



РАЗРАБОТКА ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК ДЛЯ НЕФТИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

К.И.Матиев*, А.М.Самедов, Ф.М.Ахмедов
НИПИ «Нефтегаз» SOCAR, Баку, Азербайджан

Development of Pour Point Depressants for Crude Oil and Study of their Properties

K.I.Matiev, A.M.Samedov, F.M.Akhmedov

«OilGasScientificResearchProject» Institute, SOCAR, Baku, Azerbaijan

Abstract

A pour point depressant additive has been developed to reduce the pour point of paraffinic oils. The depressant contains a (non-ionic) surfactant, a depressant component and a solvent. The depressor properties of the developed compositions have been studied. It has been established that while adding the compositions to the oil mixture, at a concentration of 0.02% wt. the pour point decreases from +31 °C to -3 ÷ +7 °C, and at a concentration of 0.04% wt. up to -5 ÷ +4 °C. Under the effect of the developed compositions the oil viscosity at +35 °C decreases from 46.3 mPa·s to 22.1 ÷ 27.7 mPa·s, and at +40 °C - from 38.2 mPa·s to 16.6 ÷ 21.6 mPa·s. Viscosity reduction performance at the indicated temperatures are 40.2 ÷ 51.6% and 43.5 ÷ 56.5%, respectively. Compositions 8, 14 and 17 exhibit higher depressor properties.

Keywords:

Depressant;
Depressor properties;
Surfactant;
Reagent;
Pour point;
Viscosity;
Performance level.

© 2021 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Введение

При эксплуатации нефтедобывающих скважин снижением температуры и давления потока нарушается равновесие системы вода–нефть–газ. Выделяется попутный газ, вследствие чего ухудшается растворимость в нефти асфальтенов, смол и парафинов и они выпадают в осадок [1-5]. Накопление асфальтено-смоло-парафиновых отложений (АСПО) на поверхности нефтепромыслового оборудования идет за счет возникновения и роста кристаллов парафина непосредственно на поверхности оборудования или в результате сцепления с поверхностью уже готовых, образовавшихся в потоке частиц. Химический состав АСПО индивидуален для каждой добываемой нефти и зависит от ее свойств. АСПО представляет собой сложную структурированную систему, состоящую из парафинов, асфальтенов, нефтяных смол с ярко выраженным ядром (асфальтены) и сорбционно-сольватным слоем (нефтяные смолы). Такие образования характеризуются повышенной вязкостью и высокой температурой застывания, что способствует агломерации на поверхности АСПО механических примесей и отложений, тем самым увеличивается размер

и количество самих отложений на поверхности оборудования [6].

Парафинистые и высокопарафинистые нефтяные дисперсные системы (НДС) в условиях низких температур проявляют свойства неньютоновских жидкостей, без учета которых их добыча и транспортировка невозможна [7, 8]. Регулирование структурно-механических свойств НДС возможно различными физико-химическими способами (термическая обработка нефти, акустическое воздействие, использование углеводородных разбавителей и депрессорных присадок) [9]. Наиболее выгодным и экономически целесообразным способом улучшения структурно-механических характеристик парафинистых и высокопарафинистых нефтяных систем и снижения количества АСПО является использование присадок [10-12].

Регулирование низкотемпературных свойств нефти возможно путем управления межмолекулярными взаимодействиями в ней, в частности, с помощью функциональных присадок. Выбор присадок для улучшения низкотемпературных свойств углеводородной системы тесно связан с ее химическим составом, поэтому индивидуален для каждой нефти [13]. Механизм действия депрессорных присадок определяется их способностью адсорбироваться на возникающих из раствора кристаллах парафина и препятство-

*E-mail: kazim.metiyev@socar.az

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20210100485>

вать образованию плотной кристаллической решетки. Вследствие этого дальнейший рост кристаллов парафина затрудняется, уменьшается их способность к агрегации и образованию отложений. Может происходить совместная кристаллизация ингибитора и парафина, что также способствует разрыхлению кристаллической структуры. В работе [14] выдвинуто предположение о следующем механизме действия присадок, проявляющих наибольшую эффективность в нефти. Реагент выступает в качестве диспергатора, адсорбируется на парафиновых кристалликах, при этом полярные группы присадок, обращенные в дисперсионную среду, создают энергетический барьер и препятствуют объединению разрозненных кристаллов в большие агломераты. Это способствует образованию мелкокристаллической структуры, приводящей к улучшению низкотемпературных и реологических свойств.

В силу весьма сложной взаимосвязи между воздействием присадок разной природы на нефти различного углеводородного состава, подбор наиболее эффективных присадок для каждой конкретной нефти, как правило, проводится опытным путем [15].

Цель работы

Целью настоящей работы является разработка эффективной депрессорной присадки для снижения температуры застывания и вязкостных свойств, парафинистых нефтей при добыче, транспорте и хранении нефти, а также расширение сырьевой базы и ассортимента депрессоров на основе продуктов различного углеводородного сырья.

Практическая часть

Разработана депрессорная присадка для снижения температуры застывания парафинистых нефтей. В состав депрессорной присадки входят (неионогенное) поверхностно-активное вещество, компонент с депрессорными свойствами и растворитель. В качестве неионогенного поверхностно-активного вещества депрессорная присадка содержит блок сополимер этилен-и пропиленоксида на основе многоатомного спирта-лапрол 4202-2Б-30, который производится по ТУ 2226-039-05766801-95.

Для приготовления депрессорной присадки в качестве компонента с депрессорными свойствами используют реагент Flexoil CW 288, производимый компанией «Champion Technologies». Реагент Flexoil CW288 представляет собой высококонцентрированную дисперсию полимера 40 мас.% в композиционном растворителе. Flexoil CW 288 содержит в своем составе 2-этилгексан-1-ол ($\geq 30 \div < 60\%$), 2,2-оксисэтанол ($\geq 10 \div < 25\%$). Основные показатели этого реагента следующие: плотность (при 20 °С) $910 \div 940$ кг/м³; температура воспламенения > 200 °С; динамическая вязкость (при 20 °С) $500 \div 900$ мПа·с; кинематическая вяз-

кость (при 40 °С) 499.4 мм²/с.

В качестве дисперсанта при приготовлении депрессорной присадки использован реагент под маркой ЕС 9660А. Дисперсант ЕС 9660А производится фирмой «Nalco Europe B.V.» При получении присадок Дисперсант ЕС 9660А был использован в виде 35%-ного водного раствора. В состав реагента Дисперсант ЕС 9660А входят этоксилированный алкил сульфат ($10.0 \div 30.0$ мас.%), пропан-1,2-диол ($10.0 \div 20.0$ мас.%) и этоксилированные спирты C10-C16 ($0.1 \div 1.0$ мас.%). Показатели реагента следующие: внешний вид – прозрачный, бесцветный; запах – спиртовый; плотность (при 15.6 °С) 1032 кг/м³; вязкость (при 25 °С) 80.0 мПа·с; температура воспламенения > 93.3 °С; температура текучести – минус 5.5 °С; растворимость в воде – растворяется.

В качестве растворителя была использована легкая флегма каталитического крекинга (ЛФКК). ЛФКК была использована в качестве продукта установки каталитического крекинга, которая находится в нефтеперерабатывающем заводе имени Г.Алиева. Показатели ЛФКК приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что в составе ЛФКК по количеству преобладают ароматические углеводороды (74.6 мас.%). По количеству следующие места занимают парафиновые (17.0 мас.%), ненасыщенные (5.4 мас.%) и нафтенновые углеводороды (3.0 мас.%) смеси отходных масел (СОМ)

Кроме названных компонентов в разработанные составы входит смесь отходных масел (СОМ), которая является продуктом «Центра управления отходами» ведомства «Экологии» (Баку) и получается в процессе обезвреживания отходов бурения восстановлением смеси масел. Некоторые показатели смеси отходных масел следующие: плотность - 809.45 кг/м³; температура воспламенения - 81 °С; вязкость - 2.12 мм²/с; содержание воды - $< 0.5\%$; висящие частицы - $< 1\%$.

| № | Показатели качества | |
|----|---|---------|
| 1 | Плотность (при 20 °С), кг/м ³ | 931.1 |
| 2 | Кинематическая вязкость (при 20 °С), мм ² /с | 3.14 |
| 3 | Количество серы, мас.% | 0.15 |
| 4 | Температура воспламенения, °С | 70 |
| 5 | Температура застывания, °С | < -10 |
| 6 | Коксование 10%-ного остатка, мас.% | 0.11 |
| 7 | Количество азота, мас.% | 0.0012 |
| 8 | Анилиновая точка, °С | 85 |
| 9 | Химический состав, мас. %: | |
| | Ненасыщенные углеводороды | 5.4 |
| | Ароматические углеводороды | 74.6 |
| | Нафтенновые углеводороды | 3.0 |
| | Парафиновые углеводороды | 17.0 |
| 10 | Цетановое число | 20 |

В качестве второго растворителя при приготовлении депрессорных присадок была использована смесь отходов масел (СОМ). СОМ является продуктом «центра управления отходами» ведомства «Экологии» (Баку) и получается в процессе обезвреживания отходов бурения восстановлением смеси масел. Некоторые показатели СОМ следующие: плотность – 809.45 кг/м³; вязкость – 2.12 мм²/с; температура воспламенения – 81 °С; количество воды <0.5%; висящие частицы <1%.

Действие механизма депрессаторов состоит от адсорбции их молекул на поверхности кристаллов парафина. Поверхностное влияние объясняется образованием центров кристаллизации присадка. В это время гряда кристаллов группируются на поверхности формированием в виде друз (группа кристаллов, соединенных снизу) [16]. Молекула депрессатора совместно с растущими кристаллами парафина вступает в кристаллизацию и с алкильным радикалом обустройства на его поверхности. Не входящие в кристалл полярные группы, а также оставшаяся полимерная цепь образуют пленку. Этим образуется пространственная затрудненность, и присоединение соседних кристаллов становится трудным [17]. В результате в способности агрегирования и накопления кристаллов появляются препятствия.

Введение высокомолекулярного неионогенного поверхностно-активного вещества (лапрол

4202-2Б-30) снижает поверхностное натяжение на границе АСПО–растворитель, что повышает эффективность растворения и разрушения АСПО. Кроме того, введение неионогенного поверхностно-активного вещества в депрессорную композицию положительно влияет на ее действие и способствует повышению удаления АСПО на 5-30% [18].

Применяемая ЛФКК, в качестве растворителя, проникает в АСПО и ускоряет их диспергирование. Присутствие сольватирующих компонентов в растворителе приводит к сольватации диспергированных частиц асфальтенов и парафинов, препятствуя их слипанию.

Реагент Дисперсант ЕС 9660А является поверхностно-активным веществом, и способствует значительному снижению поверхностного натяжения на границе межфаз, и тем самым усиливает действие неионогенного поверхностно-активного вещества.

Вещества с депрессорными свойствами препятствуют образованию с плотными отложениями, и в результате происходит снижение температуры застывания нефти. Используемый в составе реагент Flexoil CW 288 обладает депрессорными свойствами и поэтому способствует снижению температуры застывания нефти.

Применяемый при составлении депрессорной присадки в качестве растворителя ЛФКК,

Таблица 2

Результаты приготовления депрессорных присадок

| № состава | Реагент Flexoil CW 288 | СОМ | Лапрол-4202-2Б-30 | Дисперсант ЕС 9660А | ЛФКК |
|-----------|------------------------|-----|-------------------|---------------------|------|
| 1 | 10 | 26 | 8 | 8 | 48 |
| 2 | 12 | 28 | 8 | 8 | 44 |
| 3 | 14 | 30 | 8 | 8 | 40 |
| 4 | 10 | 26 | 10 | 8 | 46 |
| 5 | 12 | 28 | 10 | 8 | 42 |
| 6 | 14 | 30 | 10 | 8 | 38 |
| 7 | 10 | 26 | 12 | 8 | 44 |
| 8 | 12 | 28 | 12 | 8 | 40 |
| 9 | 14 | 30 | 12 | 8 | 36 |
| 10 | 10 | 26 | 8 | 10 | 46 |
| 11 | 12 | 28 | 8 | 10 | 42 |
| 12 | 14 | 30 | 8 | 10 | 38 |
| 13 | 10 | 26 | 8 | 12 | 44 |
| 14 | 12 | 28 | 8 | 12 | 40 |
| 15 | 14 | 30 | 8 | 12 | 36 |
| 16 | 10 | 26 | 10 | 10 | 44 |
| 17 | 12 | 28 | 10 | 10 | 40 |
| 18 | 14 | 30 | 10 | 10 | 36 |
| 19 | 10 | 26 | 12 | 10 | 42 |
| 20 | 12 | 28 | 12 | 10 | 38 |
| 21 | 14 | 30 | 12 | 10 | 34 |
| 22 | 10 | 26 | 12 | 12 | 40 |
| 23 | 12 | 28 | 12 | 12 | 36 |
| 24 | 14 | 30 | 12 | 12 | 32 |

проникает в АСПО и ускоряет их диспергирование. Присутствие сольватирующих компонентов в растворителе приводит к сольватации диспергированных частиц асфальтенов и парафинов, препятствуя их слипанию.

Для приготовления депрессорных присадок СОМ подается реагент Flexoil CW 288 и механической мешалкой перемешивается до образования однородной смеси. Затем с продолжением перемешивания к образующейся смеси подается ЛФКК и неионогенное поверхностно-активное вещество лапрол 4202-2Б-30. После образования однородной смеси в конце к системе подается Дисперсант ЕС 9660А и перемешивание продолжается до образования однородной массы. Результаты приготовления депрессорных присадок приведены в таблице 2.

| № | Показатели качества | |
|---|--|-------|
| 1 | Плотность (при 20 °С), кг/м ³ | 899.0 |
| 2 | Количество воды в нефти | - |
| 3 | Выход легкой фракции (при 300 °С), % | 38.5 |
| 4 | Количество парафина, % | 19.8 |
| 5 | Количество асфальтенов, % | 2.65 |
| 6 | Количество силикагеловой смолы, % | 5.4 |

Физико-химические показатели приготовленных составов следующие: плотность (при 20 °С) 871÷873 кг/м³; кинематическая вязкость (при 20 °С) 117÷119 мм²/с; динамическая вязкость (при 20 °С) 102÷104 мПа·с; температура застывания–минус 15÷20 °С.

Изучены депрессорные свойства разработанных составов. Депрессорные свойства составов были установлены по определению вязкости (в вискозиметре «Stabinger Viscometer SVM 300») и температуры застывания (по ГОСТ 20287-74). Депрессорный эффект (ΔT) разработанных составов для удаления отложений с высоким содержанием АСПО рассчитывается по формуле [19]: $\Delta T = (T_{\text{заст.исх}} - T_{\text{заст.состав}})$, где $T_{\text{заст.исх}}$ - температура застывания исходной нефти, °С; $T_{\text{заст.состав}}$ - температура застывания нефти с составом, °С. Концентрация депрессорной присадки составляет 0.02÷0.04% на нефть.

Депрессорные свойства разработанных составов исследованы на нефти добывающей скважины №71 НГДУ имени Н.Нариманова «ПО Азнефть». Показатели нефти, которая добывается из этой скважины, приведены в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что количество парафина в нефти, отобранной из добывающей скважины №71 высокое (19.8%).

Для изучения депрессорных свойств разработанных составов нефть подогревается до 60 °С, в нее подаются парафиновые углеводороды, осажденные в трубах, которые были извлечены

| № состава | Концентрация присадка в нефти, мас.% | $T_{\text{заст.состав}}$, °С | ΔT , °С |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------|
| 1 | 0.02 - 0.04 | 6 - 3 | 25 - 28 |
| 2 | 0.02 - 0.04 | -2 - -4 | 33 - 35 |
| 3 | 0.02 - 0.04 | 5 - 3 | 26 - 28 |
| 4 | 0.02 - 0.04 | 3 - -1 | 28 - 30 |
| 5 | 0.02 - 0.04 | -1 - -3 | 32 - 34 |
| 6 | 0.02 - 0.04 | 4 - 2 | 27 - 29 |
| 7 | 0.02 - 0.04 | 3 - 1 | 28 - 30 |
| 8 | 0.02 - 0.04 | -3 - -5 | 34 - 36 |
| 9 | 0.02 - 0.04 | 3 - 1 | 28 - 30 |
| 10 | 0.02 - 0.04 | 2 - -1 | 29 - 32 |
| 11 | 0.02 - 0.04 | -2 - -4 | 33 - 35 |
| 12 | 0.02 - 0.04 | 3 - 1 | 28 - 30 |
| 13 | 0.02 - 0.04 | 4 - 2 | 27 - 29 |
| 14 | 0.02 - 0.04 | -3 - -5 | 34 - 36 |
| 15 | 0.02 - 0.04 | 3 - 1 | 28 - 30 |
| 16 | 0.02 - 0.04 | 4 - 2 | 27 - 29 |
| 17 | 0.02 - 0.04 | -3 - -5 | 34 - 36 |
| 18 | 0.02 - 0.04 | 4 - 1 | 27 - 30 |
| 19 | 0.02 - 0.04 | 5 - 2 | 26 - 29 |
| 20 | 0.02 - 0.04 | 0 - -2 | 31 - 33 |
| 21 | 0.02 - 0.04 | 4 - 2 | 27 - 29 |
| 22 | 0.02 - 0.04 | 5 - 3 | 26 - 28 |
| 23 | 0.02 - 0.04 | 1 - -1 | 30 - 32 |
| 24 | 0.02 - 0.04 | 7 - 4 | 24 - 27 |

из скважин, и смешиваются. Смесь охлаждается до нормальных температур. Приготовленная таким образом нефть содержит ~22% парафиновых углеводородов и температура застывания этой смеси равна +31 °С. Результаты работ проведенных по определению депрессорных свойств нефтяной смеси разработанными составами приведены в таблице 4.

Из таблицы 4 видно, что после добавления составов в нефтяную смесь температура застывания ее снижается при концентрации 0.02 мас.% от +31 °С до -3 - +7 °С, а при концентрации 0.04 мас.% до -5 - +4 °С. В этом отношении, как видно из таблиц 4 составы под номером 8, 14 и 17 при указанных концентрациях проявляют более высокую депрессорную активность.

Вязкость исходной нефти определена при температурах ближе к температуре застывания (+35 °С и +40 °С). Вязкость нефти при +35 °С равна 46.3 мПа·с, а при +40 °С - 38.2 мПа·с. Разработанные составы были добавлены к исходной нефти с концентрацией 0.04 мас.% и определена вязкость при температурах ближе к температуре застывания и вычислены значения степени эффективности этих составов. Результаты проведенных работ

Таблица 5
Результаты определения эффективной
вязкости нефти составами и значения
степени эффективности

| № состава | Температура, °С | Эффективная вязкость η , мПа·с | $\Delta\eta$, % |
|-----------|-----------------|-------------------------------------|------------------|
| 1 | 35 - 40 | 27.0 - 21.6 | 41.7 - 43.5 |
| 2 | 35 - 40 | 24.1 - 18.7 | 47.9 - 51.0 |
| 3 | 35 - 40 | 26.7 - 20.7 | 42.3 - 45.8 |
| 4 | 35 - 40 | 26.6 - 20.6 | 42.5 - 46.1 |
| 5 | 35 - 40 | 24.9 - 19.1 | 46.2 - 50.0 |
| 6 | 35 - 40 | 26.9 - 21.1 | 41.9 - 44.8 |
| 7 | 35 - 40 | 26.4 - 20.3 | 43.0 - 46.9 |
| 8 | 35 - 40 | 22.9 - 17.1 | 50.5 - 55.2 |
| 9 | 35 - 40 | 26.6 - 20.2 | 42.5 - 47.1 |
| 10 | 35 - 40 | 26.9 - 20.6 | 41.9 - 46.1 |
| 11 | 35 - 40 | 25.0 - 19.4 | 46.0 - 49.2 |
| 12 | 35 - 40 | 26.8 - 20.4 | 42.1 - 46.6 |
| 13 | 35 - 40 | 26.3 - 20.3 | 43.2 - 46.9 |
| 14 | 35 - 40 | 22.4 - 16.7 | 51.6 - 56.3 |
| 15 | 35 - 40 | 26.4 - 20.3 | 43.0 - 46.9 |
| 16 | 35 - 40 | 26.3 - 20.2 | 43.2 - 47.1 |
| 17 | 35 - 40 | 22.1 - 16.6 | 52.3 - 56.5 |
| 18 | 35 - 40 | 26.4 - 20.3 | 43.0 - 46.9 |
| 19 | 35 - 40 | 26.3 - 20.2 | 43.2 - 47.1 |
| 20 | 35 - 40 | 25.0 - 19.2 | 46.0 - 49.7 |
| 21 | 35 - 40 | 27.2 - 21.0 | 41.3 - 45.0 |
| 22 | 35 - 40 | 26.9 - 20.8 | 41.9 - 45.5 |
| 23 | 35 - 40 | 25.3 - 19.0 | 45.4 - 50.3 |
| 24 | 35 - 40 | 27.7 - 21.3 | 40.2 - 44.2 |

приведены в таблице 5.

Из таблицы 5 видно, что вязкость нефти после добавления разработанных составов при +35 °С с 46.3 мПа·с снижается до 22.1÷27.7 мПа·с, а при +40 °С от 38.2 мПа·с до 16.6-21.6 мПа·с. Степени эффективности снижения вязкости при указанных температурах составляют, соответственно 40.2÷51.6% и 43.5÷56.5%. Более высокое снижение вязкости и в результате чего повышение степени эффективности наблюдаются в случаях подачи составов под номером 8, 14 и 17 в нефть.

Таким образом, разработанные составы способствуют снижению температуры застывания и вязкости нефти с высоким содержанием парафинов.

Заключение

Разработана депрессорная присадка, для снижения температуры застывания парафинистых нефтей. В состав депрессорной присадки входят (неионогенное) поверхностно-активное вещество, компонент с депрессаторными свойствами и растворитель.

Изучены депрессорные свойства разработанных составов. Установлено, что после добавления составов в нефтяную смесь температура застывания ее снижается при концентрации 0.02 мас.% от +31 °С до -3 ÷ +7 °С, а при концентрации 0.04 мас.% до -5 ÷ +4 °С. Вязкость нефти под действием разработанных составов при +35 °С с 46.3 мПа·с снижается до 22.1 ÷ 27.7 мПа·с, а при +40 °С от 38.2 мПа·с до 16.6 ÷ 21.6 мПа·с. Степени эффективности снижения вязкости при указанных температурах составляют, соответственно 40.2 ÷ 51.6% и 43.5 ÷ 56.5%. Более высокие депрессорные свойства проявляют составы под номером 8, 14 и 17.

Литература

1. Шахвердиев, А. Х., Панахов, Г. М., Сулейманов, Б. А., Аббасов, Э. М. (2009). Способ разработки нефтяной залежи. Патент РФ № 2125154.
2. Сулейманов, Б. А. (1997). Об эффекте проскальзывания при фильтрации газированной жидкости. *Коллоидный журнал*, 59(6), 807-812.
3. Сулейманов, Б. А. (1995). О фильтрации дисперсных систем в неоднородной пористой среде. *Коллоидный журнал*, 57(5), 743-746.
4. Сулейманов, Б. А., Байрамов, М. М., Мамедов, М. Р. (2004). О влиянии скин-эффекта на дебит нефтяных скважин. *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*, (8), 68-70.
5. Панахов, Г. М., Сулейманов, Б. А. (1995). Особенности течения суспензий и нефтяных дисперсных систем. *Коллоидный журнал*, 57(3), 386-390.
6. Хайрулина, Э. Р. (2004). Опыт и перспективы ингибиторной защиты нефтепромыслового оборудования. *Нефтепромысловое дело*, 2, 23-26.
7. Есполов, И. Т., Аяпбергенов, Е. О., Серкебаева Б.С. (2016). Особенности реологических свойства высоковязкой нефти при транспортировке по трубопроводу. *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*, 3, 35-39.

References

1. Shakhverdiev, A. Kh., Panakhov, G. M., Suleimanov, B. A., Abbasov, E. M. (2009). Method for development of oil deposit. *RU Patent* 2125154.
2. Suleimanov, B. A. (1997). Slip Effect during filtration of gassed liquid. *Colloid Journal*, 59(6), 749-751.
3. Suleimanov, B. A. (1995). Filtration of disperse systems in a nonhomogeneous porous medium. *Colloid Journal*, 57(5), 704-707.
4. Suleimanov, B. A., Bayramov, M. M., Mamedov, M. R. (2004). On skin-effect influence on the flow rate of oil wells. *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*, (8), 68-70.
5. Panakhov, G. M., Suleimanov, B. A. (1995). Specific features of the flow of suspensions and oii disperse systems. *Colloid Journal*, 57(3), 359-363.
6. Hayrulina, E. R. (2004). Opyt i perspektivy ingibitornoj zashchity neftepromyslovogo oborudovaniya. *Neftepromyslovoe delo*, 2, 23-26.
7. Espolov, I. T., Ayapbergenov, E.O., Serkebayeva, B.S. (2016). Features of rheological properties of high-viscosity oil at transportation on the pipeline. *Transport and Storage of Oil Products and Hydrocarbons*, 3, 35-39.

8. Волкова, Г. И., Лоскутова, Ю. В., Прозорова, И. В., Березина, Е. М. (2015). Подготовка и транспорт проблемных нефтей (научно практические аспекты). *Томск: Издательский дом ТГУ*.
9. Ануфриев, Р. В., Волкова, Г. И. (2016). Изучение ультразвука на структурно-механические свойства нефтей и процесс осадкообразования. *Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов*, 327(10), 50-58.
10. Матиев, К. И., Ага-заде, А. Д., Алсафарова, М. Э., Ахмедов, Ф. М. (2018). Депрессорная присадка для высокозастывающих парафинистых нефтей. *SOCAR Proceedings*, 3, 32-37.
11. Soliman, E. A., Elkatory, M. R., Hashem, A. I., Ibahim, H. S. (2018). Synthesis and performance of maleic anhydride copolymers with alkyl linoleate or tetra-esters as pour point depressants for waxy crude oil. *Fuel*, 211, 535-547.
12. Lemos, B. C., Gilles, V., Goncalves, G. R., et al. (2018). Synthesis, structure-activity relationship and evaluation of new nonpolymic chemical additives based on naphthoquinone derivatives as was precipitation inhibitors and pour point depressants to petroleum. *Fuel*, 220, 200-209.
13. Егоров, А. В., Николаев, В. Ф., Султанова, Р. Б. (2012). Упрощенный метод холодного стержня для оценки ингибирующего действия реагентов, применяемых при профилактике и удалении парафиноотложений с металлических поверхностей при добыче и транспорте нефти. *Проблемы нефтедобычи, нефтехимии, нефтепереработки и применения нефтепродуктов*, 8, 295-298.
14. Журавлев, А. В., Павленина, В. И., Пухова, Е. Ю. (2019). Исследование влияния депрессорных присадок на низкотемпературные свойства нефти и на процесс образования асфальтосмолопарафиновых отложений. *Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология*, 2, 104-111.
15. Стрижков, И. В. (2007). О динамике образования АСПО при перекачке высокопарафинистой нефти обработанной различными депрессорными присадками. *Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов*, 2, 70-75.
16. Джумадилов, Т. К., Ергожин, Е. Е., Бектуров, Е. А., Бектурганова, Г. К. (2002). *Введение в реологию нефти*. Алматы.
17. Аддыяров, Т. К., Фролова, В. А., Кожабеков, С. С. и др. (2004). Проблемы трубопроводного транспорта высокопарафинистых нефтей Казахстана. *Аналитический обзор*. Алматы: КазгосИНТИ.
18. Глушенко, В., Силин, М. А., Герин, Ю. Г. (2009). Предупреждение и устранение асфальтосмолопарафиновых отложений. *Москва: Интерконтакт Наука*.
19. Матиев, К. И., Ага-заде, А. Д., Келдибаева, С. С. (2016). Удаление асфальтосмолопарафиновых отложений различных месторождений. *SOCAR Proceedings*, 4, 64-68.
8. Volkova, G. I., Loskutova, YU. V., Prozorova, I. V., Berezina, E. M. (2015). Podgotovka i transport problemnyh neftej (nauchno prakticheskie aspekty). *Tomsk: Izdatel'skij dom TGU*.
9. Anufriev, R. V., Volkova, G. I. (2016). Influence of ultrasonic treatment on structural-mechanical properties of oil and sedimentation. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 327(10), 50-58.
10. Matiyev, K. I., Agazade, A. D., Alsafarova, M. E., Akhmedov, F. M. (2018). Pour-point depressant for pigh our-point paraffinic oils. *SOCAR Proceedings*, 3, 32-37.
11. Soliman, E. A., Elkatory, M. R., Hashem, A. I., Ibahim, H. S. (2018). Synthesis and performance of maleic anhydride copolymers with alkyl linoleate or tetra-esters as pour point depressants for waxy crude oil. *Fuel*, 211, 535-547.
12. Lemos, B. C., Gilles, V., Goncalves, G. R., et al. (2018). Synthesis, structure-activity relationship and evaluation of new nonpolymic chemical additives based on naphthoquinone derivatives as was precipitation inhibitors and pour point depressants to petroleum. *Fuel*, 220, 200-209.
13. Egorov, A. V., Nikolaev, V. F., Sultanova, R. B. (2012). Uproshchennyj metod holodnogo sterzhnya dlya ocenki ingibiruyushchego dejstviya reagentov, primenyaemyh pri profilaktike i udalenii parafinootlozhenij s metallicheskih poverhnostej pri dobyche i transporte nefti. *Problemy neftedobychi, neftekhimii, neftepererabotki i primeneniya nefteproduktov*, 8, 295-298.
14. Zhuravlev, A. V., Pavlenina, V. I., Puhova, E. Iu. (2019). Study of the effect of pour point depressant additives on petroleum low-temperature properties and on the asphaltene-resin-paraffin deposit formation process. *PNRPU Bulletin. Chemical Technology and Biotechnology*, 2, 104-111.
15. Strijkov, I. V. (2007). Dynamics of aspd formation during the pumping of high wax content oil treated with different pour point depressants. *Problems of gathering, treatment and transportation of oil and oil products*, 2, 70-75.
16. Dzhumadilov, T. K., Ergozhin, E. E., Bekturov, E. A., Bekturganova, G. K. (2002). *Vvedenie v reologiyu nefti*. Almaty.
17. Aldyyarov, T. K., Frolova, V. A., Kozhabekov, S. S. i dr. (2004). Problemy truboprovodnogo transporta vysokoparafinistyh neftej Kazahstana. *Analiticheskij obzor*. Almaty: KazgosINTI.
18. Glushchenko, V. N., Silin, M. A., Gerin, Yu. G. (2009). Prevention and removal of asphaltene-osmoloparaffin deposits. *Moscow: Interkontakt Nauka*.
19. Matiyev, K. I., Aga-zade, A. D., Keldibayeva, S. S. (2016). Removal of asphaltene-resin-paraffin deposits of various fields. *SOCAR Proceedings*, 4, 64-68.

Разработка депрессорных присадок для нефти и исследование их свойств

К.И.Матиев, А.М.Самедов, Ф.М.Ахмедов
НИПИ «Нефтегаз» SOCAR, Баку, Азербайджан

Реферат

Разработана депрессорная присадка, для снижения температуры застывания парафинистых нефтей. В состав депрессорной присадки входят (неионогенное) поверхностно-активное вещество, компонент с депрессаторными свойствами и растворитель. Изучены депрессорные свойства разработанных составов. Установлено, что после добавления составов в нефтяную смесь температура застывания ее снижается при концентрации 0.02 мас.% от +31 °С до -3 ÷ +7 °С, а при концентрации 0.04 мас.% до -5 ÷ +4 °С. Вязкость нефти под действием разработанных составов при +35 °С с 46.3 мПа·с снижается до 22.1 ÷ 27.7 мПа·с, а при +40 °С от 38.2 мПа·с до 16.6 ÷ 21.6 мПа·с. Степени эффективности снижения вязкости при указанных температурах составляют, соответственно 40.2 ÷ 51.6% и 43.5 ÷ 56.5%. Более высокие депрессорные свойства проявляют составы под номером 8, 14 и 17.

Ключевые слова: депрессорная присадка; депрессорные свойства; поверхностно-активное вещество; реагент; температура застывания, вязкость; степень эффективности.

Neft üçün depressor aşqarının işlənməsi və onun xassələrinin tədqiqi

K.İ.Mətiyev, A.M.Səmədov, F.M.Əhmədov
«Neftqazelmütədqiqatlayihə» institutu, SOCAR, Bakı, Azərbaycan

Xülasə

Parafinli neftlərin donma temperaturunu azaltmaq üçün depressor aşqarı işlənmişdir. Depressor aşqarının tərkibinə (qeyri-ionogen) səthi-aktiv maddə, depressor xassəli komponent və həlledici daxildir. İşlənmiş tərkiblərin depressor xassələri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, tərkiblər neft qarışığına 0.02% kütlə qatılıq ilə əlavə edildikdən sonra onun donma temperaturu +31 °C-dən -3 ÷ +7 °C, qatılıq 0.04% kütlə ilə olduqda isə -5 ÷ +4 °C-yə qədər azalır. İşlənmiş tərkiblərin təsirindən neftin özlülüyü +35 °C-də 46.3 mPa·s-dən 22.1 ÷ 27.7 mPa·s-dək, +40 °C-də isə 38.2 mPa·s-dən 16.6 ÷ 21.6 mPa·s-dək azalır. Özlülüynün azalmasının effektivlik dərəcəsi qeyd olunan temperaturlarda müvafiq olaraq 40.2 ÷ 51.6% и 43.5 ÷ 56.5% təşkil edir. Daha yüksək depressor xassəsini 8, 14 və 17 nömrəli tərkiblər göstərirlər.

Açar sözlər: depressor aşqarı; depressor xassəsi; səthi-aktiv maddə; reagent; donma temperaturu; özlülük; effektivlik dərəcəsi.