

УДК 620.179.14

ПРИМЕНЕНИЕ КОЭРЦИМЕТРИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ  
КОНТРОЛЕ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА

А. Е. ШУБОЧКИН  
ЗАО «НИИИИ МНПО «СПЕКТР»  
Москва, Россия

Безаварийная эксплуатация технически опасных объектов невозможна без использования методов неразрушающих контроля (НК). Диагностика на всех этапах эксплуатации изделий металлопроката позволяет не только определить их текущее состояние и оценить уровень износа, но и оценить возможность и сроки дальнейшей эксплуатации.

Трубная промышленность проводит НК практически всей своей продукции [1, 2]. В ходе эксплуатации магистрального трубопровода нет возможности производить периодический контроль всего его объема и выполняется лишь выборочный контроль. Согласно отраслевому стандарту [3] обязательному ВК подлежит не менее 3 %, а толщинометрии 1 % поверхности трубопровода. На практике второй раз труба контролируется, когда расчетный срок ее службы приближается к завершению, тогда перед эксплуатирующей организацией остро встают вопросы принятия решения о возможности ее дальнейшего использования и определения срока остаточного ресурса. На этом этапе качество поверхности, наличие остатков защитных покрытий и грунтовых наслоений делает использование вихретокового, магнитного и ЭМА методов НК более предпочтительными, по сравнению с ультразвуковым контролем для проведения диагностики с целью выявления различных видов несплошностей металла. Для поиска поверхностных дефектов применяется вихретоковый контроль (ВК). С помощью ручных и автоматизированных вихретоковых дефектоскопов [4, 5] выявляются трещиноподобные и стресс-коррозионные дефекты, питтинговая коррозия. ЭМАТ толщиномеры позволяют выявить эрозионное утонение стенки, общую коррозию и расслоения [6]. В отношении труб с выявленными дефектами выносятся решения об их ремонте либо браковке (полной или частичной). На ремонтпригодных трубах выявленные дефекты должны быть удалены абразивной зачисткой с контролем остаточной толщины стенки трубы.

Дальнейший расчет остаточного ресурса трубы предполагается проводить оценивая запас толщины стенки. В расчете используются значения минимальной остаточной толщины трубы с учетом коррозионно-эрозионного износа и ремонта дефектных участков.

Хотя все допущения прочностного расчета [3] предполагают смещение оценки величины остаточного ресурса в сторону надежности безаварийной эксплуатации, реальное состояние металла трубопровода не учитывается.

Проведенные исследования с использованием магнитного структуроскопа МС-10 производства ЗАО «НИИИИ МНПО «СПЕКТР» [7] показывают, что величина коэрцитивной силы в области подверженной стресс-

коррозионному растрескиванию увеличивается. Повторные замеры, сделанные после проведенного ремонта, однозначно показывают, что данные области имеют аномально высокие значения коэрцитивной силы в сравнении с металлом остального тела трубы. Известно, что коэрцитивная сила металла увеличивается со временем. Также известна корреляционная зависимость между механическими свойствами стали и коэрцитивной силы.

Трубопровод эксплуатируется в режиме малоциклического нагружения. Для такого режима эксплуатации металла нехарактерны резкие скачки коэрцитивной силы. Значит, кривая изменения коэрцитивной силы с учетом условий нагружения от времени будет верна для всего металла трубы. По этой кривой видно, что точка соответствующая текущему значению коэрцитивной силы в области подверженной стресс-коррозии предполагает меньшее остаточное время безаварийной эксплуатации по сравнению с основным материалом тела трубы. Именно это смещение необходимо учитывать при конечном расчете остаточного ресурса.

Вторая, менее значительная ошибка в расчете надежности заключается в том, что скорость утонения материала рассчитывается по линейному закону, а не возрастающему пропорционально росту коэрцитивной силе.

Следует отметить, что для проведения диагностики с целью оценки остаточного ресурса трубы применяется комплексное обследование вихретоковым, магнитным, магнитопорошковым и ЭМА методами. На точность финальной оценки значительное влияние оказывают результаты измерения, проводимые в ходе диагностики, а значит, требования к используемым средствам НК должны быть соизмеримы с первостепенной важностью поставленной задачи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ИСО 3183:2007** «Нефтяная и газовая промышленность. Трубы стальные для трубопроводных транспортных систем» (ISO 3183:2007 «Petroleum and natural gas industries - Steel pipes for pipeline transportation systems»).
2. **Шубочкин, А. Е.** Современные тенденции развития вихретоковой дефектоскопии и дефектометрии // А. Е. Шубочкин, А. Г. Ефимов // Контроль. Диагностика. – 2014. – № 3. – С. 68–73.
3. **ОСТ 153-39.4-010-2002** Методика определения остаточного ресурса нефтегазопромысловых трубопроводов и трубопроводов головных сооружений. – Москва, 2002.
4. **Шубочкин, А. Е.** Применение современных средств вихретоковой дефектоскопии для контроля различных промышленных объектов / А. Е. Шубочкин, А. С. Бакунов, А. Г. Ефимов // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 4. – С. 13–16.
5. **Коннов, А. В.** Автоматический электромагнитный (вихретоковый) сканер-дефектоскоп АСД «Вихрь» / А. В. Коннов // Нефтегазовое дело. – 2013 – № 5.
6. **Ремезов, В. Б.** Бесконтактный портативный электромагнитно-акустический толщиномер ЭМАТ-100. Трехмерное представление акустических полей однофазового излучателя // В. Б. Ремезов, А. Ю. Детков, В. Ф. Мужицкий // Дефектоскопия. – 2005. – № 6. – С. 38–46.
7. **Ефимов, А. Г.** Неразрушающий контроль и диагностика трубопроводов / А. Г. Ефимов // Газовая промышленность. – 2011 – № 6. – С. 74.

E-mail: [AEShubochkin@mail.ru](mailto:AEShubochkin@mail.ru)