

ОЧИСТКА ТРУБОПРОВОДОВ-СПУТНИКОВ

CLEANING OF THE PIPELINE – SATELLITES

УДК 39.77

Ю.А. БЕЛЯЕВ

ст. н.с. «Научного центра нелинейной волновой механики и технологии РАН», канд. техн. наук.

Москва
belyaev-y@yandex.ru**YU. A. BELYAEV**

SR «Scientific Center of Nonlinear Wave Mechanics and Technology» RAS, Ph.D.

Moscow

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:Трубопроводы-спутники, поверхностно-активное вещество МЛ-80, щёлочь, асфальтеносмолопарафиновые отложения, реакции солюбилизации, расклинивания
Pipeline-satellites, surface-active agent ML-80, alkali, asphaltenes deposition, reaction solubilization, reaction wedging**KEYWORDS:**

Разработана композиция реагентов, позволяющая отмыывать со стенок трубопроводов не только асфальтеносмолопарафиновые, но и углеродистые отложения. Изучения были подтверждены промышленными испытаниями.

Designed composition of reagents that allow the laundering of the pipes not only from asphaltenes and resinous paraffin deposits but also carbon deposits. Studies have been confirmed by industrial tests.

Трубопроводы – спутники служат для доставки нефти от скважин до установок замера и первичной обработки, а также доставки их до магистрального трубопровода. В составе нефтей имеются высокомолекулярные парафины (C_{18} и выше), смолы, асфальтены и минеральные соли, которые ввиду нарушения фазового равновесия нефти при изменении температурного режима и перепадов давления в процессе движения, отлагаются на стенках трубопроводов и скважинного оборудования. Это особенно характерно для северных районов в зимнее время. Со временем пристенные отложения карбонизируются, переходя в твёрдые углеродистые продукты, а наслаивающиеся отложения, если вовремя не принимать меры, могут полностью перекрыть живое сечение трубопровода.

Для очистки твёрдых отложений предложены различные способы [1,2], но в промышленной практике применяются наиболее простые решения типа промывка трубопроводов горячей нефтью или горячим конденсатом. Такое решение позволяет частично очистить трубопровод, в данном случае смывается верхний слой парафинов, но пристенную часть твёрдых асфальтеновых соединений, тем более карбонизированного состава, таким способом снять не возможно, поскольку они не растворимы в конденсате. При этом остаются центры асфальтеносмолопарафиновых отложений (АСПО), что ускоряет закольматирование трубопроводов.

Одним из эффективных, позволяющих наиболее полно очищать трубопроводы и внутрискважинное оборудование является препарат МЛ-80 [3], но он не в состоянии очищать трубопроводы от карбонизированных пристенных отложений. Для решения этой проблемы проведены исследования и предложен состав комплексной водорастворимой многофункциональной композиции (КВМК), в

которой в состав МЛ-80 добавляют натриевую (или калиевую) щёлочь, что позволяет очищать пристенные карбонизированные отложения и смывать центры отложения АСПО.

Применение КВМК в технологических операциях по очистке трубопроводов основано на специфических свойствах дифильных молекул ПАВ сорбироваться и ориентироваться на различных поверхностях раздела («нефть-вода», «вода-металл», «нефть-воздух», «нефть-кристаллы парафина», «вода-кристаллы минеральных солей» и т.д.) и изменять фазовые и энергетические взаимодействия на этих границах; на способности этих молекул образовывать в объёме растворов пространственные агрегаты-мицеллы, внутри которых могут солюбилизоваться водонерастворимые органические вещества, а также на способности хелатообразующих компонентов КВМК «связывать» ионы кальция, бария, железа и препятствовать их реакциям с ионами сульфатов и карбонатов.

В отличие от индивидуальных ПАВ, КВМК обладает комплексом заранее заданных свойств, обусловленных как свойствами отдельных компонентов, так и новыми физико-химическими свойствами, полученными вследствие аддитивных, синергетических и антагонистических эффектов при их целенаправленном смешении. Водные растворы КВМК обладают высокой поверхностной активностью и смачивающей способностью, солюбилизирующим, пептизирующим, эмульгирующим и антисорбционными свойствами, расклинивающим действием на границах раздела нефти с твёрдыми поверхностями, пенообразующей способностью, регулируемыми реологическими свойствами и оптимальной стабилизирующей способностью. Эти свойства сохраняются в пресной и пластовой воде и реализуются в широком интервале соотношений

объёмов фаз «нефть-вода».

Исследования процесса очистки трубопроводов от АСПО проводили на лабораторной установке (рисунок 1), основным звеном которой являлась трубчатая модель пласта, диаметром 0,03 м и длиной 1,2 м.

Проведено исследование влияния состава, температуры и времени контакта на степень очистки трубопровода от тяжёлой тугоплавкой нефти в твёрдом состоянии. Для исследования принята нефть Узеньского меторождения со следующими характеристиками: плотность при 20 °C – 879 кг/м.³, условная вязкость при 50 °C – 3,16 у.е., температура застывания – + 35 °C. Нанесение нефти на поверхность трубки проводили путём заполнения охлаждённой модели горячей нефтью и частичного её сливания. Отложение нефти на стенках составляло 50-60 % живого сечения. Раствор реагента из бюретки прокачивали дозировочным насосом в приёмную ёмкость. Время контакта реагента с нефтью рассчитывалось для каждого опыта отдельно и составляло от 30 до 90 мин.

На рисунке 2 представлены графики, показывающие влияние температуры на степень отмыва при воздействии чистым раствором ПАВ (МЛ-80) и в смеси с натриевой щёлочью.

Время контакта = 90 мин. Содержание щёлочи в реагенте, % мас: $S_{щ}=0-0$; $S_{щ}=0,1-0,1$; $S_{щ}=0,2-0,2$; $S_{щ}=0,3-0,3$; $S_{щ}=0,5-0,5$. Анализ экспериментов показывает, что действие чистого МЛ-80 заметно проявляется при температуре выше 20 °C. Введение в состав КВМК натриевой щёлочи резко повышает степень отмыва модели. Наиболее заметное увеличение наблюдается при содержании в составе щёлочи в количестве 0,2 % мас, причём степень отмыва по сравнению с чистым МЛ-80 увеличивается в 5 раз даже при 10 °C. При повышении температуры до 30 °C ►

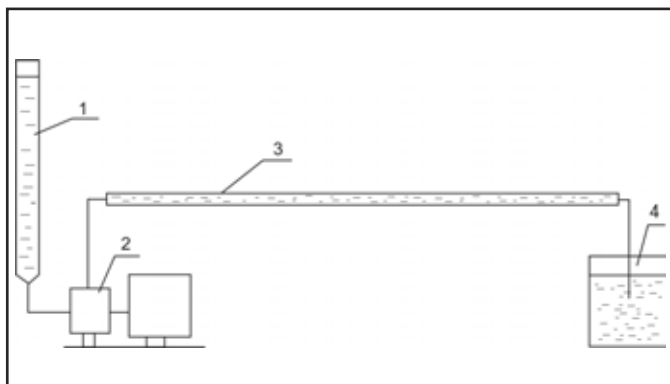


Рис. 1 Технологическая схема установки очистки трубопроводов от АСПО 1 – бюретка; 2 – насос; 3 – модель пласта; 4 – приёмник.

N п/п	Состав реагентов, % масс.			Примечание
	МЛ - 80	Na OH	вода	
1	МЛ - 80	Na OH	вода	Концентрация МЛ-80 принята из промышленной практики
2	0,2	0	99,8	
3	0,2	0,1	99,7	
4	0,2	0,2	99,6	
5	0,2	0,3	99,5	
6	0,2	0,5	99,3	

Таб. 1 Состав реагентов. Концентрация МЛ-80 (0,2 % масс.) взята из промышленного опыта.

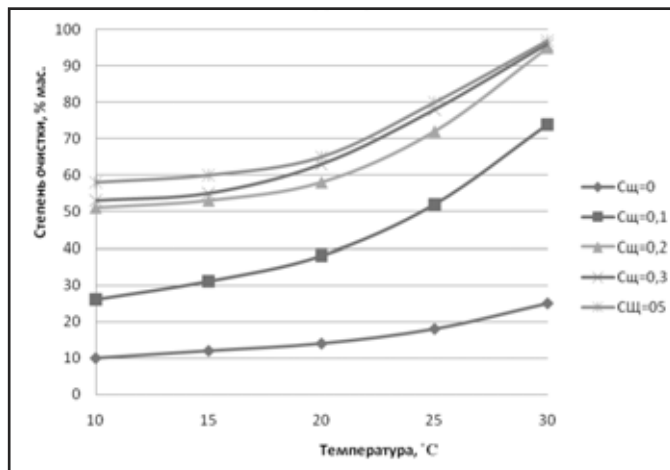


Рис. 2 Влияние температуры и концентрации щёлочи в ПАВ на степень очистки трубопровода, $\tau=90$ мин.

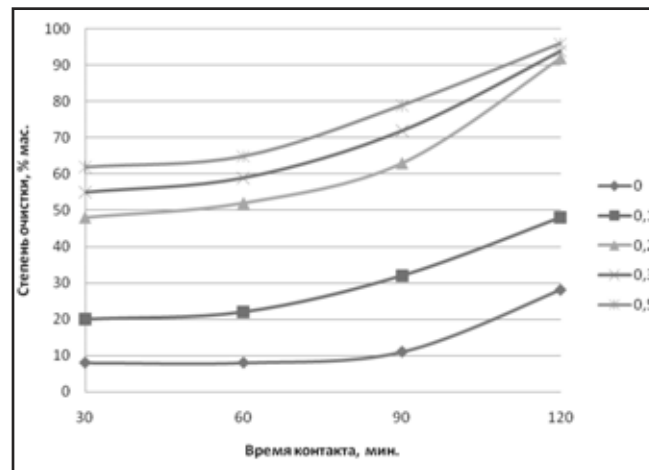


Рис. 3 Влияние времени контакта и концентрации щёлочи в ПАВ на степень очистки трубопровода, $T_{ра} 20^{\circ}C$

степень отмыва составляет более 90 %. Увеличение количества щёлочи до 0,5 % повышает степень очистки модели, но не в значительной степени.

Следующими экспериментами определено влияние времени контакта и концентрации щёлочи в составе реагента на очистку металлической поверхности от нефти, рисунок 3.

Рисунок 3. Обозначения концентраций щёлочи идентичны рисунку 2. Анализ кривых показывает, что раствор чистого МЛ-80 действует при времени контакта более 90 мин. Наибольшая эффективность КВМК наблюдается при содержании в растворе щёлочи 0,2 и более % масс. В этом случае при времени контакта 120 мин наблюдается степень очистки более 90 %. Состав реагента после очистки и после отстоя оставался прозрачным и, как показали дальнейшие эксперименты, был также активным и готов для последующей очистки. Это указывает на то, что основными в процессе являются реакции расклинивания и сольubilизации.

Данные лабораторных исследований подтверждены промышленными испытаниями в нефтяном объединении «Краснодарнефть» НГДО «Абиннефть», где был очищен трубопровод-спутник длиной 380 м. забитый АСПО более чем на 80 % и в нефтяном объединении «Когалымнефть», где очищен трубопровод-спутник длиной 960 м, трубопровод-спутник был

забит примерно на 50%.

Процесс очистки осуществлялся летом по следующей технологии. В емкости готовили раствор реагентов оптимального состава, % масс: МЛ-80 (0,2%) – Na OH (0,2%) – вода 99,6 (%). Раствор с помощью ППУ нагревали до $45^{\circ}C$ и насосом ЦА-320 закачивали в трубопровод-спутник. На выходе из трубопровода температура составляла в НГДО «Абиннефть» – $24^{\circ}C$, а в объединении «Когалымнефть» – $21^{\circ}C$. После заполнения трубопровода закачку прекращали на 15 мин. Первые два цикла заполнения не показали никаких результатов, раствор выходил прозрачным. После 3-го заполнения из трубопровода стала вываливаться грязь в виде густой тёмной массы, крупных углеродистых конкреций и тяжёлой нефти. Через час этот состав отстоялся, твёрдые углеродистые конкреции осели на дно ёмкости, нефтяные углеводороды всплыли вверх, а раствор стал светлым и готов был для повторного использования. Время на обработку трубопровода в НГДО «Абиннефть» (380 м) составило 5 часов, а в «Когалымнефть» – 9 часов. В работе было задействовано только стандартное оборудование.

Следует отметить, что в состав комплексной водорастворимой композиции входят реагенты, применяемые в нефтяной промышленности, он не токсичен, не пожароопасен и не изменяет состава добываемой продукции.

Выводы.

- 1 Проведены исследования и предложен состав комплексной водорастворимой многофункциональной композиции позволяющей очищать не только смолопарафиновые соединения, но и твёрдые углеродистые отложения с нефтяного оборудования.
- 2 Проведены промышленные обработки трубопроводов-спутников предложенным составом, в результате чего трубопроводы были очищены не только от АСПО, но и даже от твердых углеродистых отложений. ■

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Беляев Ю.А., Толоконский С.И., Аваков А.Р., Попов А.Р., Борисов В.Ю. Состав для предотвращения образования на твёрдых поверхностях асфальтеносмолопарафиновых отложений и минеральных солей» Патент РФ, № 2086754, бюл. изобр. №22.
2. Хорошилов В.А., Беляев Ю.А., Баландин Н.Н., Мякотин В.Н., Арсамиков М.У.» Состав для предотвращения парафиногидратных отложений и коррозии в скважине при добыче нефти». Патент РФ №1806161, 30.03.93 г., Бюл. изобр. № 12.
3. РД-39-1-1094 – 84. «Руководство по применению МЛ – 80 для повышения эффективности технологических операций нефтедобычи», МИННЕФТЕПРОМ, 1984 г., 35 с.