

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОНЕФТЕПРОВОДНЫХ ТРУБ СПОСОБОМ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СВАРКИ НА ПАО «Интерпайп НМТЗ»

Ю. Н. АНТИПОВ¹, Е. В. ДМИТРЕНКО¹, А. В. КОВАЛЕНКО¹, С. А. ГОРЯНОЙ¹,
А. А. РЫБАКОВ², С. Е. СЕМЕНОВ², Т. Н. ФИЛИПЧУК²

¹ПАО «Интерпайп «Новомосковский трубный завод». Украина, 51200, г. Новомосковск, ул. Сучкова, 115.
E-mail: info@nmpp.interpipe.biz

²ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Рассмотрены технологические особенности современного производства газонефтепроводных труб диаметром от 159 до 530 мм способом высокочастотной сварки на ПАО «Интерпайп НМТЗ». После проведенной модернизации подготовка свариваемых кромок рулонной полосы осуществляется фрезерованием. Используются более совершенные конструктивно-технологические решения по формовке и сварке труб. Введена локальная термическая обработка зоны продольного сварного соединения. Организован участок комплексного неразрушающего контроля, включая ультразвуковой (корпус трубы и, дополнительно, металл шва, прикромочные зоны сварного соединения и концевые участки трубы), а также магнитопорошковый контроль механически обработанных торцов. Производится нанесение антикоррозионного покрытия на наружную поверхность труб. Применяются информационные технологии и автоматизированные системы в управлении производственными процессами при контроле качества и сопровождении труб. Используемая технология позволяет изготавливать газонефтепроводные трубы среднего диаметра в широком диапазоне марочного сортамента в соответствии с требованиями современных отечественных и зарубежных нормативных документов. Высокое качество и надежность выпускаемых газонефтепроводных труб подтверждены документами авторитетных центров сертификации, а также результатами проведенных натуральных испытаний образцов труб до разрушения. Трубы производства ПАО «Интерпайп НМТЗ» допущены к применению в системах магистральных газонефтепроводов в СНГ, а также в странах дальнего зарубежья полномочными органами аккредитации. Библиогр. 5, табл. 5, рис. 5.

Ключевые слова: газонефтепроводная труба, средний диаметр, производство, технология, подготовка кромок, высокочастотная сварка, локальная термообработка, неразрушающий контроль, сортамент, технические характеристики, испытания, сертификация, аккредитация

Производство газонефтепроводных труб способом высокочастотной сварки на Новомосковском трубном заводе (ПАО «Интерпайп НМТЗ») организовано в 1965 г. Освоенный в тот период технологический процесс изготовления — типичный при использовании способа высокочастотной (ВЧ) сварки, предусматривал размотку рулона массой до 20 т, правку, вырезку концевых участков и соединение смежных полос на стыковсварочной машине, обрезку боковых кромок дисковыми ножами, валковую формовку, сварку (с применением индукционного нагрева, оплавления и осадки кромок), удаление грата и разделение «бесконечной» трубы на мерные длины. В дальнейшем сваренные трубы подвергались объемной термической газоплазменной обработке по режиму нормализации, механической обработке торцов, необходимым операциям отделки, неразрушающему контролю, механическим и гидравлическим испытаниям.

За истекшие годы заводом накоплен значительный технологический опыт производства газонефтепроводных труб среднего диаметра. До 2005 г. способом ВЧ-сварки изготовлено более 20 млн т

газонефтепроводных труб диаметром от 159 до 530 мм по техническим условиям и стандартам бывшего СССР, а затем РФ, Украины и других стран, которые эксплуатируются в различных системах магистральных трубопроводов.

Тем не менее, в 90-х годах минувшего столетия в условиях перехода на рыночные отношения обозначились признаки отставания заводской технологии от передовых зарубежных. Падали объемы производства труб, затруднялась реализация изготавливаемой продукции на мировых рынках. Из-за ограниченных возможностей принятой системы неразрушающего контроля у некоторых потребителей возникали сомнения в надежности труб ВЧ-сварки.

С целью расширения сортамента, обеспечения требований современных мировых стандартов, снижения себестоимости, дальнейшего повышения качества, надежности и, как следствие, конкурентоспособности трубной продукции после 2005 г. выполнен комплекс мероприятий по существенному технологическому обновлению производства труб ВЧ-сварки на ПАО «Интер-



Рис. 1. Контроль параметров высокочастотной сварки трубы пайп НМТЗ». Модернизация технологического оборудования проведена с учетом передового зарубежного опыта и рекомендаций ИЭС им. Е. О. Патона. Новое технологическое оборудование поставлено предприятиями Австрии, Великобритании, США, ФРГ, Франции, Кореи, Голландии и Чехии.

В линии трубоэлектросварочного стана 159-530 модернизированы участки подготовки боковых кромок, формовки, сварки и удаления наружного и внутреннего грата, введена локальная термическая обработка сварного соединения. Организованы участки современного неразрушающего контроля и наружного антикоррозионного покрытия труб, введена автоматизированная система информационного обеспечения. Освоено производство труб дюймового ряда диаметром 355,9; 406,4; 508 мм и усовершенствована калибровка труб диаметром 530 мм.

В данной статье рассматривается современное состояние, технологические особенности, достижения и возможности производства газонефтепроводных труб ВЧ-сварки на указанном предприятии.

После модернизации технологического оборудования боковые кромки рулонной полосы фрезеруют. Кромкофрезерный станок обеспечивает снятие краевого слоя металла боковых кромок на ширину до 10 мм, в котором могут быть как технологические дефекты (заусеницы или сколы после обработки дисковыми ножами), так и дефекты металлургического производства (надрывы, расслоения, трещины-расщепления). Также при обработке кромок фрезерованием полностью устраняются структурная и геометрическая неоднородности поверхности кромок (пластическое смятие, сдвиг, скол), которые ранее оказывали дестабилизирующее влияние на процесс последующей сварки.

Кромкофрезерный станок позволяет получить точную ширину полосы по всей ее длине с допустимым отклонением $\pm 0,25$ мм, что обеспечива-

ет оптимальную ширину по всей длине полосы и, соответственно, повышает стабильность сведения кромок в закрытом калибре сварочной клетки. Благодаря этому улучшается качество шва и обеспечивается точность геометрических параметров труб. Кромкофрезерный станок оснащен автоматическим измерителем ширины полосы с выводом показаний на дисплей.

Вместо применявшегося ранее источника тока с частотой 10 кГц установлен новый сварочный генератор, обеспечивающий сварку труб токами с частотой 150 кГц. Это позволило стабилизировать процесс и выполнять сварку в соответствии с требованиями зарубежных стандартов [1]. Дополнительно повышенная частота тока сужает зону термического влияния и уменьшает глубину проникновения тока в изделие. Генератор оснащен автоматической интеллектуальной системой диагностики с возможностью графического отображения в режиме реального времени основных параметров процесса сварки — отбор мощности, напряжение, скорость сварки (рис. 1). При изготовлении труб осуществляется автоматическое управление параметрами процесса ВЧ-сварки на основе контроля температуры металла в зоне оплавления кромок с использованием лазерного и волоконно-оптического устройств. Автоматика позволяет существенно снизить негативное влияние отклонений в условиях сварки на параметры режима и качество сварного шва.

В зоне сварки установлена шовосжимающая пятивалковая клеть. Такая конструкция обеспечивает точность и стабильность геометрических параметров трубы за счет применения в закрытом сварочном калибре двух боковых, одного нижнего поддерживающего и двух прикромочных валков. Точность геометрии профиля трубы в сварочном калибре, в свою очередь, обеспечивает стабильность одного из важнейших параметров ВЧ-сварки — осадки кромок, а также исключает образование дефекта «смещение кромок» трубной заготовки. Пятивалковая сварочная клеть оснащена гратоснимателями, обеспечивающими качественное снятие наружного и внутреннего грата.

Установленная компьютерная система регистрирует в режиме реального времени (с возможностью вывода на печать) результаты ультразвукового контроля качества снятия внутреннего грата и толщины стенки в месте его удаления.

Взамен объемной внедрена технология локальной термообработки (ЛТО) сварного соединения труб при ширине зоны нагрева не менее 20 мм. Смонтированы новые автоматические среднечастотные индукционные установки (рис. 2). Режим нормализации при ЛТО обеспечивает снятие остаточных напряжений, перекристаллизацию

микроструктуры, что обуславливает повышение и стабильность механических свойств сварного соединения. Свойства основного металла трубы при ЛТО практически не изменяются, его высокие качественные показатели обеспечиваются технологией производства рулонного проката.

Оборудование линии термической обработки сварного шва труб оснащено автоматическими системами регулирования и контроля с целью стабилизации температуры нагрева с точностью ± 20 °С, а также радиального прослеживания расположения сваренного стыка в зоне регулирования (± 15 °).

Основанные на использовании современных информационных технологий указанные выше автоматизированные системы контроля, а также регулирования (стабилизации и регистрации) параметров производственных процессов являются неотъемлемой частью действующей на заводе ступенчатой системы технологического и сдаточного контроля труб.

Технологический контроль включает:

- входной контроль рулонной стали;
- визуальный контроль поверхности трубы;
- неразрушающий контроль сплошности сварного соединения и качества снятия грата в линии стана;
- отбор проб на загиб от пусковых труб при технологических переходах (изменение диаметра, толщины стенки, плавки стали);
- постоянный и периодический контроль процесса производства труб на каждом участке техническим персоналом цеха и ОТК, соответственно.

Сдаточный контроль предусматривает:

- неразрушающий контроль сплошности металла труб путем внешнего осмотра и использования физических методов. Новое оборудование для ультразвукового контроля позволяет проверять весь корпус трубы (рис. 3). Дополнительно производится УЗ-контроль металла шва и прилегающих к нему прикромочных зон, а также концевых участков труб. Посредством магнитопорошкового контроля оценивается сплошность поверхностей торцов труб;
- проверку механических свойств труб;
- металлографический контроль сварного соединения после локальной термической обработки;
- контроль геометрических параметров торцов и корпуса труб, в том числе участков снятия внутреннего и наружного грата;
- гидравлические испытания труб.

Внедрена автоматизированная система прослеживаемости, учета производства и контроля качества продукции. Новое оборудование позволяет проводить документирование технологических параметров процесса производства труб с привязкой к номеру каждой трубы. Фиксируют-



Рис. 2. Локальная термическая обработка сварного соединения трубы

ся диаметр, толщина стенки, марка стали; скорость сварки, отбираемая мощность и температура кромок в зоне оплавления; результаты технологического УЗ-контроля; температура термообработки сварного соединения; результаты гидравлических испытаний (давление, время выдержки, оценка прочности); результаты других сдаточных испытаний (механические, химические, неразрушающие).

Кроме того, система обеспечивает автоматизацию процесса получения достоверной и своевременной информации о состоянии производства продукции; выявление несоответствий параметров технологического процесса, качества продукции и оперативное принятие корректирующих действий; накопление и обработку статистических данных о качестве задаваемого в производство металла и выпускаемой продукции по различным критериям; документальное сопровождение выпускаемой продукции, оформление сертификатов качества в электронном и бумажном виде.

Антикоррозионные покрытия наносят на наружную поверхность труб диаметром от 114 до 530 мм, прошедших полный технологический цикл и признанных годными в ходе приемки. Изоляционные материалы применяют после проведения предварительных сертификационных испытаний. В зависимости от требований заказчика

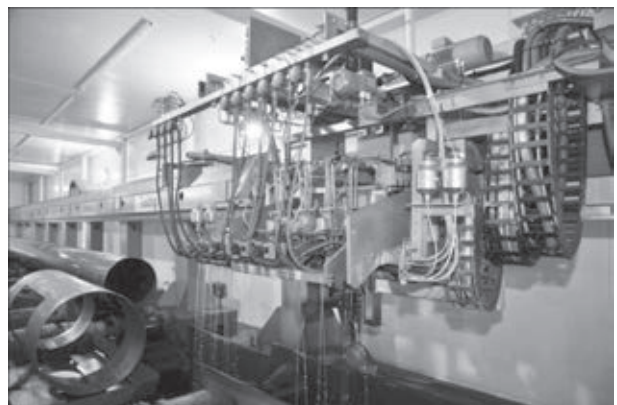


Рис. 3. Установка для ультразвукового контроля основного металла и сварного соединения трубы

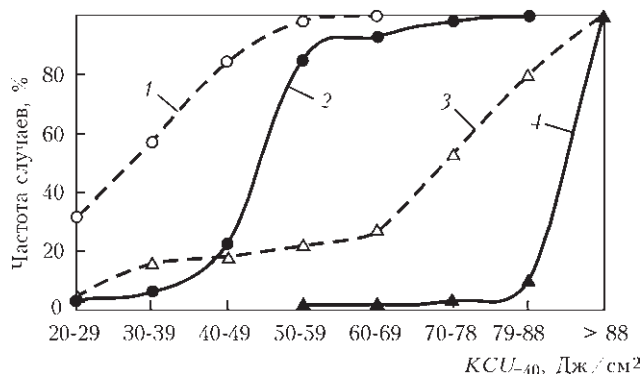


Рис. 4. Частотное распределение ударной вязкости *KCU* основного металла (2, 4) и металла сварного соединения (1, 3) ВЧ-труб, изготовленных из стали с различной массовой долей углерода и вредных примесей, мас. %: 1, 2 — 0,18 С; 0,30 Si; 0,015 S; 0,019 P; 3, 4 — 0,12 С; 0,49 Si; 0,004 S; 0,015 P

наносят антикоррозионные покрытия разного исполнения:

- однослойное эпоксидное покрытие толщиной до 800 мкм;
- двухслойное покрытие с применением слоев адгезива и полиэтилена при общей толщине покрытия от 1,8 до 5 мм;
- трехслойное покрытие на основе грунтовочного (эпоксидный праймер), адгезионного и полиэтиленового слоев. Общая толщина покрытия составляет от 2 до 5 мм.

Приемка труб с покрытиями производится с учетом проведения испытаний согласно установленным техническим требованиям. Результаты испытаний покрытий заносятся в сертификаты качества труб.

Выбор поставщиков материалов для антикоррозионных покрытий производится с учетом проведения широкого комплекса испытаний с целью определения показателей диэлектрической сплошности, адгезии к стали, площади катодного от-

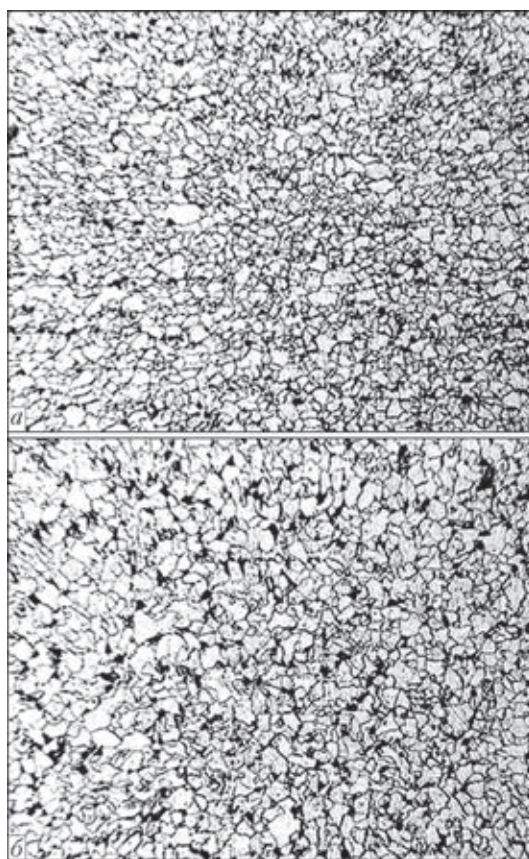


Рис. 5. Микроструктура (×200) основного металла (а) и металла шва сварного соединения (б) трубы класса прочности K52

слаивания, переходного сопротивления, стойкости к растрескиванию, устойчивости к термоциклированию и т. д. По заказам потребителей изготавливаются трубы с техническими характеристиками антикоррозионных покрытий, соответствующими требованиям отечественных или зарубежных стандартов.

Соответствие принятой на заводе системы обеспечения и управления качеством продукции тре-

Таблица 1. Результаты испытаний на растяжение основного металла труб

Исполнение, условный шифр труб	Марка стали, категория прочности, углеродный эквивалент, изготовитель	Типоразмер, мм (нормативный документ)	$\sigma_{\text{т}}$, МПа	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ_5 , %
Обычное А1	20, K42, $C_{\text{экр}} = 0,29$, ОАО ММК	426×6,0 (ТУ 14-3-377-99)	$\frac{359...374 (367)}{\geq 245}$	$\frac{503...508 (506)}{\geq 412}$	$\frac{34...35 (34,5)}{\geq 23}$
	L 360, MB, $C_{\text{экр}} = 0,33$, ОАО «Северсталь»	323,9×8,0 (EN 10208-2)	$\frac{360...416 (425)}{360...510}$	$\frac{478...537 (507)}{\geq 460}$	$\frac{30...34 (32)}{\geq 20}$
Повышенной прочности Б1 Б2	10Г2ФБЮ, K60, $C_{\text{экр}} = 0,34$, ОАО ММК	530×10,0 (ГОСТ Р 52079-2003)	$\frac{537...540 (539)}{\geq 451}$	$\frac{604...620 (612)}{\geq 590}$	$\frac{27...29 (28,0)}{\geq 20}$
	X70, $P_{\text{см}} = 0,16$, ОАО ММК	508×8,7 (API 5L PSL2)	$\frac{493...500(496,5)}{485...635}$	$\frac{618...635(626)}{570...760}$	$\frac{33...34(33,5)}{\geq 26}$
Хладостойкое В	09ГСФ, K52, MB, $C_{\text{экр}} = 0,30$, ОАО «Северсталь»	325×9,5 (ТУ 1303-006.3-593377520-2003)	$\frac{355...395 (375)}{353...510}$	$\frac{620...635 (628)}{\geq 510}$	$\frac{34...36 (35)}{\geq 20}$

Примечание. В табл. 1–5 в числителе приведены минимальные и максимальные, в скобках — средние, в знаменателе — нормативные значения показателя.

бованиям современных стандартов (ISO 9001: 2008, ДСТУ ISO 9001- 2009, ГОСТ Р ISO 9001-2008, спецификации API Q1, ISO 14001: 2009) подтверждено документами авторитетных центров сертификации Украины, ФРГ, США и РФ.

Использование рассмотренных технических решений позволило значительно расширить сортамент выпускаемых труб ВЧ-сварки с обеспечением их высокой эксплуатационной надежности. За последние годы в трубоэлектросварочном цехе завода неоднократно изготавливали газонефтепроводные трубы диаметром от 159 до 530 мм различного марочного сортамента, в том числе категорий прочности от L245 до L415 по EN 10208-2, В и от X42 до X70 по APL 5L PSL2 (сейчас ANSI/API Spec 5L/ISO 3183:2007), от K34 до K60 по стандартам или техническим условиям РФ и Украины.

Для производства газонефтепроводных труб используется рулонная полоса с оптимальными техническими характеристиками (химический состав, механические свойства, микроструктура, геометрические размеры, качество поверхности проката). Практика изготовления труб подтверждает целесообразность применения стали с пониженным содержанием углерода и вредных примесей для улучшения характеристик вязкости основного металла (ОМ) и металла сварного соединения (СС) (рис. 4) [2, 3]. Современные технологии металлургического производства позволяют получать рулонный прокат требуемого уровня прочности с мелкозернистой структурой при пониженном содержании углерода в стали [4, 5]. В частности, трубы класса прочности K52 изготавливают из стали типа 17Г1С-У с ограничением по содержанию углерода (не более 0,14%). Микроструктура ОМ и металла СС трубы из указанной стали показана на рис. 5.

В качестве примеров в табл. 1–4 представлены данные о технических характеристиках металла отдельных видов газонефтепроводных труб ВЧ-сварки современного производства ПАО «Интергаз НМТЗ». В табл. 5 — данные, характеризующие технические показатели антикоррозионного покрытия. Эти примеры подтверждают то, что после технологического обновления на пред-

Таблица 2. Результаты испытаний на растяжение и статический изгиб металла сварных соединений труб

Условный шифр труб	σ_b , МПа	Угол изгиба, град, сплющивание
A1	556...564 (560) ≥ 412	180 (трещин нет) Трещины не допускаются
A2	493...536 (514) ≥ 460	Сплющивание (трещин нет) Трещины не допускаются
B1	595...637 (598) ≥ 590	180 (трещин нет) Трещины не допускаются
B2	620...638(629) 570-760	Сплющивание (трещин нет) Трещины не допускаются
B	595...637 (598) ≥ 510	180 (трещин нет) Трещины не допускаются

Примечание. В табл.2-4 марка стали и типоразмер труб соответствуют указанным в табл.1.

приятии появилась возможность производства высококачественных труб ВЧ-сварки для раз-

Таблица 3. Результаты испытаний на ударную вязкость основного металла и металла сварных соединений труб

Условный шифр труб	Показатели ударной вязкости	Основной металл		Ударная вязкость металла сварного соединения
		ударная вязкость	доля вязкого излома, %	
A1	KCV_{-40} , Дж/см ²	60...73 (65) 34,3	Не проводились	55...83 (73) 24,5
A2	KV_0 , Дж	120...298 (209) ≥ 40	..	45...96 (70,5) ≥ 40
B1	KCV_0 , Дж/см ²	205...283 (248) 24,5	100	53...180 (91) 24,5
	KCV_{-40} , Дж/см ²	217...250 (233) 34,3	100	25...133 (70) 24,5
B2	KV_0 , Дж	127...140(132) ≥ 27	Не проводились	40...44 (41) ≥ 27
	KV_{-20} , Дж	47...57(53) ≥ 27	..	29...32 (31,0) ≥ 27
B	KCV_{-50} , Дж/см ²	135...190 (163) 59	85...95 (90) 50	230...250 (240) 59

Примечание. Для труб диаметром до 377 мм ударные испытания проводятся на продольных образцах.

Таблица 4. Результаты испытаний на коррозионную стойкость труб из стали 09ГСФ (условный шифр труб В)

Скорость общей коррозии, мм/год	Водородное растрескивание, %				Стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением (при $\sigma_{th}/\sigma_{0,2} \geq 0,7$)
	основной металл		металл сварного соединения		
	CLR	CTR	CLR	CTR	
$0,327702 \leq 0,5$	0 ≤ 6	0 ≤ 3	0 ≤ 6	0 ≤ 3	Разрушений нет Без разрушения образцов

Примечание. Здесь CLR, CTR – коэффициенты соответственно длины и толщины трещины; σ_{th} – напряжение испытания образцов на стойкость к сульфидному растрескиванию.



Таблица 5. Результаты испытаний антикоррозионных покрытий труб (изготовлены по ТУ У 27.2-05393139-017:2008)

Типоразмер, мм	Конструкция покрытия, материал (производитель)	Толщина покрытия, мм	Диэлектрическая сплошность, кВ	Прочность при ударе, Дж/мм	Адгезия к стали, Н/см
219×7,0	Двухслойная, адгезив «Тризолон 200U» (Германия); полиэтилен «Alcudia 380N» («Leuna Euro-Kommerz GmbH»)	2,7 2,0	Отсутствие пробоя (при $U = 18,5$ кВ) 5 кВ на 1 мм толщины	8,7/6,0 при $T = (-40 \pm 3)^\circ\text{C}$ 7,1/5,0 при $T = (20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 5,2/3,0 при $T = (60 \pm 3)^\circ\text{C}$	150/70 при $T = (20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 80/30 при $T = (60 \pm 3)^\circ\text{C}$
530×8,0	Трехслойная, эпоксидный порошок «Corgo-Coat EP-F 2002 HW», («Jotun Powder Coatings», Чехия); адгезив «Coesive L 8.92.8» («Materie Plastiche Bresciane», Италия); полиэтилен «Luxene HDPE 3450» («Materie Plastiche Bresciane», Италия)	3,4 2,2	Отсутствие пробоя (при $U = 22,5$ кВ) 5 кВ на 1 мм толщины	17,5/6,0 при $T = (-40 \pm 3)^\circ\text{C}$ 14,8/5,0 при $T = (20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 7,4/3,0 при $T = (60 \pm 3)^\circ\text{C}$	166/100 при $T = (20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 115/50 при $T = (60 \pm 3)^\circ\text{C}$

личных условий эксплуатации в магистральных газонефтепроводах.

Высокая работоспособность труб ВЧ-сварки, изготовленных на модернизированном стане, подтверждена результатами натурных гидравлических испытаний. В ИЭС им. Е. О. Патона проведены испытания патрубка (внутренним давлением), вырезанного из трубы 530×8 мм (сталь 17Г1С-У) в режиме малоциклового и последующего статического нагружения до разрушения. На первоначальном этапе нагружения испытания выполняли на базе 10 тыс. циклов при давлении 0,5...0,9 МПа (частота нагрузок 2 цикла в минуту). Далее труба разрушалась в ходе одноразового нагружения. Образец трубы выдержал циклические нагрузки без образования трещин и течей. В процессе статического испытания установлено, что при давлении 120 кгс/см² (11,8 МПа) начинается текучесть металла трубы. Давление разрушения составило 172 кгс/см² (16,9 МПа), что превысило эксплуатационное давление в 2,64 раза. Разрыв произошел в средней части образца на расстоянии 125 мм от сварного шва трубы.

Аналогичные испытания были проведены во ВНИИСТ (Москва). Испытуемая труба размером 530×10 мм категории прочности К60 выдержала 10 тыс. циклов нагружения при максимальной величине внутреннего гидравлического давления 90 кгс/см² (8,83 МПа), что соответствует условиям длительной работы трубопровода. Затем труба была доведена до разрушения, которое произошло по ОМ при давлении 223 кгс/см² (21,9 МПа), что создавало напряжение на уровне нормативного временного сопротивления разрыву ОМ.

Образцы ОМ и металла СС труб с повышенной коррозионной стойкостью, изготавливаемых из сталей марок 09ГСФ и 13ХФА, успешно прошли испытания в специализированных организациях — ООО «Самарский Инженерно-тех-

нический центр» и Научно-испытательный центр «Качество» (Днепропетровск). При этом оценивали стойкость к водородному растрескиванию, стойкость к сульфидному растрескиванию под напряжением, а также скорость общей коррозии. Указанные трубы применяют для обустройства промышленных месторождений ОАО ТНК и других компаний.

Возможность изготовления труб на уровне требований современных мировых стандартов, высокая работоспособность, обеспечение гарантий качества и надежности труб – все это послужило основанием для предоставления предприятию со стороны полномочных органов аккредитации, в том числе США, ЕС, РФ, права на поставку своей продукции в страны ближнего и дальнего зарубежья для строительства магистральных газонефтепроводов.

Выводы

1. Модернизация технологического процесса позволила ПАО «Интерпайп НМТЗ» расширить сортамент труб ВЧ-сварки, изготавливаемых для магистральных газонефтепроводов с учетом требований современных стандартов к их качеству. За последние годы заводом освоено производство и осуществляются регулярные поставки газонефтепроводных труб диаметром от 159 до 530 мм различного уровня прочности (с нормативным временным сопротивлением до 588 МПа) и назначения (обычного исполнения, хладостойких, коррозионностойких) в соответствии с требованиями стандартов ЕС, США, Украины, РФ и других стран. Полномочными центрами аккредитации заводу предоставлено право на поставку труб для систем магистральных газонефтепроводов, в том числе в страны дальнего зарубежья и РФ.

2. Повышенные гарантии стабильности качества труб ВЧ-сварки обеспечиваются на основе использования современного технологического оборудования, комплекса технологического и сдачного контроля, а также внедрения информационных технологий. Надлежащий технический уровень обеспечения и управления качеством продукции подтвержден документами авторитетных международных и отечественных центров сертификации.

1. *ANSI/API Spec. 5L/ISO 3183:2007: Specification for Line Pipe.* Ed. 44. 1 Oct. 2007; Eff. data 1 Oct. 2008.

2. *Повышение эксплуатационной надежности труб высокочастотной сварки для магистральных газонефтепроводов* / Ю. Н. Антипов, Е. В. Дмитренко, А. А. Коваленко и др. // Проб. прочности. – 2009. – № 5. – С. 147–153.
3. *Підвищення надійності труб для магістральних трубопроводів* / А. О. Рибаків, С. Є. Семенов, Т. М. Філіпчук, Л. В. Гончаренко // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин. – К.: ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАНУ, 2009. – С. 383–387.
4. *Разработка технологии производства рулонного проката из низколегированных сталей для электросварных труб* / С. В. Денисов, М. А. Молостов, П. А. Стеканов и др. // Сталь. – 2008. – № 7. – С. 65–68.
5. *Морозов Ю. Д., Зикеев В. Н., Филатов Н. В.* Разработка рулонных сталей для электросварных (ТВЧ) газонефтепроводных, обсадных и насосно-компрессорных труб повышенной прочности, хладо- и коррозионной стойкости // *Металлург.* – 2009 – № 10. – С. 58–60.

Поступила в редакцию 06.11.2013

Инновационные решения в сфере защиты технологического оборудования от газоабразивного износа с применением биметаллических листов SWIP®

24 января 2014 г. в городе Кривой Рог компания ООО «Стил Ворк» совместно с Академией горных наук Украины и Институтом электросварки им. Е. О. Патона провели презентацию инновационных решений в сфере защиты технологического оборудования от газоабразивного износа с применением биметаллических листов SWIP®. В ней приняли участие более 70-ти представителей металлургических и коксохимических предприятий, горно-обогатительных комбинатов и теплоэлектростанций Украины и России, а также ведущих научно-исследовательских и проектных институтов и организаций.



Во время проведения презентации были заслушаны доклады представителей Института электросварки им. Е.О. Патона, Академии горных наук Украины, ГП «Укрग्रипромез» и ГП «Гипрококс», которые ознакомили участников с особенностями газоабразивного износа, его видами, последствиями его воздействия, а также представили рекомендации по снижению негативных последствий данного вида износа с использованием передовых технологий и последних разработок. Представители ООО «Стил Ворк» ознакомили присутствующих с основными видами деятельности компании, производимой продукцией, а также поделились опытом защиты технологического оборудования от газоабразивного износа с использованием биметаллических листов SWIP®.

Кроме того, все участники имели возможность посетить завод «Стил Ворк», ознакомиться с его производственными мощностями, основным технологическим оборудованием, а также образцами готовой продукции, изготовленной из биметаллических листов для различных отраслей промышленности. Особый интерес у участников вызвал экспериментальный образец сварного ротора-нагнетателя Н7500 (эксгаустера), изготовленный на заводе «Стил Ворк».

Презентация вызвала широкий интерес в научных и производственных кругах, который обязательно перерастет в дальнейшее плодотворное сотрудничество.