушения конструкции определится как:

$$N_p = \frac{2}{C(n-2)(f_{1k}\Delta\sigma_H)^n} \left(\frac{1}{L_0^{(n-2)/2}} - \frac{1}{L_k^{(n-2)/2}} \right) \quad (2)$$

где C и n — параметры циклической трещиностойкости; l — длина трещины;

$\Delta K = K_{\max} - K_{\min} = (\sigma_{\max, n} - \sigma_{\min, n}) \sqrt{\pi L_0 f_{1k}}$ — амплитудное значение коэффициента интенсивности напряжений; $\sigma_{\max, n} - \sigma_{\min, n}$ — номинальные напряжения в сечении, ослабленном трещиной (определяются тензометрией или расчетом); L_0 — длина обнаруженной трещины, определяемая для конкретной конструкции по результатам натуральных обследований; f_{1k} — значение поправочной функции, учитывающей особенности самой конструкции и условий ее эксплуатации.

Для корректного определения остаточного ресурса конструкций исходные данные необходимо определять по результатам натуральных испытаний и измерений. К сожалению, для большинства конструкций получение достоверных исходных данных затруднено, что естественно снижает корректность расчетов. Величины напряжений, возникающих в конструкциях, как правило, принимаются по результатам формализованных расчетов, что не отражает действительной работы конструкции. Возникает необходимость искать достоверные оперативные способы получения исходных данных для расчетов непосредственно с натуральных конструкций.

Выходом из создавшегося положения является применение телеметрических систем контроля за состоянием объектов. Широкое использование телеметрических систем стало возможным благодаря высоким темпам развития и промышленного освоения микропроцессорной и вычислительной техники, средств связи и схемотехники. Системы телеметрии позволяют объединить территориально разбросанные объекты в единый информационный комплекс с централизованным контролем и управлением.

В частности, такая задача является типовой для отслеживания и регистрации уровня напряженно-деформированного состояния парка из большого числа резервуаров.

Функциональная схема системы телемониторинга N объектов, реализующая рассмотренный выше подход определения остаточного ресурса, представлена на рис. 1.

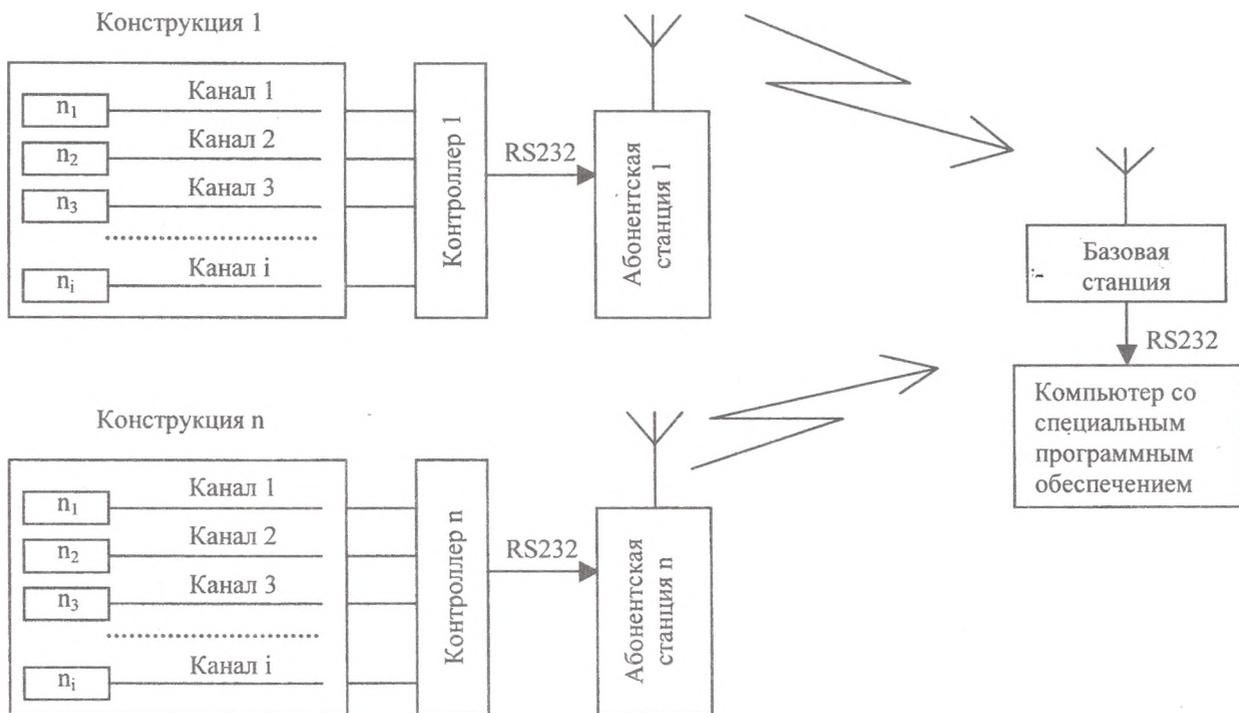


Рис. 1

Алгоритм функционирования системы предполагает выполнение следующих операций:

1. Считывание информации тензодатчиков закрепленных на конструкции для оперативного формирования массива исходных данных;
2. Кодирование информации каждого датчика и формирование группового сигнала, позволяющего идентифицировать номер каждого датчика и номер резервуара, на котором датчики установлены;
3. Передача информации через радиоканал от каждого резервуара на базовую станцию.
4. Анализ состояния нагруженности каждого из N объектов и остаточного ресурса на основании расчетов.

В качестве первичных датчиков для получения информации характеризующей параметры нагруженности и напряженного состояния конструкции используются тензодатчики. Метод тензометрии, на настоящий момент, является одним из наиболее разработанных в технике измерения механических напряжений. Преобразование информации от датчиков в вид удобный для дальнейшего кодирования не вызывает принципиальных трудностей и может быть реализовано любым известным способом [3].

Поскольку в системе телемониторинга предполагается передавать значительный объем информации от отдельных объектов, использование принципов CDMA (множественный доступ с кодовым разделением) позволяет обеспечить требуемую гибкость при конфигурировании (с учетом большого количества точек измерения на объекте и числа самих объектов) и обеспечить

необходимую помехоустойчивость, так как функционирование системы предполагается в зонах с высоким уровнем индустриальных помех.

Для обеспечения требуемых качественных характеристик разработан новый класс нелинейных последовательностей с расширенным ансамблем [4]. Бинарные сигналы данного класса характеризуются хорошими корреляционными свойствами и имеют практически неограниченный размер ансамбля, что позволяет снять все ограничения на число объектов и количество точек измерения на объекте.

Для ускорения обработки (синхронизации и декодирования) циркулирующей в системе информации целесообразно использовать быстрые алгоритмы обработки на основе факторизации бинарных матриц [5]. Реализация подобных алгоритмов с помощью современных процессоров не вызывает принципиальных трудностей.

Заключение

Все компоненты рассматриваемой системы являются типовыми серийно выпускаемыми устройствами. Следует отметить, что системы, аналогичные данным могут применяться в любых конструкциях, работающих на циклическое нагружение (например, подкрановые конструкции, главные и концевые балки мостовых кранов и т.д.)

Использование телемониторинга объектов на основе современных методов формирования и обработки информации позволяет обеспечить постоянный контроль напряженно-деформированного состояния конструкций, и обеспечить высокий уровень безопасности.

Литература

1. Мурашко Г.В., Решетник С.В., Мурашко В.Н., Юхневич С.А. Принципы построения систем телеметрии потенциально-опасных объектов // Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях/Вторая Межд. Конф. Доклады. - 2000.- ч.2. - С.184-189.
2. Злочевский А.Б. Экспериментальные методы в строительной механике.-М.: Стройиздат, 1983. – 192 с.
3. Измерения в промышленности.: Справ. изд. в 3-х кн. Кн.1.: Пер. с нем./Под ред. Проф. П. Профоса – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1990. - 344 с.
4. Мальцев С.В., Богуш Р.П. Бинарные последовательности для криптостойких систем связи //Известия Белорусской инженерной академии. – 2000г. - № 1(9)/1. – С.142-143
5. Мальцев С.В., Богуш Р.П., Седин А.В. Использование переупорядочивания данных по коду Грея при обработке бинарных сигналов// Современные проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств: Материалы Международного науч. – технич. семинара, Новополоцк, 29-31 мая 2000г./ Мин. Образ., Нац. Акад. Наук Беларуси, ИЕЕ., Полоцкий гос. ун-т. – Новополоцк, 2000. - С.196-202.
6. Мальцев С.В., Богуш Р.П. Сокращение сложности вычисления векторно-матричного произведения при цифровой обработке бинарных сигналов//Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях/Вторая Межд. Конф. Доклады.- 2000.- ч.1.- С.25-30.