

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **18468**

(13) **С1**

(46) **2014.08.30**

(51) МПК

C 21D 9/50 (2006.01)

C 21D 9/08 (2006.01)

C 21D 9/14 (2006.01)

B 23P 6/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ
КОЛЬЦЕВОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ МАГИСТРАЛЬНОГО
ТРУБОПРОВОДА**

(21) Номер заявки: а 20120202

(22) 2012.02.13

(43) 2013.10.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Полоцкий государственный уни-
верситет" (ВУ)

(72) Авторы: Снарский Андрей Стани-
славович; Янушонок Александр
Николаевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Полоцкий государственный
университет" (ВУ)

(56) RU 2226221 C1, 2004.

SU 1834905 A3, 1993.

RU 2074897 C1, 1997.

RU 2002130679 A, 2004.

RU 2241047 C2, 2004.

RU 2126453 C1, 1999.

SU 259099, 1970.

ВУ 15064 C1, 2011.

(57)

Способ восстановления ударной вязкости кольцевого сварного соединения труб из низкоуглеродистых или низколегированных сталей магистрального трубопровода, при котором осуществляют термическую обработку сварного соединения непосредственно на магистральном трубопроводе путем нагрева и охлаждения, **отличающийся** тем, что нагрев ведут до температуры 630-680 °С с выдержкой при этой температуре в течение 15-30 мин, а охлаждение проводят на спокойном воздухе.

Изобретение относится к области эксплуатации магистрального транспорта, в частности магистральных газонефтепроводов, и найдет применение для восстановления ударной вязкости действующих магистральных трубопроводов из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, проработавших длительное время.

Известен способ восстановления механических свойств металла труб, длительное время находившихся в эксплуатации магистрального трубопровода [1], заключающийся в вырезке образцов, их нагреве в защитной среде, в горячем и холодном деформировании и последующем низком отпуске.

Недостатком данного способа является невозможность его применения на действующем трубопроводе без его демонтажа. Кроме того, процесс восстановления ударной вязкости трубопровода сложный и энергоемкий.

Известен способ восстановления структуры и служебных свойств трубопроводов и их сварных соединений, выполненных преимущественно из низкоуглеродистых и низколегированных сталей [2], выбранный в качестве прототипа. Известный способ включает термическую обработку трубопроводов и их сварных соединений путем нагрева и охлаждения. Нагрев ведут до 900-1050 °С, а охлаждение осуществляют в защитной атмосфере со скоростью не менее 100 °С/ч.

ВУ 18468 С1 2014.08.30

ВУ 18468 С1 2014.08.30

Недостатком известного способа является его высокая энергоемкость за счет высокой температуры нагрева и сложность в осуществлении процесса восстановления из-за необходимости создания в полевых условиях защитной атмосферы, препятствующей окислению металла, необходимость многократного нагрева с контролируемой высокой скоростью охлаждения, а также невысокий уровень восстановления ударной вязкости, определяющей надежность всей конструкции.

Задачей изобретения является повышение надежности, снижение энергоемкости и упрощение процесса восстановления ударной вязкости кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, проработавших длительное время.

Поставленная задача достигается тем, что способ восстановления ударной вязкости кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов включает термическую обработку непосредственно на магистральном трубопроводе путем нагрева и охлаждения. При этом нагрев ведут до температуры 630-680 °С с выдержкой в течение 15-30 мин, а охлаждение проводят на спокойном воздухе.

Отличительными признаками заявляемого способа являются иные режимы проведения операций нагрева и охлаждения при термической обработке кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов.

Определение оптимальных параметров температуры нагрева и времени выдержки проводилось на магистральном нефтепродуктопроводе "Унеча-Дисна", находящемся в эксплуатации с 1964 года, и магистральном нефтепродуктопроводе "Стальной Конь-Запад", находящемся в эксплуатации с 1966 года, а апробация способа проводилась на магистральном нефтепроводе "Сургут-Полоцк", находящемся в эксплуатации с 1981 года, которые спроектированы на рабочее давление 64 кг/см². Диаметр труб магистральных трубопроводов, подвергавшихся испытаниям, составлял 377, 530, 720 и 1020 мм, толщина стенки составляла от 7 до 11 мм, материал труб - низкоуглеродистые и низколегированные стали: Сталь 20, Сталь 17ГС, Сталь 10Г2С1, Сталь 14ГН, Сталь 19Г, Сталь 14ХГС.

Определение оптимальных параметров (время и температура) восстановления ударной вязкости сварных соединений проводили при температурах 580, 630, 680 и 730 °С с выдержкой в течение 15, 30 и 60 мин. Испытания и определение значений ударной вязкости кольцевых сварных соединений определялись в соответствии с ГОСТ 9454 [3]. Результаты испытаний приведены в таблице.

Температура, °С	Время выдержки, мин	Ударная вязкость КСУ ⁻⁴⁰ , Дж/см ²	Увеличение ударной вязкости КСУ ⁻⁴⁰ , %
Исходный образец	-	131,1	-
580	15	151,7	15,7
580	30	154,4	17,8
580	60	153,3	17
630	15	164,4	25,4
630	30	177,5	35,4
630	60	183,3	39,8
680	15	194,4	48,3
680	30	203,3	55,1
680	60	208,3	58,9
730	15	190	44,9
730	30	195	48,7
730	60	194,4	48,3

Как видно из таблицы, оптимальными параметрами является температура 630-680 °С, при которой достигается максимальный эффект прироста ударной вязкости. Увеличение температуры нагрева приводит к некоторому снижению ожидаемого эффекта при увели-

ВУ 18468 С1 2014.08.30

чении энергозатрат на нагрев соединения. Время выдержки в меньшей мере влияет на изменение ударной вязкости, но в целом с увеличением продолжительности термической обработки наблюдается увеличение ударной вязкости сварного соединения. Наиболее существенный прирост происходит при увеличении времени выдержки с 15 до 30 мин. Дальнейшее увеличение до 60 мин приводит к меньшему росту ударной вязкости, а в некоторых случаях и к незначительному снижению по сравнению с 30-минутной обработкой при двукратном росте энергозатрат на поддержание необходимой температуры.

Апробация способа проводилась на магистральном нефтепроводе "Сургут-Полоцк" ОАО "Полоцктранснефть Дружба" диаметром 1020 мм. Предполагаемый способ осуществлялся следующим образом:

освобожденный от нефти участок магистрального трубопровода очищался от изоляции;

проводился контроль качества сварных соединений неразрушающим косвенным методом: измеряется твердость, размеры отпечатка пирамидального индентора (метод Виккерса) и расчет значений ударной вязкости [4]. Средние значения твердости по методу Бринелля составили:

для основного металла - 165 НВ;

для зоны термического влияния - 189 НВ;

для сварного шва - 194 НВ.

Среднее расчетное значение ударной вязкости составило 0,63 МДж/м²;

производилась установка электронагревателей сопротивления и теплоизоляции (минеральной ваты) на кольцевое сварное соединение магистрального трубопровода;

осуществлялся нагрев сварного соединения до 680 °С с выдержкой в течение 30 мин и охлаждение на спокойном воздухе. Скорость нагрева до расчетной температуры составила 300 °С/ч. Температурный режим контролировался автоматическим самопишущим потенциометром;

осуществлялся демонтаж теплоизоляции и нагревательного устройства;

проводился повторный контроль качества сварных соединений с целью оценки результатов обработки. Средние значения твердости по методу Бринелля составили:

для основного металла - 137 НВ;

для зоны термического влияния - 154 НВ;

для сварного шва - 167 НВ.

Среднее расчетное значение ударной вязкости составило 0,94 МДж/м².

Таким образом, рост ударной вязкости, во многом определяющий надежность конструкции, в результате термической обработки кольцевого сварного соединения составил 49 %, что подтвердило эффективность способа при применении его на полномасштабных образцах. В прототипе повышение механических свойств составило около 20 %, что гораздо ниже полученных нами результатов.

Сравнить энергозатраты можно исходя из времени, необходимого для работы электронагревателей при проведении термической обработки. Приняв скорость нагрева 300 °С/ч в соответствии с рекомендациями [5], для проведения термической обработки по предложенному способу необходимо не более 2,8 ч работы электронагревателей, а для осуществления термической обработки по способу, указанному в прототипе, требуется не менее 3,7 ч (при условии нагрева до минимально указанной в прототипе температуры 900 °С и последующего повторного однократного нагрева с максимально высокой указанной температуры 700 °С). Следовательно, предложенный способ является менее энергоемким по сравнению с прототипом.

Реализация предлагаемого способа не предполагает многократного нагрева и контролируемой высокой скорости охлаждения, а также необходимости создания защитной атмосферы.

Таким образом, достигнута поставленная задача изобретения - повышение надежности, снижение энергоемкости и упрощение процесса восстановления ударной вязкости

ВУ 18468 С1 2014.08.30

кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, проработавших длительное время.

Источники информации:

1. Патент Российской Федерации 2226221, МПК⁷ С 21D8/00, С 21D9/08, В23Р 6/00, 2004.
2. Патент СССР 1834905, МПК С 21D 9/08, 9/50, 1993.
3. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах: ГОСТ 9454-78. - М.: Изд-во стандартов, 1978. - 15 с.
4. Заявка а20050386 на получение патента Республики Беларусь, 2006.
5. Трубопроводы стальные технологические термическая обработка сварных соединений. Типовой технологический процесс. ОСТ 36-50-86. Введ. 06.03.86. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 28 с.