

Циклическое (нестационарное) заводнение можно применить на любой стадии заводнения. Этот метод достаточно эффективен и малозатратен. Используя этот метод постоянно до конца разработки можно добиться прироста коэффициента нефтеизвлечения в размере 2–3%.

Актуальность совместного использования циклического заводнения совместно с ГНУ заключается в том, что данная система даст положительный экономический эффект, а именно: сократит объемный расход закачиваемого реагента, понизит затраты на энергообеспечение комплекса поддержания пластового давления на рассматриваемом участке, повысит КИН и нанесет малый вред окружающей среде по сравнению с вводом в эксплуатацию дополнительной кустовой насосной станции.

Литература

1. Абдулмазитов Р.Д, Багаутдинов А.К. Геология и разработка крупнейших и уникальных нефтяных и нефтегазовых месторождений России. Том II. – М.: ВНИИОЭНГ, 1996. – 352 с.
2. Акульшин А.И., Бойко В.С. Эксплуатация нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 1989. – 480 с.
3. Гиматудинова Ш.К. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1983. – 454 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРГИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ НА ПРОЦЕСС АГРЕГАЦИИ АСФАЛЬТЕНОВ В МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Г.А. Гесь, Ю.Р. Исмаилов, А.С. Маргерт

Научные руководители инженер А.М. Горшков, доцент Л.В. Шишмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день при добыче и транспортировке углеводородов возникает важная проблема – выпадение асфальтеносмолопарафиновых веществ (АСПВ) из нефти, увеличивающее гидравлическое сопротивление при подъеме скважинной продукции на поверхность и оказывающее отрицательное влияние на работу насосного оборудования. АСПВ являются причиной нарушения функциональности систем сбора и подготовки нефти. Все это указывает на необходимость всестороннего исследования причин формирования АСПВ и выявления способов предотвращения их выпадения. На данный момент известны способы борьбы с асфальтеносмолопарафиновыми отложениями (химические, физические, тепловые и т.д.), однако наиболее эффективным, с точки зрения предотвращения образования отложений этих высокомолекулярных компонентов, является химический метод, в частности применение диспергирующих присадок.

Цель данной работы – исследовать влияние диспергирующей присадки на процесс агрегации асфальтенов в модельной системе методом фотонной корреляционной спектроскопии.

Фотонная корреляционная спектроскопия (ФКС) – метод, использующий явление рассеяния света, и предназначенный для измерения размеров нано- и субмикронных дисперсных частиц. Метод ФКС позволяет измерять коэффициент диффузии дисперсных частиц в жидкости. Информация о коэффициенте диффузии частиц содержится во временной корреляционной функции флуктуаций интенсивности рассеянного света. Если форма частиц известна или задана, их размер может быть рассчитан с использованием соответствующей формулы. Например, для сферических частиц можно использовать формулу Стокса-Эйнштейна [2]:

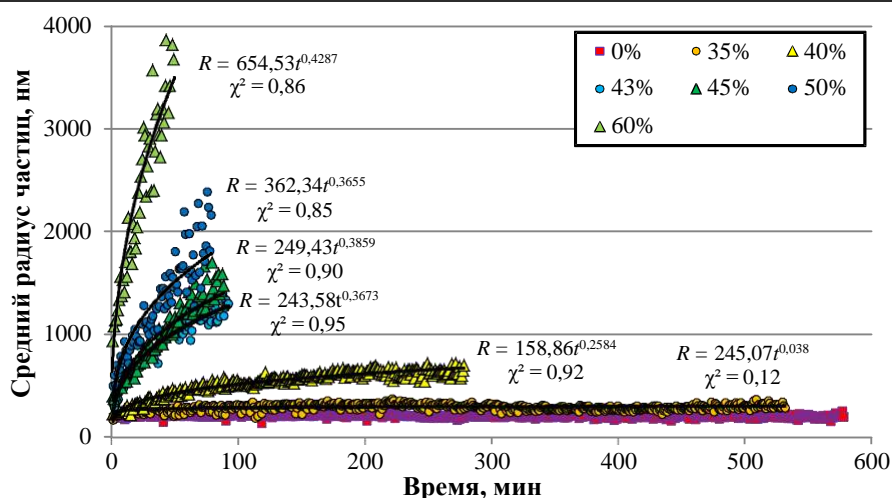
$$R = \frac{k_B \cdot T}{6 \cdot \pi \cdot \mu \cdot D}$$

где k_B – константа Больцмана, T – абсолютная температура, μ – сдвиговая вязкость среды, в которой взвешены частицы радиуса R , D – коэффициент диффузии.

Объектом исследования являлись асфальтены, выделенные из высоковязкой нефти. Процесс агрегации асфальтенов был изучен на модельной системе асфальтены–толуол–гептан. В качестве растворителя использовался толуол. Концентрация асфальтенов в толуоле составляла 0,4 г/л. Инициирование агрегации асфальтенов осуществлялось добавлением n -гептана разной концентрации. Пороговая концентрация n -гептана составляла 33 % об. смеси. В качестве диспергирующей присадки использовалась алкенилсукцинимидная присадка С-5А. Перед проведением исследований процесса агрегации все полученные растворы подвергались диспергированию в ультразвуковой ванне в течение 15 секунд для более тщательного перемешивания компонентов между собой.

Для измерения размера ассоциатов асфальтенов и изучения процесса агрегации использовалась система PhotoCor Complex. В установке использовался полупроводниковый лазер с длиной волны $\lambda = 654$ нм. Рассеяние света наблюдалось под углом 40° . Все эксперименты были проведены при температуре 27°C . Во избежание проявления эффекта «тепловой» линзы для каждого эксперимента отдельно подбирались нейтральные фильтры, которые устанавливались на оптическом пути лазерного излучения [3]. Замеры осуществлялись до того момента пока седиментационные процессы не начинали доминировать над диффузионными.

На рисунке 1 представлены результаты исследования процесса агрегации асфальтенов при добавлении различного объема n -гептана. Сплошные кривые – результат обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов (МНК) по степенной зависимости в соответствии с режимом диффузионно-лимитированной агрегации (ДЛА) [1].



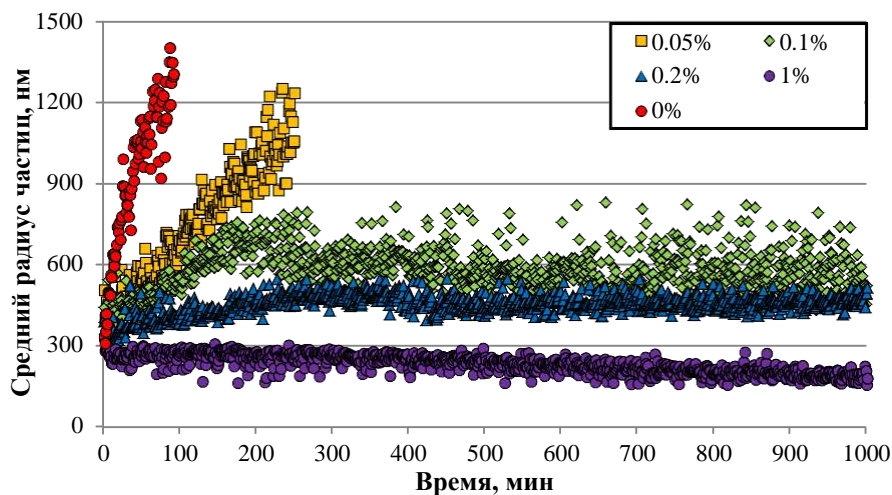
Из рис. 1 видно, что асфальтены в толуоле без добавления *n*-гептана находятся в коллоидно-диспергированном состоянии (средний радиус частиц R порядка 250 нм). Процесс агрегации асфальтенов в модельной системе в большинстве случаев удовлетворительно описывается степенной зависимостью (достоверность аппроксимации $\chi^2 \geq 0,85$), что дает возможность полагать о режиме ДЛА асфальтенов. Единственным исключением является концентрация *n*-гептана 35 %, при которой агрегация не подчиняется режиму ДЛА ($\chi^2 = 0,12$). Такое поведение, возможно, связано с тем, что данное значение концентрации *n*-гептана близко к пороговому (33 % об.) и при таком составе модельной системы количества *n*-гептана не достаточно для быстрой агрегации асфальтенов. Быструю агрегацию также осложняет крупный размер асфальтенов в исходном толуольном растворе, который затрудняет слипание частиц при каждом их столкновении в процессе агрегации.

Седиментационная устойчивость асфальтенов при агрегации оценивалась по времени начала седиментации, когда частицы асфальтенов начинали выпадать в осадок (табл. 1).

Таблица 1

Седиментационная устойчивость асфальтенов в модельной системе

Концентрация <i>n</i> -гептана, % об.	Время начала седиментации, мин
0	–
35	532
40	280
43	93
45	89
50	79
60	51



Из таблицы 1 видно, что увеличение количества добавленного *n*-гептана способствует увеличению скорости агрегации, что приводит в конечном итоге к более раннему выпадению частиц асфальтенов.

На рисунке 2 представлены результаты агрегации асфальтенов в исходном растворе и при добавлении диспергирующей присадки разной концентрации. Для выявления влияния концентрации присадки на процесс агрегации асфальтенов количество *n*-гептана составляло 43% об. для всех экспериментов.

Из рис. 2 видно, что добавление присадки приводит к уменьшению скорости агрегации, а добавление присадки С-5А в количестве более 0,1 % позволяет стабилизировать размер частиц асфальтенов в течение всего эксперимента. Агрегативную устойчивость асфальтенов при добавлении присадки оценивали по среднему радиусу частиц за время всего эксперимента (табл. 2).

Таблица 2

Устойчивость асфальтенов в модельной системе при добавлении присадки С-5А

Концентрация присадки, % об.	Время начала седиментации, мин	Средний радиус частиц, нм
0	93	агрегация
0,05	234	агрегация
0,1	–	560
0,2	–	475
1	–	230

Результаты показывают, что увеличение концентрации присадки С-5А до 0,1 % об. позволяет уменьшить скорость агрегации асфальтенов, однако не предотвращает их выпадение из модельного раствора. Дальнейшее увеличение концентрации присадки до 1 % позволяет добиться седиментационной устойчивости асфальтенов, а также приводит к уменьшению среднего радиуса частиц асфальтенов в модельной системе за время эксперимента. Данный факт подтверждает диспергирующий механизм действия присадки С-5А.

Литература

1. Yudin I.K., Nikolaenko G.L., Gorodetskii E.E., Markhashov E.L., Frot D., Briolant Y., Agayan V. A., Anisimov M.A. Universal behavior of asphaltene aggregation in hydrocarbon solution // *Petroleum Science and Technology*. – 1998. – N 3. – P. 395 – 414.
2. Буря Е.Г. Исследование процессов агрегации асфальтенов в углеводородных системах: На правах рукописи. Дис. на соискание ученой степени канд. тех.наук. – Москва, 2001. – 109 с.
3. Горшков А.М. Влияние эффекта «тепловой» линзы на достоверность результатов определения размеров агрегатов асфальтенов в модельной системе // *Проблемы геологии и освоения недр: труды XVII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых / Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Институт природных ресурсов*. – 2013. – Т.1. – С. 715 – 718.

АНАЛИЗ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ ПЛАСТА

Ф.Н. Глушаненко, С.И. Силкин, В.В. Куприянов.

Научный руководитель ассистент П.С. Дозморов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидродинамические исследования скважин помогут найти фильтрационно-ёмкостные свойства пласта непосредственно в условиях, соответствующим рабочим условиям его разработки.

По данным гидродинамических исследований определяется состояние призабойной зоны скважины (скин-фактор) и создаётся модель пластовой фильтрационной системы. Исследования скважин на установившихся режимах фильтрации методом установившихся отборов обычно применяются на фонтанирующих объектах. Суть метода состоит в последовательном циклическом и неоднократном изменении забойного давления в исследовательской скважине и получении стабильного дебита при установившемся давлении. На каждом вновь установившемся режиме значения дебита и забойного давления фиксируются, и на основе этих данных строятся индикаторные диаграммы. Данными методами можно определить не только коэффициент продуктивности скважины, но и определить различные свойства жидкости, газа и горных пород, оценить проявления нелинейной фильтрации, неньютоновских свойств жидкости и деформации коллектора. Возможны исследования методом установившихся отборов и на добывающих скважинах, оснащённых глубинными насосами и работающими с постоянными дебитами и забойными давлениями. Изменение режима работы скважины производится путём штучирования выкидной линии, либо изменением числа качаний станка-качалки, длины хода штока, либо посредством частотного преобразователя. На каждом режиме измеряется дебит и забойное давление. Осуществить спуск глубинного прибора для замера давления непосредственно на забое механизированной добывающей скважины без проведения ремонта не представляется возможным, поэтому забойное давление определяют расчётным путём по известному (замеренному) динамическому уровню. Методы изучения скважин, которые основываются на теории неустановившейся фильтрации жидкости в пласте, не имеют таких недостатков и помогают находить параметры пласта без нахождения радиуса скважины, контура питания и коэффициентов дополнительных фильтрационных сопротивлений [1].