

Неразрушающий контроль стыковых соединений труб газопроводов

Д.В. Важенин

руководитель обособленного подразделения¹
molkon@bk.ru

Д.М. Коваль

главный инженер обособленного подразделения¹

Е.Ю. Ярусов

руководитель группы¹

В.Г. Савин

заместитель руководителя сектора¹

Д.С. Соловьев

руководитель сектора¹

С.Л. Лимарь

инженер-технолог¹

В.В. Пушкаревский

руководитель сектора¹

М.М. Романов

ведущий инженер¹

¹ЗАО НПЦ «МОЛНИЯ», Москва, Россия

В сварных соединениях труб газопроводов, выполненных контактной стыковой сваркой с помощью токов высокой частоты, одним из наиболее опасных дефектов являются трещины, в т.ч. сквозные. В статье рассматривается оптимальный комплекс методов выявления трещин в соединениях действующих газопроводов, выполненных стыковой сваркой с нагревом кромок токами высокой частоты (ТВЧ).

Материалы и методы

Трубы из мало-углеродистых сталей исследовались визуально-измерительным, ультразвуковым, радиографическим, вихретоковым и магнитопорошковым методами.

Ключевые слова

неразрушающий контроль, контактная стыковая сварка, трещины в сварных соединениях

В соответствии с требованиями нормативно-технической документации ОАО «Газпром», не допускаются трещины любой длины и направления относительно сварного шва, независимо от категории газопровода и требуемого уровня качества.

Специалистами ЗАО НПЦ «Молния» были проведены исследования сварных соединений, выполненных контактной стыковой сваркой с помощью токов высокой частоты, стандартными методами неразрушающего контроля, в соответствии с действующими ГОСТ и собственными технологическими картами. В работе были использованы образцы, вырезанные на трассе газопровода из трубы, в которой содержались трещины, развивающиеся с наружной и внутренней поверхности сварного соединения, а также сквозные трещины. Диаметр трубы составлял 219 мм., толщина стенки — 8 мм., материал — Ст 3 сп.

Применялись следующие методы и виды неразрушающего контроля: визуальный и измерительный контроль (ВИК), магнитопорошковая, магнитная дефектоскопия (МПД), дефектоскопия проникающими веществами (ПВД), вихретоковый контроль (ВК), ультразвуковой контроль (УК) в автоматическом и ручном режимах, радиографический контроль (РК).

Чувствительность к дефектам и производительность этих методов представлена в справочнике по неразрушающему контролю под редакцией академика В.В. Клюева [1]. Дополнительно были проведены металлографические исследования сварных соединений. Для металлографического анализа сварных соединений готовились шлифы их поперечного сечения по ГОСТ 10243-75 [2]. Установлено, что в структуре сварного соединения отсутствует литой металл, в плоскости соединения находится обезуглероженная полоска с примыкающими к ней участками с обычной структурой перегретого металла. В сечении шва обнаруживаются трещины, идущие от внутренней поверхности и наружной поверхности трубы. В металле трубы обнаруживаются неметаллические включения (например, сульфиды - 4 балла по ГОСТ 1778-70, метод Ш6) [3], расположенные вдоль направления проката. В зоне шва металл трубы пластически деформируется, направление течения металла при деформации кромок листа совпадает с полосами неметаллических включений.

Для проведения ВИК [4] применялась лупа с 10-кратным увеличением. При осмотре были выявлены трещины с шириной раскрытия от 0,1 мм. К недостаткам данного метода следует отнести большие затраты времени и высокую зависимость выявляемости дефектов от человеческого фактора.

Неразрушающий контроль сварных соединений методами МПД и КД [5, 6, 7] проводился последовательно на одних и тех же участках образцов. Были выявлены индикаторные следы, характерные для трещин в средней части сварного соединения, ориентированные вдоль сварного шва, как с наружной, так и с внутренней поверхности.

Установлено, что для выявления трещин в сварных соединениях, выполненных стыковой сваркой с нагревом кромок листа ТВЧ, предпочтительнее метод магнитной дефектоскопии, так как он менее требователен к качеству зачистки поверхности, более чувствителен к дефектам и требует меньших затрат на подготовку сварного соединения.

Вихретоковый контроль [8] проводился вихретоковым датчиком, встроенным в дефектоскоп УДЗ-103. Были зарегистрированы сигналы от всех трещин, выявленных методом МПД. Амплитуды и форма сигналов от трещин соответствовали искусственным дефектам глубиной 0,2 мм, 0,5 мм и 1,0 мм. Положительной стороной ВК является возможность косвенно по амплитуде сигнала оценить глубину дефектов. К сожалению, аналогичные по форме и амплитуде сигналы были зарегистрированы и от допустимых рисков, присущих этим объектам.

Метод ультразвуковой дефектоскопии (УК) в автоматическом режиме проводился с применением установки «Скаруч». При этом были выявлены все дефекты образцов, однако трещины были классифицированы не только как плоскостные дефекты, но и ошибочно, как объемные и объемно-плоскостные. Недостатком метода является невозможность определения глубины залегания дефектов.

Ультразвуковая дефектоскопия (УК) [9] в ручном режиме проводилась совместно эхо- и дельта- методами. Дельта-метод основан на использовании дифракции на дефекте поперечной волны от наклонного преобразователя с трансформацией в продольную и приемом ее прямым преобразователем.

При проведении работ дельта-методом признаком дефекта в сечении шва является многократно отраженный от краев дефекта сигнал, принимаемый прямым преобразователем. Этот метод обеспечивает высокую достоверность оценки типа дефекта по различиям в форме и амплитуде сигналов.

При контроле образцов в ручном режиме с применением совместно эхо- и дельта- методов были выявлены все трещины на образцах (трещины на внешней и внутренней поверхностях сварного соединения и сквозные трещины), причем применение дельта-метода позволило идентифицировать выявленные дефекты, как плоскостные.

Радиографический контроль сварных соединений [10] проводился с использованием портативного импульсного рентгеновского аппарата «Арина-3» по схеме просвечивания через две стенки на рентгеновскую пленку РТ-1 со свинцовыми экранами. По результатам РК кольцевых сварных соединений, выполненных ТВЧ, можно сделать вывод о низкой выявляемости трещин — не было выявлено ни одной трещины, глубиной менее 2 мм. Достичь высоких значений выявляемости дефектов и производительности можно при использовании мелкозернистых рентгеновских пленок и рентгеновских аппаратов непрерывного действия. К сожалению, они сильно уступают импульсным рентгеновским аппаратам по маневренности.

Итоги

Исследования показали, что для диагностирования сварных соединений газопроводов из труб, выполненных стыковой сваркой, с целью выявления внутренних трещин, и трещин, выходящих на поверхность объекта (рис. 1, 2) наибольшей эффективностью обладают ультразвуковые методы контроля в сочетании с визуально-измерительным и магнитопорошковым.

Выводы

1. Надежное выявление трещин в стыковых сварных соединениях с нагревом кромок ТВЧ достигается комплексным применением методов неразрушающего контроля.
2. Рекомендуются следующий оптимальный состав методов и порядок контроля стыковых сварных соединений труб на

газопроводах: проверка загазованности шурфа с помощью газоанализатора и зачистка сварного соединения, затем проводится визуальный и измерительный, магнитопорошковый и ультразвуковой контроль.

Список используемой литературы

1. Неразрушающий контроль: Справочник в 8 т. под общей ред. В.В. Клюева. М.: Машиностроение, 2005.
2. ГОСТ 10243-75 Сталь. Метод испытаний и оценки макроструктуры.
3. ГОСТ 1778-70 Сталь. Металлографические методы определения неметаллических включений.
4. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
5. ГОСТ 21105-87 Контроль

неразрушающий. Магнитопорошковый метод.

6. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
7. РД-13-06-2006 Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах.
8. ГОСТ 24289-80 Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения.
9. ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Сварные соединения. Методы ультразвуковые.
10. ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод.



Рис. 1 — Обнаруженная по изменению цвета растительности утечка газа через сквозную трещину на трассе газопровода

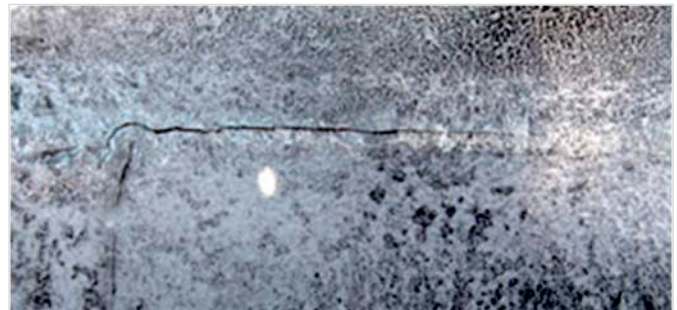


Рис. 2 — Фотография сквозных трещин в сварных соединениях

ENGLISH

DIAGNOSTICS

Non-destructive testing of butt joints of pipes gas pipelines

UDC 620.1+622.692.4

Authors:

Dmitriy V. Vazhenin — head of subdivision¹; molkon@bk.ru
Dmitriy M. Koval — chief engineer of subdivision¹;
Evgeniy Y. Yarusov — head of the group¹;
Vladimir G. Savin — deputy head of the sector¹;
Denis S. Soloviev — head of the sector¹;
Sergey L. Limar — process engineer¹;
Victor V. Pushkarevskiy — head of the sector¹;
Mikhail M. Romanov — senior engineer¹;

¹“MOLNIA” SPC, CJSC, Moscow, Russian Federation

Abstract

In welded joints of gas pipelines pipes butt welded with the help of high frequency current, one of the most dangerous defects are cracks including through cracks. The article discusses an optimal complex of methods for crack detection in joints of pipes operational gas pipelines butt welded to the edges of the heating by high-frequency current (HFC).

Materials and methods

Low-carbon steel pipes were tested by methods of visual measurement, ultrasonic,

radiographic, eddy-current and magnetic particle.

Results

Tests have shown that for diagnosing welded joints of gas pipelines pipes butt welded in order to detect internal cracks and cracks, onto the object's surface (Fig. 1, 2) are the most effective ultrasonic inspection methods in combination with visual measurement and magnetic particle.

Conclusions

1. Reliable cracks detection in the butt-welded

to the edges of the heating by HFC is achieved by using complex of non-destructive testing methods.

2. It is recommended optimal complex of methods and verification arrangements of welded joints of gas pipelines pipes are checking a gas content of pit by a gas analyzer, a polishing of welded joint and then proceed to a visual measurement, magnetic particle and ultrasonic testing.

Keywords

non-destructive testing, resistance butt welding, joint weld cracks

References

1. *Nerazrushayushchiy kontrol'* [Non-Destructive Testing]. Guide in 8 vol., ed. by V.V. Klyuev. Moscow: *Mashinostroenie*, 2005
2. ГОСТ 10243-75 Сталь. *Method of test and estimation of the macrostructure*.
3. ГОСТ 1778-70 Сталь. *Metallographic methods for the determination of nonmetallic inclusions*.
4. Guidance document 03-606-03 Manual for visual and measuring control.
5. ГОСТ 21105-87 Non-destructive testing. *Method of magnetic particle testing*.
6. ГОСТ 18442-80 Non-destructive testing. *Capillary methods. General requirements*.
7. Guidance document 13-06-2006 Guidelines to conduct a capillary control of technical equipment and installations used and exploited at hazardous production facilities.
8. ГОСТ 24289-80 Eddy current non-destructive testing. *Terms and Definitions*.
9. ГОСТ 14782-86 Non-destructive testing. *Welded joints. Ultrasonic methods*.
10. ГОСТ 7512-82 Non-destructive testing. *Welded joints. Radiography method*.