

# ПРОМЫСЛОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ АРМИРОВАННЫХ СИНТЕТИЧЕСКИМИ НИТЯМИ ТРУБ

*В.С. Пепеляев, А.И. Тараканов*

*ООО «Технология композитов», г. Пермь*

## Введение

Наибольший материальный ущерб трубопроводной сети нефтепромыслов наносит коррозия, которая приводит к сокращению сроков ее службы, возникновению аварийных ситуаций, повышению эксплуатационных и ремонтных расходов, приводит к потерям транспортируемой продукции, снижению ее качества и загрязнению окружающей среды. Опыт эксплуатации стальных трубопроводов, транспортирующих высокоагрессивные среды нефтепромыслов, показывает, что средний срок их службы сокращается с 12...15 лет до 2...3 лет.

В 80-ые годы взамен стальных труб стали применяться полиэтиленовые, армированные стальными элементами рабочим давлением до 4 МПа. Однако практика эксплуатации трубопроводов из этих труб показала, что все-таки не удается избежать коррозии армирующих элементов [3-8].

Трубы нового поколения армируются коррозионно-стойкими высокопрочными синтетическими нитями. Сюда следует отнести в первую очередь трубы производства ООО «Технология композитов» серии В, из полиэтилена ПЭ80, армированные полиэфирными нитями [1-3]. Трубы сертифицированы на соответствие ТУ 2248-001-55038886-01.

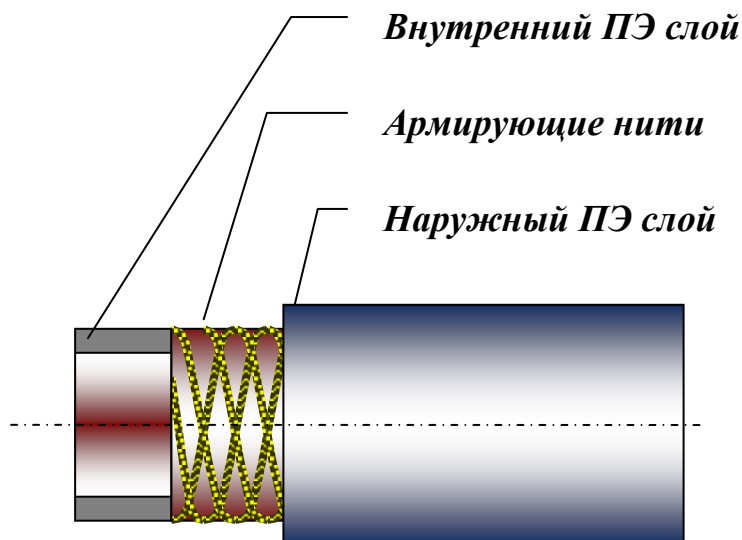


Рис. 1. Конструкция полиэтиленовой трубы, армированной синтетическими нитями

Полиэтиленовые армированные синтетическими нитями трубы (ПАСНТ) выпускаются с наружными диаметрами 63, 90, 110, 125, 140 и 160 мм, причем, при-

чем трубы диаметрами 63-125 мм могут поставляться в бухтах длиной от 400 до 170 м, соответственно. Трубы предназначены для строительства подземных трубопроводов с рабочим давлением до 4,0 МПа при температуре в стенке трубы от -15° до +60°С.

Расчетный срок эксплуатации ПАСНТ на нефтепромыслах 25 лет

### **Промысловые трубопроводы**

#### ***Выкидные нефтепроводы***

По выкидным нефтепроводам транспортируются в основном нефтегазоводяные смеси, коррозионная активность которых обусловлена потенциальной агрессивностью составляющих ее частей. Наличие агрессивных агентов (сероводорода, кислорода, углекислого газа и минеральных солей) может привести к коррозии стального трубопровода в том случае, если из нефтегазоводяной смеси выделится пластовая вода и произойдет улучшение смачиваемости поверхности стальной трубы. Это обычно происходит, когда содержание воды превысит уровень 70-80 % [5]. Коррозионными язвами поражается нижняя часть стального трубопровода, особенно в пониженных местах трассы, где оттаивается пластовая вода. Именно в условиях повышенной обводненности продукции скважины эффективно применение полиэтиленовых армированных синтетическими нитями труб, поскольку нефтепроводы мало обводненной (20-30 %) сырой нефти даже со значительным содержанием сероводорода обычно заметных повреждений не имеют в течение многих лет эксплуатации.

Полиэтилен и полиэфирные нити обладают достаточной химической стойкостью практически ко всем веществам, содержащимся в продукции скважин [12, 13], а внутренняя поверхность остается гладкой на протяжении всего срока эксплуатации.

В продукции скважин обычно содержатся твердые частицы, которые приводят к гидроабразивному износу, который у стальных труб в 2,5...4 раза выше, чем у полиэтиленовых труб [11].

Твердые метановые углеводороды, парафины, присутствуют практически во всех нефтях. Их содержание может колебаться от следов до 20 – 28 %. Отложения парафина в трубопроводах приводят к снижению их пропускной способности, возрастанию гидравлического сопротивления. Для борьбы с отложениями в полиэтиленовых армированных трубопроводах применяются механические, химические и термические методы.

Механическая очистка выкидных трубопроводов из ПАСНТ может осуществляться с помощью полиуретановых, полиэтиленовых, резиновых поршней, гелевыми разделителями или полиуретановыми шарами. Для пропуска очистных устройств трубопровод или его участки оборудуются камерами пуска-приема.

Химическая очистка выкидных трубопроводов от асфальтосмолистых и парафиновых отложений проводится химическими реагентами, к которым ПАСНТ химически стойки. Химический реагент подается в трубопровод через дозировочное устройство, установленное в начале выкидной линии. Растворитель остается в нефтепроводе на реакцию с отложениями на 2-4 часа. Затем нефтепровод запускается в работу.

Этот метод может применяться для очистки полиэтиленовых трубопроводов, т.к. полиэтилен ПЭ80, применяемый для изготовления армированных труб, как

показали испытания, стойки к растворителям типа «ФЛЭК-Р-021», «ФЛЭК-Р-017».

Для промывки и удаления нефтегрязевых и парафиновых отложений допускается применение горячей воды с моющими средствами или горячей нефти с температурой не выше 80<sup>0</sup>С.

Один из первых выкидных нефтепроводов длиной 1 км из ПАСНТ, построен в августе 2005 году, в ЦДНГ-2 ОАО «НК РОСНЕФТЬ - СТАВРОПОЛЬНЕФТЕГАЗ» на Пушкарском месторождении. Нефтепровод находится в эксплуатации под давлением до 2,5 МПа, дебит скважины до 35 м<sup>3</sup>/сутки, температура продукции скважины +60<sup>0</sup>С, обводненность объемная 90%, газовый фактор 60 м<sup>3</sup>/т. За время эксплуатации проведены 2 очистки полости нефтепровода от парафина горячей (+80<sup>0</sup>С) нефтью. После 1 года эксплуатации проведена его ревизия. С целью оценки остаточной прочности трубопровода и его ремонтпригодности проведена вырезка участка трубопровода длиной 2 м в районе стыковки со скважиной. Взамен извлеченного фрагмента в нефтепровод вварен отрезок новой трубы по схеме варки СП 42-103 с усилением сварного шва муфтами с закладными нагревателями. Проведены успешные гидравлические испытания восстановленного трубопровода рабочим давлением. По результатам опытно-промышленной эксплуатации данного нефтепровода Ростехнадзором России выдано разрешение на применение ПАСНТ в нефтегазовой промышленности..

Из вырезанного фрагмента трубопровода изготовлены и испытаны 2 образца: один из них испытан на прочность гидравлическим давлением, другой исследован на предмет возможности временного ремонта трубопровода. Установлено, что после 1 года эксплуатации несущая способность снизилась лишь на 13% . Кроме того, доказана ремонтпригодность трубопровода по постоянной и временной схеме ремонта. Следует отметить, полиэтиленовая армированная труба не имеет на внутренней поверхности следов гидроабразивного уноса, в то время как на внутренней поверхности ниппеля законцовки фланцевого соединения из нержавеющей стали имеются раковины глубиной до 0,1 мм.

В августе 2007 г. на выкидном нефтепроводе ЦДНГ №1 Уфимского УДНГ ОАО «АНК Башнефть» по инициативе заказчика проведена установка байпасом двух образцов ПАСНТ со сварными соединениями (рис.2). Рабочее давление в нефтепроводе 2,0 МПа, содержание сероводорода значительное – 1973,4 мг/л. Через 3, 6 и 12 месяцев должны проводиться лабораторное обследование образцов. Цель исследований – подтверждение стойкости ПАСНТ к сероводороду, губительному для стальных труб. По данным [12, 13] полиэтилен и полиэфирные волокна стойки к сероводороду.

В настоящее время построено более 80 км выкидных нефтепроводов из ПАСНТ, в том числе на предприятиях

- ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», Кокуйское месторождение,
- ОАО «НК Роснефть-Краснодарнефтегаз», Абино-Украинское месторождение,
- ООО «Приволжская нефтяная компания», Глазуновское месторождение,
- СП «Каштан Петролеум Лтд» Украина, Леляковское месторождение,
- ЗАО «Кара-Алтын», Урнякское месторождение,
- ЗАО «Татнефтепром», Шереметьевское месторождение и т.д.



Рис. 2 Монтаж контрольных образцов ПАСНТ в ОАО «АНК Башнефть», август 2007 г.

### ***Трубопроводы системы заводнения нефтяных пластов***

Подготовка нефти на промыслах состоит из процессов обезвоживания и обессоливания. В результате этого получают два целевых продукта: товарную нефть и попутный газ. Вместе с тем из продукта скважин отделяется балласт – пластовая вода (сильно минерализированный рассол). Отделившаяся вода из емкостей установки подготовки нефти силовыми насосами подается на кустовую насосную станцию для нагнетания в пласт.

Большая часть пластовых вод, отделяемых от нефти, не содержит сероводорода и, несмотря на сильную минерализацию, как правило, в условиях герметичного сбора и транспорта не проявляют заметных агрессивных свойств. Коррозионная агрессивность пластовых вод изменяется в процессе смешивания

- с пресной (промывной) водой, используемой при обессоливании нефти;
- стоков от различных агрегатов и насосов, непредвиденных утечек на установках;
- атмосферных осадков, собирающихся на пунктах сбора и площадках установок по подготовке нефти и воды.

Эти стоки содержат значительное количество растворенного кислорода, поэтому скорость коррозии стальных трубопроводов в сточных водах на порядок выше, чем в пластовых.

При закачке сточных вод, содержащих сульфаты, происходит заражение нефтяного пласта сульфатовосстанавливающими бактериями, продуцирующими сероводород. Это приводит к насыщению нефти и пластовых вод сероводородом и



сильной коррозии стального нефтепромыслового трубопроводного транспорта. В то время как материалы ПСНТ не чувствительны к воздействию указанных сред.

Область эффективного применения ПАСНТ в системах заводнения нефтяных пластов - технологические водоводы от установки подготовки нефти до кустовой насосной станции. Рабочее давление в них 1,6...2,5 МПа.

Всего построено более 10 км водоводов системы заводнения нефтяных пластов, в основном на объектах ООО «УралОйл» на Майкорском и Шатовском месторождениях в Пермском крае, см. рис. 3.



Рис.3 Строительство технологического водовода на Майкорском месторождении (Пермский край), ноябрь 2006 г.

### ***Трубопроводы хозяйственно-питьевого назначения***

Водоводы для хозяйственно-питьевых нужд предназначены для водоснабжения вахтовых поселков, системы пожаротушения, полива территории, зеленых насаждений и др.

Пресная вода рек и артезианских скважин, используемая для хозяйственно-питьевых нужд, содержит значительное количество растворенного кислорода, который вызывает коррозию стенок стальных труб. Кроме того, на внутренней поверхности водоводов происходит отложение солей, уменьшающее проходное сечение водовода и увеличение гидравлического сечения при движении воды.

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 [15].

На ПАСНТ получено Санитарно - эпидемиологическое заключение о возможности применения их в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Всего построено свыше 30 км водоводов хозяйственно-питьевого назначения, наиболее значительный из которых водовод-отвод длиной 22 км от магистрального трубопровода питьевой воды до КРП поселка Опорный Мангышлакской области в Казахстане, рабочим давлением до 4,0 МПа.

Кроме того, следует отметить водоводы в ЗАО «Распадская» Кемеровская обл., ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» ( Сухановское месторождение) и др.

### **Строительство трубопроводов**

#### ***Монтаж***

ПАСНТ сохранили основные преимущества полиэтиленовых труб – гибкость и малый вес. Поэтому при разработке РД 003-55038886-05 «Проектирование, строительство, эксплуатация и ремонт нефтепромысловых трубопроводов из полиэтиленовых труб, армированных синтетическими нитями»[16] использован ряд разделов СП 42-103 [14], который распространяется на проектирование, и строительство трубопроводов из неармированных полиэтиленовых труб. Это касается входного контроля, транспортировки и хранения, монтажных и укладочных работ.

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. Осевая прочность шва при сварке встык, ниже, чем прочность трубы, поэтому для его усиления производится муфтовая сварка. Режимы обоих видов сварки выбираются в соответствии с СП 42-103 [14] .

Наработан достаточно большой опыт строительства промысловых трубопроводов из ПАСНТ, выработаны различные технологические приемы размотки труб, сварки и укладки .

Размотка труб из бухты производится с помощью специального приспособления – размотчика, см. рис. 4. Скорость размотки до 1 км/час в соответствии с СП 42-103 [14].

Повороты и выходы на поверхность трубопровода из ПАСНТ осуществляют упругим изгибом при условии, что минимально радиус упругого изгиба для ПАСНТ не менее допустимого (25 наружных диаметров трубы). Это позволяет обходиться без отводов, см. рис. 5.

#### ***Испытания трубопроводов***

Промысловые трубопроводы испытываются на прочность давлением обычно 1,25 от рабочего давления и на герметичность рабочим давлением (до 4,0 МПа)

Полиэфирные нити, как и полиэтилен подвержены ползучести. Особенно это проявляется при гидравлических испытаниях трубопроводов. При нагружении высоким испытательным внутренним давлением в трубопроводах из ПАСНТ наблюдается снижение давления. При этом что в трубопроводе нет утечек.

Обычно испытательное давление поддерживается в течение нескольких часов путем подкачки жидкости в полость трубы. Однако при прекращении подкачки



нет гарантии, что давление останется на одном уровне, что серьезно затрудняет подтверждение герметичности трубопровода.



Рис.4 Размотка бухты ПАСТ при строительстве выкидного нефтепровода на Лебяковском месторождении г. Прилуки (Украина), сентябрь 2007 г.



Рис. 5 Укладка выкидного нефтепровода на Глазуновском месторождении (Саратовская обл.) июль 2006 г.

Для трубопроводов из ПАСНТ разработан метод, основанный на взаимодействии мгновенной упругой деформации при резком сбросе давления и вязкой деформации, вызванной наследственностью от влияния всех предшествующих нагрузок. В результате, в течение 1,5...2,0 часов давление в герметичном трубопроводе остается практически постоянным [3], см. рис.6. Аналогичный метод описан в [17] и введен в стандарты Австралии AS/NZS 2566.2:2002 и WSA 01 – 2004 [18].

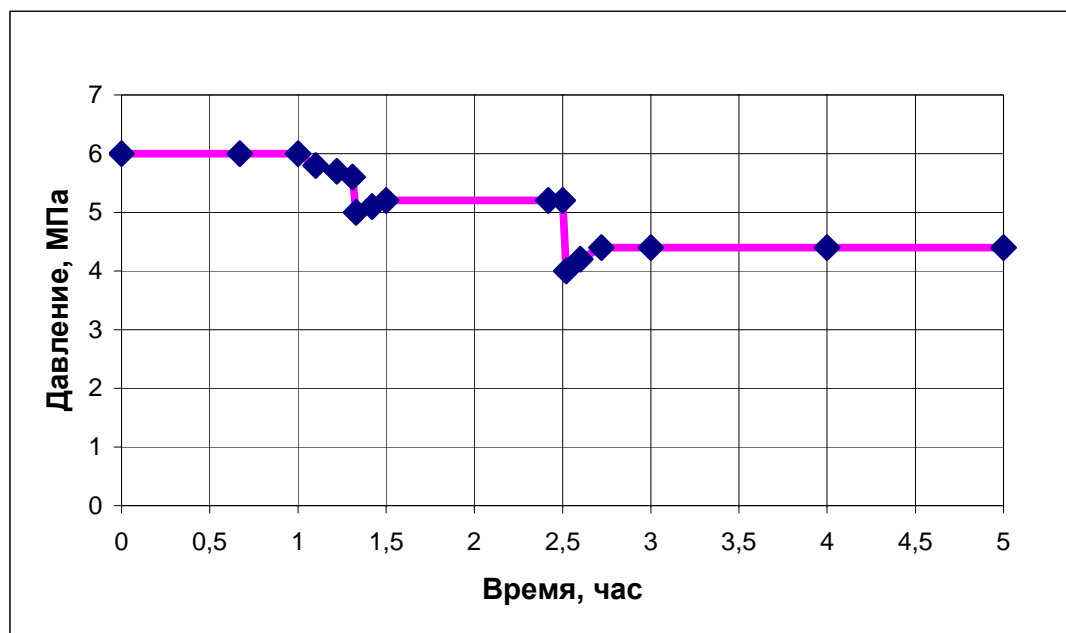


Рис. 6 Испытания на прочность и герметичность методом «рикошета» трубопровода из ПАСНТ

### Заключение

Полиэтиленовые армированные синтетическими нитями трубы производства ООО «Технология композитов» могут успешно применяться на нефтяных промыслах при строительстве выкидных нефтепроводов, низконапорных водоводов системы заводнения нефтяных пластов, водоводов хозяйственно-питьевого водоснабжения. Эффективность применения ПАСНТ 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.



## Список литературы

1. **Пепеляев В.С., Тараканов А.И.** Полиэтиленовые трубы, армированные синтетическими нитями для нефтепромысловых трубопроводов// Интервал. Передовые нефтегазовые технологии, №9, 2006, с. 33-37
2. **Пепеляев В.С., Тараканов А.И.** Полиэтиленовые армированные трубы для газопроводов с рабочим давлением свыше 1,2 МПа// Полимергаз, № 4, 2006, с. 14-18
3. **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
4. **Ращепкин 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>
5. **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.
6. **Изосимов А.М., Голованов А.Г.** ООО «Реммаш-Сервис» внедряет гибкие полимерно-металлические трубы// Бурение и нефть, № 5, 2007, с. 50-52
7. **Аганчев В.И. , Виноградов Д.А.** Металлопластовые трубы в нефтегазовой инфраструктуре// Полимергаз , № 3, 2007, с.34-36
8. **Гребенькова Г.Л. и др.** Анализ работоспособности коррозионностойких трубопроводов// Нефтегазовое дело, 2004, <http://www.ogbus.ru>
9. **Аганчев В.И. , Виноградов Д.А.** Металлопластовые трубы – перспектива транспорта нефтепродуктов// Нефтяное хозяйство, № 2, 2005, с. 106-107
10. **Гоник А.А.** Коррозия нефтепромыслового оборудования и меры ее предупреждения. М.: Недра, 1976, 192 с.
11. **Goddard J. B.** Abrasion Resistance of Piping Systems //Technical Note 2.116, November 1, 1994, <http://www.ads-pipe.com>
12. **Plastics Pipe Institute®** //Handbook of Polyethylene Pipe// TR-19/2000 Thermoplastics Piping for the Transport of Chemicals
13. **Петухов Б.В.** Полиэфирные волокна. М.: Химия, 1976, 276 с.
14. **СП 42-103-2003** Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов
15. **Глухова О.В., Фаттахов М.М.** Эффективность применения трубопроводов из полиэтиленовых труб // Нефтегазовое дело, 2006, <http://www.ogbus.ru>
16. **РД 003-55038886-05** «Проектирование, строительство, эксплуатация и ремонт нефтепромысловых трубопроводов из полиэтиленовых труб, армированных синтетическими нитями»
17. TESTING & COMMISSIONING <http://www.marley.co.nz/pdf>
18. AS/NZS 2566.2:2002 Buried flexible pipelines Part 2: Installation