

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВАРКИ АРМИРОВАННЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУФТ С ЗАКЛАДНЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

А.И. Левин, Ф.И. Бабенко, Ю.Ю. Федоров, С.П. Федоров, А.В. Поселъская
Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск, Россия

Технико-экономические расчеты и проведенные опытно-промышленные работы в Западной Сибири показывают, что широкое внедрение и применение армированных полиэтиленовых труб серии В для внутри- и межпоселковых газопроводов позволит и позволяет в 2-2,5 раза сократить затраты на монтаж, ускорить строительство и существенно снизить эксплуатационные расходы [1].

В настоящее время существует необходимость дополнения исследований, проводимых в условиях европейской части России и Сибири, результатами испытаний сварных соединений в климатических и грунтовых условиях Республики Саха (Якутия).

Сварка армированных полиэтиленовых труб (АПТ) состоит из двух этапов: создание стыкового соединения с последующей электромуфтовой сваркой. Особенностью стыкового сварного соединения АПТ является предварительная выборка концов армировки на кромке трубы (по торцам отрезков труб, как показано на рис. 1) которая осуществляется специальной фрезой; при этом концы армировки срезаются на глубину 1,5 – 2,0 мм.

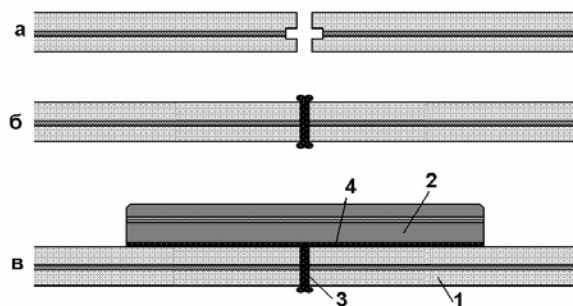


Рисунок 1 – Этапы создания сварного соединения АПТ: а) предварительная выборка концов армировки на торцах труб; б) сварка встык; в) окончательная муфтовая сварка. 1 – АПТ; 2 – электромуфта; 3 – стыковое соединение; 4 – электромуфтовое соединение.

Качество сварного муфтового соединения в соответствии с ISO 13954 [2] и СП 42-103-2003[3] оценивают внешним осмотром, а также гидравлическими и механическими испытаниями. При механическом испытании сварного соединения применяют сплющива-

ние и исследование степени расслоения при приложении растягивающих напряжений на образец.

Для выявления информативности принятых методов испытаний проведена экспериментальная оценка качества сварного муфтового соединения по схемам ISO 13954 и СП 42-103-2003. Исследование по оценке качества сварных муфтовых соединений выполнялись на образцах труб диаметром 140 мм.

Образцы были изготовлены специалистами "Стройсельгазификация" в соответствии с нормами СНиП 3.05.02 и СП 42-103-2003, сварочные работы проведены при присутствии представителя поставщика трубы и муфты ООО "Запсибтехнология".

Для определения стойкости муфтовых соединений к сплющиванию и испытаний по ISO 13954 образцы изготавливаются [4], из образца сварного муфтового соединения (рисунок 2.), в виде образцов сегментов (рисунок 3).

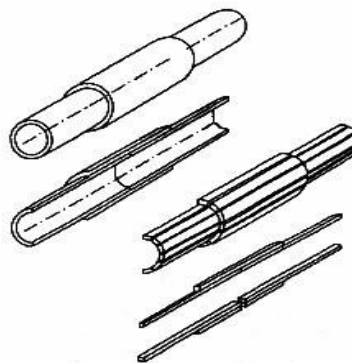


Рисунок 2 – Схема подготовки образцов к различным видам испытаний



Рисунок 3 – Общий вид образцов-сегментов сварных муфтовых соединений

Испытания на сплющивание были проведены при комнатной температуре 21°C и при температуре -30°C на испытательной машине ZD-10. Скорость нагружения составила: 100 мм/мин. Схема испытаний образцов – сегментов на сплющивание представлена на рис. 4.

Согласно методики испытаний на сплющивание образец устанавливается между обжимными плитами и производится сближение обжимных плит до тех пор, пока расстояние между ними не сократится до удвоенной толщины стенки трубы.

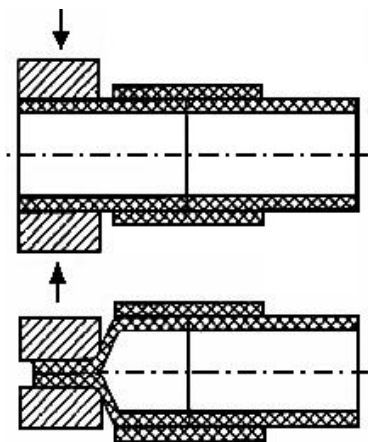


Рисунок 4 – Схема испытаний образцов – сегментов на сплющивание

Визуальным осмотром образцов - сегмента после испытания при комнатной и - 30°C в зоне сварного муфтового соединения следов отрыва трубы от муфты не обнаружено. Произошло отслаивание между внутренним и средним армирующим слоем самой трубы, вид которой представлен на рисунке 5.

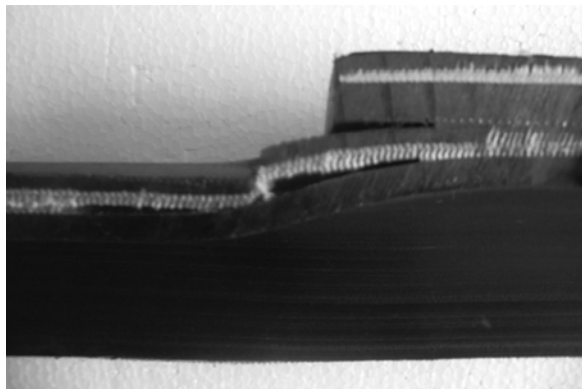


Рисунок 5 – Место расслоения трубы между внутренним и средним армирующим слоем.

Испытания сварных муфтовых соединений на сплющивание по СП 42-105-99 [5] не выявляет нарушений технологии сварки и полной информации о прочности этих соединений не дает.

При испытании по ISO 13954 определяется когезия муфтовых соединений армированных полиэтиленовых труб путем исследования степени расслоения муфтового соединения при приложении растягивающих напряжений на образец в условиях, приближенных к условиям эксплуатации (рисунке 6).

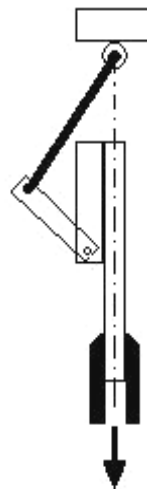


Рисунок 6 – Схема испытаний образцов по ISO 13954

Образцы муфтовых соединений армированных полиэтиленовых труб получили путем выпиливания сегментов из патрубка, которые составляют 1/16 часть трубы, ширина вырезанных образцов-сегментов составила 17-24 мм.

Эксперимент проводился на испытательной машине UTS-20K, при скорости 20 мм/мин. Испытания образцов проводились при температуре 21°C и при низких температурах -30°C.

Испытание образцов по ISO 13954 при комнатной температуре выявляет частичное нарушение сплошности в муфтовых соединениях армированных полиэтиленовых труб. При этом процент расслоения составляет 36-47% (рисунок 7).

ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СВАРКИ АРМИРОВАННЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУФТ С ЗАКЛАДНЫМИ НАГРЕВАТЕЛЯМИ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

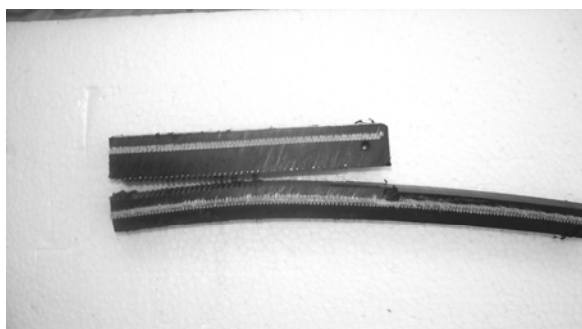


Рисунок 7 – Вид разрушенного образца при +21°C

При низких температурах -30°C наблюдается хрупкое разрушение элементов сварных муфтовых соединений (рис.8) при первоначальном подрасте трещины до ширины 3÷7 витков (5÷12 мм). При этом максимальная нагрузка разрушения (0,751÷0,981 кН) выше нагрузки разрушения при нормальных температурах (0,565÷0,731 кН).

Методика испытаний по ISO 13954 при низких температурах -30°C не дает полную информацию о прочности муфтовых соединений армированных полиэтиленовых труб.

Для определения качества муфтовых соединений армированных полиэтиленовых труб следует применять специальные методики. В настоящее время в лабораториях института разрабатываются и апробируются разные методики.

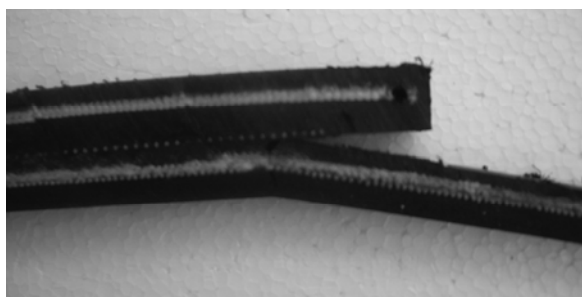


Рисунок 8 – Вид разрушенного образца при -30°C

В техническом условии ТУ 2248-003-35323946-2003 [6] предусмотрено проведение испытаний по оценке прочности связи между наружными и внутренними слоями трубы (рис.9).

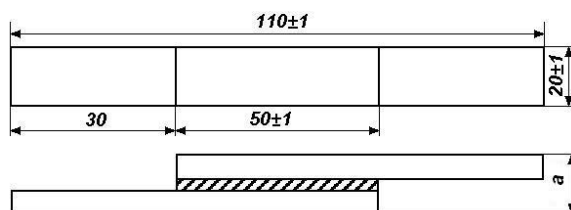


Рисунок 9 – Общая схема и размеры образца, где $a=15,5$ мм (толщина стенки трубы).

По аналогии с этими испытаниями были проведены исследования прочности связи расплавленного слоя муфтового сварного соединения.

Первая схема испытаний на растяжение сегмента образца с удалением стыкового сварного соединения армированной трубы (срез сегментов) (рис. 10 а). Вторая схема испытаний на растяжение образца (испытание на срез по линии сплавления муфтового сварного соединения) (рис.10б). Образец имеет надрезы со стороны трубы и муфты до линии сплавления сварного шва. Длина рабочей части образца 50 мм. Третья схема испытаний на растяжение сегмента образца (испытание на срез по линии сплавления муфтового сварного соединения и армирующего слоя трубы) (рис.10в). Образец имеет надрез со стороны трубы до линии сплавления сварного шва и часть трубы удален.

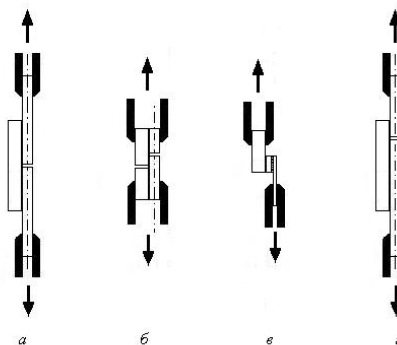


Рисунок 10 – Схемы испытаний на растяжение

Со стороны муфты также произведен надрез до армирующего слоя трубы, часть муфты и верхний слой трубы удалены. Длина рабочей части образца 50 мм. Четвертая схема испытаний на растяжение сегмента образца (испытание на срез по линии сплавления муфтового сварного соединения) (рис.10 г). Образец имеет надрез со стороны трубы до линии сплавления сварного шва на расстоянии 50 мм. Длина рабочей части образца 50 мм.

Испытание по схеме 1 показывает, что при кратковременном испытании на срез сегментов зона сплавления сварного шва прочнее трубы, при этом по линии сплавления сварного шва образовалась трещина длиной 11,1 мм. Испытание по схемам 2 и 3 показывает, что сварной шов прочнее, чем армирующий слой трубы. При этом по линии сплавления сварного шва образовались трещины до 6 мм. При испытании на срез образца с рабочей частью длиной 50 мм по схеме 4 произошло разрушение вдоль сварного расплава муфты и трубы. От стороны края муфты образовалась хрупкая трещина глубиной 7,0 мм. Во всех испытаниях по схемам 2, 3 и 4 условие прочности по ТУ 2248-003-35323946-2003 выполняется, т.е. в соответствии с техническими условиями на трубы прочность связи между наружным и внутренними слоями труб должно быть не менее 1,4 кН.

Испытания по этим схемам не дают полной информации о прочности сварного шва и является качественным и дает информацию о прочности зоны сплавления сварного шва по сравнению элемента трубы.

Выводы:

- Испытания сварных муфтовых соединений на сплющивание по СП 42-105-99 не выявляет нарушений технологии сварки и полной информации о прочности этих соединений не дает.
- Испытания образцов по ISO 13954 при комнатной температуре выявляет частичное нарушение сплошности в муфтовых соединениях армированных полиэтиленовых труб. При этом процент расслоения составляет 36-47%.
- При низкотемпературных (-30°C) испытаниях образцов, наблюдается хрупкое разрушение элементов трубы при первоначальном подрасте трещины до ширины 3-7 витков. При этом максимальная нагрузка раз-

рушения выше нагрузки разрушения при нормальных температурах. Методика испытаний по ISO 13954 при низких температурах -30°C не дает полную информацию прочности муфтовых соединений армированных полиэтиленовых труб.

- В результате проведенных исследований предложена, основанная на аналогии между методами испытаний сварных и клеевых муфтовых соединений расчетно-экспериментальная методика прогнозирования долговечности муфтового сварного соединения по результатам кратковременных испытаний на прочность в широком температурно-скоростном диапазоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Тарасенко В.И., Чупин В.Н., Павельев Н.Д. Опытнo-промышленная эксплуатация газопровода из ПЭ100 на давлении 1,2 МПа продолжается // Полимергаз. – 2003. – №3. – С. 32-35.
2. ISO 13954 Plastics pipes and fittings – Peel decohesion test for polyethylene electrofusion assemblies.
3. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
4. Соколов В.А., Красников М.А. Вопросы оценки качества сварки полиэтиленовых труб с применением муфт с закладными нагревателями // Трубопроводы и экология. – 2004. – №2. – С.7-8.
5. СП 42-105-99 Контроль качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов.
6. ТУ 2248-003-35323946-2003. Трубы полиэтиленовые, армированные синтетическими и базальтовыми нитями.