

В.П. Горошевский, к.т.н.; С.С. Камаева, к.т.н.; И.С. Колесников

ОБЗОР НОВЫХ МАГНИТНЫХ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Трудоемкость подготовки к контролю поверхности металла действующих объектов нефтегазовой промышленности с применением традиционных методов, например, УЗ-дефектоскопии продиктовала значительный интерес разработчиков средств НК к магнитным методам. Их актуальность связана с высокой производительностью, точностью, информативностью и главным образом с возможностью бесконтактного проведения контроля.



Широко распространен магнитный метод снарядами-дефектоскопами после предварительного намагничивания трубопровода. В качестве недостатков данного инспектирования

следует отметить высокую остаточную намагниченность металла, оказывающую негативное влияние на эксплуатационную надежность трубопровода, а также необходимость дополнительного дефектоскопического контроля в поверочных шурфах, которые обычно не требуются для дефектоскопов ультразвукового типа. В пользу магнитного метода также свидетельствует его низкая избирательность к типу дефекта: какого бы происхождения ни был дефект, он будет выявлен. В этой связи следует отметить, что эта особенность имеет и негативную сторону, приводя к худшей, нежели у ультразвукового метода, селективности распознавания характера дефектов.

Существенным недостатком магнит-

ного метода является его чувствительность к локальным изменениям толщины стенки, создающая дополнительные трудности в интерпретации результатов контроля; затрудненная регистрируемость и интерпретируемость язвенных коррозионных поражений и трещиноподобных дефектов. Остаются нерешенными проблемы выявления дефектов сварных швов и трещиноподобных дефектов в продольном и радиальном направлениях. Тем не менее этот метод широко применяется в силу своей экономичности, технологичности, высокой скорости прогона и возможности инспектирования трубопровода в рабочем режиме, т.е. нет основания считать его менее эффективным, чем ультразвуковой.

В последнее время значительно вырос интерес специалистов и разработчиков НК к магнитостатическим методам контроля внешней поверхности объектов и соответствующим портативным ручным приборам. Данные

Операторы на трассе нефтепродуктопровода в Сирии. Узбекистане, на водном переходе



методы неразрушающего контроля качества сооружений из конструкционных сталей основаны на изменении силы тока размагничивания, соответствующей коэрцитивной силе. В качестве примера можно привести, в частности, магнитные коэрцитиметры, определяющие качество термообработки, твердость и другие механические характеристики ферромагнитных материалов, или импульсные магнитные анализаторы, определяющие предел прочности, текучести и относительное удлинение углеродистых сталей после термообработки. Интересны магнитные сканеры серии СкМ для поиска и определения параметров дефектов основного металла и металла сварных соединений.

Для контроля металла на вскрытых участках линейной части магистральных газонефтепродуктопроводов предназначен магнитный интроскоп МИ-20/МИ-10 серии МИ-XX, применяемый согласно «Инструкции по магнитному контролю линейной части магистральных газонефтепродуктопроводов», М., ВНИИГАЗ, 2001. По отношению к указанному устройству следует отметить некоторую неточность использования термина «интроскоп», подразумевающего осуществление визуализации скрытых дефектов, т.е. распознавание их вида, параметров, глубины расположения. Однако результатов, свидетельствующих о получении подобной информации данным прибором, в открытых источниках не приводится.

Для количественной оценки напряженно-деформированного состояния и остаточного ресурса участка ферромагнитной конструкции после предварительного намагничивания доступна контролю поверхности, разработаны устройства типа «Комплекс-2.05».

Кроме того, в последние годы внедряются контактные сканирующие устройства индикации местонахождения

зон и линий концентрации напряжений (аномалий напряженно-деформированного состояния) ферромагнитных материалов без предварительного намагничивания с использованием так называемого «метода магнитной памяти металла» - одно- или двухканальные магнитометры ИКН-1М, ИМНМ-1Ф. Аналогичные задачи решает средство измерения степени размагничивания путем измерения нормальной составляющей магнитного поля вблизи поверхности объекта - магнитометр для контроля остаточной намагниченности ИМП-6. Их применение также требует доступа к контролируемой поверхности, т.е. предварительного вскрытия трубопровода.

Главным недостатком этого метода является невозможность объективного обоснования выбора участков вскрытия трубопровода, т.е. осуществляется выборочный контроль.

В научной литературе имеются описания теоретических предпосылок возможности применения магнитных геофизических методов для бесконтактного выявления дефектов металла внутрипромысловых подземных трубопроводов. По опубликованным данным, технические средства для магниторазведки (ММ-60, УПК; ИГА-1У; ММ-60М1; ММП-203МС; ЭРА-трасса) на основании известных теоретических положений позволяют выполнить некоторые диагностические задачи. В частности, устанавливается глубина залегания ферромагнитных конструкций; с известными допущениями вычисляются магнитные аномалии, создаваемые намагниченными телами простой формы. Однако никаких подтверждений практического решения задач диагностики трубопроводов описанными приборами не приведено.

Принципиальный шаг вперед в области методов магнитного неразрушающего контроля был сделан после изобретения Е.М. Беловым «Способ про-

гнозирования местоположения течей трубопроводов», позволяющего выявлять аномальные участки трубопровода с поверхности земли за счет бесконтактного измерения его магнитного поля. На базе этого способа реализовано техническое устройство ИАМ-1. Из публикаций о результатах применения данного прибора можно сделать вывод о его достаточной эффективности в качестве индикатора аномальных участков трубопровода с отклонениями уровня напряженно-деформированного состояния металла от фоновых значений. Однако методические основы обследования указанным прибором для выявления точного местоположения, вида и опасности дефектов металла в печати или в нормативных документах не отражены и не могут быть проанализированы. Недостатком метода является отсутствие системы автоматической регистрации с заданным шагом (т.е. сканирования), т.е. появляется зависимость от человеческого фактора. Эффективность применения данной технологии может быть оценена широким кругом специалистов по НК лишь при публикации достаточно обширной статистики вскрытий по результатам обследований.

По существующей системе классификации вышеперечисленные технические средства бесконтактной магнитной диагностики относятся к ручным (неавтоматизированным) средствам. Технические средства НК данной группы зависят от степени участия оператора в процессе контроля. Фактически перечисленные методы и приборы являются инструментами качественной оценки состояния труб для прогноза возможного наличия дефектов металла на участках, выбранных по индикаторным показаниям приборов на основе опыта специалиста, проводящего обследование. В этом случае надежность результатов в значительной мере зависит от субъективных факторов:

квалификации, опыта и добросовестности оператора.

Для повышения качества работ по бесконтактному обследованию в НТЦ «Транскор-К» разработан полуавтоматический прибор магнитометр бесконтактный сканирующий «СКИФ» МБС-04, лишенный указанных недостатков. Наша технология магнитного контроля согласно классификации методов НК относится: по виду – к магнитному контролю; по характеру взаимодействия физических полей – к магнитному методу; по первичному информативному параметру – к методам контроля намагниченности ферромагнитного объекта; по способу получения первичной информации – к магнитометрическим методам. На наш взгляд, более точно эта технология определяется как бесконтактная сканирующая томография [магнитного поля трубопровода]. Метод позволяет бесконтактно выявлять точное местонахождение (в продольных, угловых и абсолютных географических координатах), вид и опасность дефектов металла при 100%-ном объеме контроля трубопровода [РД 102-008-2002]. Кроме того, данный метод позволяет оценить работоспособность участков трубопровода с учетом совокупности всех имеющихся дефектов различной природы или повышения уровня напряженно-деформированного состояния металла труб. Эффективность выявления дефектов металла при этом не ниже 80%, что сопоставимо с показателями внутритрубной инспекции.

Источники информации:

1. «Территория Нефтегаз» № 12 2003 г. стр. 12 «Технология диагностирования трубопроводов бесконтактным магнитометрическим методом»;
2. Нефтегазовые технологии (Oil & Gas Technology) № 6 ноябрь-декабрь 2001 г. стр. 15
3. «Новые подходы к диагностическому обследованию трубопроводных систем», SCIENCE in Russia
4. № 6 november-december(138) 2003 p. 13 «TECHNOLOGY OF THE 21st CENTURY» Изд. Президиума Академии наук РФ].