

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ АРМИРОВАННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИМИ НИТЯМИ ТРУБ В НЕФТЕГАЗОВОМ КОМПЛЕКСЕ

Авторы: Пепеляев В.С.(директор), Тараканов А.И. (зам. директора), ООО «Технология композитов» г. Пермь

Коррозионностойкие полиэтиленовые трубы, усиленные стальной арматурой:

- МПТ (металлопластовые трубы) - сварным проволочным каркасом,
- ГПМТ (гибкие полимерно-металлические трубы) - витой стальной лентой или проволокой,

применяются в нефтегазовом комплексе как альтернатива стальным трубам. Однако практика эксплуатации трубопроводов из этих труб показала, что в ряде случаев не удается избежать коррозии армирующих элементов [1, 2, 3].

Трубы нового поколения армируются коррозионностойкими высокопрочными синтетическими нитями. Достаточно известны трубы производства ООО «Технология композитов» серии В, армированные полиэфирными нитями [4, 5, 6, 7]. Трубы сертифицированы, на них выданы Ростехнадзором России разрешения на применение в нефтегазовой промышленности и с системах газораспределения, а также получено Санитарно - эпидемиологическое заключение о возможности применения труб в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Разработана технология непрерывного производства полиэтиленовых армированных синтетическими нитями труб (ПАСНТ) и экструзионная линия, включающая

Экструдер для изготовления внутреннего слоя, вертлюги для обмотки внутреннего слоя нитью и боковой экструдер для нанесения наружного полиэтиленового слоя. Годовой объем производства до 2,4 тысяч тонн или 500 км трубы диаметром 110 мм. Линия позволяет изготавливать трубы с наружным диаметром от 63 до 160 мм.

Условия применения

Трубы предназначены для строительства трубопроводов с рабочим давлением до 4,0 МПа при температуре транспортируемого продукта от -15° до +60°С.

Расчетный срок эксплуатации на нефтепромыслах 25 лет, в системах водоснабжения и газораспределения – до 50 лет.

Трубопроводы из ПАСНТ предназначены для транспортирования нефтегазоводяных эмульсий, нефтяного попутного газа, пластовой и хозяйственно-питьевой воды и природного газа при давлении 1,2 МПа.

Коррозионная стойкость

В ПАСНТ используется полиэтилен ПЭ80 и полиэфирные нити, которые обладают высокой стойкостью к агрессивным веществам, транспортируемым по нефтепромысловым трубам (нефть, нефтяной попутный газ, пластовые и сточные воды, в том числе с большим содержанием сероводорода, кислорода, углекислого газа и др.), и содержащимся в грунте. Стальные трубопроводы с наружной и внутренней антикоррозионной защитой по этому параметру усту-

пают ПАСНТ, превосходя их по стоимости. Например, цена трубы с полимерными покрытиями (ППТ) ОАО «Татнефть» 550 руб./м (с НДС и в ценах 2006 г.), а ПАСНТ – 487 руб./м.

Являясь диэлектриками, полиэтилен и полиэфирные нити, не подвержены действию блуждающих токов, в отличие от стальных трубопроводов и не нуждаются в станциях электрохимической защиты.

Внутренняя поверхность ПАСНТ не подвержена коррозии и зарастанию карбонатными отложениями, в отличие от стальной трубы, пропускная способность которой может снижаться через 5 лет эксплуатации на 10...48%, через 10 лет – на 14...57% и через 20 лет – на 20...68%, в зависимости жесткости воды [8].

Трубопроводы из ПАСНТ обычно прокладывают подземно, т.к. полиэтилен чувствителен к ультрафиолетовому излучению. В случае необходимости в материал наружного слоя вводятся светостабилизирующие добавки.

Пропускная способность

Пропускная способность ПАСНТ не только не уменьшается со временем, но и растет в процессе эксплуатации за счет увеличения диаметра проходного сечения, обусловленного явлениями ползучести в полиэтилене и полиэфирных нитях. При расчетном сроке эксплуатации 25 лет внутренний диаметр может (при постоянном давлении 2,5 МПа) вырасти на ≈5%, а площадь поперечного сечения вырасти на ≈10%.

Кроме того, пограничный слой внутренней поверхности полиэтиленовой трубы со временем за счет гидратации или набухания от контакта с углеводородами, становится более пластичным и гладким, что снижает гидравлическое сопротивление [8].

Поэтому ПАСНТ можно выбирать с меньшим внутренним диаметром, чем у стальных труб.

Гидроабразивная стойкость

Трубы из полиэтилена высокой плотности имеют высокую гидроабразивную стойкость по сравнению с трубами из других полимеров. Результаты испытаний полиэтиленовых и стальных труб, в которой гидроабразивная среда (кварцевый песок + вода, содержащая 25 % объема песка), прогонялась через трубы со скоростью 5,4 м/с, показали, что износ за единицу времени в стальных трубах приблизительно в 2.5 раз больше чем в трубах полиэтилена. Испытания, проведенные с целью определения влияния изгибов трубопроводов на относительный износ, показали, что сопротивление гидроабразивному износу полиэтилена в 4 раза выше, чем у стали. Эти испытания проводились абразивными средами с 7 % и с 14 % содержанием по объему кварцевого песка, со средней скоростью потока 6,9 м/с [9].

Физико-механические характеристики

ПАСНТ обладают высокой *гибкостью*: радиус изгиба должен быть не менее 20 наружных диаметров (для сравнения, у МПТ труб этот параметр равен 240, у стеклопластиковых - 500). Это позволяет сворачивать их в бухты. Поставка труб с наружным диаметром от 63 мм до 125 мм производится в бухтах длиной от 400 до 200 м, соответственно. Это снижает количество соединений в

трубопроводе в 15...30 раз и существенно снижает время строительства трубопровода.

За счет гибкости трубопроводы из ПАСТ способны выдерживать подвижки грунта, вызванные при землетрясениях, пучении и просадки грунта, что повышает их живучесть.

Следует отметить высокую **податливость** ПАСНТ и в окружном направлении, что позволяет им выдерживать замерзание воды без снижения несущей способности после оттаивания. Кроме того, значительно снижается давление гидравлических ударов по сравнению со стальными и стеклопластиковыми трубами, а также МПТ и ГПМТ.

Материалы ПАСНТ высокой **ударной вязкостью**, что делает их малочувствительными к ударам, царапинам и забоинам на наружной поверхности, быстрому и медленному распространению трещины (ГОСТ Р 50838).

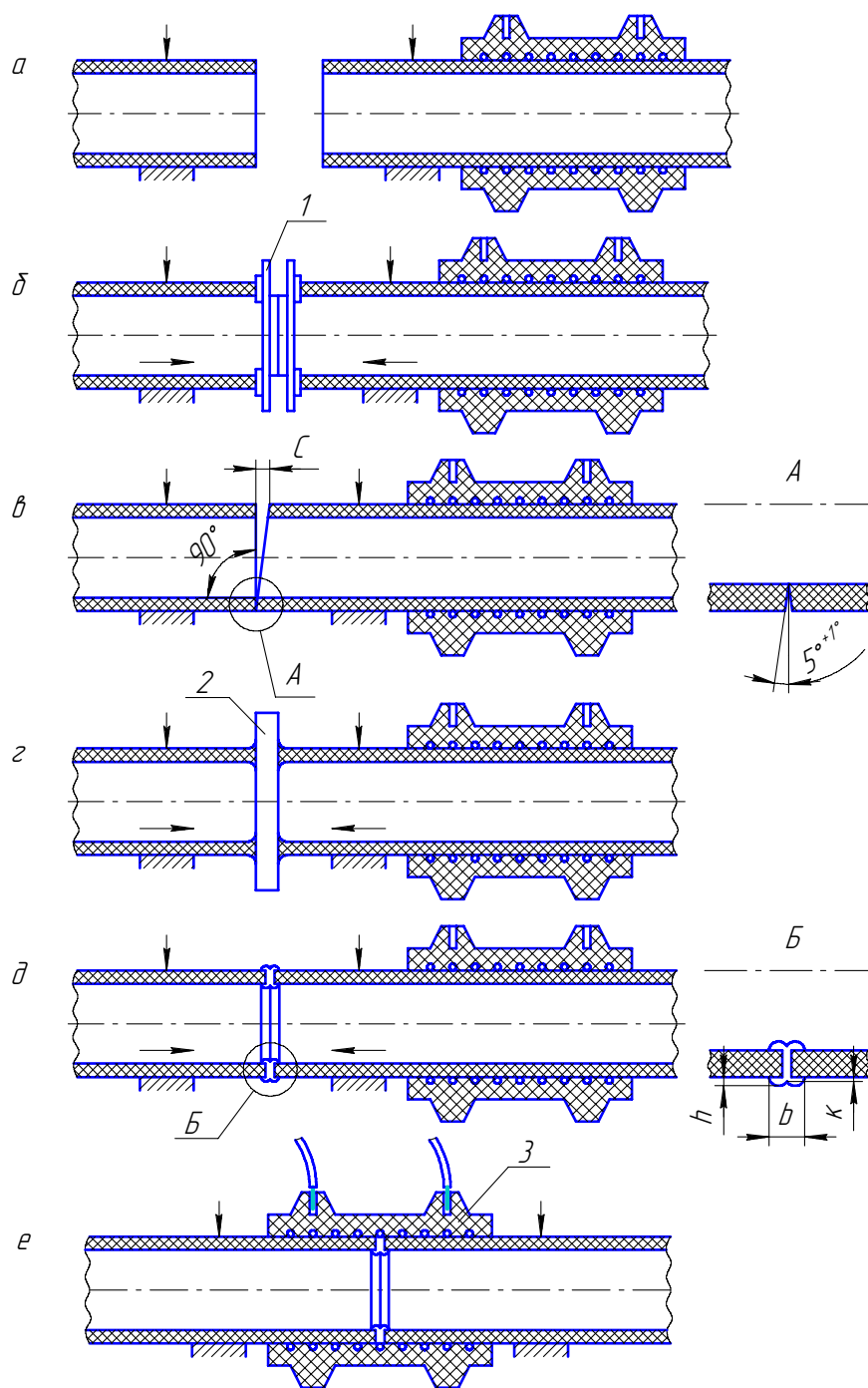
Строительство трубопроводов

Размотка труб из бухты производится с помощью специального приспособления – размотчика, см. рис. 1. Скорость размотки до 1 км/час. Размотка трубы из бухты осуществляется при температуре наружного воздуха не ниже плюс 5°C, при меньшей температуре бухту рекомендуется подогревать. Для размотки необходим кран грузоподъемностью не менее 1т и тянущее транспортное средство.



Рис.1 –Размотка ПАСНТ из бухты для монтажа выкидного трубопровода

Повороты и выходы на поверхность трубопровода из ПАСНТ рекомендуется осуществлять упругим изгибом при условии, что минимально радиус упругого изгиба для труб ПАСН должен быть не менее допустимого. Это позволяет обходиться без отводов.



a — центровка и закрепление в зажимах сварочной машины концов свариваемых труб; *б* — механическая обработка торцов труб с помощью торцовки 1; *в* — проверка соосности и точности совпадения торцов по величине зазора *C*; *г* — оплавление и нагрев свариваемых поверхностей нагретым инструментом 2; *д* — осадка стыка до образования сварного соединения; *е* — удаление грата и усиление сварного шва муфтой с закладным нагревателем 3

Рис.2—Последовательность процесса сборки и сварки полиэтиленовых армированных труб

Соединение полиэтиленовых труб между собой производится сваркой. Особенностью ПАСНТ является то, что сварка состоит из двух стандартных операций: сваркой встык нагретым инструментом с последующим удалением наружного грата и усилением сварного шва при помощи соединительных муфт с закладными нагревателями (рис.2, 3). Для предотвращения попадания концов нитей во внутреннюю часть сварного шва наружный слой выполняется меньшей толщины, чем внутренний. Концы нитей выходят на наружную поверхность, см. рис. 3, а шов получается герметичным. Осевая прочность шва при сварке встык, ниже, чем у трубы, поэтому для его усиления производится муфтовая сварка.



Рис.3 – Подготовка поверхности трубы под сварку муфтой с закладным нагревателем в полевых условиях

Сварочные работы могут производиться при температуре окружающего воздуха от -15°C до $+45^{\circ}\text{C}$. При более широком интервале температур сварочные работы рекомендуется выполнять в укрытиях, обеспечивающих соблюдение заданного температурного интервала.

ПАСНТ удобны для строительства подводных трубопроводов, т.к. не тонут даже при заполнении их водой. Трубы соединяют в длинную плетью на берегу, на нее навешивают пригрузки таким образом, чтобы она сохраняла плавучесть при наличии во внутренней полости воздуха, затем плетью буксируют по воде к проектным отметкам, где воздух вытесняют водой (происходит затоп-

ление трубопровода). Подводные трубопроводы из ПАСНТ при погружении могут опускаться на дно постепенно, адаптируясь к естественной топографии поверхности дна. Это упрощает укладку, а трубопровод располагается на естественном основании без рытья траншеи или другого способа выравнивания профиля дна. Гибкость позволяет трубопроводу свободно перемещаться и изгибаться, самостоятельно приспособиваясь к изменениям профиля дна, которые могут происходить при подмыве в результате действия сильного волнения или течения [10].

Для балластировки ПАСНТ следует применять железобетонные пригрузы с интервалом не более 3 м, их вес на воздухе выбирается в соответствии с СП 42-103 [11].

Испытания комбинированного сварного соединения показали, что оно прочнее самой трубы.

За смену бригада из 4 человек способна сварить 8...10 стыков и вручную уложить плети длиной 1...2 км в траншею.

Соединение ПАСНТ со стальными трубопроводами и трубопроводной арматурой производится с помощью фланцевого соединения, рис.4.

Стоимость строительства трубопроводов из ПАСНТ ниже, чем из стальных труб на $\approx 40\%$.



Рис.4 – Фланцевое соединение выкидного трубопровода из ПАСНТ

Эксплуатация

При сдаче в эксплуатацию трубопровод должен пройти гидравлические испытания. Ввиду вязко-упругой деформации трубопровода из ПАСНТ, при испытании следует производить подкачку воды до полной стабилизации испытательного давления. Возможны и другие, более эффективные методы испытаний трубопроводов из ПАСНТ [6].

В процессе эксплуатации они практически не нуждаются в обслуживании, т.к. не подвержены коррозии. При транспортировке проблемных сред для контроля технического состояния трубопровода байпасом устанавливаются съемные контрольные образцы - «катушки», которые периодически демонтируются и подвергаются лабораторным исследованиям.

Очистку трубопровода из ПАСНТ от АСПО допускается проводить растворителями (например, ФЛЭК Р 017, ФЛЭК Р 021 и др.), не оказывающими влияния на внутренний полиэтиленовый слой, а также горячей водой, горячей нефтью с температурой не более плюс 80°С в течение не более 6 часов.

Для удаления скопления мазеобразных и рыхлых парафиновых отложений используются также разделители: шаровые, цилиндрические, манжетные, очистные поршни, разделители с полиэтиленовыми манжетами и др.

При ремонте поврежденный участок трубопровода удаляется и производится установка вставки, изготавливаемой по месту и равной длине удаленного участка трубопровода методом «захлеста» в соответствии с разделом «Вварка трубной полиэтиленовой вставки в трубопровод» СП 42-103. с усилением сварных швов муфтами с ЗН.

В том случае, если нет возможности вскрыть траншею в месте ремонта на длину 12...33 м, допускается производить ремонт с помощью стальных ремонтных вставок. Вставки ремонтные выполняются из стальной трубы путем нарезки на ней кольцевых канавок. После вырезки дефектного участка трубопровода в открывшиеся полости трубопровода забиваются ремонтные вставки и снаружи зажимаются хомутами. Затем производится подрезка вставок по длине, разделка кромок для сварки встык. При электродуговой сварке стыка зона перехода полиэтилен—сталь не должна нагреваться более 60 °С. Впоследствии следует выполнить ремонт методом «захлеста», приурочив его к сроку планового отключения трубопровода.

Заключение

Эффективность применения ПАСНТ в нефтегазовом комплексе обусловлена:

- высокими эксплуатационными характеристиками труб,
- простотой и высокой скоростью строительства трубопроводов,
- относительно низкой стоимостью труб и монтажа,
- длительными сроками эксплуатации трубопроводов и их ремонтпригодностью,
- незначительными затратами на обслуживание.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ращенко А.К. и др.** Новые отечественные технологии при изготовлении и монтаже трубопроводных систем нефтегазовой инфраструктуры из комбинированных труб на основе термопластов // Нефтегазовое дело, 2005, <http://www.ogbus.ru>
2. **Аганчев В.И. и др.** Новая технология диагностирования нефтепромысловых трубопроводов из полимерных материалов// – В сб. докладов Научно-практического семинара «Обеспечение эксплуатационной надежности систем трубопроводного транспорта», 11 апреля 2006 г., Киев 2006, с. 68-69.
3. **Гребенькова Г.Л. и др.** Анализ работоспособности коррозионностойких трубопроводов// Нефтегазовое дело, 2004, <http://www.ogbus.ru>
4. **Пепеляев В.С., Тараканов А.И.** Полиэтиленовые трубы, армированные синтетическими нитями для нефтепромысловых трубопроводов// Интервал. Передовые нефтегазовые технологии, №9, 2006, с. 33-37
5. **Пепеляев В.С., Тараканов А.И.** Полиэтиленовые армированные трубы для газопроводов с рабочим давлением свыше 1,2 МПа// Полимергаз, № 4, 2006, с. 14-18
6. **Пепеляев В.С., Тараканов А.И.** Выбор методики испытаний промышленных трубопроводов из полиэтиленовых армированных синтетическими нитями труб // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, № 3, 2007, с 78-80
7. **Галичанин Е.Н.** Применение новых технологий в транспортировке углеводородного сырья// Нефть. Газ. Промышленность, №1 (29), 2007, с. 52-55
8. **Глухова О.В., Фаттахов М.М.** Эффективность применения трубопроводов из полиэтиленовых труб // Нефтегазовое дело, 2006, <http://www.ogbus.ru>
9. **Goddard J. B.** Abrasion Resistance of Piping Systems //Technical Note 2.116, November 1, 1994, <http://www.ads-pipe.com>
10. **Plastics Pipe Institute®** //Handbook of Polyethylene Pipe, Chapter 10 Marine Installations, 1st Edition, 2006, 38 p.
11. **СП 42-103-2003** Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных трубопроводов
12. **ГОСТ Р 50838-95** Трубы из полиэтилена для газопроводов