

## ОПОРОЖНЕНИЕ НЕФТЕПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ АЗОТНЫХ УСТАНОВОК

Е.В. Николенко

*Научный руководитель доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа Крец В. Г.  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Существует несколько возможных методов очистки магистральных нефтепроводов. Разумеется, вытеснение нефтепродуктов воздухом невозможно, так как пиррофорные соединения, образующиеся в результате контакта сернистых нефтепродуктов с незащищенными железными стенками магистрали, склонны к самовозгоранию в реакции с кислородом. Поэтому рассмотрим применение способа вытеснения инертной смесью на основе азота. Специальный очистной поршень движется внутри нефтепровода под действием агента, нагнетаемого мобильными азотными компрессорными станциями, вытесняя нефтепродукты. Этот метод более результативен и удобен по сравнению с вытеснением нефти водой, применяемым при небольшой протяженности магистрали и сравнительно малого диаметра. Высокая производительность наших станций позволяет обслуживать нефтепроводы протяженностью в несколько десятков километров, а высокая чистота азота (до 95-99%) дает гарантию в безопасности проводимых работ [3].

Один из множества методов приложения азотных компрессорных станций в нефтегазовой отрасли — воздушная копрессовка труб и азотирование газопроводов (N98%), предназначенное для вытеснения кислорода из них [4].

Рассмотренная модель относится к сфере эксплуатации магистральных нефтепроводов и может быть использована при выполнении плановых ремонтных работ на трубопроводах, транспортирующих нефть и нефтепродукты. Может быть использована также для опорожнения и заполнения инертным газом нефтепроводов, выработавших ресурс безопасной эксплуатации и предназначенных для временной консервации. Сущность представленного технического решения заключается в следующем. Данная система, как и известная включает подлежащий ремонту или консервации и отсеченный задвижками, участок нефтепровода, установленный в нефтепровод поршень-разделитель сред и энергетическую установку для нагнетания инертного газа в опорожняемый участок нефтепровода. Но в отличие от известной - предлагаемая система содержит: по меньшей мере криогенную емкость с жидким азотом и азотную газификационную установку, предназначенные для нагнетания в нефтепровод газообразного азота; поршень-разделитель сред, выполненный по меньшей мере из пяти литых поролоновых поршней, установленных в нефтепровод последовательно друг за другом, при этом, между третьим и четвертым поршнями установлена гелевая пробка-прослойка. Кроме этого, система содержит по меньшей мере передвижную насосную установку, предназначенную для откачивания нефти из нефтепровода, а также установленные в нефтепровод по меньшей мере в начале и конце отсеченного участка нефтепровода два газоанализатора и два манометра. При этом в процессе функционирования всей системы осуществляют контроль основных параметров - давления в нефтепроводе, производительности азотной газификационной установки и передвижной насосной установки, скорости движения и местоположения в нефтепроводе поршня-разделителя сред. В предлагаемой системе вместо энергетической установки, содержащей криогенную установку с жидким азотом и азотную газификационную установку, может быть использована мобильная мембранная азотная установка, вырабатывающая газообразный азот из окружающего воздуха за счет селективной проницаемости материала мембраны различными компонентами воздуха. Представленная модель относится к сфере эксплуатации магистральных нефтепроводов и может быть использована при выполнении плановых ремонтных работ на трубопроводах, транспортирующих нефть и нефтепродукты. Может быть использована также для опорожнения и заполнения инертным газом нефтепровода, выработавшего ресурс безопасной эксплуатации и предназначенного для временной консервации.

Сущность этого способа заключается в следующем. По трубопроводу пропускают поршень-разделитель сред с последующей его остановкой, причем, поршень-разделитель сред останавливают посредством частично закрытой задвижки, расположенной за дефектным участком трубопровода по потоку нефти. Затем полностью закрывают задвижки и перемещают поршень-разделитель сред в обратном направлении закачиваемыми через отвод в трубопроводе инертными газами, например, газообразным азотом или отработанными выхлопными газами до частично закрытой задвижки, расположенной перед дефектным участком с последующим полным закрытием последней [3]. Недостатком данного изобретения является то, что в нем нет достаточных средств и устройств для обеспечения гарантированного и контролируемого опорожнения трубопровода от нефти и полного его заполнения инертным газом. При этом давление инертного газа для перемещения поршня-разделителя сред и вытеснения нефти из дефектного участка нефтепровода в действующий нефтепровод должно быть выше давления в действующем нефтепроводе, что требует значительных энергозатрат и массы закачиваемого газа.

Кроме этого, в нефтепроводах, выполненных с подкладными кольцами на стыках сваренных между собой труб поршень-разделитель сред при своем движении в нефтепроводе получает механические повреждения от выступающих на поверхности внутри трубы на 5 мм кромок подкладных колец, которые не позволяют обеспечить надлежащее качество очистки внутренней полости нефтепровода и вытеснение нефти в полном объеме [1].

Целью при разработке предлагаемой полезной модели является создание универсальной и эффективной системы опорожнения и одновременного контролируемого заполнения инертным газом участка нефтепровода. При этом, система должна быть пригодна для использования в нефтепроводах, выполненных с подкладными кольцами.

Указанная цель и технический результат реализуются следующим образом. Предлагаемая система, как и известная включает подлежащий ремонту или консервации и отсеченный задвижками, участок нефтепровода,

установленный в нефтепровод поршень-разделитель сред и энергетическую установку для нагнетания инертного газа в опорожняемый участок нефтепровода [2].

Но в отличие от известной - предлагаемая система содержит: по меньшей мере криогенную емкость с жидким азотом и азотную газификационную установку, предназначенные для нагнетания в нефтепровод газообразного азота; поршень-разделитель сред, выполненный по меньшей мере из пяти литых поролиновых поршней, установленных в нефтепровод последовательно друг за другом, при этом, между третьим и четвертым поршнями установлена гелевая пробка-прослойка.

Кроме этого, система содержит по меньшей мере подвижную насосную установку, предназначенную для откачивания нефти из нефтепровода, а также установленные в нефтепровод по меньшей мере в начале и конце отсеченного участка нефтепровода два газоанализатора и два манометра. При этом в процессе функционирования всей системы осуществляют контроль основных параметров - давления в нефтепроводе, производительности азотной газификационной установки и передвижной насосной установки, скорости движения и местоположения в нефтепроводе поршня-разделителя сред. В предлагаемой системе вместо энергетической установки, содержащей криогенную установку с жидким азотом и азотную газификационную установку, может быть использована мобильная мембранная азотная установка, вырабатывающая газообразный азот из окружающего воздуха за счет селективной проницаемости материала мембраны различными компонентами воздуха.

Рассмотрим технологию применения комплексной системы очистки внутренней полости трубопровода на проведения Опорожнения, и консервация нефтепровода Ду 700 Полоцк – Вентспилс на участке длиной 250 км.

Ду 700 Полоцк – Вентспилс представляет собой северную ветку трубопровода «Дружба. По причинам экономического и политического характера, на данном участке нефтепровода девять лет назад остановились поставки нефти на территорию Латвии. Таким образом, нефтепровод остался заполненным в полном объеме прилб. 630 тысяч барелей) нефтью и, следовательно заблокирован для другого применения. По технологическим соображениям линия трубопровода была еще до начала работ по опорожнению разбита на 6 участков. В начале и конце каждого участка были приварены специальные камеры пуска-приема.

В специальные камеры, в начале каждого участка (камеры пуска были вставлены по два очистных поршня. Следовательно данные два очистных поршня, между которыми закачана защитная разделительная водная пробка направленно продвигались по трубопроводу с помощью сжатого воздуха поступающего от компрессоров. Очистные поршни продвигаясь в полости трубопровода, вытесняли нефть из нефтепровода которая постепенно перепускалась между отдельными участками трубопровода в направлении от государственной границы с Литвой до приемного резервуара на нефтяном терминале в Вентспилсе.

Работы по вытеснению нефти из нефтепровода в направлении от государственной границы к нефтеперекачивающей станции «Джуксте» включая вытеснение нефти из всех сдвоенных участков, были осуществлены в течение последней декады ноября и первой декады декабря 2010 г., т. е. менее чем за 15 дней.

При этом на территории Латвии стояла экстремально холодная погода. Опорожнение последней части нефтепровода, т. е. участка между НПС «Джуксте» и Вентспилсом было по причинам имущественно-правового характера временно приостановлено.

В течение мая 2011 г. была произведена химическая очистка опорожненной полости трубопровода от государственной границы с Литвой и до нефтеперекачивающей станции «Джуксте» с помощью специального очистного (деконтаминационного) реагента. Основной задачей работ по очистке было выполнение очистки внутренней стенки трубопровода от нефтяных остатков таким образом, чтобы в случае возможного нарушения целостности трубопровода не произошло загрязнение окружающей среды, в частности подземных и поверхностных вод. Следующей целью выполняемых работ было создание долговременно безопасной (взрывобезопасной) среды в полости трубопровода, позволяющей осуществлять сварочно-монтажные работы без применения дополнительных мер по обеспечению условий взрывобезопасной среды. До старта работ по очистке в начале и конце каждого очищаемого участка, были смонтированы или приварены специальные очистные камеры.

В каждую специальную камеру установленную в начале участка, было вставлено несколько очистных поршней. Между очистными поршнями была закачана вода и очистной (деконтаминационный) реагент в точно установленном соотношении и объеме. Данный состав затем с помощью сжатого воздуха направленно продвигался в полости трубопровода. В результате прохождения пробок содержащих очистной реагент, внутренняя стенка трубопровода полностью очищена от нефтяных остатков [1].

#### **Вывод**

В данной статье рассмотрены технологические решения, позволяющие как повысить безопасность проведения работ, связанные с вскрытием нефтепровода, так и понизить экологические загрязнения. Также рассмотрено применение специальной камеры приема и пуска очистных поршней, уменьшающие время проведения работ.

#### **Литература**

1. Брыных А., Шустек Л., Елинскис А. // Консервация нефтепровода Ду 700 Полоцк – Венспилс // Трубопроводный транспорт: теория и практика – Москва, 2011 - №3 – С. 5 – 11.
2. Девяткин, И. Н. Использование гелевых разделительных поршней для вытеснения нефтепродукта и очистки внутренней полости МНПП / И. Н. Девяткин // Транспорт и хранение нефтепродуктов. – 2004. – №1. – 143с.
3. Дегтярев, В. Н. Разработка метода борьбы с отложениями парафина / В. Н. Дегтярев // Нефтяное хозяйство. 2006. - № 11. - 169 с.
4. Силин, М. А. Очистка и испытание магистральных трубопроводов / М. А. Силин, Л. Магадова, Р. Магадов, М. Поборцев // Научно технический вестник ЮКОС. – 2003. – №3. – 127 с.