

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ТРУБОПРОВОД ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ АГРЕССИВНЫХ СРЕД ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Ухтинский государственный технический университет

Дальневосточный федеральный университет, филиал в г. Находке

В статье представлена разработанная авторами конструкция многоканального трубопровода с использованием стеклопластиковых труб, позволяющая транспортировать различные среды под высоким давлением. Особый интерес такой трубопровод представляет для нефтегазовой и химической промышленности.

Ключевые слова: трубопровод, нефтегазопровод, многоканальный трубопровод, стеклопластиковая труба, герметичность, экологическая безопасность

Трубопроводный транспорт является наиболее экономичным и эффективным видом транспорта жидких и газообразных углеводородных сред.

Россия по протяженности трубопроводов различного назначения занимает второе место в мире после США [1]. Весь добываемый природный газ и 98 % нефти доставляется потребителям трубопроводным транспортом.

В настоящее время на территории России эксплуатируется более 200 тысяч км магистральных нефтегазопродуктопроводов и около 350 тысяч км – промысловых [2].

Однако в настоящее время вызывает опасение высокая степень изношенности трубопроводных транспортных систем России, требующая серьезных финансовых вложений в случае ремонта и замены.

Число аварий увеличивается с каждым годом ввиду изношенности и ветхости трубопроводных транспортных систем. Статистические данные говорят о том, что уже сейчас 42 % трубопроводных систем не выдерживают пятилетней эксплуатации, а 17 % служат менее двух лет. По другим данным

[86] более 50 % трубопроводов, по которым транспортируют агрессивные среды, имеют срок службы от одного месяца до двух лет.

Только на замену нефтепромысловых сетей ежегодно расходуется около 7 ÷ 8 тысяч км труб [3], а в целом ежегодная потребность нефтяной промышленности в трубах составляет около 80 ÷ 100 тысяч км [4].

В настоящее время на территории России эксплуатируется 52,5 тыс. км магистральных нефтепроводов [5] диаметром от 530 до 1220 мм, 73% из которых были построены более 20 лет назад, 38 % находится в эксплуатации более 30 лет, 37 % - от 20 до 30 лет, и 19100 км нефтепродуктопроводов, из которых 46 % используется более 30 лет, 25 % - от 20 до 30 лет [6].

Аналогична ситуация на газопроводах.

Протяженность магистральных газопроводов России составляет 166 тысяч км [5, 7], из них газопроводы со сроком службы от 10 до 32 лет составляют 64 %, на долю газопроводов, находящихся в эксплуатации более 30 лет, приходится 14 % (при этом средний возраст газопроводов равняется 22 годам при нормативном сроке эксплуатации в 33 года), и лишь 22 % газопроводов эксплуатируются менее 10 лет, около 16 тысяч км газопроводов нуждаются в переизоляции и ремонте, а по причине потенциальной опасности более 21 тысяч км газопроводов эксплуатируются при пониженных давлениях [8].

В результате ухудшения состояния объектов транспортной инфраструктуры, фактическая производительность трубопроводных транспортных систем ниже проектной.

Как показывает практика, нормальный период эксплуатации стальных трубопроводов в лучшем случае составляет не более 10 ÷ 25 лет (в промысловых условиях трубопроводы работают не более 1 ÷ 2 лет; на большинстве месторождений Урала и Западной Сибири вследствие большого количества высокоминерализованной воды стальные трубопроводы выходят из строя, как правило, через 2 ÷ 3 года [9]).

Нельзя упускать и тот факт, что аварии наносят невосполнимый ущерб экосистеме. А наиболее опасными для окружающей среды являются разливы нефти.

Важным фактором обеспечения надежности трубопроводов служит правильный выбор материала для сооружения, ремонта, восстановления и реконструкции систем трубопроводного транспорта.

К таким материалам на современном этапе следует отнести стекловолокнистые композиты, использование которых в изделиях наукоемких технологий позволило сделать качественный скачок в совершенствовании производства трубных конструкций высокого давления, повышенной прочности и коррозионной стойкости.

Однако, основным сдерживающим фактором широкого применения стеклопластиковых труб большого диаметра в магистральных нефте- и газопроводах является проблема потери герметичности стеклопластиковой стенки под высоким внутренним давлением транспортируемой среды. В связи с этим авторами предлагается концепция создания многоканальных трубопроводных систем, работающих на принципе внешнего противодействия, компенсирующего напряженное состояние трубных конструкций, находящихся под внутренним давлением перекачиваемой среды. Конструктивно - технологически эта концепция была реализована в конструкции многоканального трубопровода (рис. 1), предназначенного для одновременной транспортировки двух и более разных продуктов (в частности, жидкого и газообразного) под высоким давлением [10 - 14].

Предлагаемый проект многоканальных трубопроводных транспортных систем существенно расширяет технологические возможности трубопроводов, делает их безопасными и надежными для транспортировки агрессивных сред, позволяет более рационально и целесообразно использовать возможности проложенного многокилометрового трубопровода (например, позволяет одновременно и/или разнонаправленно транспортировать различные по природе, номенклатуре и назначению продукты).

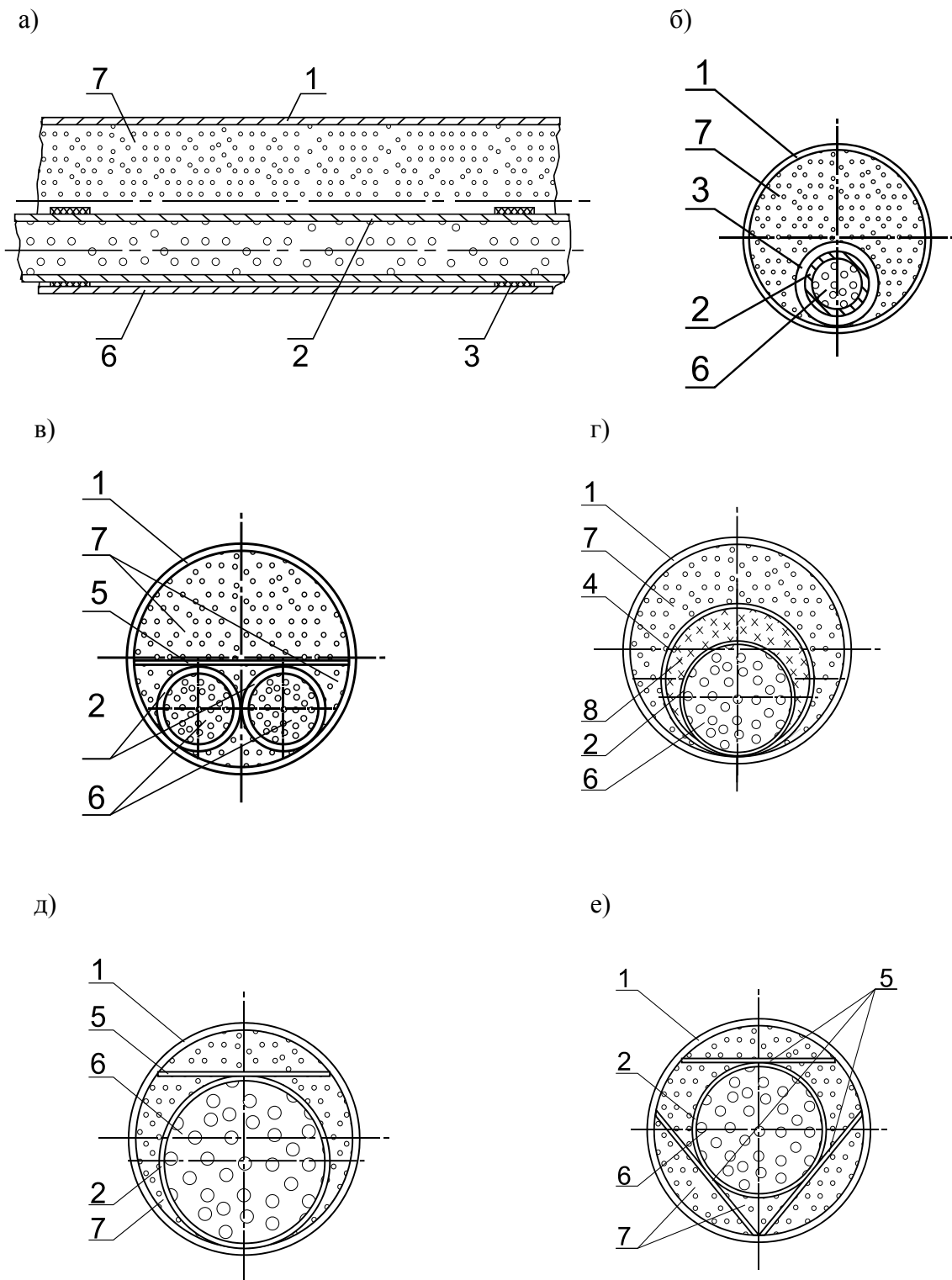


Рисунок 1. Конструктивные схемы многоканального трубопровода: 1 – наружная низконапорная труба; 2 – внутренняя высоконапорная труба; 3 – кольцевой элемент; 4 – промежуточная средненапорная труба; 5 – упруго-компенсационная фиксирующая и опорно-ориентирующая пластинчатая траверса-рессора; 6 – транспортируемый под высоким давлением продукт; 7 – транспортируемый под низким давлением продукт; 8 – транспортируемый под средним давлением продукт

Конструктивно многоканальный трубопровод состоит из наружных средненапорных труб (металлических или стеклопластиковых) и внутренних стеклопластиковых труб меньшего диаметра для транспортировки жидкого или газообразного продукта под высоким давлением.

Такая конструкция магистрального трубопровода особенно привлекательна для создания совмещенной (комплексной) нефтегазовой транспортной системы, обеспечивающей более надежную защиту окружающей среды, одновременную подачу нефти (по внутреннему трубопроводному каналу) и газа (по внешнему кольцевому или серповидному каналу).

Такой трубопровод предполагает экономичность укладки магистрали, так как укладочные работы автономных параллельных нефте- и газопроводов требуют больших затрат. Подаваемый по наружному каналу газообразный продукт выполняет функции эффективной теплоизоляции внутреннего трубопроводного канала, транспортирующего жидкий продукт под высоким давлением. Причем, использование для транспортировки нефти стеклопластиковой трубы снимает проблемы коррозии нефтепровода и позволяет повысить гарантийные сроки его безаварийной эксплуатации.

Таким образом, в совокупности указанные достоинства многоканального трубопровода позволяют рекомендовать использовать его при транспортировке нефти и газа, а также других агрессивных сред.

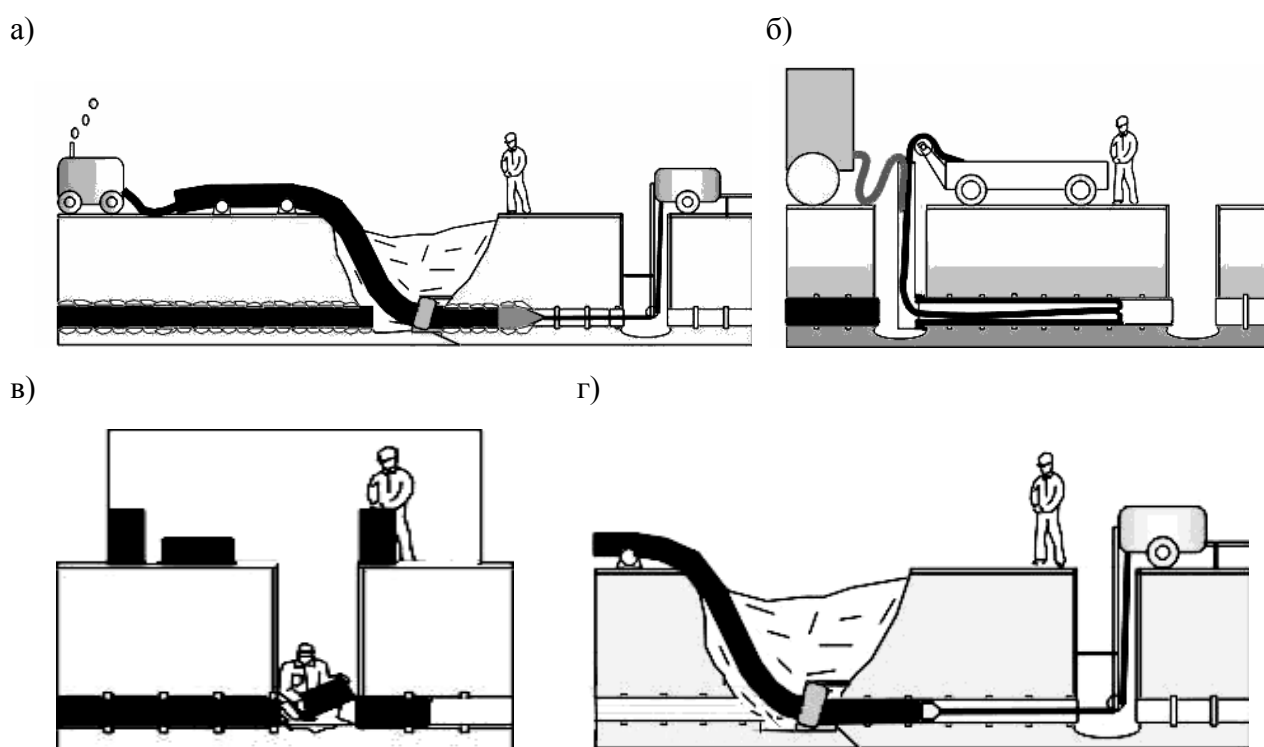
Например, аналогичные конструкции могут быть предложены для использования при транспортировке и хранении криогенных сред. В настоящее время в различных областях промышленности, например, в машиностроении, металлургии, энергетике, пищевой промышленности, ракетно-космической технике, сельском хозяйстве активно используют жидкие криогенные продукты (метан, кислород, водород, гелий, азот и аргон).

Для повышения экологической и техногенной безопасности жидкие нефтепродукты или токсичные вещества желательно транспортировать по внутреннему трубопроводу, так как в случае аварийной ситуации, утечка продуктов, опасных для окружающей среды, будет локализована внутренними

объемами наружного низконапорного канала, заблокирована в нем и без потерь откачена из него.

При работе многоканального трубопровода по его транспортным каналам одновременно перемещается не менее двух одинаковых или разных продуктов. При этом возможно, что оба продукта жидкие или газообразные, или один из них жидкий, а другой газообразный. Совместно с жидким продуктом могут транспортироваться в капсулах твердые, пастообразные вещества, особо агрессивные жидкости и газы (щелочи, кислоты и т.п.). Многоканальная система трубопровода, выполненная по схеме «труба в трубе», позволяет наиболее эффективно использовать внутреннее пространство (проходное сечение) для транспорта жидких и газообразных продуктов и обеспечить более высокую производительность (пропускную способность) по сравнению с прототипами и аналогами; полностью предотвратить потери транспортируемых продуктов, а, следовательно, снизить опасность отравления и загрязнения экологической среды. В результате использования межтрубного зазора не только для теплоизоляции, но и для транспортировки жидких или газообразных продуктов существенно повышается производительность многоканального трубопровода как за счет увеличения пропускного сечения системы, так и за счет увеличения давления, и, следовательно, скорости транспортирования продуктов по внутренним каналам системы. Конструкция многоканального трубопровода, состоящая из конструктивно простых и технологичных элементов (стандартных труб и пластинчатых упругих фиксаторов), обеспечивает высокую его технологичность, относительно низкую стоимость и надежность функционирования. Высокие амортизационно - демпфирующие свойства многоканального трубопровода повышают его усталостную прочность, долговечность, снижают вероятность появления утечек транспортируемых веществ. Многоканальность существенно расширяет технологические возможности трубопровода, позволяет использовать его для одновременной и разнонаправленной транспортировки различных продуктов.

Принцип многоканальных трубопроводных систем может быть использован в ряде случаев для восстановления изношенных трубопроводов. Известно, что за рубежом и реже в нашей стране практикуется метод бестраншейного ремонта трубопроводов, заключающийся в реконструкции отработанных нефтегазовых трубопроводов путем введения в него нового трубопроводного канала с последующей цементацией межтрубного пространства (рис. 2).



**Рисунок 2. Бестраншейные технологии ремонта трубопроводов:
а – способ ремонта пневмопробойником; б – способ ремонта «чулком»;
в - способ ремонта короткими втулками; г – способ ремонта протяжкой**

Использование высокопрочных стеклопластиковых труб при бестраншейных технологиях восстановления изношенных металлических позволит без дополнительных затрат на цементацию межтрубного пространства (традиционная технология) в короткие сроки «вылечить» трубопровод и эксплуатировать его в дальнейшем без снижения рабочего давления. Предлагаемый способ восстановления изношенных трубопроводов позволит в значительной степени снизить затраты на ремонтные работы, продлить

«жизнь» устаревших трубопроводов и резко сократить продолжительность ремонтных работ. При своевременном восстановлении устаревающих трубопроводных систем, не дожидаясь их полного разрушения и невозможности дальнейшей эксплуатации, металлический трубопровод будет также функционировать (многоканальный трубопровод), но при более низких давлениях, что значительно увеличит срок их эксплуатации.

Литература:

1. Емелин, В. И. Комплекс оборудования для бестраншейной реконструкции трубопроводных коммуникаций [Текст] / В. И. Емелин, А. А. Шайхадинов // Механизация строительства. - 2005. - № 1. - С. 14 – 17.

2. Агапчев, В. И. Современные технологии и новые инженерные решения при строительстве и реконструкции трубопроводных систем нефтегазовой инфраструктуры с применением труб из термопластов [Текст] / В. И. Агапчев, Д. А. Виноградов, М. М. Фаттахов // Нефтегазовое дело. – 2005. – Том 3. – С. 191 – 196.

3. Зайцев, К. И. Пластмассовые трубы – перспектива замены стальных труб на нефтегазопромыслах [Текст] / К. И. Зайцев // Строительство трубопроводов. – 1996. - № 4 – 5. - С. 7 – 11.

4. Самые перспективные трубы [Текст] // Нефть и жизнь. – 2004. - № 5 (11). - С. 30-31.

5. Годовой отчет о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2009 году [Электронный ресурс] / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. – М., 2010. – Свободный доступ из сети Интернет. – URL: http://www.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_otchetu

6. Современное состояние системы магистральных трубопроводов [Электронный ресурс] / Транспортная безопасность и технологии.- 2004. – Свободный доступ из сети Интернет. – URL: <http://www.transafety.ru>.

7. Варфоломеева, Л. Информационные технологии на службе нефтегазовой отрасли России [Текст] / Л. Варфоломеева // Нефть России. – 2004. - № 9. – С. 24 – 25.

8. Будзуляк, Б. В. Формирование концепции ремонта линейной части магистральных газопроводов ОАО «Газпром» [Текст] / Б. В. Будзуляк, В. Н. Дедешко, В. В. Салюков и др. // Газовая промышленность: научн.-техн. сб., сер. «Ремонт трубопроводов». – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 1999. - № 1-2. - С. 4–17.

9. Черепанов, А. Рецепт долголетия [Электронный ресурс] / А. Черепанов // Нефть России (Москва).- 2001. - Свободный доступ из сети Интернет. – URL: <http://www.biohim.ru/library/697.php>.

10. Многоканальный трубопровод для транспортировки жидкости и/или газа под высоким давлением [Текст]: пат. 2140605 Российская Федерация: МПК 6 F 17 D 1/04, F 16 L 9/18 / О. Г. Цыплаков, Н. Д. Цхадая, В. Н. Нередов, Э.З. Ягубов, З. Х. Ягубов. - № 98102530/06, заявл. 04.02.98; опубл. 27.10.99, Бюл. № 30. – 14 с. ил.

11. Ягубов Э. З. Композиционно-волокнистые трубы в нефтегазовом комплексе [Текст]: монография /Э. З. Ягубов, под редакцией д.т.н., профессора И. Ю. Быкова – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 271 с.

12. Ягубов, Э. З. Конструктивно-технологические принципы проектирования многоканальных трубопроводных систем для транспортирования агрессивных сред [Текст] / Э. З. Ягубов // Нефтяное хозяйство. – 2003. - № 11. - С. 92 - 94.

13. Ягубов, Э. З. Стеклопластиковые трубы – будущее экологически безопасного нефтегазопроводного транспорта [Текст] / Э. З. Ягубов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2007. - № 7. – С. 20 – 23.

14. Ягубов, Э. З. Многоканальный нефтегазопровод [Текст] / Э. З. Ягубов // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2006. - № 4. – С. 117 – 118.