

ОЧИСТКА ТРУБОПРОВОДОВ ГЕЛЕВЫМИ СИСТЕМАМИ

Комлев И.М., Чаплин И.Е.

Научный руководитель канд. хим. наук Чухарева Н.В.

Томский политехнический университет

Способы борьбы с парафиновыми отложениями, основанные на применении механических средств, не могут быть с успехом применены на участках, не оборудованных камерами запуска и приема скребков, а также в трубопроводах переменного сечения. Кроме того, частые пропуски скребков приводят к спрессовыванию части парафиновых отложений, которые в последующем невозможно полностью удалить известными способами.

Полное удаление частиц механических примесей и воды из полости трубопроводов с помощью очистных поршней и потока перекачиваемой среды также невозможно.

По этим причинам для очистки трубопроводов все шире применяются гелевые системы. Впервые такие системы были использованы компанией «Доуэлл оф Канада» в 1971 г. для удаления воды из нефтесборных линий. В настоящее время в трубопроводном транспорте применяются гели 4 типов:

- гели-разделители партий нефтепродуктов;
- гелеобразные поршни для выноса мусора из полости трубопровода;
- углеводородные гели;
- осушающие гели.

Гели-разделители за рубежом получают путем добавки в пресную или морскую воду гуаровой смолы. Консистенция геля подбирается в зависимости от условий его применения.

Гели, применяемые в качестве разделителей, обладают такими свойствами, как псевдопластичность, вязкоупругость, способность к самовосстановлению формы. Они легко проходят через сужения, восстанавливая затем свою форму и свойства до первоначальных, а также полностью предотвращают смешение разделяемых жидкостей.

В нашей стране накоплен определенный опыт применения гелей-разделителей для вытеснения нефти из полости трубопроводов. В 1996 г. в ОАО «Приволжскнефтепровод» были проведены работы по освобождению от нефти участка нефтепровода Нижнеартовск - Куйбышев диаметром 1220 мм и протяженностью 15 км. Согласно разработанному регламенту, в трубе был сформирован гелевый разделитель длиной около 0,1 % длины очищаемого трубопровода. Головная часть разделителя была выполнена из гелевой композиции на основе полиакриламида (ПАА), которая после «сшивания» геля представляла собой эластичный упругий поршень, способный за счет расклинивающих усилий полностью перекрывать сечение трубопровода при перемещении. Хвостовая часть гелевого разделителя была более подвижной, способной при движении собирать и аккумулировать грязепарафиновые отложения и механические включения в трубе.

Время приготовления разделителя составило 4 ч, его общая длина – около 12,5 м, средняя скорость перемещения по трубопроводу - 0,3 м/с. Вытесняемая нефть через перемычку по нефтепроводу Бавлы - Куйбышев поступала в резервуары НПС «Кротовка». После завершения вытеснения нефти отобранная проба воды была прозрачной, без видимых нефтяных включений, количество растворенной нефти составило 4,53 мг/л. Полученные результаты можно считать удовлетворительными.

В 1998 г. аналогичным образом был очищен подводный переход магистрального нефтепровода Зольное — Кряж диаметром 273 мм.

В ОАО «Центрсибнефтепровод» имеется опыт вытеснения с помощью гелевых разделителей опрессовочной воды нефтью из трубопровода Александровское — Анджеро-Судженск.

Гелевые поршни для очистки трубопроводов представляют собой бингамовскую жидкость с высоким значением напряжения сдвига, что обеспечивает поддержание частиц мусора во взвешенном состоянии, даже если гель неподвижен в течение длительного периода времени. Применяемые гели должны иметь высокую адгезионную способность по отношению к загрязняющим материалам, частицы которых мигрируют в центральную часть гелевого поршня. Благодаря этому загрязняющий материал не может накапливаться перед поршнем, и поэтому возможность его застревания сводится к нулю.

За гелевым поршнем для удаления мусора из трубопровода следует механический поршень, обеспечивающий движение системы в виде единой пробки. Так как гелевые поршни легко диспергируются водой, спереди и сзади они должны быть изолированы от нее разделительными поршнями. Поскольку очистной и разделительный поршни имеют весьма различные характеристики, между собой они не смешиваются.

Рекомендуемая скорость перемещения системы составляет от 0,3 до 0,9 м/с. С помощью гелевого поршня в 1978 г. производилась очистка газопроводной системы ФЛЭГС в Северном море, имеющей диаметр 914 мм и протяженность 450 км. По предварительным оценкам масса загрязнений в ней (окалина, ржавчина, сварочный шлак) составляла 350 т. Для очистки газопровода был сформирован гелевый очистной комплекс общей длиной 5,49 км, который был введен в трубопровод на береговом склоне Шотландии Сент-Фергюс и выведен из него непосредственно в море через 17 суток. Всего с помощью гелевого поршня было извлечено около 320 т осадков, вследствие чего шероховатость внутренней поверхности стенок трубопровода уменьшилась на порядок и его гидравлические характеристики существенно улучшились.

Положительные результаты были достигнуты при очистке с помощью водных растворов полиакриламида магистрального нефтепровода Нижневартовск - Усть-Балык. В условиях Западной Сибири магистральные трубопроводы сооружаются, в основном, в зимнее время. Поэтому их продувка и очистка выполняются недостаточно эффективно, а в сооруженных нефтепроводах остаются глина, песок, электроды и т. д. Растаявшие снег и лед, а также вода, выпадающая из нефти в пониженных местах трассы, образуют скопления воды.

Очистку нефтепровода Нижневартовск - Усть-Балык осуществляли в два этапа. На первом в него непрерывно подавали 0,8%-й водный раствор ПАА в количестве 3 г/т, в результате чего через 20 ч производительность трубопровода увеличилась на 1,5 %. На втором этапе использовали высоковязкий гель на основе 8%-го раствора ПАА длиной, равной 9 диаметрам нефтепровода. В результате, в резервуары конечного пункта поступило более 800 т жидких скоплений и механических примесей в виде текучей суспензии, а на решетках фильтров НПС было задержано большое количество мелких предметов.

Гелевый поршень был успешно использован для очистки нефтепровода Узень — Шевченко. Пониженная прочность стенок трубопровода, с начала эксплуатации подвергавшегося интенсивной внутренней коррозии сероводородом и сульфатовосстанавливающими бактериями, не позволяла использовать для этих целей обычные скребки. Поэтому было принято решение об использовании для удаления

жидких скоплений и механических примесей (продуктов коррозии, глины, песка) водных растворов ПАА.

В результате однократного пропуска полимерной пробки длиной 25 м, из полости трубопровода было вытеснено свыше 30 т механических примесей. Это позволило увеличить производительность нефтепровода на 3...7 % в течение 30 суток эксплуатации и на 2...3 % в течение 8 месяцев дальнейшей безаварийной работы. По мнению экспериментаторов, причиной такого роста производительности стало не только увеличение проходного сечения трубы, но и образование на ее поверхности стойкого гидрофильного слоя, который в течение нескольких месяцев играл роль своеобразной смазки, снижающей трение при перемещении нефти.

В ходе экспериментов на участке 0-208 км нефтепровода Мичуринск - Кременчуг диаметром 720 мм с помощью высоковязких полимеров, образовавших эластичную пробку длиной около 12 м, удалось частично очистить полость трубопровода даже от спрессованных парафиносмолистых отложений.

Однако очевидно, что из-за невысокой механической прочности гелевые поршни малоэффективны при очистке от связанных отложений на внутренней стенке трубопроводов. Для повышения очистных свойств гелевых систем в их состав вводят различные наполнители (металлический порошок, песок и т. д.). Другой путь - совместить применение гелевых поршней с механическими скребками, назначением которых является срыв окалины и срезание парафиносмолистых отложений с поверхности труб.

Углеводородные гели (органогели) приготавливают с использованием в качестве дисперсионной среды углеводородной жидкости (керосина, дизельного топлива и т. д.). Их перемещение осуществляется жидкостями или газом (через механический разделитель).

Органогели эффективны при очистке газопроводов от скоплений конденсата. Кроме того, в них вводят до 20 % мае. ингибитора, что обеспечивает защиту внутренней поверхности газопроводов от коррозии.

Осушающие гели применяют для повышения эффективности осушки полости трубопроводов. Их приготавливают, как правило, на основе спиртов (например, метанола). Применение таких гелей позволяет сократить количество пропусков механических поршней.

В начало осушающей гельной системы помещают разделительный поршень из гидрогеля. Его назначение – очистка полости трубопровода от основной массы воды (после него на стенке остается только водяная пленка). Далее следует осушающий поршень, «голова» которого контактирует с «хвостом» разделительного поршня. Осушающий поршень поглощает оставшуюся воду. В конце системы располагаются механические поршни, манжеты которых уплотняются осушающим гелем. Механические поршни приводятся в движение газом. Данная схема сводит к минимуму перетоки проталкивающего газа в осушающий поршень и трение манжет механических поршней о стенки трубопровода.

Таким образом, применение гелевых систем целесообразно:

- при разделении последовательно перекачиваемых жидкостей (нефтей, нефтепродуктов, нефти и воды);
- при очистке участков и резервных ниток, не оборудованных камерами пуска и приема очистных устройств, коммуникаций НПС и резервуарных парков, а также участков нефтепровода с переменным сечением, трубопроводов с пониженной прочностью стенки;
- при необходимости временного увеличения производительности нефтепровода или снижения рабочего давления;

- для удаления конденсата из полости газопроводов и обработки их внутренней поверхности ингибиторами коррозии;
- для осушки полости газопроводов.

В связи с этими задачами к гелевым системам, применяемым в трубопроводном транспорте, предъявляются следующие требования:

- высокая поверхностная и объемная активность;
- повышенные адсорбционная и адгезионная, пониженная десорбционная способность в динамических условиях;
- способность образовывать на стенках трубопровода гидрофильный слой полимера;
- высокая эластичность;
- высокая технико-экономическая эффективность.

Литература:

1. Губин В. Е, Губин В. В. Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. — М.: Недра, 1982. — 246 с.
2. Капцов И. И. Сокращение потерь газа на магистральных газопроводах. — М.: Недра, 1988. — 160 с.