

рушающий контроль, акустико-эмиссионные измерения. Эти методы включают также внутритрубную диагностику технологических коммуникаций КС.

Проведение указанных видов работ позволяет значительно повысить эффективность диагностического обслуживания КС с целью обеспечения требуемой надежности и последующего перехода на обслуживание технологических коммуникаций и оборудования «по техническому состоянию».

В 2005 г. существенный прогресс достигнут в области разработки наружных автоматизированных сканеров-дефектоскопов, применяемых при диагностике газопроводов в процессе переизоляции. В 2006 г. проводится опытно-промышленная отработка этой технологии в трассовых условиях, причем с применением сканеров-дефектоскопов различных конструкций: в Тюментрансгазе – сканера конструкции фирмы «Газприборавтоматикасервис», в Моострансгазе – фирмы «Дефектоскопия», в Севергазпроме – «Автокон МГТУ». Первые два сканера магнитного принципа действия, а третий – ультразвукового. По окончании опытно-промышленной эксплуатации будет проведена аттестация технологической согласно стандарту Газпрома «Порядок экспертизы технических условий на оборудование и материалы, аттестации технологий и оценки готовности организаций к выполнению работ по диагностике и ремонту объектов транспорта газа».

Позитивные изменения за последнее время произошли в технической политике в области диагностики сварных соединений объектов магистральных газопроводов, находящихся в эксплуатации. Разработаны и утверждены принципиально новые нормативные документы по диагностике и оценке работоспособности сварных соединений. Ввод в действие этих документов позволит сократить количество бракуемых (ремонтируемых, вырезаемых) стыков, продолжительность ремонта (переизоляции) и, как следствие, уменьшить выбросы газа и снизить финансовые затраты за стравленный газ, штрафы за которые выросли с 01.07.2005 г. в 1000 раз.

В заключение хочу отметить, что результатом диагностических обследований магистральных газопроводов и других объектов транспорта газа должен быть комплексный анализ технического состояния объектов, что является основной базой для разработки программ капитального ремонта и переизоляции.

УДК 622.691.4.004.58

## Контроль и оценка ресурса протяженных участков газопроводов

**А.А. Дубов** (Энергодиагностика),  
**В.А. Маркелов, В.Д. Котов** (Томсктрансгаз),  
**Ю.И. Усенко** (АНО СНТДЭ «ДИАСИБ»)

**Комплексные обследования газопроводов, бывших в эксплуатации, с целью их повторного применения позволили выполнить поверочные расчеты на прочность, исследовать механические свойства и химический состав металла труб с составлением паспортов. Предварительная сортировка труб на пригодные и непригодные к дальнейшей эксплуатации выполнялась в зимних трассовых условиях без снятия изоляции с использованием специальных сканирующих устройств, разработанных ООО «Энергодиагностика» по заданию ОАО «Газпром». За прошедший год эксплуатации на обследованных трубах с повторным применением, установленных в действующие магистрали, повреждений не зафиксировано.**

В соответствии с планом капитального ремонта линейной части магистральных газопроводов на объектах ООО «Томсктрансгаз» в 2005 г. специалистами ООО «Энергодиагностика» был выполнен 100%-й контроль 12 км труб диаметром 1020 мм на магистральном газопроводе (МГ) Парабель – Кузбасс и 25 км труб диаметром 720 мм на МГ Юрга – Новосибирск.

Контроль труб выполнялся с использованием метода магнитной памяти металла (МПМ), сканирующих устройств и измерителей концентрации напряжений (ИКН) для их экспресс-сортировки на пригодные, непригодные и трубы, требующие дополнительного контроля и ремонта. На отдельных трубах, где методом МПМ в режиме экспресс-контроля по магнитным аномалиям были выявлены зоны концентрации напряжений (ЗКН) с развивающимися дефектами, после снятия изоляции осуществлялся дополнительно: визуальный контроль, ультразвуковая дефектоскопия, вихретоковый метод, измерение толщины стенки и твердости. Кроме того, учитывая, что на трубы, которые на-

ходились в длительной эксплуатации (20 лет и более), отсутствовали сертификаты, специалисты вырезали образцы для определения марки стали, механических свойств и химического состава.

Пригодными к дальнейшей эксплуатации признавались трубы, на которых при контроле методом МПМ не были выявлены ЗКН с предельным градиентом поля  $K_{np} = dH/dx$ , соответствующим начальному этапу развития повреждения, и не были выявлены недопустимые дефекты, по ВСН 39-1.10-009-2002, другими методами НК.

Непригодными к дальнейшей эксплуатации были признаны трубы с предельным градиентом поля  $K_{np}$  в зонах КН, с различными дефектами (язвины на внутренней и наружной поверхностях, расслоение металла, механические повреждения, гофры и др.) и утонением стенки в отдельных областях на 10–20 %. Часть труб с незначительными ЗКН и дефектами, утонением стенки менее 10 % были рекомендованы к повторному применению после их ремонта. Контроль методом МПМ выполнялся в соответствии с

ГОСТ Р 52005-2003 и РД 51-1-98, утвержденным ОАО «Газпром».

В соответствии с Временной инструкцией по повторному применению труб при капитальном ремонте линейной части магистральных газопроводов, утвержденной ОАО «Газпром» 08.07.2005 г., магнитный метод, основанный на эффекте магнитной памяти металла, был применен по инициативе ООО «Томсктрансгаз» в качестве предварительного обследования труб и трубных секций с использованием специальных сканирующих устройств без снятия изоляции [1, 2].

Магнитограмма (рис. 1), характеризующая напряженно-деформированное состояние (НДС) в одном из сечений трубы № 61 диаметром 1020 мм, показывает, что на расстоянии 250–300 мм от продольного шва (в характерной зоне больших технологических остаточных напряжений) зафиксировано локальное изменение поля  $H$  и градиента поля  $dH/dx$ . В этой зоне были выявлены дефекты в виде вмятин и язвин наружной коррозии.

Распределение градиента поля  $dH/dx$  вдоль отдельных образующих трубы № 151 диаметром 1020 мм показало, что зона контроля была расположена на расстоянии примерно 300 мм от продольного шва (рис. 2). При дополнительном контроле УЗД в зонах локального изменения поля  $H$  и его градиента были выявлены язвы коррозии на внутренней поверхности трубы.

По результатам комплексной диагностики газопроводов с использованием метода МПМ и традиционных методов НК была проведена классификация всех труб на пригодные и непригодные к повторному применению.

Согласно выполненным расчетам при рабочем давлении 5,4 МПа остаточный ресурс для пригодных труб диаметром 1020 мм, находящихся в эксплуатации более 20 лет, составил 22 года, для труб диаметром 720 мм, находящихся в эксплуатации более 27 лет, – 15 лет.

Расчеты остаточного ресурса выполнены по программе «ММП-Ресурс» (разработка ООО «Энергодиагностика»), которая учитывает наличие ЗКН, утонение стенки из-за коррозии, фактические механические свойства (соотношение предела прочности и предела текучести) и продолжительность фактической эксплуатации в годах (или часах).

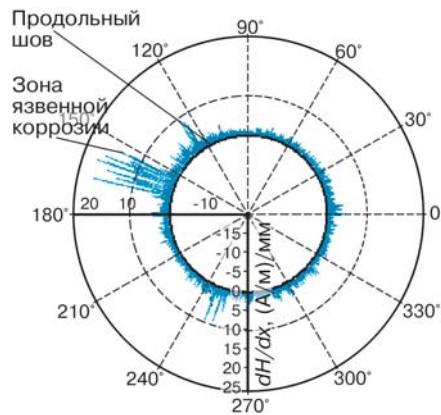


Рис. 1. Распределение градиента магнитного поля  $dH/dx$  вдоль периметра сечения трубы

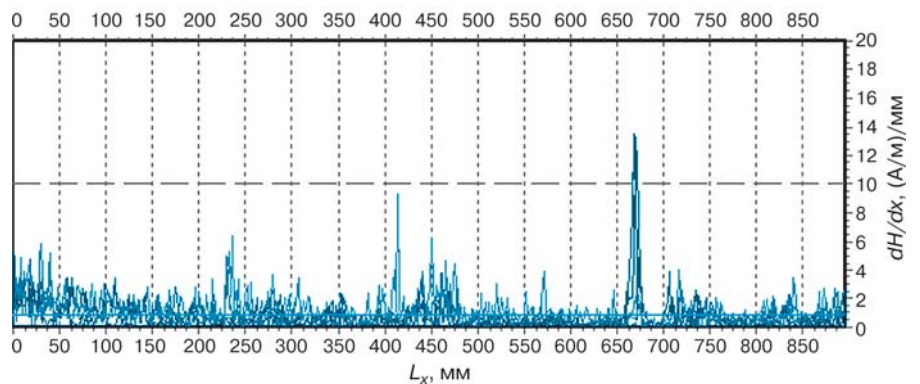


Рис. 2. Распределение градиента магнитного поля  $dH/dx$  вдоль образующих трубы

Следует особо отметить большой объем работ, выполненных методом МПМ по контролю кольцевых заводских и монтажных сварных швов. Для осуществления контроля большого числа стыков (более 2000) в сжатые сроки на 0–25 км МГ Юрга – Новосибирск было принято решение использовать в качестве экспресс-контроля метод МПМ, который не требует зачистки и другой подготовки. Однако вначале было сделано сопоставление результатов контроля отдельных швов методом МПМ и рентгеном.

Распределение градиента поля  $dH/dx$  (рис. 3, а) вдоль периметра кольцевого шва по трем каналам измерений (один канал по центру шва и два канала – по зонам термического влияния), а также распределение градиента поля  $dH/dx$  (рис. 3, б) в дефектной зоне А по одному каналу измерения, проходящему по центру шва, позволило определить ширину сигнала, соответствующую по методике длине дефекта и составившую 10 мм. По данным рентгенографического контроля этого шва в дефектной зоне А был обнаружен недопустимый дефект типа  $Da \cdot 10 > 0,1S$  – непровар в корне шва длиной не менее 10 мм.

Таким образом были проконтролированы 17 кольцевых швов и сделан сопоставительный анализ результатов контроля. По результатам комплексного контроля был составлен технический акт со следующими выводами.

- Сравнительный анализ результатов контроля на 17 стыках труб диаметром 720x7 мм методом МПМ и рентгеном показал высокий уровень сходимости: по числу дефектов сходимость составила 75 %, а по их расположению – 85 %. Большинство дефектов (80 %), выявленных методом МПМ и рентгеном, оказались расположенными в ЗКН, которые предварительно были зафиксированы методом МПМ.
- Несовпадение в результатах контроля по числу (~ 25 %) и по расположению (~ 15 %) дефектов можно объяснить в определенной степени субъективным фактором, зависящим от подготовки дефектоскописта и различием в физической природе методов МПМ и рентгена. Метод МПМ слабо реагирует на неопасные дефекты, не создающие концентрацию напряжений (поры и шлаковые включения). Рентген выявляет поры и шлаковые включения независимо от концентрации напряжений. Однако рентген, как известно, не выявляет дефекты в виде трещин.

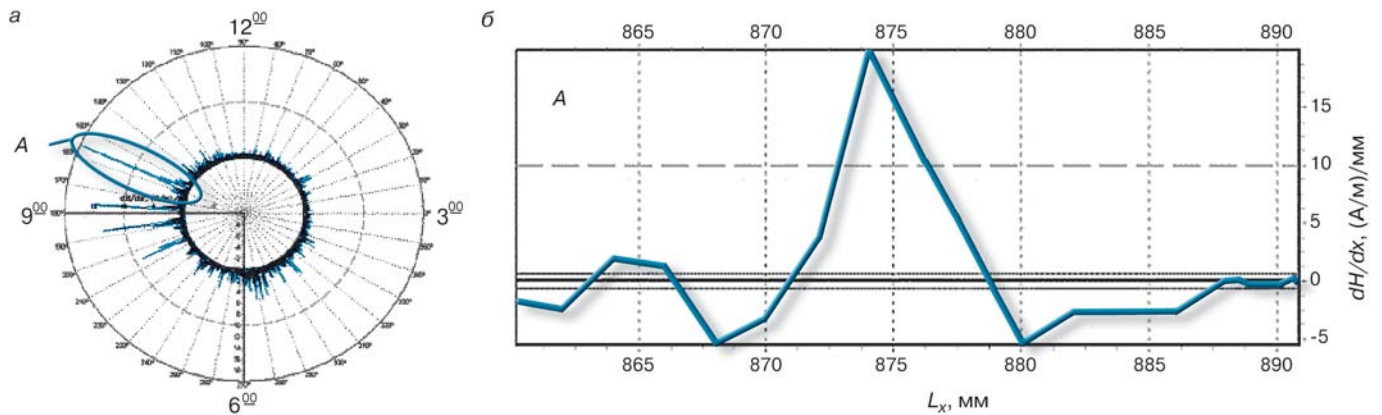


Рис. 3. Результаты контроля «поворотного» кольцевого сварного стыка № 12–13 газопровода диаметром 720x7 мм:

а – круговая магнитограмма распределения градиента магнитного поля  $dH/dx$ ; б – фрагмент распределения градиента поля  $dH/dx$  в дефектной зоне

- Визуализация и документирование дефектов на магнитограммах при использовании метода МПМ имеет практическое преимущество по сравнению с рентгеновскими пленками.

- Высокая сходимость результатов контроля методом МПМ и рентгеном делают целесообразным применение комплексного контроля. Методом МПМ в режиме экспресс-контроля выявляются ЗКН (зоны максимальных дефектов), затем в ЗКН осуществляется дополнительный контроль рентгеном.

В настоящее время накоплен значительный опыт контроля сварных соединений и имеется методология расшифровки магнитных сигналов, когда по их амплитуде и ширине можно определять длину и глубину дефекта. Применение метода МПМ в области дефектоскопии в настоящее время активно расширяется. При этом наиболее эффективно сочетание метода МПМ с рентгеном или УЗК.

В заключение необходимо отметить следующее. Комплексный контроль состояния труб с использованием метода магнитной памяти металла и сканирующих устройств, разработанных и изготовленных в 2004 г. ООО «Энергодиагностика» по заданию ОАО «Газпром», выполнялся впервые в ремонтной практике. Необходимо было в сжатые сроки (1,5–2 мес) выполнить: 100%-е обследование протяженных участков труб, их сортировку на пригодные и непригодные, составление новых паспортов на каждую трубу с идентификацией механических свойств, марки стали, определение срока дальнейшей эксплуатации на основе поверочных расчетов на прочность.

При этом значительная часть труб (~ 5,2 км) была предварительно проконтролирована без снятия изоляции в зимних трассовых условиях с использованием сканирующих устройств по методу магнитной памяти металла. Затем отсор-

тированные трубы были перевезены на место монтажа для снятия изоляции и повторного контроля. При повторном контроле только две трубы были дополнительно отбракованы, остальные были допущены к дальнейшему применению.

После монтажа труб, допущенных к повторной эксплуатации, в новые плети необходимо было выполнить 100%-й контроль 2 тыс. кольцевых заводских, монтажных и новых стыков. Выполнить такой объем контроля труб в сжатые сроки с использованием традиционных методов УЗД или рентгена не представляется возможным.

#### Список литературы

1. Дубов А.А., Гнеушев А.М., Велиулин И.И. Оценка остаточного ресурса газонефтепроводов на основе современных методов технической диагностики // Газовая промышленность. – 2005. – № 2. – С. 76–79.
2. Дубов А.А., Велиулин И.И. Оценка состояния газонефтепроводов на основе метода магнитной памяти металла // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. – 2005. – № 4. – С. 31–33.



## Новости отрасли

### Собрание НГА

30 июня во ВНИИГАЗе прошло очередное (уже седьмое) Общее собрание Некоммерческого партнерства «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА).

Участники собрания утвердили приоритетные направления деятельности НГА на 2006–2007 гг., в частности: привлечение организаций-членов НГА к реализации программ газификации транспорта и развития газозаправочной сети; продолжение работ по объединению научно-технических, организационных и финансовых возможностей организаций-членов для совместного осуществления капиталоемких разработок; развитие проектов «Голубой коридор» и «Голубое кольцо», предусматривающих организацию грузовых и пассажирских перевозок автомобильным транспортом, работающим на природном газе.

По материалам службы общественных связей ООО «ВНИИГАЗ»