

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕ

УДК 622.276.8

И.Ш. Ислямов

Томский политехнический университет, Томск, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПРИСАДОК

Рассмотрено применение депрессорных присадок, предназначенных для улучшения реологических свойств нефти, а также физический механизм, за счет которого происходит улучшение реологических свойств нефти.

Ключевые слова: депрессорная присадка, реагент, нефть, реология.

I.Sh. Islyamov

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

USE OF POLYMER ADDITIVES

We discuss using of depressant additives designed to improve the rheological properties of oil. The physical mechanism by which there is improvement of the oil rheological properties.

Keywords: depressant reagent, oil, rheology.

Высокопарафинистые нефти в процессе перекачки по трубопроводам состоят из двух фаз: жидкой и твердой. Жидкую фазу составляют низкомолекулярные парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды; твердую – высокомолекулярные парафиновые углеводороды. Твердая фаза нефти может находиться в свободно- и связно-дисперсионном состоянии.

Концентрация твердой фазы свободнодисперсной системы мала, и нефть может перемещаться под воздействием очень малых напряжений сдвига.

Если же рассматривать связнодисперсную систему, то в данном случае концентрация твердой фазы велика. Данное обстоятельство приводит к образованию пространственных структур за счет сил взаимодей-

ствия между частицами, особенно сильно проявляемых в условиях их сближения. Из-за этого нефть теряет подвижность, а образовавшийся пространственный каркас придает системе свойства твердого тела.

Огромное влияние на кристаллообразование парафина оказывают размеры и форма образующихся кристаллов [1,2]. Данные параметры во многом зависят от наличия асфальтосмолистых веществ, температурных и динамических условий охлаждения нефти, величины вязкости нефти.

Таким образом, необходимо повысить агрегативную устойчивость нефти либо уменьшить концентрацию твердого парафина, либо уменьшить межфазное натяжение [3, 4].

Использование различных групп присадок и реагентов (модификаторов парафина) является одним из способов улучшения работы нефтеперекачивающих систем [3, 4].

Используемые сейчас депрессоры парафиноотложения недостаточно эффективны [6], они отличаются довольно сложной схемой производства, дефицитны и дороги. В связи с этим актуальной представляется задача разработки новых видов депрессоров и ингибиторов парафиноотложения для высокостывающих и высоковязких нефтей, газовых конденсатов. Решение указанной задачи связано с возможностью получения нефтей и нефтепродуктов с необходимыми структурно-механическими свойствами, а также умением регулировать эти свойства на разных стадиях производства. Это ставит перед научным сообществом задачу всестороннего изучения поведения нефтяных систем при изменении внешних условий.

Решение таких задач требует привлечения научных положений разных областей науки – механики, молекулярной физики и химии, физической и коллоидной химии.

Можно выделить самостоятельные направления проведения исследований, которые ставят перед собой следующие задачи:

- уточнение механизмов коллоидно-химических превращений и структурообразования в нефтяных дисперсных системах при определенных условиях;
- исследование зависимости параметров добычи транспорта и переработки нефти от структурообразования в нефтяных дисперсных системах;
- создание нефтяных дисперсных систем с оптимальными свойствами и разработка принципов их регулирования с целью увеличения

эффективности организации технологических процессов добычи, транспорта и переработки нефтяного сырья.

Работы, посвященные регулированию фазовых переходов в нефтяных системах, до недавнего времени являлись в своей массе экспериментальными, и лишь недавно развитие получила теоретическая база данных исследований. Новаторскими в этом смысле явились положения теории регулируемых фазовых переходов, предложенной профессором З.И. Сюняевым. Данная теория основное внимание уделяет представлениям о формировании и разрушении надмолекулярных образований в нефтяных дисперсных системах при воздействии на них внешних факторов. Для обозначения таких образований введено понятие «сложная структурная единица» (ССЕ).

Опираясь на представления теории Сюняева, можно сказать, что образование и разрушение ССЕ осуществляются промежуточными активными сложными единицами, которые обладают некомпенсированной поверхностной энергией.

Управляя соотношением компонентов в сложной структурной единице, можно управлять процессами формирования надмолекулярных структур и сольватных слоев, а это значит, что мы сможем изменять устойчивость и структурно-механическую прочность нефтяных дисперсных систем.

Депрессорная присадка – жидкий реагент, который предназначен для улучшения реологических свойств нефти при добыче и транспортировке. Применение депрессорных присадок (депрессаторов) является довольно эффективным методом подготовки парафинистых нефтей к транспорту по магистральным трубопроводам. В результате ввода в поток высокозастывающей нефти незначительных количеств (до 0,2 % по объему) химически активных веществ происходит улучшение ее реологических свойств. Присадки действуют на высокопарафинистые нефти двояким образом: во-первых, образуются кристаллы при взаимодействии частиц присадки с парафином, что является причиной изменения их строения и предотвращения образования структурированной сетки; во-вторых, частицы присадки «собирают» вокруг себя кристаллизующийся парафин, который образует несвязанные агрегаты. При их использовании достигаются следующие цели: существенное снижение температуры застывания, улучшение текучести при низких температурах и высокая вязкость парафинистой нефти.

Несмотря на то, что присадки различного функционального назначения интенсивно используются, механизм их действия – довольно сложный дискуссионный вопрос. Многие исследователи, например Е.С. Махмотов, выделяют два возможных варианта отложения парафина на внутренних поверхностях технологического оборудования и трубопроводов: 1) в результате перенасыщения нефтяного раствора при соприкосновении с холодными стенками труб, 2) в перекачиваемом нефтяном потоке. Улучшение текучих свойств высокосажающих нефтей и газовых конденсатов и борьба с парафиноотложением при добавке в нефть депрессоров или ингибиторов объясняются поверхностным и объемным механизмом их действия.

Говоря о поверхностном механизме действия, можно сказать, что в этом случае молекулы присадки имеют длинные алкильные радикалы, которые встраиваются в парафиновые кристаллы углеводородов с самых ранних стадий образования зародышей. При этом полярные функциональные группы присадки тормозят объединение парафиновых углеводородов в структурную решетку.

В процессе объемного действия молекулы депрессорной присадки формируют ассоциаты и мицеллы при температурах выше температуры ассоциатообразования молекул нормальных парафинов. Данные мицеллы содержат в своем составе полярные группы внутри ассоциата, а алифатические радикалы направлены в дисперсионную среду. Это обстоятельство приводит к сольватации мицелл молекулами парафиновых углеводородов и способствует образованию аморфизированных структур. Области кристаллизации в охлажденных нефтяных дисперсных системах локализованы, и при конденсации образуются крупные слабо связанные друг с другом дендритные структуры.

Существует обширный экспериментальный материал по исследованию свойств парафинистых нефтей, и, даже несмотря на это, на сегодняшний день нет определенного мнения о степени воздействия конкретного компонента нефти на ее реологические свойства.

Депрессорные присадки в большинстве случаев обладают такими характерными особенностями:

- содержат вязкообразную парафинистую часть;
- содержат полярный компонент;
- представляя собой полимеры, при присоединении к растущему кристаллу парафина пространственно затрудняют его рост, в результате чего образуются мелкие кристаллы.

Использование депрессорных присадок уменьшает энергозатраты на транспорт нефти, позволяет увеличить производительность и пропускную способность нефтепроводов, замедляет процесс отложения парафина на стенках труб.

Концентрация применяемой добавки во многом зависит от цели, с которой она используется. Для обеспечения транспорта высокопарафинистой нефти по трубопроводу в нефть добавляется присадка в объеме 0,05–0,2 % (по массе). Для снижения количества образующегося парафина на внутренней поверхности оборудования достаточно ввести присадку в количестве 0,02–0,05 % (по массе) [1, 4].

В местах, где возникает ламинарный режим течения высокозастывающей нефти, присадку необходимо вводить в пристенный слой жидкости. Это позволяет в 7–10 раз сократить ее расход при той же гидравлической эффективности и снизить энергозатраты на нагрев нефти. Однако применение присадок эффективно на трубопроводах с одной насосной станцией. Если по трассе магистрального трубопровода расположено несколько насосных станций, то присадку необходимо вводить после каждой из них, так как в результате прохождения через насосные агрегаты пристенный слой нефти с присадкой разрушается [4].

Депрессорные присадки вводят в нагретую до определенной температуры нефть. Такой нагрев объясняется механизмом действия присадки на процесс кристаллизации парафина. Поэтому важно определить такую температуру нагрева нефти, которая дает максимальный депрессорный эффект.

На реологические свойства нефти с добавлением депрессорной присадки большое влияние оказывает скорость охлаждения нефти. Уменьшение или увеличение скорости охлаждения существенно ухудшает реологические свойства.

На процесс кристаллизации парафина в нефти также влияют гидродинамические условия охлаждения нефти (статические и динамические).

При ламинарном режиме течения во время охлаждения реологические свойства нефти практически не меняются, а при турбулентном – наблюдается их ухудшение.

Депрессорные присадки – это возможное решение проблемы транспорта нефти по «горячим» нефтепроводам в тех районах, где падает добыча [3,4].

Несмотря на все преимущества метода, основанного на добавлении присадок, он имеет ряд недостатков: во-первых, на данный момент нет универсальной присадки, пригодной для всех высокопарафинистых нефтей или хотя бы для большой их группы; во-вторых, депрессорную присадку вводят в поток при температуре, которая немного больше температуры плавления парафинов (50–70 °С), что при транспортировке в условиях Крайнего Севера связано с рядом трудностей технического и экономического характера; в-третьих, на данный момент разработаны присадки для уменьшения вязкости и температуры застывания только высокопарафинистых нефтей.

Библиографический список

1. Юкин А.Ф. Управление тепловыми режимами транспорта вязких и застывающих нефтей и нефтепродуктов: дис. ... д-ра техн. наук (25.00.19).
2. Трясцин Р.А. Повышение эффективности трубопроводного транспорта высоковязких нефтей в смеси с газоконденсатом при пониженных температурах: дис. ... канд. техн. наук (25.00.19).
3. Сюняев Р.З., Сафиева Р.З. Нефтяные дисперсные системы в процессах добычи, транспорта и переработки нефти // РЖХ. – 1995. – №5. – Т. XXXIX. – С. 47–52.
4. Исследование влияния групповых компонентов нефтей на их температуру застывания / О.М. Аргишкина [и др.] //Материалы 47-й науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых Т. 1. / УГНТУ. – Уфа, 1996. – С. 102.
5. Ахмедов А.И., Рустамова С.Н., Исмаилова Н.Д. Депрессорные присадки к нефтепродуктам // ХТТМ. – 1985. – №2. – С. 45–46.
6. Ахмедов А.И., Исмаилова Н.Д., Рустамова С.Н. Многофункциональные полимерные присадки к смазочным маслам //ХТТМ. – 1984. – №9. – С. 43–46.

References

1. Yukin AF Thermal management of transport and solidifying viscous crude oils and petroleum products: thesis for the degree of Dr. Sc. 25.00.19.
2. Tryastsin RA Improving the efficiency of pipeline transport in high-viscosity oil with gas condensate mixtures at low temperatures: thesis for the degree of Cand.: 25.00.19.

3. Sunyaev RZ, RZ Safiyev The oil dispersed systems in the processes of production, transportation and refining. / RZHH – 1995, № 5, v. XXXIX, pp. 47–52.

4. Argishkina OM etc. The influence of group components of oils in their freezing point. / Mater. 47 Scientific and Technical. Conf. Students and young scientists UGNTU, vol.1. Ufa. 1996. P. 102.

5. Akhmedov, A., Rustamova SN, ND Ismailov Depressant additives for mineral oils // HTTM. 1985. Number 2. С. 45–46.

6. Akhmedov, A., Ismailov ND, Rustamova SN. Multifunctional polymeric additives for lubricating oils // HTTM. 1984. Number 9.S. 43–46.

Об авторах

Ислямов Ильяс Шевкетович (Томск, Россия) – магистрант 1-го года обучения кафедры транспорта и хранения нефти и газа Института природных ресурсов Томского политехнического университета. (634034, г.Томск, ул. Пирогова, 18, e-mail: iish-88@yandex.ru).

About the author

Islyamov Iljas (Tomsk, Russia) – graduate, Department of Transport and Storage of Oil and Gas, Institute of Natural Resources, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia (18, Pirogova avenue, Tomsk, Russia, 634034, e-mail: iish-88@yandex.ru).

Прлучено 7.02.2012