

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА МОНТАЖА

М.И. ДАВЫДЕНКО, Ю.Э. ЯРОСЛАВОВА, М.Н. НАЗАРОВА

Санкт-Петербургский горный университет

E-mail: Mishelloooh@yandex.ru

Сварка встык характеризуется необходимостью использования дополнительных источников нагревания, действие которых временно, значительно увеличивающей вероятность образования трещин разгрузки и усадки, кроме того, усадочных раковин, образующихся при резком охлаждении (проведение сварки при низких, отрицательных температурах). [1] Перегрев свариваемых деталей значительно увеличивает напряжения в околошовной зоне, что приводит к снижению сроков эксплуатации данного шва и необходимости проведения мероприятий по ликвидации дефектов.

Сварка с помощью соединительных деталей с закладными нагревателями. Некачественная циклевка может привести к нарушению контакта и образованию пор, которые под влиянием давления газа будут подвержены разрастанию, создавая утечку. Недостаточное обезжиривание приведет к попаданию в состав сварного шва инородных частиц, а, следовательно, к нарушению сплошности сварного шва [2].

Итак, на основании вышеизложенного материала, можно сделать вывод о необходимости включения качества сварки в основной критерий оценки состояния полиэтиленовых труб.

Из доклада А.Н.Шевченко (ООО «Газпром межрегионгаз») по анализу утечек газа в сварных швах на полиэтиленовых газопроводах сформулированы следующие положения [3]:

1. Вероятность возникновения аварий на трубах со сварными швами, полученными с помощью закладных нагревателей больше, чем в сварных швах, полученных сваркой встык;
2. Характер почвы и грунтов оказывает существенное влияние на возникновение дефектов в подземных трубопроводах и значительно влияет на аварийность трубопроводов;
3. Использование труб в агрессивных средах, с повышенной активностью геологических процессов и сейсмичностью может привести к нарушению непрерывности процессов газоснабжения, возникновению загазованности и последующему взрыву.

Общий процент выявленных утечек в стыках с нагретым инструментом составил 2,08%, а для сварных швов с закладными нагревателями – 3,24 % (превышение в 1,6 раз).

Коэффициент качества сварного соединения полиэтиленовых газопроводов диаметром от 63 до 280 мм с SDR=11 определяется произведением всех коэффициентов надежности по результатам каждого испытания для швов каждого вида.

Испытания на осевое растяжение считаются положительными при количестве образцов, разрушение которых носит пластический характер (N), равному 80% от общего числа образцов, однако, при полном отсутствии образцов, разрушение которых носит хрупкий характер (m). Чем больше количество разрушений, отнесенных хрупкому разрушению, тем меньше надежность сварного шва. Коэффициент надежности шва по результатам испытания на осевое растяжение:

$$k_{\text{раст}} = N^{1-m} \quad (1)$$

Оптимальным значением коэффициента надежности $k_{\text{раст}} = 0,8$ [4].

Общая формула для вычисления коэффициента надежности шва по результатам ультразвукового контроля (УЗК) будет иметь вид:

$$k_{\text{УЗК}} = Sh/def \quad (2)$$

где Sh – количество подверженных УЗК сварных швов; def – количество обнаруженных в сварных швах дефектов. Согласно [5] среднее число допустимых одиночных дефектов в сварных швах не больше шести на пяти образцах. Оптимальное значение $k_{УЗК} = 5/6 = 0,83$.

Надежность по результатам пневматических испытаний определяется величиной обратной превышению фактического перепада давления ($\Delta P_{факт}$) над допустимым ($\Delta P_{доп}$). Чем больше эта величина, тем надежней шов (с учетом количества обнаруженных утечек – m). Коэффициент надежности по результатам пневматических испытаний:

$$k_{пнев} = (\Delta P_{доп} / \Delta P_{факт})^{\frac{1}{1+m}}, \quad (3)$$

Оптимальное значение коэффициента $k_{пнев} = 1$. Тогда оптимальное значение коэффициента качества для сварного шва, полученного сваркой встык (по формуле 1):

$$K_{встык} = k_{раст} \cdot k_{УЗК} \cdot k_{пнев} = 0,8 \cdot 0,83 \cdot 1 = 0,664$$

Для швов, полученный с помощью закладных нагревателей (нагревательный элемент ТР 125), результат испытания на сплющивание считается положительным, если отношение длины шва, не подвергнутой отрыву, к общей начальной длине шва, не превышает 40 % [4]. Формула для $k_{спл}$ имеет вид:

$$k_{спл} = \left(\frac{\sum_i^M l_i^{отр}}{L_i} \right) / M \quad (4)$$

где $l_i^{отр}$ – длина i -ого сварного шва, не подвергнутой отрыву; L_i – общая длина i -ого сварного шва, где наблюдался отрыв; M – количество образцов с отрывом. Тогда $k_{спл} \leq 0,4$.

Результат испытания на отрыв считается положительным, если не менее 80 % образцов имеют пластичный или частично пластичный характер разрушения (хрупкое разрушение недопустимо), коэффициент надежность по результатам испытания на отрыв:

$$k_{отр} = N^{1-n}, \quad (5)$$

где N – количество сварных швов (в д. ед.), разрушение которых носит полностью или частично пластичный характер, n – число образцов, чье разрушение носит хрупкий характер. Оптимальное значение $k_{отр} = 0,8$ [4, 6].

Оптимальное значение коэффициента качества сварных швов, полученных с помощью закладных нагревателей:

$$K_{ЗН} = k_{спл} \cdot k_{отр} \cdot k_{пнев} = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

Таким образом, для определения качества используемого сварного шва, по результатам проведенных испытаний необходимо определить величину коэффициента качества для соответствующего вида и сравнить его с оптимальным. Если полученное значение больше либо равно оптимального, то сварной шов можно считать качественным.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 12176-1–2011 Сварка нагретым инструментом встык.
2. ГОСТ Р ИСО 12176-2–2011 Сварка с закладными нагревателями.
3. Доклад А.Н. Шевченко О проработке проблемных вопросов контроля качества сварных соединений полиэтиленовых труб в рамках деятельности рабочей группы НТС.
4. СП 42-105-99 Контроль качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов.
5. СТО Газпром 2-2.4-083-2006.
6. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.