

УДК 622.691:621.791+621.785

Е.В. Петрусенко¹, e-mail: E_Petrusenko@vniigaz.gazprom.ru

¹ ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (Москва, Россия).

Применение индукционного нагрева при изоляции сварных стыков труб в трассовых условиях

Новые магистральные газопроводы допускается строить только из труб с заводской изоляцией. Для линейной части газопроводов применяются трубы с полиэтиленовым покрытием, соответствующим требованиям СТО Газпром 2-2.2-130-2007 [1], или с полипропиленовым покрытием, соответствующим требованиям СТО Газпром 2-2.2-178-2007 [2]. Для защиты от коррозии соединительных деталей и трубопроводной арматуры применяют покрытия на основе термореактивных материалов (полиуретаны, полимочевины, эпоксиды и модификации на их основе), соответствующие СТО Газпром 9.1-018-2012 [3]. Все вышеперечисленные покрытия в состоянии обеспечить надежную противокоррозионную защиту систем магистральных газопроводов в течение всего срока службы газопровода. После сварки газопровода из труб с заводским покрытием зону сварного стыка необходимо заизолировать. Требования к наружным защитным покрытиям для кольцевых сварных соединений трубопроводов приведены в СТО Газпром 9.1-017-2012 [4]. Основным типом покрытий, применяемых для противокоррозионной защиты сварных стыков газопроводов, являются термоусаживающиеся материалы (ТУМ) – манжеты или муфты. Значительно реже применяются покрытия на основе термореактивных материалов. Применение битумных материалов и лент холодного нанесения для изоляции сварных стыков труб с заводской изоляцией запрещено.

Ключевые слова: коррозия, изоляция, покрытие сварного стыка, термоусаживающиеся материалы, рекомендуемые температурные режимы, манжеты, муфты, околошовная зона, адгезия, технологический режим нанесения, индукционный нагрев, грейферный индуктор.

.....

Ye.V. Petrusenko¹, e-mail: E_Petrusenko@vniigaz.gazprom.ru

¹ Gazprom VNIIGAZ LLC (Moscow, Russia).

Application of induction heating with insulation of welded pipe joints in field conditions

It is allowed to build new gas transmission pipelines of pre-insulated pipes only. For linear part of the gas pipelines the pipes with plastic coating corresponding to the relevant requirements of SТО Gazprom 2-2.2-130-2007 [1] or with polypropylene coating corresponding to the relevant requirements of SТО Gazprom 2-2.2-178-2007 [2] are used. To prevent corrosion of fittings and valves the coatings based on thermosetting materials (polyurethanes, polyureas, epoxies and modifications based thereon), corresponding to the relevant requirements of SТО Gazprom 9.1-018-2012 [3] are used. All above mentioned coatings can provide reliable corrosion protection of main gas pipeline systems throughout all lifetime of gas pipeline. After welding the gas pipeline of factory coated pipes the welded joint area must be insulated. Requirements for external protective coatings for circular welded pipeline connections are specified in SТО Gazprom 9.1-017-2012 [4]. The main type of coating applied to corrosion protection of gas pipelines welded joints is heat-shrinking material (HSM) — sleeves or couplings. Coatings based on thermosetting materials are much less frequently used. Application of bituminous materials and cold application tapes for insulation of pipe welded joints with factory insulation is forbidden.

Key words: corrosion, insulation, coating of the welded joint, heat-shrinkable materials, recommended temperature modes, sleeves, couplings, heat-affected zone, adhesion process application mode, induction heating and grab inductor.

Поставка ТУМ осуществляется в комплекте с эпоксидной грунтовкой по техническим условиям, согласованным с ПАО «Газпром». Решение о применении покрытий на объектах ПАО «Газпром» принимается постоянно действующей комиссией ПАО «Газпром» по испытаниям изоляционных покрытий и оборудования по ремонту изоляции газопроводов. Экспертиза материалов и технической документации осуществляется в соответствии с требованиями СТО Газпром 2-3.5-046-2006 [5]. При положительном результате экспертизы материал (покрытие) заносится в Реестр материалов и покрытий, разрешенных к применению на объектах ПАО «Газпром».

Уровень технических требований и рекомендуемые температурные режимы зависят от типа и марки применяемых манжет.

Рекомендации температуры предварительного нагрева труб и нормативные требования к адгезионной прочности ряда ТУМ, разрешенных к применению на объектах ПАО «Газпром», приведены в таблице 1.

Анализ причин несоответствий качества покрытий сварного стыка показывает, что в большинстве случаев причиной брака является отнюдь не качество применяемых ТУМ, а нарушения технологии их нанесения.

Наиболее значимыми технологическими факторами, влияющими на качество покрытия на основе ТУМ, являются степень очистки поверхности металла зоны сварного шва и температурный режим прогрева металла околшовной зоны перед нанесением покрытия.

Технологические трудности по проведению нагрева зоны сварного стыка перед нанесением ТУМ связаны с высокой трудоемкостью процесса и низким уровнем автоматизации данного вида работ, принятого в настоящее время в трассовых условиях.

Хронометраж, проведенный в процессе технологических испытаний, показывает, что общее время изоляции сварного

Таблица 1. Требования к термоусаживающимся манжетам

Table 1. Requirements for heat-shrinkable sleeves

Тип манжеты Sleeve type	Рекомендуемая температура нагрева сварного стыка, °C Recommended weld joint heating temperature, °C	Требование к адгезионной прочности, Н/см, не менее Requirement to the adhesion strength, N/cm, min.
Терма – СТМП Terma — STMP	85–95	70
Терма – СТАР Terma — STAR	105–110	150
Терморад – МСТ Termorad — MST	70–80	70
ТИАЛ-МГП TIAL-MGP	105–110	70
Canusa GTS-65	90–100	80
Canusa MIS-100	90–100	90
Canusa GTS-PP-100 3L	90–100	70
Canusa GTS-PP-3L	175–185	200
Canusa GTS-PE	125–135	100
Canusa GTS-DDX	70–80	125
HTPL-60	70–80	70
Новорад СТ-60 Novorad ST-60	90–100	70

стыка трубопровода из труб 1420 x 14 мм (пескоструйная очистка купрошлаком, нагрев труб ручными газовыми горелками, два оператора) при температуре окружающего воздуха 0 °C составляет порядка 60–70 минут, из которых на нагрев (предварительный нагрев перед очисткой, основной нагрев до 100 °C, нагрев запырямированной поверхности (1–2 минуты)) в совокупности тратится 25 минут. При понижении температуры окружающей среды до –10 °C это время (при использовании защитных палаток) увеличивается до 33 минут; при температуре –20 °C – до 40 минут, ниже –20 °C – до 45 минут.

При дефиците прогрева металла формируемая адгезия ТУМ, а особенно стойкость адгезии к условиям эксплуатации, оказывается недостаточной, покрытие теряет связь с металлом и начинается коррозия.

При этом внешний вид ТУМ, посаженных на «холодную» поверхность, ничем не отличается от нормального покрытия, что затрудняет выявление брака. Ад-

гезия покрытия стыка, согласно нормативным документам [4], контролируется только на трех изолированных сварных стыках в начале проведения работ и не менее чем на одном изолированном сварном стыке из каждых последующих ста. При этом даже реализация высокой по значению исходной адгезии не является гарантией ее устойчивости в процессе эксплуатации. То есть при недогреве или недостаточной очистке покрытие может соответствовать требованиям в процессе проведения приемосдаточных испытаний, но быстро отслаивается в процессе эксплуатации. В этих условиях гарантией качества покрытия является строгое соблюдение всех норм технологического режима его нанесения.

Контроль за соблюдением технологического режима должен проводиться по рабочей документации (технологическим инструкциям, картам), разработанной и утвержденной производителем изоляционных работ. При разработке рабочей документации следует учи-

Ссылка для цитирования (for citation):

Петрусенко Е.В. Применение индукционного нагрева при изоляции сварных стыков труб в трассовых условиях // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 7–8. С. 58–61.

Petrusenko Ye.V. Application of induction heating with insulation of welded pipe joints in field conditions (In Russ.). Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2016, No. 7–8, pp. 58–61.

тывать условия проведения работ, имеющееся в наличии оборудование и рекомендации производителей ТУМ по режимам очистки и температурным диапазонам нагрева сварных стыков перед нанесением ТУМ (табл. 1). Значительно влияет на выбор технологических режимов нанесения ТУМ площадь зоны сварного стыка под нанесение покрытия. В связи с внедрением новых технологий по проведению ультразвукового контроля сварных соединений труб в трассовых условиях с 23.04.2015 были изменены (в сторону увеличения) требования к длине концов труб, свободных от полиэтиленового покрытия.

СОГЛАСНО ИЗМЕНЕНИЮ № 2 К СТО ГАЗПРОМ 2-2.2-130-2007 [6], ДЛИНА КОНЦОВ ТРУБ, СВОБОДНЫХ ОТ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ПОКРЫТИЯ, ДОЛЖНА СОСТАВЛЯТЬ:

- от 90 до 150 мм от торца – для труб диаметром до 530 мм;
- от 140 до 170 мм от торца – для труб диаметром свыше 530 мм и толщиной стенки до 32 мм;
- от 200 до 240 мм от торца – для труб диаметром свыше 530 мм и толщиной стенки свыше 32 мм.

Большая трудоемкость нагрева, увеличение длины концов труб, свободных от заводского покрытия, а также применение труб с повышенной толщиной стенки являются факторами, определяющими необходимость перехода на более эффективные по сравнению с применением ручных газовых горелок технологии нагрева зоны сварного стыка перед нанесением ТУМ.



Рис. 1. Использование грейферного индуктора для нагрева сварных стыков перед нанесением ТУМ

Fig. 1. Using clampshell-type inductor for heating the welded joints before applying HSM

Таблица 2. Технические характеристики установки индукционного нагрева «Элтерм-С УИИТ-30-4,0-0»
Table 2. Technical characteristics of induction heating unit Elterm-S UINT-30-4,0-0

Наименование показателей Indicators name	Значение характеристик Characteristic value
Питающее напряжение, В Supply voltage, V	380±10%
Максимальная мощность установки, кВт Maximum capacity, kW	35
Номинальный диаметр труб, DN Nominal pipe size, DN	50–1400
Эксплуатация установки в диапазоне температур окружающей среды, °С Unit operation at ambient temperature range, °C	от – 40 до +40
Масса, кг Weight, kg	130

Прогрессивным решением в этом направлении является применение индукционного нагрева. За рубежом практика использования индукторов для этих целей насчитывает уже более 30 лет (рис. 1). В нашей стране с учетом суровых климатических условий в местах строительства магистральных трубопроводов применение индукторов является еще более актуальной задачей. Однако их применение для подогрева сварных стыков перед нанесением ТУМ до настоящего времени является незначительным. Нормативные рекомендации по их применению отсутствуют. Лишь отдельные компании – производители ТУМ предусмотрели в своих технологических инструкциях возможность применения индукционного нагрева [7]. Производство индукторов, подходящих для применения в трассовых условиях, в России успешно освоено. Более того, их применение уже практикуется при строительстве трубопроводов, в

частности для обязательного подогрева торцов труб перед производством сварных работ. Однако ввиду отсутствия нормативных предписаний и строгого технологического контроля мало кто из строителей в настоящее время применяет индукторы для производства изоляционных работ.

Основные характеристики индуктора мощностью 35 кВт приведены в таблице 2. Для эффективного применения в изоляционной колонне необходимо иметь как минимум два индуктора: первый – для предварительного подогрева сварного стыка перед пескоструйной очисткой, второй – для основного нагрева перед нанесением ТУМ.

Хронометраж показывает, что при мощности индукторов 35 кВт и их последовательном применении для предварительного и основного нагрева общее время прогрева металла труб 1420 x 18 мм от 0 до 100 °С составляет 15 минут, от –20 до +100 °С – 25 минут; при мощ-



Рис. 2. Мобильный комплекс по индукционному нагреву

Fig. 2. Mobile complex for induction heating

Таблица 3. Время нагрева труб перед нанесением ТУМ
Table 3. Time of pipes heating before applying HSM

Температура окружающей среды, °С Ambient temperature range, °C	Время нагрева трубы 1420 x 18 мм до 100 °С, минут, при способе нагрева Time for heating the pipe 1420 x 18 mm up to 100°C, minutes, when heating with method of			
	Ручными горелками Hand torches	Индукционный, при мощности индуктора, кВт Induction, with inductor, kW		
		35	50	120
0	25 (2 горелки/2 torches)	15	10	6-8
Минус 20 Minus 20	40 (2 горелки/2 torches)	22	17	6-8
Ниже минус 20 Below minus 20	45 (2 горелки/2 torches)	25	20	6-8

ности индуктора 50 кВт – 10 и 17 минут соответственно. Время нагрева данными индукторами дополнительно зависит от ширины зоны прогрева и формы индукционного кольца. При этом из-за длительности нагрева индукторы малой мощности (35 кВт и ниже) использовать для нагрева труб большого диаметра (1420 мм) нетехнологично. Применение более мощных индукторов (120 кВт) позволяет проводить необходимый подогрев стыка за 6–8 минут практически независимо от температуры

окружающей среды (за счет программы, регулирующей мощность генератора). Таким образом, экономия времени, необходимого для нагрева труб, при применении индукторов является значительной (табл. 3). Однако определяющим преимуществом индукторов все-таки следует признать минимизацию человеческого фактора, что оказывает самое положительное влияние на качество формируемого покрытия. Опыт применения индукторов уже имеется в ряде российских строительных

компаний. Так, по данным ООО «Стройгазконсалтинг», в компании в настоящее время применяется уже более 100 генераторов мощностью до 120 кВт, около половины из которых задействованы в работе изоляционных колонн. Ожидается, что применение индукторов при производстве изоляционных работ в трассовых условиях будет расти, чему будет способствовать развитие нормативно-технической базы, предусматривающей необходимость их использования в конкретных условиях работ.

Литература:

- СТО Газпром 2-2.2-130-2007 «Технические требования к наружным антикоррозионным полиэтиленовым покрытиям труб заводского нанесения для строительства, реконструкции и капитального ремонта подземных и морских газопроводов с температурой эксплуатации до +80 °С».
- СТО Газпром 2-2.2-178-2007 «Технические требования к наружным антикоррозионным полипропиленовым покрытиям труб заводского нанесения для строительства, реконструкции и капитального ремонта подземных и морских газопроводов с температурой эксплуатации до +110 °С».
- СТО Газпром 9.1-018-2012 «Наружные защитные покрытия на основе термореактивных материалов для соединительных деталей, запорной арматуры и монтажных узлов трубопроводов с температурой эксплуатации от –20 °С до +100 °С. Технические требования».
- СТО Газпром 9.1-017-2012 «Наружные защитные покрытия для кольцевых сварных соединений трубопроводов. Технические требования».
- СТО Газпром 2-3.5-046-2006 «Порядок экспертизы технических условий на оборудование и материалы, аттестации технологий и оценки готовности организации к выполнению работ по диагностике и ремонту объектов транспорта газа ОАО «Газпром»».
- Изменение № 2 к СТО Газпром 2-2.2-130-2007 «Технические требования к наружным антикоррозионным полиэтиленовым покрытиям труб заводского нанесения для строительства, реконструкции и капитального ремонта подземных и морских газопроводов с температурой эксплуатации до +80 °С».
- ТИ 04-02-16 «Технологическая карта по нанесению термоусаживающейся манжеты «ТИАЛ-МГП» на сварные стыки труб в трассовых условиях с использованием индукционного нагрева».

References:

- СТО Gazprom 2-2.2-130-2007 – Technical requirements for the external anti-corrosion polyethylene pipe factory application coating for the construction, reconstruction and overhaul of underground and offshore pipelines with operating temperatures up to +80 °C. (In Russian)
- СТО Gazprom 2-2.2-178-2007 – Technical requirements for the external anti-corrosion polypropylene pipe factory application coating for the construction, reconstruction and overhaul of underground and offshore pipelines with operating temperatures up to +110 °C. (In Russian)
- СТО Gazprom 9.1-018-2012 – External protective coatings based on thermosetting materials for fittings, valves and pipeline assemblies with operating temperature from minus 20°C up to plus 100°C. Technical requirements. (In Russian)
- СТО Gazprom 9.1-017-2012 – External protective coatings for circular welded pipeline connections. Technical requirements. (In Russian)
- СТО Gazprom 2-3.5-046-2006 – Procedure for examination of technical specifications for equipment and materials, certification of technologies and assessing the organization readiness to perform works on the diagnostics and maintenance of Gazprom OJSC gas transportation facilities. (In Russian)
- Change No.2 to STO Gazprom 2-2.2-130-2007 – Technical requirements for the external anti-corrosion polyethylene pipe factory application coating for the construction, reconstruction and overhaul of underground and offshore pipelines with operating temperatures up to +80 °C. (In Russian)
- TI 04-02-16 – Process chart for application of heat-shrinkable sleeve TIAL-MGP to pipe welded joints in field conditions using induction heating. (In Russian)