

# Временные трубопроводы

## Мобильная трубопроводная система на основе полиуретановых плоскосворачиваемых рукавов

Юрий Артюхов

Временные трубопроводы необходимы в целом ряде случаев: для ввода в эксплуатацию скважин до строительства основного промыслового трубопровода, при ремонте нефтесборных и технологических магистралей, а также для закачки пара в пласт с целью увеличения нефтеотдачи. Инновационное решение проблемы прокладки временных трубопроводных линий — применение мобильной трубопроводной системы на основе полиуретановых плоскосворачиваемых рукавов. Такая трубопроводная система заметно превосходит временные стальные трубопроводы и байпасные линии по скорости монтажа/демонтажа. Ее применение на промыслах характеризуется высокой надежностью и эффективностью, снижением финансовых и временных затрат.

Ключевые слова: трубопровод, плоскосворачиваемый рукав, байпасная линия, пропускная способность, запас прочности, срок службы, скорость монтажа, надежность.

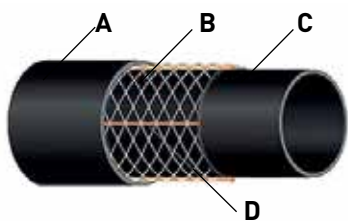
Мобильные трубопроводные системы (МТС) на основе плоскосворачиваемых рукавов — это инновационное решение проблемы прокладки временных трубопроводных линий для перекачки сырой и товарной нефти, нефтепродуктов, растворов кислот и щелочей, воды, а также ряда других жидких и сыпучих сред.

По сути, МТС — это российская разработка. Непосредственно сам метод экструзии (на основе которого создана технология производства полиуретановых рукавов) был изобретен и запатентован в 1990-е годы в России, однако патент не был оплачен, и разработка стала свободной для всего мира.

Сейчас все больше ведущих мировых нефтегазодобывающих компаний начинают внедрять МТС в свою эксплуатационную деятельность. Это обусловлено в первую очередь тем, что МТС из плоскосворачиваемых

Рисунок 1

Плассосворачиваемый полиуретановый рукав



А — внешний защитный слой из высокоизносостойкого термопластичного полиуретана  
 В — силовой каркас из полиэстеровых волокон  
 С — внутренний герметизирующий слой из высокоизносостойкого термопластичного полиуретана  
 D — медный антистатический провод (4 шт.)

Юрий Артюхов — руководитель коммерческих проектов ООО «БАЛТИКФЛЕКС», г. Санкт-Петербург.

### TEMPORARY PIPELINES

#### Mobile pipeline system based on polyurethane lay-flat hoses

Temporary pipelines are needed in a whole range of situations – to put wells on stream until a main infield pipeline has been built; when repairing oil-gathering and technological mainlines; and when injecting steam for enhanced oil production. An innovatory solution to the problem of laying temporary pipelines is to use a mobile pipeline system based on polyurethane lay-flat hoses. Such a pipeline system would be markedly superior to temporary steel pipelines and bypass lines in terms of the speed with which they can be set up and dismantled. It would be highly dependable and effective when used at oilfields and save time and money.

Keywords: pipeline, lay-flat hose, bypass line, throughput capacity, safety margin, service life, installation speed.

Yury Artyukhov

чиваемых рукавов не просто гибкий трубопровод для перекачки жидкости из пункта А в пункт Б, а полноценное инженерно-техническое решение, которое включает в себя целый комплекс оборудования различного назначения, начиная от сматывающих систем различных типов и заканчивая запорно-регулирующей арматурой.

Помимо этого производители МТС берут на себя всю научную и конструкторскую разработку, исходя из требований и потребностей заказчика, осуществляют шефмонтаж и пусконаладку на месте проведения работ.

## Комплекс МТС

Рассматриваемая мобильная трубопроводная система состоит из плосковорачиваемых рукавов, намоточных устройств и соединительной арматуры.

Рукав изготавливается методом экструзии термопластичного полиуретана через текстильный каркас, в процессе которой все пространство между полиэстеровыми нитями заполняется полиуретаном и образуется цельная стенка рукава, содержащая в себе текстильный каркас. Сам текстильный каркас представляет собой бесшовную трубчатую конструкцию и изготавливается на кругловязальных машинах. Для снятия статического напряжения при перекачивании нефтегазоводяной эмульсии или иной нефтесодержащей жидкости в силовой каркас рукава вплетены медные антистатические провода. Устройство рукава представлено на рисунке 1.

Спектр диаметров плосковорачиваемого рукава — от 50 до 400 мм (табл. 1). Рабочие давления варьируются от 1 до 10 МПа. Необходимо отметить, что чем больше диаметр плосковорачиваемого рукава, тем меньшее рабочее давление он способен выдержать. Мобильная трубопроводная система может эксплуатироваться в различных климатических условиях от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ , что подтверждено достаточно широкой географией ее применения — от Арктики до тропиков.

Запас прочности для каждого типоразмера вне зависимости от рабочего давления составляет коэффициент 2:1. Срок службы плосковорачиваемого полиуретанового рукава более 10 лет, при этом назначенный ресурс — 3000 циклов. Один цикл подразумевает под собой процесс монтажа, транспортировки продукта, демонтаж.

Стенки рукава, изготовленные из термопластичного полиуретана, не подвержены отложениям, химически не активны, устойчивы к таким агрессивным средам, как сера, растворы щелочей, кислот.

При подаче рабочего давления рукав увеличивается в диаметре примерно на 5–7%, что в совокупности с гладкой поверхностью стенки обеспечивает высокую пропускную способность, которая значительно выше, чем у стального трубопровода аналогичного диаметра.

Полиуретановые рукава могут комплектоваться различным спектром соединительных элементов. Оптимальными и наиболее применяемыми являются быстроразъемные соединения типа СРТ, они обеспечивают полную герметичность соединительного стыка и способны выдержать высокое давление (фото 1).

Таблица 1

### Технические характеристики МТС из плосковорачиваемых рукавов

Параметр	Ø, мм	P <sub>раб</sub> , МПа	T <sub>экспл.</sub> , °C	ΔØ, %	Длина секции, м	Запас прочности	Ресурс, циклов	Срок службы, лет
Значение	50–400	1–10	-60...+80	5–7	200	3	3000	>10

Фото 1

### Быстроразъемное соединение типа СРТ с рабочим давлением 1,0–6,3 МПа



элементы, которые гарантируют автономную работу системы в полевых условиях.

Все оборудование обладает необходимой разрешительной документацией для работы на опасных производственных объектах, часть элементов системы запатентована.

## Области применения

С помощью мобильной трубопроводной системы нефтегазодобывающие организации могут решать следующие задачи:

1. Организация байпасных линий любой протяженности.
2. Ввод скважин в эксплуатацию до строительства основной трубопроводной линии.
3. Организация временных трубопроводов различного назначения для увеличения нефтеотдачи пласта, опрессовки, увеличения давления в трубопроводе.

*Организация байпасных линий.* Исходя из опыта организаций, эксплуатирующих нефтяные месторождения, потребность в строительстве байпасной линии при ремонте нефтесборных, технологических трубопроводов возникает примерно один-два раза в месяц.

В ряде случаев строительство стальной байпасной линии не представляется возможным либо влечет за собой весьма серьезные временные и финансовые издержки. А если рассматривать ситуацию с остановкой добывающего фонда для проведения ремонтных работ, то это может привести к снижению уровня добычи по предприятию, к ухудшению нефтеотдачи пласта и иным последствиям.

*Ввод скважин в эксплуатацию до строительства основной трубопроводной линии.* Процесс освоения месторождений зачастую проходит в условиях неразвитой транспортной инфраструктуры или полного ее отсутствия. В большинстве случаев это отдаленные районы Сибири с заболоченной, труднопроходимой местностью, где единственный способ передвижения — вертолетная техника и болотоходы.

Бурение и ввод скважин в эксплуатацию в таких условиях — дорогостоящая процедура. Более того, зачастую требуется подвести

Фото 2

**Механизированная система развертывания и свертывания МТС из плоскостворачиваемых рукавов**



всю необходимую трубопроводную инфраструктуру еще до начала добычи нефти. И всегда существует риск того, что скважина полностью обводнится спустя непродолжительное время эксплуатации или ее дебит окажется неподтвержденным, что вкпе с уже подведенной инфраструктурой делает мероприятие убыточным.

В таких случаях МТС может являться незаменимым решением для ввода скважины в эксплуатацию до строительства стальной трубопроводной линии, так как прокладка мобильного трубопровода даже на многокилометровые расстояния в условиях почвы с низконесущей способностью (фото 3), пересеченной местности может занимать считанные дни.

Кроме того, у нефтедобывающей организации появляется возможность начать добычу нефти непосредственно после заканчивания скважины, что позволяет на порядок сократить финансовые и временные издержки, затраченные при бурении и вводе в эксплуатацию.

В случае же обводнения скважины и ее дальнейшего перевода в ППД МТС может быть применена для решения иных технико-эксплуатационных задач.

*Организация временных трубопроводов различного назначения.* Когда добываемый флюид относится к трудноизвлекаемым запасам, одной из технологий увеличения нефтеотдачи является закачка пара в пласт. Для этого на многих предприятиях применяются мобильные парогенераторные установки. Для их функционирования требуется подача пресной воды, точка забора которой может быть удалена на несколько километров.

Прокладка стального трубопровода в таких ситуациях, с учетом того фактора, что парогенераторная установка через определенное время может поменять место своей дислокации, в большинстве случаев будет являться серьезным препятствием для эксплуатирующей организации.

Вариант с применением МТС будет являться оптимальным решением, поскольку прокладка гибкого трубопровода займет на порядок меньше времени по сравнению со стальной трубой или иными аналогичными решениями.

**Опыт применения**

Проанализируем реальный опыт применения мобильной трубопроводной системы на примере ведущих российских нефтегазодобывающих организаций. При этом покажем, какие задачи позволила решить МТС и какую выгоду получили эксплуатирующие организации.

В 2013 году перед ПАО «ЛУКОЙЛ» на месторождении Рассветное стояла задача по ремонту нефтесборного трубопровода, который пролегал от скважины к АГЗУ на расстояние 160 м.

Для проведения ремонтных работ применялась мобильная трубопроводная система (фото 4), в комплекс которой входили плоскостворачиваемые рукава Ду150 с  $P_{\text{раб}} = 40 \text{ кг/см}^2$  в комплекте с быстроразъемными соединениями типа СРТ, намоточное устройство для размотки и транспортировки системы, а также различное вспомогательное оборудование для обеспечения автономной работы МТС.

Данное техническое решение заказчик выбрал из-за возможности сократить финансовые и временные издержки, которые неминуемо возникают при прокладке стальной байпасной линии. Также недропользователь хотел на практике проверить оперативность прокладки гибкой байпасной линии и сравнить полученные результаты с опытом монтажа временного стального байпаса.

В итоге прокладка мобильного трубопровода заняла около 1 часа 10 минут, а монтаж и сварка стального байпаса, исходя из практики, занимают около суток.

Также заказчику было важно оценить надежность используемого оборудования, проверить его стойкость к воздействию отрицательных температур, ультрафиолета и иных внешних факторов.

Кроме того, перекачиваемый флюид обладал повышенным газовым фактором и наличием достаточно агрессивных примесей.

Фото 3

**МТС в болотистой местности**



Фото 4

## Подключение мобильного трубопровода к АГЗУ



Мобильная трубопроводная система в рамках опытно-производственных испытаний непрерывно проработала около 6 месяцев.

Высокой оценкой ее эксплуатационных характеристик со стороны ПАО «ЛУКОЙЛ» является положительное заключение по программе испытаний, а также дальнейшее желание использовать подобные инновационные решения.

Ярким примером внедрения и эксплуатации мобильной трубопроводной системы является Новопортовское месторождение на полуострове Ямал, разрабатываемое ПАО «Газпром нефть».

Это была первая в истории зимняя погрузка нефти по временной схеме на Ямале. Перед эксплуатирующей организацией стояла задача обеспечить бесперебойную погрузку нефти на танкеры в летний и зимний периоды до ввода в эксплуатацию круглогодичного нефтеналивного терминала.

Было принято решение применить мобильную трубопроводную систему на основе плоскостворачиваемых рукавов. Общая протяженность гибкой трубопроводной линии Ду150 с  $P_{\text{раб}} = 40 \text{ кг/см}^2$  составила 5100 м в зимний период и около 3000 м в летний.

Сложность выполнения данной задачи также состояла в том, что нельзя было допускать падения температуры перекачиваемого флюида ниже  $+24^\circ\text{C}$  во избежание парафинообразования на стенках трубопровода.

Временную трубопроводную линию на период зимней эксплуатации обернули специальным утеплителем, который позволял на порядок сократить теплопотери и снижение температуры транспортируемого продукта.

До внедрения мобильной трубопроводной системы единственным путем транспортировки нефти были зимники. Однако по причине тяжелых транспортных условий и короткого периода автомобильного сообщения не удавалось выйти на плановые сезонные показатели вывоза товарной нефти.

Благодаря внедрению МТС плановые показатели были перевыполнены примерно вдвое, существенно сократились финансовые издержки.

Более того, товарная нефть, которая грузилась в морские танкеры, отправлялась напрямую европейским потребителям в порт Роттердама.

Мобильная трубопроводная система непрерывно проработала с осени 2014 года по май 2016 года. Схема временной погрузки прошла все необходимые согласования с органами технического и экологического надзора Российской Федерации.

Перед эксплуатирующими организациями могут стоять совершенно разные, в том числе нестандартные задачи по организации временных трубопроводных линий.

Для АО «Зарубежнефть» такая ситуационная задача возникла на Кубе, где для увеличения нефтеотдачи пласта было принято решение использовать мобильную парогенераторную установку, которую планировалось передислоцировать с одного куста скважин на другой в течение 5–6 месяцев.

Для функционирования установки требовалось подавать пресную воду от ближайшей точки забора воды, удаленность которой могла составлять до 5000 м.

Строительство стальной байпасной линии повлекло бы за собой серьезные финансовые затраты. Кроме того, нужно было принимать в расчет тот факт, что договориться с местными органами управления достаточно затруднительно, а в большинстве случаев практически невозможно.

Учитывая совокупность перечисленных факторов, эксплуатирующая организация решила применить мобильную трубопроводную систему на основе плоскостворачиваемых рукавов. Общая протяженность гибкого трубопровода Ду100 с  $P_{\text{раб}} = 16 \text{ кг/см}^2$  составила около 3500 м. Для размотки, хранения и транспортировки было использовано запатентованное затягивающее устройство контейнерного типа, что обеспечило скорость прокладки до 10 км/ч.

Время монтажа участка протяженностью более 3 километров составило ~8 часов (при этом прокладка осложнялась наличием 7 переходов под автодорогой).

МТС и по сей день работает на месторождении Бока де Харуко в условиях непрерывной эксплуатации при жестком воздействии ультрафиолета.

Приведенные примеры показывают, что комплекс МТС полностью отвечает повышенным требованиям нефтедобычи и уже после однократного его применения можно оценить экономическую целесообразность внедрения и эффект от дальнейшей эксплуатации.

## Заключение

Мобильная трубопроводная система на основе плоскостворачиваемых полиуретановых рукавов может служить инструментом для решения как повседневных, так и нестандартных задач нефтегазодобывающей отрасли. Ее работоспособность и надежность подтверждаются опытом эксплуатации в различных технических и климатических условиях. ●