

ОТ ВЫБОРОЧНОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА К МОНИТОРИНГУ УСТАЛОСТИ И НАГРУЖЕННОСТИ, УПРАВЛЕНИЮ РЕСУРСОМ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ*

Разработан новый компактный энергонезависимый автономный магнитометрический датчик оценки текущего напряженного и усталостного состояния металла. Это позволило решить задачу непрерывного практического слежения за состоянием любых целостных конструкций и сооружений или их частей посредством набора таких датчиков, объединенных в беспроводную сеть, постоянную или временную. По известному начальному и граничному уровню работоспособности металла и текущим измерениям анализируют ситуативную механическую устойчивость объекта контроля, оценивают скорость деградации, прогнозируют остаточный ресурс, а также предупреждают разрушение металла своевременным ремонтом и (или) выбирают, если возможно, более безопасный режим работы объекта контроля.

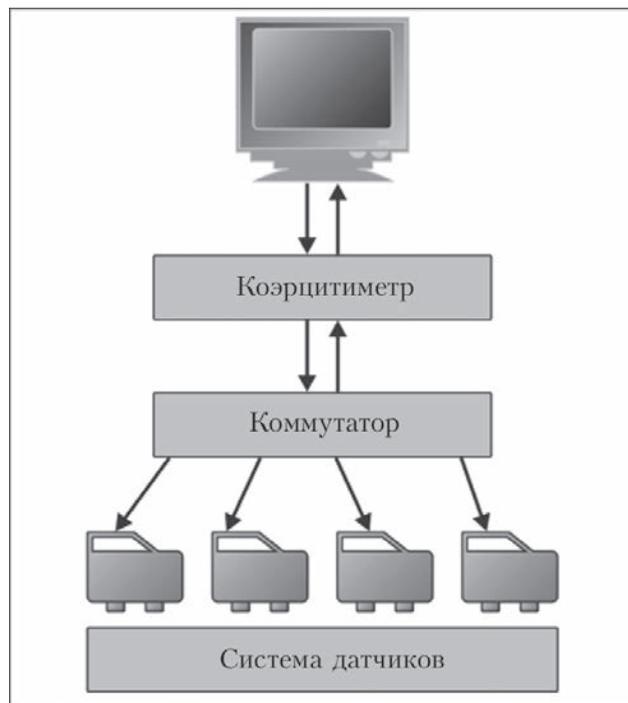
Сегодня практический неразрушающий контроль усталости и нагруженности металла уже реализован как периодический на основе метода коэрцитивной силы в ручном варианте измерений. Реализован также и (непрерывный) мониторинг целостных конструкций с организацией проводной сети контроля простым количественным наращиванием ручного варианта измерений (рисунок).

Здесь в зонах-концентраторах эксплуатационных факторов устанавливают такие же датчики, как и в ручных приборах. Каждый датчик проводами подключен к управляющему специализированному коэрцитиметру, который работает поочередно с каждым удаленным (до сотни метров) датчиком сети как обычный ручной прибор. Без проводной связи в такой системе слежения обойтись невозможно, поскольку работа этого датчика весьма энергозатратна и в беспроводном режиме не может быть реализована в разумно приемлемых габаритах необходимого ему автономного источника питания.

После ручного обследования инструментально это наиболее дешевый вариант слежения, однако проводное электропитание является здесь серьезным ограничительным фактором, из-за которого на многих объектах выполнить такой мониторинг технически невозможно или проблематично.

Для охвата усталостным мониторингом и этих объектов разработан новый датчик, эквивалентный ручному коэрцитиметрическому по информационному потенциалу, но практически не потребляющий электроэнергию. Для связи с ним используют стандартные беспроводные каналы, тип и цена которых определяется конкретной полевой обстановкой на объекте контроля, объемом и скоростью передачи данных.

И в проводном, и в беспроводном мониторинге датчик работает в непрерывном или задаваемом периодическом режиме измерения. Контроль металла можно начинать на любой стадии срока службы. При этом текущий отсчет учитывает уже накопленную ранее деградацию металла по усталостному типу, а также действующие в нем напряжения. В условных единицах измерения состояния металла для каждой марки конструкционного металла определены начальный уровень (нового металла) и конечный, при котором металл начинает разрушаться. Датчик показывает, на сколько металл в контролируемой им зоне-концентраторе близок к недопустимому граничному уровню



* Статья на правах рекламы



усталости и напряжений. Эту информацию с датчиков системы мониторинга (проводной, беспроводной) сравнивают и определяют самое «слабое звено» сооружения. По текущей усталости и времени ее накопления определяют скорость деградации за предыдущий период и прогнозируют время наступления недопустимого состояния. По такой информации, если допустимо варьировать режимы нагружения, управляют ресурсом объекта контроля, избегая концентрации эксплуатационных факторов рассредоточением их во времени и по пространству конструкции, а также предпринимают упреждающий ремонт, усиление или замену металла до его разрушения.

Концептуально это все было давно очевидно, но реализовать усталостный мониторинг до последнего времени было невозможно, так как вообще не было метода практического контроля усталости металла. С утверждением в этом качестве метода коэрцитивной силы в ручном и сетевом проводном вариантах стало ясно, что самую сильную сторону этого метода – непрерывную по времени оценку состояния целостных конструкций и сооружений на массовом практическом уровне и на любом объекте на основе проводной сети возможно практически реализовать только на некоторой части объектов. Большинство остальных объектов могут быть охвачены усталостным мониторингом, реализованным на базе беспроводной сети, основой которой должен быть набор компактных и энергонезависимых экономичных датчиков. Такой датчик удалось разработать на основе главной особенности его работы, состоящей в стационарности его местоположения. В постоянно переставляемом с места на место ручном преобразователе подобная экономичность и малогабаритность недостижимы.

Эти системы мониторинга (проводного-беспроводного) могут быть смонтированы для работы на много лет либо быть ситуативными, размещаемыми на определенное время для уточнения реального, а не кажущегося режима работы контролируемого объекта. Подобные сети могут закладываться еще на стадии проектирования сооружения в рамках стационарных систем автоматического обеспечения его работоспособности

или же встраиваться на любой стадии эксплуатации в уже действующий объект.

Сегодня такая проводная коэрцитиметрическая сеть на корпусе корабля дает возможность следить за сбалансированностью его погрузки–разгрузки, помогает выбрать наилучший курс, при котором не допускается перегрузка конструкций корпуса штормовой погодой. Такая сеть, в частности, помогает управлять режимом работы доменной печи, осознанно минимизируя риски аварий из-за разрушения ее несущих конструкций, отслеживая напряженное состояние кожуха в наиболее опасных местах в зависимости от технологических рабочих параметров. При таком мониторинге слежение за состоянием мостовых переходов, конструкций перекрытий, оползневых и переходных участков магистральных нефте- и газопроводов и т.д. из абстрактно-имитационного или, в лучшем случае, весьма опосредствованного, становится рядовой технологической процедурой эксплуатации объекта, к тому же полностью автоматизированной.

В беспроводном мониторинге удаление от точек контроля до пункта сбора информации при современных сетевых технологиях практически не ограничено и может составлять тысячи километров. При периодическом (ручном) контроле всегда существует угроза пропуска опасного состояния и разрушения металла, если оно созревает в период между предыдущим и последующим обследованиями. Непрерывное во времени слежение на проводной или беспроводной основе позволяет реально перейти к упреждающему способу эксплуатации оборудования и конструкций в части ремонта, усиления или замены по состоянию или управления нагрузенностью (при наличии технической возможности). Каждый датчик может быть переведен в режим «спящего слежения», когда он самостоятельно сигнализирует только тогда, когда металл в контролируемой им зоне по напряжению и накопленной усталости превысил заданный порог.

Такой интеллектуальный мониторинг усталости отвечает самым смелым представлениям об эффективной и безопасной эксплуатации конструкций и сооружений.

*Г. Я. Безлюдько, В. А. Захаров, Р. Н. Соломаха,
НПФ «Специальные Научные Разработки»
www.snr-ndt.com*