

УДК 624.014.078

А.В. Землянский<sup>1</sup>, Г.В. Карпенко<sup>1</sup>, А.Н. Сарнавский<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ООО «Стройгазмонтаж» (Москва, Россия).

## Результаты опытно-промышленного внедрения средств механизированного ультразвукового контроля на объектах ООО «Стройгазмонтаж»

В работе приведены результаты выполнения субподрядными организациями ООО «Стройгазмонтаж» («СГМ») мероприятий по внедрению средств механизированного ультразвукового контроля (МУЗК) в объеме 100% для контроля качества сварных швов трубопроводов с частичным уменьшением объемов радиографического метода, осуществляемых в соответствии с положениями «Временных требований к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром».

Все субподрядчики ООО «СГМ», осуществляющие работу на объектах, где проектом предусмотрено выполнение «Временных требований», провели допускные испытания технологий сварки и ультразвукового контроля и готовы начать опытно-промышленное применение средств МУЗК.

Результаты испытаний показали высокую производительность средств МУЗК-контроля, его оперативность, возможность по его результатам корректировать работу сварочных головок и в конечном итоге – повышать качество сварки. Однако в ходе испытаний подтвердилась необходимость решать некоторые вопросы, связанные с внедрением средств МУЗК, а именно – необходимость организовать снятие внешнего усиления сварных швов труб и антикоррозионного и консервационного покрытия, а также разработать новые нормы оценки дефектов, выявляемых ультразвуковым методом контроля, и порядок возможности их применения.

В настоящее время уже внесены изменения в ТУ на трубы, касающиеся снятия усиления продольных сварных швов и наружной изоляции труб в заводских условиях. Разработаны и утверждены новые нормы оценки качества сварных швов по результатам механизированного и автоматизированного ультразвукового контроля.

**Ключевые слова:** сварные соединения, неразрушающий контроль качество сварки, магистральные трубопроводы, оперативность и скорость контроля.

.....

*A.V. Zemlyanskiy<sup>1</sup>, G.V. Karpenko<sup>1</sup>, A.N. Sarnavskiy<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> STROYGAZMONTAZH LLC (Moscow, Russia).

## Results of experimental-industrial implementation of mechanized ultrasonic monitoring means at the facilities of Stroygazmontazh LLC

The document presents the results of Stroygazmontazh LLC (SGM) subcontractors' activities on implementing the mechanized ultrasonic monitoring means in 100% scope to control the pipelines' welded jointes with partial radiography volume reduction performed in accordance with the provisions of «Temporary requirement for the arrangement of welding and assembly works, welding technologies applied, welded joints quality non-destructive testing and contractors' equipment during construction, reconstruction and overhaul of Gazprom JSC main gas pipelines».

All SGM LLC subcontractors, performing works at the sites where the project provides «Temporary requirements» implementation, conducted the welding and ultrasonic testing technologies qualification testing and are ready to start the mechanized ultrasonic monitoring unit means experimental-industrial application.

Test results showed the high performance of ultrasonic control mechanized ultrasonic monitoring unit means, its efficiency, and the opportunity to correct the welding heads operation and eventually to improve the welding quality by its results. However, the tests confirmed the need to solve some issues related to the ultrasonic control mechanized ultrasonic monitoring unit means implementation, in particular, the need to arrange the removal of pipe welds external reinforcement and corrosion and conservation coating, as well as to develop new standards for assessment of defects detected by ultrasonic inspection method, and the procedure for their use possibility.

**At the moment changes are introduced in technical conditions for pipes related to removal of longitudinal welds and pipes outer insulation in factory conditions. New standards to assess the welds quality on mechanized and automated ultrasonic testing results are developed and approved.**

**Keywords:** welded joints, welding quality non-destructive testing, main pipelines, testing efficiency and speed.

«Временные требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром» были введены в действие 01.01.2014. В этом документе указано, что сварку протяженных участков линейной части трубопроводов (более 1 км) следует осуществлять только механизированными и автоматическими сварочными комплексами, а неразрушающий контроль сварных соединений проводить с применением средств ультразвукового контроля в объеме 100% для трубопроводов всех категорий и радиографического контроля – в объеме 100% для трубопроводов категорий В, I и II, и 25% – для трубопроводов категорий III и IV. При этом для швов, сваренных автоматическими комплексами, следует применять только установки

автоматизированного ультразвукового контроля.

Резко отказываться от проведения 100%-ного радиографического контроля, как это было до 01.01.2014, было страшновато. Поэтому практически все субподрядчики увеличили объемы УЗК, но продолжали контролировать стыки радиографией в объеме 40–90%. При анализе форм СВ-2газ за январь 2014 г. выяснилось, что процент ремонтных стыков по результатам радиографического контроля составляет 2,16%, а по результатам ультразвукового контроля – 0,35%. Примерно такая же ситуация наблюдалась и в феврале 2014 г. (табл. 1).

Проанализировав сложившееся положение, а также учитывая результаты прошедших в конце 2013 г. опытных испытаний комплекса для автоматического ультразвукового контроля Argovision Арговижн, которые показали слишком высокую выявляемость дефектов (до 70% ремонтных стыков),

ООО «СГМ» обратилось в ОАО «Газпром» с просьбой провести совещание с целью уточнения реальных сроков перехода на ультразвуковой контроль и определения перечня оборудования для механизированного и автоматического УЗК, которое может применяться при строительстве объектов ОАО «Газпром».

Совещание прошло в конце марта 2014 г., на нем было принято решение провести квалификационные испытания нескольких видов оборудования для неразрушающего контроля сварных соединений (ультразвукового и радиографического), скорректировать с учетом результатов испытаний Реестр средств неразрушающего контроля качества сварных соединений и только после этого начать широкомасштабное опытно-промышленное внедрение средств механизированного и автоматизированного УЗК. А до тех пор контроль сварных соединений проводить в основном радиографическим методом.

Таблица 1. Сравнение процента брака по результатам РК и УЗК по состоянию на февраль 2014 г.

Table 1. Comparison of defective ratio by the results of DT (destructive testing) and USI (ultrasonic inspection) as of February, 2014

| № No. | Подрядчик Contractor   | % от общего количества сваренных % of total quantity of welded |         | Кол-во стыков, признанных ремонтными Quantity of joints, recognized by repair |         | % ремонта % of repair |         |
|-------|--|--|---------|---|---------|-----------------------|---------|
|       |  | PK DT  | УЗК USI | PK DT   | УЗК USI | PK DT                 | УЗК USI |
| 1     | АО «Ленгазспецстрой» (сварено 2232 стыка)<br>Lengazspetsstroy JSC (2,232 joints are welded)  | 93,7   | 79,8    | 74  | 7       | 3,54                  | 0,39    |
| 2     | АО «Краснодаргазстрой» (сварен 1041 стык)<br>Krasnodargazstroy JSC (1,041 joints are welded) | 63,7   | 44,4    | 35  | 2       | 5,28                  | 0,43    |
| 3     | ООО «ССК Газрегион» (сварено 2835 стыков)<br>SSK-Gazregion LLC (2,835 joints are welded)     | 98,8   | 12      | 11  |         | 0,39                  |         |
|       | Всего 6108 стыков<br>Total 6,108 joints  |  |         | 120   | 9       | 2,16                  | 0,36    |

Ссылка для цитирования (for references):

Землянский А.В., Карпенко Г.В., Сарнавский А.Н. Результаты опытно-промышленного внедрения средств механизированного ультразвукового контроля на объектах ООО «Стройгазмонтаж» // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2015. № 11. С. 54–58.

Zemlyanskiy A.V., Karpenko G.V., Sarnavskiy A.N. Results of experimental-industrial implementation of mechanized ultrasonic monitoring means at the facilities of Stroygazmontazh LLC (In Russ.). *Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory*, 2015, No. 11. P. 54–58.

Таблица 2. Пример из акта осмотра труб Ø 1420, изготовленных Ижорским и Волжским трубными заводами по ТУ 1381-012-05757848-2005, ТУ 1381-003-47966425-2006

Table 2. Example of inspection report for pipes with Ø 1,420, manufactured by Izhorskiy and Volzhskiy pipe works according to TU 1381-012-05757848-2005, TU 1381-003-47966425-2006

| №<br>No. | № трубы<br>Pipe No. | Длина конца труб, свободного от заводского изоляционного покрытия, мм<br>Length of the pipe ends free from factory insulation coating mm |               |
|----------|---------------------|--|---------------|
|          |                     | Левого Left  | Правого Right |
| 1        | 261710              | 125  | 120           |
| 2        | 261986              | 125  | 120           |
| 3        | 3235833             | 130  | 130           |
| 4        | 261556              | 120  | 110           |
| 5        | 262028              | 120  | 125           |
| 6        | 261710              | 120  | 123           |
| 7        | 254179              | 123  | 127           |
| 8        | 251298              | 120  | 125           |
| 9        | 259447              | 130  | 120           |
| 10       | 261718              | 128  | 130           |

Квалификационные испытания оборудования были проведены ПАО «Газпром» и ООО «Газпром ВНИИГАЗ» при содействии сварщиков и дефектоскопистов субподрядных организаций ООО «СГМ» – ОАО «Краснодаргазстрой» и ОАО «Ленгазспецстрой». Испытания длились несколько дольше, чем рассчитывали, и в конечном итоге новая редакция Реестра средств неразрушающего контроля была утверждена только в декабре 2014 г. (доступен на сайте ООО «Газпром ВНИИГАЗ»).

За время проведения квалификационных испытаний были предприняты попытки решить и некоторые вопросы, касающиеся организации внедрения средств МУЗК и АУЗК для контроля сварных швов трубопроводов в трассовых условиях. Это в первую очередь вопрос снятия наружного усиления продольного шва для обеспечения полного акустического контакта при УЗК. Кроме того, необходимо было обеспечить наличие зоны контроля – зоны, свободной от изоляции и консервационного покрытия. Длина этой зоны определяется расчетом с учетом толщины стенки трубопровода и размеров искателя. К примеру, для труб с толщиной стенки свыше 25 мм длина зоны контроля составляет 150 мм. В ТУ на трубы диаметром 1420 мм эта величина составляет 140±30 мм. При выборочном измерении длин концов труб, свободных от изоляции,

на разных объектах ООО «СГМ» выяснилось, что обычно эти длины меньше 140 мм, а следовательно, может возникнуть необходимость очистки концов труб от изоляции на 10–30 мм (табл. 2).

В мае 2015 г. по инициативе Департамента капитального ремонта постоянно действующая комиссия ОАО «Газпром» по приемке новых видов трубной продукции приняла решение о внесении в ТУ изменений, касающихся увеличения длины концов, свободных от изоляции, и снятия наружного усиления продольных швов.

Третий, самый главный и самый сложный вопрос, который следовало решить до начала широкомасштабного внедрения средств УЗК, – это разработка новых норм оценки дефектов. Как известно, оборудование ультразвукового контроля позволяет выявлять плоскостные дефекты с очень небольшим раскрытием и высотой. Радиографический метод выявления таких дефектов не гарантирует. Нормы оценки опасности дефектов в нашей стране основаны на результатах радиографического контроля, который долгое время (40–50 лет) считался основным при строительстве трубопроводов. Поэтому опасными, недопустимыми считались дефекты значительного раскрытия, не очень большой протяженности – 25–50 мм. А выявляемые ультразвуком дефекты

имеют значительную протяженность – 70–300 мм, иногда и больше, но малое раскрытие. В мировой практике принято оценивать опасность дефектов не только по их размерам и форме, но и с учетом особенностей различных методов сварки, типоразмера труб, формы разделки кромок, пластичности и прочности стали полученного шва, погрешности оборудования для УЗК и т.д. Для каждого серьезного проекта делаются расчеты, так называемая инженерная оценка, учитывающая указанные выше факторы, в результате которых разрабатываются специальные нормы оценки дефектов, обычно значительно более мягкие, чем нормы для дефектов, выявляемых радиографическим контролем.

Сегодня новые нормы оценки дефектов по результатам МУЗК и АУЗК разработаны ООО «Газпром ВНИИГАЗ» для основных типоразмеров труб, сталей прочности, применяемых для строительства объектов ПАО «Газпром», и утверждены руководством ПАО. При этом ударная прочность металла сварных швов должна быть не менее определенных расчетных значений (75 и 100 Дж/см<sup>2</sup>).

На наш взгляд, целесообразно провести совещание, посвященное вопросам возможности применения новых норм, в решениях которого отразить принятые концепции.

Таблица 3. Сведения о допускных испытаниях сварки и контроля  
Table 3. Information on the welding and inspection qualification tests

| № No. | Наименование компании Company                                | Наименование сварочного комплекса Welding unit name | Наименование прибора для МУЗК Name of the instrument for mechanized ultrasonic monitoring unit | Примечания Notes                                     |
|-------|--|---|--|--|
| 1     | АО «Ленгазспецстрой»<br>Lengazspetsstroy JSC                 | CRC Evans<br>Vermaat                                | Harfang VEO (Англия)<br>Harfang VEO (England)  |  |
| 2     | АО «Краснодаргазстрой»<br>Krasnodargazstroy JSC              | CRC Evans<br>CWS<br>Технотрон<br>Technotron         | MScan Supor (Белоруссия, Китай)<br>MScan Supor (Belarus, China)                                | Испытания не проводились<br>Tests were not performed |
| 3     | ООО «ССК «Газрегион»<br>SSK-Gazregion LLC                    | CRC Evans   | OMNISCAN (Канада)<br>OMNISCAN (Canada)   |  |
| 4     | ООО «Нефтегазкомплект-монтаж»<br>Neftegazkomplektmontazh LLC | Vermaat   | OMNISCAN (Канада)<br>OMNISCAN (Canada)   | Испытания не проводились<br>Tests were not performed |
| 5     | ООО «Ортэкс»<br>Orteks LLC                                   | CRC Evans   | Harfang VEO (Англия)<br>Harfang VEO (England)  |  |

ООО «СГМ» и его субподрядчики разрабатывали мероприятия по внедрению средств МУЗК и АУЗК. В ходе их выполнения мы изучили коммерческие предложения фирм – поставщиков оборудования и обучающих центров, заключили договоры на поставку и обучение, приобрели оборудование, обучили и аттестовали специалистов, провели допускные испытания технологий сварки и контроля. Отчеты о внедрении средств МУЗК составляются еженедельно.

В соответствии с указаниями ПАО «Газпром», все субподрядчики ООО «СГМ», осуществляющие работу на объектах, где проектом было предусмотрено выполнение «Временных требований», были готовы начать опытно-промышленное применение средств МУЗК в начале июля 2015 г. Допускные испытания технологий сварки и ультразвукового контроля прошли практически у всех субподрядчиков ООО «СГМ», занятых строительством газопровода «Южный поток». Но, к сожалению, сейчас строительство объектов Восточного коридора МГ «Южный Поток» приостановлено, сооружение МГ «Бованенково – Ухта» начнется зимой, а в остальных проектах применение «Временных требований» не предусмотрено. АО «Краснодаргазстрой» начало применение этого оборудования 02.06.2015. Появились первые результаты. Во время допускных испытаний некоторая информация появилась и у других субподрядчиков.

Сводная информация об испытываемых комплексах автоматической сварки и механизированного УЗ-контроля приведена в таблице 3.

Хочется отметить общие для всех результаты.

Во всех случаях на первых стыках, сваренных автоматическими комплексами, ультразвуковые приборы выявили плоскостные дефекты малого раскрытия, не обнаруженные радиографическим контролем. Наличие этих дефектов подтвердили результаты вскрытия дефектных мест. Сведения о дефектах позволили подкорректировать работу сварочных головок, и в последующем объем обнаруженных дефектов резко сократился.

Отдельные дефекты, выявленные УЗК, можно квалифицировать как требующие ремонта, если проводить оценку по действующим нормам (СТО Газпром 2-2.4-083-2007). Те же дефекты, оцениваемые по новым нормам, считаются проходными, допустимыми. При этом показатель качества сварки, определяемый с учетом действующих норм, недопустимо высок (выше 3%). В этом случае сварку надо останавливать, а сварщиков и технологии переаттестовывать. Если оценивать дефекты по новым нормам, то показатель практически нормальный. Сейчас, когда мы оценили высокую производительность УЗК (используя современное оборудование), его оперативность, возможность по его результатам корректировать ра-

боту сварочных головок и в конечном итоге – повышать качество сварки, целесообразно работать привычными методами.

Что касается снятия наружного усиления продольного шва и изоляционного покрытия, то во время проведения допускных испытаний с этим проблем не было. Часть труб, поступивших для строительства Восточного коридора Южного потока, где проходили испытания, имела усиление, снятое до 0,5 мм. В других случаях продольные швы снимали шлиф-машинкой за 12–15 мин./стык. Ширина конца трубы, свободная от изоляционного покрытия, тоже обеспечивала нормальную работу приборов: у прибора MScan SUPOR неширокие сканеры, для прибора Harfang фирма-производитель специально изготовила узкий сканер, у прибора OMNISCAN искатели расположили так, чтобы обеспечить работу с шириной зоны контроля до 120 мм, как есть на большинстве труб. Вообще для средств МУЗК проблема обеспечения широкой (150–160 мм) зоны контроля не так важна, как для приборов АУЗК. А вот трубы, поступившие для строительства МГ «Сила Сибири», имеют еще и консервационное покрытие, на удаление которого требуется уже не 15 минут, а 30–40. Все это следует учитывать при определении времени и стоимости проведения АУЗК.

Следует также обратить внимание еще на одну проблему. В коммента-



рии к «Временным требованиям» есть положение о том, что для контроля сварных стыков, полученных при применении автоматических комплексов, следует применять оборудование для автоматического УЗ-контроля. Принимая во внимание высокую стоимость оборудования для АУЗК, а также не очень высокую производительность автоматических сварочных комплексов (25–38 стыков в смену), ООО «СГМ» письмом № 04-16256 от 07.04.2015 обратилось в ОАО «Газпром» с просьбой разрешить использовать оборудование МУЗК вместо АУЗК и получило положительный ответ. Однако применение МУЗК возможно при соблюдении

следующих условий: приборы должны позволять измерять протяженность, высоту и глубину залегания дефектов; иметь каналы TOFD; иметь систему записи и хранения результатов контроля, при этом производительность сварки не должна быть более 40 стыков в смену. И еще одно. В нашей стране до сих пор отсутствуют нормативные документы, регламентирующие порядок проведения ультразвукового контроля, основанного на дифракционно-временном методе (TOFD), определение размеров, характера и допустимости дефектов. Это может несколько затруднить широкое внедрение приборов, реали-

зующих метод TOFD. Одним из таких приборов является белорусская установка MScan Suprog, которую сегодня весьма успешно начало применять АО «Краснодаргазстрой». В Белоруссии перевели три европейских стандарта на русский язык и присвоили им статус государственных стандартов Белоруссии. Это:

- СТБ ENEN-6-2013 – аутентичный перевод стандарта EN 583-6-2008 «Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод. Часть 6. Дифракционно-временной метод обнаружения и измерения несплошностей»;
- СТБ EN15617-2013 – аутентичный перевод стандарта EN 15617-2009 «Контроль неразрушающий сварных соединений. Дифракционно-временной метод (TOFD). Границы допустимости»;
- СТБ ISO 10863-2013 – аутентичный перевод стандарта ISO 10863-2011 «Контроль неразрушающий сварных соединений. Применение Дифракционно-временного метода (TOFD)». ООО «СГМ» полагает, что целесообразно сделать эти три стандарта национальными российскими или придать им статус газпромовских СТО. Порядок превращения иностранных стандартов в российские предстандарты подробно описан в ГОСТ Р 1.16-2011 «Стандарты национальные предварительные. Правила работы, утверждения, применения и отмены». Надо только найти источник финансирования и разработчика стандартов.

#### Литература:

1. «Временные требования» к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащённости подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ОАО «Газпром».
2. СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающему методу контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов».
3. ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».

#### References:

1. *Vremennyye trebovaniya k organizacii svarochno-montazhnyh работ, primenyaemym tehnologijam svarki, nerazrushajushhemu kontrolju kachestva svarnyh soedinenij i osnashhennosti podryadnyh organizacij pri stroitel'stve, rekonstrukcii i kapital'nom remonte magistral'nyh gazoprovodov ОАО «Газпром»* [Temporary requirement for the arrangement of welding and assembly works, welding technologies applied, welded joints quality non-destructive testing and contractors' equipment during construction, reconstruction and overhaul of Gazprom JSC main gas pipelines].
2. *STO Gazprom 2-2.4-083-2006 «Instrukcija po nerazrushajushhemu metodu kontrolja kachestva svarnyh soedinenij pri stroitel'stve i remonte promyslovyh i magistral'nyh gazoprovodov»* [STO Gazprom 2-2.4-083-2006 Instruction for non-destructive testing of welded joints quality during construction and repair of commercial and main gas pipelines].
3. *GOST 7512-82 «Kontrol' nerazrushajushhij. Soedinenija svarynye. Radiograficheskiy metod»* [GOST 7512-82 «NDT Inspection Welded joints. Radiographic method»].