

КОЭРЦИТИМЕТРИЯ ДЕЛАЕТ ДИАГНОСТИКУ ДОСТОВЕРНЕЕ И ДЕШЕВЛЕ

Г. Я. БЕЗЛЮДЬКО, Е. И. ЕЛКИНА, Р. Н. СОЛОМАХА

Коэрцитиметрия выделяет зоны концентрации напряжений, контролирует накопление усталостных изменений металла еще на микроуровне, ограничивает здесь момент начала процесса интенсивного образования уже макродефектов. Только начиная с этого момента результативна вся современная дефектоскопия. Тем самым коэрцитиметрия позволяет сосредоточить усилия дефектоскопистов в нужном месте и в нужное время, чем снижает суммарные расходы на диагностику с улучшением достоверности. Коэрцитиметрическая оценка ресурса (усталости) выражается в объективных числовых критериях, увеличивая достоверность экспертизы и уменьшая ее тенденциозность и субъективизм.

Половина заявленных в заголовке эффективности и полезности — это собственные свойства магнитной характеристики металла — *коэрцитивной силы как информационного параметра неразрушающего контроля усталостного состояния*. Вторая половина проявляется при выполнении измерений только нашими приборами, поскольку на их показания меньше всего влияют такие традиционно мешающие факторы, как шероховатость, кривизна, ржавчина, защитное красочное или иное покрытие (до 5...6 мм), температура и т. д. Это позволяет реально отказаться от зачистки поверхности, что составляет половину себестоимости неразрушающего контроля.

Диагностика металлов по своей сути должна строиться на оценке усталости и дефектоскопии, поскольку дефекты — это следствие накопленной усталости. Реально и у нас, и в мире диагностика строится только на дефектоскопических критериях, так как практических методов и инструментов контроля текущего усталостного состояния до сих пор просто не было. Естественно, достоверность результатов такой односторонней экспертизы всегда заставляла желать лучшего. И сегодня коэрцитиметрия — итог нашей многолетней работы — в полной мере эту проблему решает.

Усталостные дефекты в процессе эксплуатации появляются только на завершающих стадиях срока службы как естественный результат деградации металла. Без усталостных изменений определенного уровня усталостных дефектов в нем не может быть. Поэтому диагностика, построенная на наличии-отсутствии дефектов, учете их количества и скорости развития большую часть срока службы является формальной и непродуктивной. А при конструкционной закрепощенности пластического деформирования процессы макропластической деформации в контролируемом металле вообще не развиваются. Дефекты в традиционном их понимании здесь не образуются вплоть до начала разрушения, которое в таких случаях происходит лавинообразно и нередко сразу после совершенно безупречной дефектоскопии, поскольку поврежденность металла на микроуровне никакая практическая дефектоскопия сегодня не видит. А коэрцитиметрия любые усталостные изменения надежно контролирует количественно и качественно. Граничные значения коэрцитивной силы, соответствующие началу процессов интенсивного дефектообразования, для большинства конструкционных сталей уже известны или легко уточняются испытанием образцов. Таким образом, коэрцитиметрия дополняет диагностику новыми знаниями об усталостном состоянии металла, причем в виде четких числовых критериев, хорошо проверяемых, воспроизводимых и документируемых. Но наибольший полезный эффект все участники диагностического процесса, от исполнителя до заказчика, получают, если коэрцитиметрия не просто дополняет, а координирует все его составляющие. Выполненная первой обзорная коэрцитиметрия объекта (а это самый дешевый вид неразрушающего контроля) наглядно характеризует общее состояние, указывает зоны концентрации напряжений, степень усталостной поврежденности металла в них. Металл, находящийся в начальной стадии развития усталостных процессов, не может иметь макроповреждений, поэтому в дефектоскопии не нуждается. В то же время зоны с опасным уровнем деградации подлежат углубленному контролю, в т. ч. и на дефектность. Не секрет, что большинство методических руководств по дефектоскопии содержат лукавую фразу типа «проверяется 10...15 % металла по выбору». С помощью данных коэрцитиметрии такой выбор становится действительно объективным,

когда дефектоскопия выполняется делается только там, где этого требует текущее состояние металла, и не делается там, где это будет пустой тратой сил, времени, материалов и средств.

Оценка отработанного ресурса на основе коэрцитиметрического контроля накопленной усталости также является численной, точной и объективной, так как определяется не отработанным временем, а реальным состоянием металла, которое зависит не только от уровня приложенных механических нагрузок, но и от всей совокупности эксплуатационных факторов — вибрации, коррозии, температуры, агрессивности среды, конструкционных и монтажных нагрузок и т. д. Скорость исчерпания ресурса легко вычислить, что позволяет также точно и объективно при данном режиме эксплуатации прогнозировать остаточный ресурс по установленной коэрцитиметрическими измерениями реальной скорости деградации металла. По скорости накопления усталости металла также можно разумно назначать сроки проведения обследований объекта, когда состояние металла будет этого действительно требовать, а не по формальному графику. Тактика и стратегия ремонта усталостных проявлений в контролируемом оборудовании с использованием данных коэрцитиметрии приобретает совсем иное и осмысленное содержание. Так, заваривать усталостные трещины надо только при сопутствующем усилении — ремонте всей зоны, в которой трещина появилась. Окружающий металл здесь уже перешел в пластическое состояние, и новая трещина без такого усиления не замедлит появиться рядом с заваренной. Кроме того, на коэрцитиметрической основе диагностика, наконец, имеет возможность реализовать свои не столько констатирующие, сколько упреждающие возможности, чтобы не допускать опасных тенденций в развитии усталостных процессов. Недопущение аварий всегда выгоднее, чем ликвидация их последствий.

Там, где это целесообразно, технически и экономически реализуют стационарные многодатчиковые коэрцитиметрические системы мониторинга напряженно-деформированного и усталостного состояния металла. Не говоря о безопасности, данные измерений таких систем нередко ломают все привычные представления специалистов-прочнистов о режимах работы и характере реальных нагрузок.

Коэрцитиметрический контроль металла сварных соединений точно обозначает потребность в проведении дефектоскопии и при такой необходимости делает дефектоскопию заметно продуктивнее, локализуя зоны поиска дефектов. А среднее значение величины коэрцитивной силы и ее среднеквадратическое отклонение, если их ввести как численные служебные характеристики данного шва, надежно указывают наиболее проблемные швы из общего их количества на контролируемом объекте, столь же четко выделяя и те, которые в дефектоскопии не нуждаются ввиду отсутствия признаков усталостных изменений металла шва и в зоне термовлияния. Полученные данные четко паспортизируются с численными и всегда подлежащими проверке показателями контроля.

Совместно с российскими специалистами заканчивается изготовление робота-диагноста, который легко передвигается по вертикальным и куполообразным поверхностям и трубопроводам. Работает круглосуточно и на действующем оборудовании, ведет 100%-ную видеосъемку контролируемых поверхностей и дополняет это такой же полной коэрцитиметрией и толщинометрией (нашим бесконтактным ЭМА-толщиномером) с документированием результатов. Здесь достоверность получаемых данных еще выше, так как уменьшается негативная роль субъективного человеческого фактора, и при этом легко наращивается объем получаемой информации о металле без удорожания работ. Этой работой мы поднимаем такой неразрушающий контроль усталости металла на самый высокий организационный и исполнительский уровень.

Очевидно, что коэрцитиметрия в форме наших начинаний полезна всем добросовестным участникам диагностического процесса — от исполнителей до заказчиков. Административно навязываемая и предписываемая диагностика уходит в прошлое необратимо. И только от нас всех зависит, станет ли диагностика объективно востребованной, дающей нам интересную работу и способствующей изменениям к лучшему всей окружающей действительности (см. рекламу на 3-й стр. обложки).

**ООО фирма «Специальные Научные Разработки»,
г. Харьков, тел./факс: (057) 771-65-91, 738-32-06, e-mail: mail@snr-ndt.com**