

УДК 621.644.07:[620.194.22+621.3.082.7]

С.В. Рыбалко, Ю.А. Косырев, М.С. Огородникова, В.Г. Рыбалко, Т.А. Ефремов

Перспективы применения высокопроизводительных вихретоковых дефектоскопов при диагностике участков газопроводов

Более 70 % технологических трубопроводов компрессорных станций (КС) и 80 % участков линейной части магистральных газопроводов (ЛЧ МГ) ПАО «Газпром» эксплуатируются свыше 20 лет. В этой связи все более заметным фактором снижения надежности действующей системы газопроводов становится развитие деградиационных процессов, таких как разрушение защитных изоляционных покрытий, рост коррозионных повреждений общего и локального характера, а также проявление трещиноподобных повреждений, большинство из которых образованы по механизму коррозионного растрескивания под напряжением (КРН). Выполненный ООО «Газпром ВНИИГАЗ» анализ динамики отказов технологических трубопроводов КС демонстрирует рост инцидентов при сохранении ежегодных объемов комплексного ремонта (рис. 1) [1].

За период, прошедший с начала работ по комплексному ремонту, в каждом из газотранспортных обществ «Газпрома» были обследованы и отремонтированы сотни километров газопроводов. Неотъемлемой частью таких работ стало обследование труб в шурфах [3]. Участки газопроводов вскрывались, снималось старое защитное покрытие, после чего выполнялся неразрушающий контроль несколькими методами.

С учетом преобладания аварий по причине КРН, а также неуклонного роста количества выявляемых повреждений КРН возникла необходимость создать портативное дефектоскопическое оборудование для оперативного обнаружения именно повреждений КРН, в том числе и через слой защитных покрытий. В 2002 г. по заданию ООО «Тюментрансгаз» в рамках выполнения Комплексной программы ОАО «Газпром» «Создание средств и методов технической диагностики и ремонта газопроводов, подверженных стресс-коррозии» на 2002–2004 гг. (раздел III, п. 2.8) коллективом ООО «Экспертиза» (сейчас – ООО «НПП «Нефтегаздиагностика») при участии сотрудников Института физики металлов УрО РАН (ИФМ) разработаны вихретоковые дефектоскопы нескольких типов. Этому предшествовали совместные с ИФМ и ООО «Тюментрансгаз» научно-исследовательские работы, нацеленные на создание портативных, пригодных для «полевой» диагностики приборов неразрушающего контроля, учитывающих специфику повреждений коррозионного растрескивания в изделиях из трубных сталей и ориентированных на необходимую точность определения линейных размеров трещин. Метод обследования должен был удовлетворять требованиям оперативности и давать возможность проводить экспресс-диагностику поверхности трубы на наличие трещин без снятия изоляции. В результате разработаны и апробированы несколько вариантов портативного дефектоскопа, толщиномер защитных покрытий и сканера-дефектоскопа, которые в настоящее время успешно применяются при техническом диагностировании на объектах практически всех газотранспортных обществ.

Поскольку начиная с 2003 г., сразу после внедрения портативных приборов, наметился быстрый рост объемов обследований труб в шурфах, на следующем этапе обозначилась потребность в наружных сканерах-дефектоскопах. Сразу несколько разработчиков представили на апробацию свои модели сканеров, но такое оборудование длительное время не обеспечивало ожидаемой достоверности результатов обследования: временами она оставалась низкой, а само оборудование – дорогостоящим, т.е. применение его было ограниченным.

Ключевые слова:
неразрушающий контроль, вихретоковый дефектоскоп, газопровод.

Keywords:
nondestructive testing, eddy current flaw detector, gas pipeline.

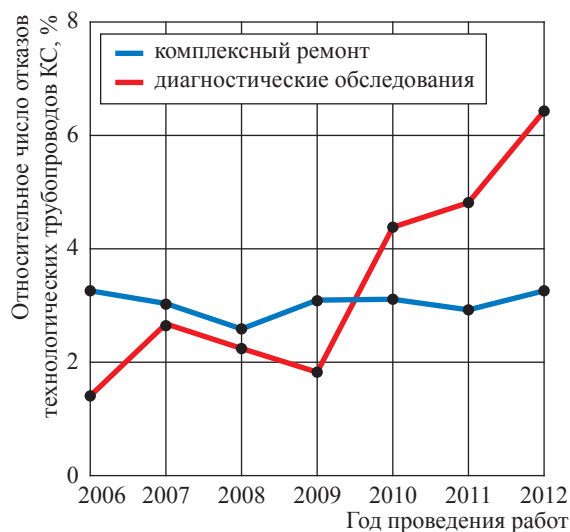


Рис. 1. Динамика отказов технологических трубопроводов КС [2]



Рис. 2. Обследования протяженных участков МГ в шурфах с помощью портативных вихретоковых дефектоскопов

По указанным причинам возросли объемы обследований портативными приборами (рис. 2). Например, в 2007 г. в Октябрьском ЛПУМГ ООО «Газпром трансгаз Югорск» были получены результаты внутритрубной диагностики (ВТД), свидетельствующие о наличии множества повреждений на одном из участков газопровода. Поскольку в ЛПУ отсутствовала возможность применения наружных сканеров-дефектоскопов, портативными вихретоковыми дефектоскопами МВД и ВК было обследовано 100 % поверхности участка газопровода диаметром 1420 мм протяженностью 6 км, что сопровождалось большими трудозатратами. В 2011 г. ситуация мало изменилась: при сохранении больших объемов предремонтной диагностики и наличии прямых указаний «Газпрома» на обязательное применение подрядчиками наружных сканеров-дефектоскопов названное оборудование оставалось все таким же недоступным для использования службами эксплуатации ЛПУ и персоналом ИТЦ газотранспортных обществ.

Стресс-коррозионные повреждения — наиболее опасные из всех видов коррозионных повреждений газопроводов. Они чаще всего приводят к авариям на МГ [3]. Статистика причин аварий в ООО «Газпром трансгаз Югорск» говорит о том, что только за период 1980–2007 гг. на объектах предприятия произошло 79 аварий, 47 из которых — в результате КРН. Поэтому

при техническом диагностировании участков ЛЧ МГ и трубопроводной обвязки (ТПО) КС наибольшее внимание уделяется именно повреждениям КРН. Однако, несмотря на значительные объемы ежегодно проводимых ремонтных работ, их количество только растет [4].

В 2013 г. в ОАО «Газпром» принят нормативный документ по оценке поврежденных труб и соединительных деталей (далее — Инструкция), предписывающий выполнять вихретоковый контроль «в объеме не менее 3 % от площади поверхности каждой трубы и соединительных деталей трубопроводов (СДТ) для выявления стресс-коррозионных дефектов, а также определения их геометрических размеров» и «при обнаружении стресс-коррозионных дефектов труб и СДТ их дополнительно обследовать в объеме 100 % площади поверхности в базовых или заводских условиях». При этом «ремонт труб и СДТ со стресс-коррозионными дефектами, а также с трещинами любого происхождения при капитальном ремонте в трассовых условиях не допускается. Трубы и СДТ с указанными дефектами подлежат ремонту только в заводских или базовых условиях». Положения Инструкции существенно осложнили процессы предремонтной диагностики и в целом капитального ремонта участков МГ. При обнаружении локально расположенных стресс-коррозионных повреждений обследуется вся труба, а также по несколько соседних труб в обоих направлениях.



Рис. 3. Вихретоковый дефектоскоп ДНШ-24

Выполнять требование по сплошному вихретоковому контролю труб оказалось возможным, но крайне затруднительным, так как требование Инструкции в части дополнительного 100%-ного обследования вихретоковыми дефектоскопами труб с обнаруженными повреждениями КРН обязало диагностические подразделения организаций, эксплуатирующих МГ, в значительной степени увеличить трудозатраты на обследование участков газопроводов.

Спустя три года после внедрения Инструкции стало очевидным, что требование документа в части ремонта труб с любыми трещиноподобными повреждениями

Таблица 1
Технические характеристики дефектоскопа ДНШ-24

Минимальная глубина трещины	1 мм*
Минимальная длина трещины	5 мм
Диапазон измерения глубины трещины	0,5–6 мм
Допустимая толщина изоляции	4 мм
Ширина области контроля	300 мм**
Скорость движения преобразователя	20–200 мм/с**
Время непрерывной работы	До 8 ч
Время полного заряда аккумуляторов	Не более 3 ч
Температурный интервал применения	–(40–30) °С
Вес прибора	0,8 кг

* Величина может быть уменьшена.

** Величина может быть увеличена.

только в заводских условиях не в полной мере обосновано. Далеко не все повреждения КРН представляют опасность и приводят к авариям. Широко известно, что неглубокие (0,5–1 мм) повреждения КРН, не испытывая воздействия нагрузок, могут перейти в состояние общей коррозии и не привести к фатальным последствиям.

Для решения поставленных «Газпром» задач потребовалось высокопроизводительное портативное дефектоскопическое оборудование, позволяющее определять и ранжировать только трещиноподобные повреждения глубиной свыше 1 мм, в том числе через слой защитного покрытия. Для решения указанных задач



Рис. 4. Опытно-промышленные испытания ДНШ-24 в ООО «Газпром трансгаз Югорск»

УТВЕРЖДАЮ
Врио генерального директора
ООО «Газпром трансгаз Югорск»

И.А. Долгова
«30» марта 2011 г.

Акт
проведения опытно-промышленного испытания вихретокового
дефектоскопа-сканера «ДНШ-24» на участке газопровода «Уренгой-
Петровск», км 802,8-850 Комсомольского ЛПУ МГ
ООО «Газпром трансгаз Югорск»

Комсомольское ЛПУ МГ 30 марта 2011 г.

В соответствии с утвержденной Программой проведения опытно-промышленного испытания вихретокового дефектоскопа-сканера «ДНШ-24» на участке газопровода «Уренгой-Петровск», км 802,8-850 Комсомольского ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Югорск», комиссией, назначенной приказом ООО «Газпром трансгаз Югорск» № 202 от 25 марта 2011 г., в составе:

И.А. Долгова	- заместителя генерального директора ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
В.Б. Браткова	- главного инженера Комсомольского ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
Р.Н. Юнусова	- заместителя начальника ПО по ЭГ ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
Д.П. Полушкин	- ведущего инженера ПО по ЭКС ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
С.В. Рыбалко	- инженера 1-й категории ПО защиты от коррозии ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
М.М. Кохановского	- начальника производственной лаборатории защиты от коррозии Комсомольского ЛПУ ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
М.В. Исаева	- инженера 1-й категории СДМГ Инженерно-технического центра ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
В.А. Маханова	- начальника службы защиты от коррозии Комсомольского ЛПУ МГ ООО «Газпром трансгаз Югорск»;
Е.Ю. Салтынской	- генерального директора ООО «НПП «Нефтегаздиагностика»

Таблица 2

Сравнение характеристик ДНШ-24, МВД-2МК и ДНС-1400 [5]

Параметр	ДНШ-24	МВД-2МК	ДНС-1400
Тип оборудования	портативный дефектоскоп	портативный дефектоскоп	наружный сканер-дефектоскоп
Габаритные размеры в рабочем положении (длина × ширина × высота), мм	1400×300×60	250×30×20	1600×2150×2500
Ширина области контроля, мм	300	25	1600
Время обследования одной трубы ДУ1400 (на стенде), мин	15–20	120	10–15
Вес, кг	0,87	0,36	1350

разработан вихретоковый широкозахватный дефектоскоп ДНШ-24 (рис. 3, табл. 1). Рабочий элемент ДНШ-24 состоит из 24 вихретоковых датчиков, взаимное влияние датчиков минимизировано. Дефектоскоп позволяет выполнять обследование по всей поверхности трубы с одной установки за счет использования подвижного шарнира. Прижатие к трубе обеспечивается путем примагничивания рабочего элемента к поверхности. Путем настройки дефектоскопа возможно задавать минимальный размер выявляемых повреждений – глубиной от 1 мм и более, в том числе и через слой защитного покрытия.

ДНШ-24 проходил внутренние испытания на темплетях с аттестованными повреждениями в ИФМ, а также опытно-промышленные испытания в ООО «Газпром трансгаз Югорск» (рис. 4). Все испытания показали возможность выявления ДНШ-24 повреждений глубиной от 1 мм и более, а также высокую скорость обследования, в том числе и через слой защитного покрытия.

Испытания показали (табл. 2), что вихретоковый широкозахватный дефектоскоп ДНШ-24 по техническим характеристикам не уступает, а по отдельным параметрам (габаритные размеры, вес, простота использования) превосходит сканер-дефектоскоп ДНС-1400 и может применяться:

1) для оперативного выявления повреждений КРН, в том числе и через слой защитного покрытия, непосредственно в ходе диагностических работ на трассе газопроводов;

2) поиска повреждений КРН труб, выведенных из эксплуатации и поступивших на отбраковку и ремонт в базовых условиях, где применение наружных сканеров-дефектоскопов нецелесообразно.

Список литературы

1. Середенок В.А. Стратегия планирования технического диагностирования и капитального ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций ПАО «Газпром» / В.А. Середенок, М.Е. Сидорочев, О.В. Бурутин и др. // Территория Нефтегаз. – 2015. – № 10. – С. 22–27.
2. Сидорочев М.Е. Формирование долгосрочных планов комплексного ремонта технологических трубопроводов компрессорных станций ОАО «Газпром» в условиях неполноты данных об их техническом состоянии / М.Е. Сидорочев, О.В. Бурутин, И.В. Ряховских и др. // Вести газовой науки: Управление техническим состоянием и целостностью газопроводов. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – № 1 (17). – С. 16–21.
3. Сидорочев М.Е. Стресс-коррозионное состояние технологических трубопроводов компрессорных станций и методика их технического диагностирования / М.Е. Сидорочев, Т.С. Есиев, И.В. Ряховских и др. // Газовая промышленность. – 2010. – № 9. – С. 48–52.
4. Макаров С.Н. Как предотвратить возникновение и развитие дефектов КРН / С.Н. Макаров, В.Г. Рыбалко, С.В. Рыбалко // ТехНадзор. – 2013. – № 3. – С. 48–50.
5. Ремезов А.Е. Повышение эффективности оценки дефектов труб магистральных газопроводов с учетом результатов стендовых испытаний сканеров-дефектоскопов. Приложение А: дис. ... к.т.н. / А.Е. Ремезов. – М., 2014.