

ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕДОБЫЧИ, НЕФТЕХИМИИ, НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

УДК 621.65.05

Н. Ю. Башкирцева, О. Ю. Сладовская

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПАВ В ПРОЦЕССАХ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

Ключевые слова: нефтяная дисперсная система, реология, нефтяная эмульсия.

В статье рассмотрено механизм влияния ПАВ на реологическое поведение нефтяных дисперсных систем. Показано, что действие ПАВ связано как с изменением с изменением поверхностных свойств на границе нефть - металл, так и структуры нефтяной дисперсной системы. Приведены требования к реагентам, применяемым для транспортировки высоковязких нефтей и нефтяных эмульсий

Keywords: Oil disperse system, rheology, oil emulsion.

Features of application of surfactants in the process of transporting of high viscous oils. In this article we analyzed the mechanism of influence of surfactants on the rheological behavior of oil disperse systems. It was shown that effect of surfactant is due to the change in the surface properties at the interface of oil-metal and in the structure of oil disperse system. There were given the requirements to the reagents used for the transport of heavy oil and oil emulsions.

Оптимизация процессов транспортировки нефтяных систем по трубопроводам связана с проблемой уменьшения гидродинамического сопротивления. Принципиально новое решение возможно при специальном целенаправленном воздействии на нефтяные системы либо до либо в процессе транспортировки, которое заключается в решение совокупности задач: снижении структурной вязкости, статического и динамического напряжения сдвига нефти; предотвращении образования АСПО и их сорбции на поверхности трубы; предотвращении образования обратных эмульсий в потоке и разрушении ранее образованных; уменьшении шероховатости трубы и увеличении диаметра ее проходного сечения за счет отмыва АСПО; олеофобизации внутренней поверхности трубы.

Изначально проблемы транспортировки высоковязких нефтей решались в основном путем использования различных растворителей или тепловых воздействий, за счет которых происходит разжижение среды и снижение ее вязкости. Однако такие методы существенно увеличивают себестоимость перекачки.

В связи с этим актуальным становится поиск новых технологических решений в области транспортировки высоковязких нефтей, одним из которых является применение химических реагентов комплексного действия для снижения их вязкости.

При добыче и трубопроводном транспорте высоковязких нефтей и водонефтяных эмульсий ПАВ можно применять как для улучшения реологических характеристик самих нефтей и эмульсий, так и для изменения условий взаимодействия на границах раздела нефтяных потоков с металлом [1].

Для большинства неньютоновских сред реологические аномалии проявляются в пристенном слое. ПАВ по своей природе способны адсорбироваться на границе твердое тело - жидкость, изменяя

условия смачивания и образуя слой ориентируемых определенным образом молекул [2].

В случае, если ПАВ инжектируется в поток высоковязкой нефти в виде водных растворов, за счет адсорбции ПАВ происходит гидрофилизация поверхности трубы - образование достаточно тонкого кольцевого слоя раствора ПАВ и в последствии в процессе эксплуатации за счет увеличения степени адсорбции и заполнения металла адсорбируемыми молекулами возникает защитный слой, препятствующий коррозии нефтепромышленного оборудования. Дополнительное преимущество способа гидротранспорта нефти с применением ПАВ - возможность массопереноса хлористых солей из нефти в водную фазу. Это позволяет рассматривать трубопровод как технологическое оборудование по подготовке нефти. Распаду на конечных пунктах доставки смеси образующейся эмульсии, кроме термообработки, способствует некоторый рост плотности водной фазы при переходе в нее солей из нефти [3].

К применяемым для этого ПАВ предъявляются следующие требования: смачивать внутреннюю поверхность трубы, не вызывать коррозии металла, обладать деэмульгирующими свойствами. Если при транспорте по трубопроводу высоковязкой нефти в качестве водной фазы используется минерализованная вода, то предпочтительнее применение неионогенных ПАВ [4].

ПАВ проявляют свое действие не только на границах раздела нефть-металл и нефть-вода, но и, проникая через эти границы, в объеме нефти, изменяют структуру нефтяной дисперсной системы и тем самым снижают сдвиговую прочность. Это явление так же отражается на улучшении реологических характеристик нефтей, но оно не является доминирующим при применении водных растворов ПАВ.

В том случае, если ПАВ применяется при перекачке товарной нефти на границе металл-нефть создается гидрофобный адсорбционный слой.

Введенный реагент проникает в структурный каркас нефтяной дисперсной системы, разрушает его и препятствует его восстановлению. За счет создания новой сольватной оболочки на поверхности высокомолекулярных компонентов нефти последние теряют способность к осаждению на стенках труб и удерживаются в нефти в виде суспензии [5]. При этом, если на стенках оборудования уже существовали отложения АСПО происходит их постепенный отмыв с поверхности.

Таким образом введение в поток высоковязкой нефти растворов поверхностно-активных веществ позволяет снизить гидравлические сопротивления при перекачке нефти за счет:

- снижения вязкости нефти в результате разрушения структурного каркаса НДС, предотвращения образования асфальтосмолопарафиновых агрегатов в ее объеме;

- модификации поверхности трубы мультимолекулярными слоями ПАВ;

- гидрофилизации (олеофобизации) чистой или даже загрязненной поверхности трубы раствором ПАВ;

- сглаживания реальной шероховатости загрязненной поверхности трубы при отмыве части АСПО;

- увеличения проходного сечения трубы за счет отмыва с ее внутренней поверхности АСПО;

Все эти процессы могут происходить одновременно или последовательно [6]. В зависимости от условий транспортировки нефти, ее состава и свойств роль каждого из этих процессов может быть меньшей или большей.

В основе всех этих процессов лежит основное свойство ПАВ - адсорбция на поверхности раздела фаз. Правило П.А. Ребиндера оговаривает условие адсорбции ПАВ на границе раздела: для адсорбции ПАВ на данной границе раздела необходимо, чтобы величина его полярности находилась между полярностями соприкасающихся фаз. Эта адсорбция будет тем лучше, чем больше разность их полярностей [7]. Из изложенного следует, что ПАВ, эффективные на любой границе раздела, необходимо искать среди тех, полярные свойства которых находятся между полярными свойствами граничащих фаз.

Упрощенно механизм действия ПАВ можно описать следующим образом. Способность ПАВ к адсорбции на различных поверхностях приводит к разрушению структурного каркаса в объеме нефти, препятствует его восстановлению. «Дезактивированные» частицы парафинов с адсорбированными асфальтосмолистыми веществами теряют способность к осаждению на стенках труб и удерживаются в нефти в виде суспензии. Исходя из механизма структурообразования в нефтяных системах, можно предположить, что перевод частиц дисперсной фазы из связ-

нодисперсного в свобододисперсное состояние будет способствовать уменьшению вязкости системы.

Поверхностно-активные вещества, используемые для транспортировки нефтяных эмульсий должны обладать также деэмульгирующим действием, которое способствует снижению дисперсности эмульсий и влечет за собой отделение воды.

В практике нефтедобычи для повышения эффективности работы скважин применяют ряд реагентов, являющихся продуктом на основе неионогенных ПАВ. В [8] описан способ транспортировки по трубопроводу вязких нефтей и нефтепродуктов, предполагающий введение активной смеси ПАВ из щелочных отходов очистки светлых нефтепродуктов. Состав для добычи и транспорта нефти [9] содержит многокомпонентную смесь синтетических анионных и неионогенных ПАВ, оксиэтилированных эфиров фосфорной кислоты и растворители. Эти вещества представляют собой сложную смесь азотистых СПАВ и смачивающих агентов, растворенных в смеси селективных растворителей.

На сегодняшний день способы гидротранспорта нефтей и водонефтяных эмульсий, с применением растворов ПАВ еще не нашли широкого применения в нефтяной промышленности. Одна из причин этого - недостаточная изученность процесса гидротранспорта нефтей при различных входных факторах (количества и состава воды, температуры и т. д.) и управляющих воздействий (состав и концентрация СПАВ, условия их введения и т. д.).

Литература

1. Губин В. Е., Гоник А. А., Емков А. А. Физико-химические основы применения ПАВ в трубопроводном транспорте высоковязкой нефти // Нефтяное хозяйство. -1976, №7. -С59-60.
2. Русанов А. И. Фазовые явления и поверхностные явления. -Л.: Химия, 1967. -388с.
3. Кацавцев В. Е. Предупреждение солеобразования при добыче нефти / В. Е. Кацавцев, Ю. П. Гаттенбергер, С. Ф. Люшин. -М.: Недра, 1985. -305с.
4. Абрамзон А. А. Поверхностно-активные вещества. -Л.: Химия, 1981. -273с.
5. Ольков П. Л. Исследования поверхностных явлений в нефтяных дисперсных системах и разработка новых продуктов. автореф. дис. д-ра техн. наук. Уфа: УНИ, 1982. -407с.
6. Тронов В. П. Механизм образования смолопарафиновых отложений и борьба с ними. -М.: Недра, 1969. -192с.
7. Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. Избранные труды. Т.2. -М.: Наука, 1979. -384с.
8. А. с. 1550262 СССР, МКИ F17 D 1/16. Способ транспортировки по трубопроводу вязких нефтей и нефтепродуктов.
9. Патент РФ 2176656, МКИ C09 K 3/00, E21 B 37/06. Состав для добычи и транспорта нефти и способ его получения.

© Н. Ю. Башкирцева - д.т.н., проф., зав. каф. ХТПНГ КНИТУ, bashkircevan@bk.ru; О. Ю. Сладовская - к.т.н., доцент той же кафедры, olga_sladov@mail.ru.

© N. Yu. Bashkirceva, doctor of technical sciences, prof., head of "Chemical technology of petroleum and gas processing" department of KNRTU, bashkircevan@bk.ru; O. Yu. Sladovskaya, PhD in technical sciences, associate professor of technology of petroleum and gas processing" department of KNRTU, olga_sladov@mail.ru.