

**НОВЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И МОНТАЖЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ
НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИЗ КОМБИНИРОВАННЫХ ТРУБ
НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТОВ**

Ращепкин А.К., Салагаева Е.В.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Черкасов Н.М., Гладких И.Ф.

НТЦ "Поиск"

Ограничивающим фактором широкого применения коррозионностойких полиэтиленовых труб на нефтепромыслах является их относительно низкая несущая способность (рабочие давления транспортируемой среды не превышают 1,0 МПа).

Для расширения областей применения полиэтиленовых труб при более высоких давлениях разработаны и успешно применяются на нефтегазопромыслах комбинированные трубы нового поколения с рабочим давлением до 4,0 МПа и равнопрочными с телом трубы соединениями. Усилие полиэтиленовой оболочки обеспечивается либо армированием ее сварным проволочным каркасом – металлопластовые трубы (МПТ) или формированием на ней стеклопластиковой оболочки – бипластмассовые трубы (БПТ).

На нефтепромыслах страны действует протяженная разветвленная система нефте-, газо-, продукто-, водопроводов с суммарной протяженностью более 300 тыс.км. и диаметром от 114 до 1020 мм. Около половины этих трубопроводов было построено 30..50 лет назад, срок их обновления давно истек, срок нормативной эксплуатации стальных трубопроводов без применения противокоррозионных средств защиты в зависимости от условий эксплуатации в лучшем случае не превышает 10..25 лет. Для сравнения в промысловых условиях такие трубопроводы часто эксплуатируются не более 1..2 лет[1]. Известно, что в настоящее время 90% всех аварий на трубопроводах происходит в результате коррозионных разрушений металла труб. Ежегодно на нефтепромысловых трубопроводах происходит 40..70 тыс. отказов. Из-за этого естественно значительно сокращается срок их службы(42% их не выдерживают даже пятилетнего срока эксплуатации, а 17% двухлетнего). На ежегодную замену только нефтепромысловых трубопроводных сетей расходуется 7..8 тыс. км стальных труб.

Большими резервами повышения надежности нефтепромысловых трубопроводных систем, сокращения потребления стальных труб и снижения энерго- и трудозатрат при переукладке трубопроводов является применение пластмассовых труб.

С начала второй половины прошлого столетия широкое распространение получили трубы из термопластов: поливинилхлорида и полиэтилена для сооружения низконапорных трубопроводов (до 1,0 МПа). Комплекс положительных свойств и высокая технологичность монтажа трубопроводов, вследствие совершенной технологии сварки труб и наличия сварочного оборудования обеспечили массовое применение полиэтиленовых труб на нефтегазопромыслах [2-5]. По объемам применения, на первом месте, система газоснабжения (межпоселковые газопроводы), на втором - водоснабжение и водоотведение, и далее системы, транспортирующие коррозионно-активные среды нефтегазопромыслов и химических производств.

Для расширения областей применения пластмассовых труб при более высоких рабочих давлениях(свыше 1,0 МПа) разработаны трубы нового поколения.

В последние годы рядом производителей освоено производство стеклопластиковых труб. Трубы из стеклопластика производятся в большом диапазоне диаметров (75 - 500 мм) и на рабочие давления до 20 МПа. Стеклопластиковые трубы производятся в АО “Дагнефть” (Дагестан), заводом стеклопластиковых труб (г. Казань), Ameron International(США), АМК-Вигас(ЗАО), г.Мегион, Ханты-Мансийский автономный округ, ОАО «Пластик»(г.Дзержинск) и несколькими малыми предприятиями в г. Пермь (АО “ТСТ”, “Поток-М”) [6]. Такие трубы обладают рядом достоинств, такими как, высокая прочность и коррозионностойкость, но имеют только разъёмные соединения: резьбовые на герметиках, раструбные с уплотнительными манжетами и осевой фиксацией гибкой чекой или накидной гайкой, что не отвечает требованиям правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности. Кроме того, стеклопластиковые трубы для обеспечения герметичности имеют барьерный слой из гелькоута, полиуретана или термопласта. Причем эти слои в узлах соединения не замыкаются между собой и поэтому соединительные узлы являются самым уязвимым элементом трубопроводов, особенно, при прокладке в слабых грунтах и строительстве подводных переходов, т.е. в условиях возможного изгиба трубопроводов.

Для закрытия ниши в потребности высоконадёжных труб повышенного давления (до 4,0 МПа) разработан новый класс труб - комбинированные трубы, у которых стенка состоит из двух функциональных оболочек. В качестве герметизирующей оболочки используются тонкостенные трубы из термопласта (полиэтилен, полипропилен), а силовые оболочки формируются намоткой на наружную поверхность полиэтиленовых труб стеклопластиковой оболочки с обеспечением адгезионной связи между оболочками. Эти трубы являются бипластмассовыми, но в процессе их производства они получили название – трубы стеклопластиковые комбинированные (ТСК) [7].

Эти трубы качественно превосходят все существующие виды труб, т.к. имеют равнопрочные соединения с телом труб и абсолютную герметичность тела трубы и соединения, т.е. всего трубопровода.

В процессе монтажа полиэтиленовые оболочки соединяемых труб свариваются встык, а стеклопластиковые оболочки соединяются клеємеханической муфтой (рис.1).



Рис.1. Клеесварное соединение бипластмассовых труб



Рис.2. Образцы металлопластовых труб

Следует отметить, что у стеклопластиковых труб порогом разрушения является потеря герметичности, которая наблюдается в виде запотевания наружной поверхности в результате образования микротрещин в местах нарушения внутреннего покрытия при

давлениях, соответствующих напряжениям равным половине от разрушающих, т.е. потенциальная прочность стеклопластика используется не полностью.

Порогом разрушения бипластмассовых или стеклопластиковых комбинированных труб, является разрушение стеклопластиковых оболочек от предельных напряжений, т.к. они обладают абсолютной герметичностью. Поэтому такие трубы могут быть рассчитаны на высокое рабочее давление в зависимости от толщины слоя стеклопластика, учитывая, что потенциальная прочность стеклопластиковой оболочки реализуется полностью.

Производство стеклопластиковых комбинированных труб диаметрами 75, 130, 190 и 290 мм освоено в г. Чернушка (Пермская область) и в г. Когалым (Тюменская область). Трубы эксплуатируются более 10 лет на нефтегазопромыслах в Ставропольском крае, Удмуртии, Пермской и Тюменской областях.

Разработка и организация производства бипластмассовых труб по времени совпало с разработкой металлопластовых труб (МПТ). Металлопластовые трубы (МПТ) изготавливаются методом экструзии из полимерных материалов (полиэтилен низкого давления) с одновременным армированием стальным сварным каркасом из проволоки (рис.2) с последующим оформлением законцовок под резьбовое, муфтовое, фланцевое или сварное соединение труб между собой. В каждой точке пересечения продольные и спиральная проволоки каркаса свариваются автоматизированной контактной сваркой. Законцовка под фланцевое соединение приваривается к трубе с использованием сварки трением [8-11].

Металлопластовые трубы в настоящее время производят несколько предприятий: ООО “Мепос” и ЗАО “Полимак” (г. Екатеринбург), ЗАО “Нижнетагильский трубный завод” (г. Нижний Тагил), ЗАО “Кавказтрансгаз” (г. Ставрополь), НГДУ “Чекмагушнефть” (г. Дюртюли). По ТУ ЗАО “Полимак” данные трубы имеют название – полимерные армированные трубы (ПАТ). Имея различие в названии, хотя изготавливаются по разным ТУ, но принципиальных различий по тексту ТУ и в технологии их изготовления нет, так как трубы и конструктивные элементы одного типоразмера различных изготовителей имеют достаточно близкие геометрические и прочностные характеристики.

МПТ выпускаются следующих типоразмеров: 95,115,140 и 200 мм и комплектуются отводами с различными углами. Разработаны новые типоразмеры труб: 160 и 225 мм. Технические характеристики МПТ, выпускаемых ООО “Мепос”, представлены в таблице 1.

Металлопластовые трубы эксплуатируются на нефтяных месторождениях Западной Сибири, Удмуртии, Башкирии, Северного Кавказа и Западного Урала с 1989 г. В настоящее время на выкидных линиях нефтяных скважин и в системах нефтесбора эксплуатируется более 3000 км трубопроводов из МПТ с рабочим давлением до 4,0 МПа, в качестве водоводов питьевого водоснабжения – свыше 300 км трубопроводов различных типоразмеров.

Гибкие полимерно-металлические трубы (ГПМТ) представляют собой полиэтиленовую тонкостенную трубу, упрочненную навивкой на нее металлической проволоки, ленты, металлокорда или полимерных волокнистых материалов, поверх которой формируется защитное полимерное покрытие. ГПМТ выпускаются диаметрами 75, 100, 150 мм в бухтах длиной до 300 м, с фланцевыми соединениями. Они производятся фирмой РОСФЛЕКС (г. Самара), НГДУ “Туймазанефть”, АНК “Башнефть” (г. Октябрьский), ЗАО “Завод пластмасс” (г. Омск).

При всей оригинальности конструкции труб и технологии их производства МПТ и ГПМТ не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к ответственным трубопроводам по причине несовершенства соединительных узлов: труба - законцовка, т.е. эти соединительные узлы не соответствуют высокому качеству труб.

Таблица 1

Технические характеристики МПТ

		Обозначение			
		МПТ 95	МПТ 115	МПТ 140	МПТ 200
Тип соединения		Резьбовое раструбное; Фланцевое; Сварное	Фланцевое; Сварное		
Наружный диаметр, мм	номинальный	95	115	140	200
	Допустимое отклонение	±0,5	±0,8	±1,0	±1,0
Толщина стенки, мм	номинальная	11,0	11,5	12,0	12,5
	Допустимое отклонение	+1,0 -0,5			
Вес 1 пм, кг		6,75	8,45	10,18	15,15
Физико-механические свойства	растягивающая осевая нагрузка, не менее, кН	6,0	6,0	9,0	14
	Разрывное давление, не менее, МПа	18,0	16,0	12,0	9,5

- Температурный режим: от –45°С до 80°С
- Рабочее давление до 4,0 МПа
- Длина: 2,5 – 11,5 м

Металлопластовые трубы после приварки соединительной законцовки, могут иметь скрытый дефект, который не обнаруживается даже при гидроиспытаниях. Дефект заключается в наличии канала, по которому транспортируемая среда из полости трубы проникает до арматуры, и по капиллярам на границе "провода- полимер" мигрирует вдоль трубы на значительные расстояния с проявлением на наружной поверхности в виде капель или без их проявления. Даже и без проявления капель, т.е. без нарушения герметичности, контакт агрессивной среды с арматурой подвергает поражению арматуру по механизму "щелевой коррозии", снижая несущую способность труб. Для обнаружения труб с дефектами авторами разработан приборный метод, который исключает поступление дефектных труб на монтаж трубопроводов [12]. Трубы с дефектами подлежат восстановлению.

Длинномерные гибкие полимерно-металлические трубы оснащаются металлическими законцовками, цилиндрический рифленый ниппель которых запрессовывается в трубу и которые соединяются между собой фланцами или сваркой.

По результатам проведенного обследования приборным методом различных пластмассовых труб после длительной эксплуатации с определением местонахождения трубопроводов (трассы и глубины залегания), а так же мест разгерметизации сделаны следующие выводы:

Трубопроводы из стеклопластиковых комбинированных труб (ТСК-75) абсолютно герметичны. Экспертная оценка состояния трубопроводов, проведенная с вырезкой отрезков труб с соединительными узлами, показала отсутствие изменения свойств по телу труб и соединениям.

Трубопроводы из металлопластовых труб (МПП-89) имеют участки с нарушенной герметичностью без проявления транспортируемой среды на поверхности грунта. Контрольная шурфовка на этих участках позволила выявить наличие транспортируемого продукта в траншее ниже оси трубопровода протяженностью, равной длине труб, что свидетельствует о наличии труб с дефектом (капиллярной проницаемости).

Трубопроводы из гибких полимерно-металлических труб (ГПМГ-100) подвержены изменениям глубины залегания, вплоть до выхода на поверхность траншеи.

Это проявляется на трубопроводах высокого давления, особенно с пульсирующим давлением и приводит не только к возможности нарушения их от механических воздействий, но и является причиной разрушения труб вследствие их большого изгиба, где перекрестная спиральная навивка металлокорда сползая, образует ослабленные зоны во внутренней оболочке.

Кроме того, дефекты соединительных узлов этих труб (ниппельное соединение труба-законцовка и фланцевое соединение законцовок между собой) не выявляется при диагностировании однозначно: или течь по ниппельному соединению, или неизолированный фланец.

Что касается стеклопластиковых трубопроводов с разъемными соединениями, корпоративные интересы изготовителя и потребителя не позволили провести объективную оценку трубопроводов.

Учитывая температурно-временную зависимость прочности полимерных материалов, длительную прочность бипластмассовых труб и их соединений можно оценить проведением длительных гидравлических испытаний. Результаты проведенных гидростатических и гидроциклических испытаний бипластмассовых и металлопластовых труб на гидравлическом стенде показали, что вышеуказанные трубы могут быть рекомендованы для монтажа нефтепромысловых трубопроводов при рабочем давлении до 4,0 МПа. По результатам испытаний установлено, что прогнозируемый срок эксплуатации бипластмассовых и металлопластовых труб с клеесварными и сварными соединениями составляет не менее 50 лет [13].

По результатам этих испытаний получена зависимость величины рабочего давления при заданном сроке эксплуатации трубопровода от толщины стенки стеклопластиковой оболочки труб. Это позволит изготавливать трубы целевого назначения (рабочее давление – срок службы).

Наша оценка однозначна – на сегодня альтернативы трубам стеклопластиковым комбинированным нет. Только эти трубы обеспечивают проектную надежность трубопроводов.

Учитывая, что основным материалом рабочих поверхностей большинства видов вышеперечисленных труб является полиэтилен, следующим этапом совершенствования пластмассовых трубопроводов является мониторинг и диагностирование состояния трубопроводов, а также модификация внутренней поверхности труб с целью снижения отрицательного воздействия углеводородов на полиэтилен и исключение отложения парафинов.

Литература

1. Горбатиков В.А. Новые составляющие в проектах обустройства нефтяных месторождений ремона // Нефтяное хозяйство.-2003.-№11.-63-65.
2. Пермяков Н.Г., Агапчев В.И. Применение пластмассовых труб на нефтепромыслах // Нефтяное хозяйство. – 1995. - №9. – С. 18-20.
3. РД 39-0147103-331-86. Инструкция по применению пластмассовых труб на нефтегазопромыслах. – Уфа: ИПТЭР, 1986.
4. РД 39-077-91. Инструкция по применению пластмассовых труб на объектах Миннефтегазпрома. – Уфа: ИПТЭР, 1991.
5. РД 39Р-00147105-037-04. Инструкция по применению пластмассовых труб на нефтепромыслах. – Уфа: ИПТЭР, 2004. – 72 с.
6. ТУ 2296-001-45701416-03. Трубы, соединительные детали и соединения из стекло-, базальтопластиков “АРМПЛАСТ”. – М., 2003. – 33 с.
7. РД 39Р-00147105-030-03. Инструкция по проектированию, монтажу, эксплуатации и ремонту трубопроводов из комбинированных (бипластмассовых) труб нефтяного сортамента. – Уфа: ИПТЭР, 2003. – 41 с.
8. Агапчев В.И., Виноградов Д.А. Металлопластовые трубы - перспектива транспорта нефтепродуктов // Нефтяное хозяйство. – 2005. - №2. – С. 106-107.
9. РД 39Р-00147105-021-01. Инструкция по монтажу трубопроводов из металлопластовых труб со сварными соединениями. – Уфа: ИПТЭР, 2000. – 10 с.
10. РД 39Р-00147105-022-01. Инструкция по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке трубопроводов из металлопластовых труб. – Уфа: ИПТЭР, 2000. – 17 с.
11. РД 39Р-00147105-023-01. Инструкция по проектированию трубопроводов из металлопластовых труб. – Уфа: ИПТЭР, 2000. – 11 с.
12. Пермяков Н.Г., Агапчев В.И. Метод контроля качества металлопластовых труб // Сб. трудов “Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов”. – Уфа: ТРАНСТЭК, 2003. – С. 172-174.
13. Ращепкин А.К. Исследование работоспособности металлопластовых труб // Сб. трудов “Проблемы строительного комплекса России”.– Уфа: УГНТУ, 2005. – С. 96-97.