

УДК 622.276.8: 622.276.64

Определение совместимости анионного поверхностно- активного вещества с пластовыми водами и его влияние на стабилизацию водонефтяной эмульсии

Determine the Compatibility of Anionic Surfactants with Formation Waters and Its Influence on the Stabilization of Water-Oil Emulsion

Я.В. Идогова, аспирант, Э.Ф. Дашкина, аспирант, Уфимский государственный нефтяной технический университет; А.В. Ващенко, магистрант, К.Ю. Прочухан, к. х. н., доцент, Ю.А. Прочухан, д. х. н., профессор, Башкирский государственный университет

Ya. Idogova, E. Dashkina, A. Vashchenko, K. Prochukhan, Yu. Prochukhan

АННОТАЦИЯ

В ходе работы были проведены опыты по определению совместимости анионного поверхностно-активного вещества с моделью пластовой воды и его действию на водонефтяную эмульсию. Выявлено, что в диапазоне изученных концентраций при комнатной температуре разработанное анионное ПАВ полностью совмещается с минерализованной водой данного типа.

Ключевые слова: методы повышения нефтеотдачи; поверхностно-активное вещество; модель пластовой воды; водонефтяная эмульсия.

ABSTRACT

During the experiments were carried out to determine the compatibility of the anionic surfactant with a water reservoir model and its effect on water emulsions. Revealed that in the studied concentration range at room temperature developed anionic surfactant fully aligned with mineralized water type.

Keywords: EOR methods; a surfactant; model of formation water; water-oil emulsion.



Проблема увеличения эффективности метода заводнения нефтяной залежи с использованием разбавленных растворов анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ), устойчивых к пластовым условиям, является весьма актуальной задачей.

Добываемое на промыслах углеводородное сырье практически всегда представляет собой смесь воды и нефти, причем содержание воды определяется в первую очередь продолжительностью эксплуатации данного месторождения и может достигать критических значений по обводненности вплоть до 97–98%. При этом, проходя через систему насосов, образуется стабильная водонефтяная эмульсия (ВНЭ). При образовании эмульсий образуется значительная поверхность дисперсной фазы, на которой может адсорбироваться большое количество стабилизирующих эмульсию веществ, – эмульгаторов. Они могут быть представлены солями нафтеновых кислот, содержание которых в нефти доходит до 3%.

Одним из способов повышения нефтеотдачи пласта (ПНП) является использование поверхностно-активных веществ. ПАВ, применяемые для химической обработки пласта в качестве метода увеличения нефтеотдачи МУН, образуют микроэмульсии путем разрушения интерфациального натяжения между нефтью и водой в породе коллектора. Применение каждого метода увеличения нефтеотдачи имеет свои особенности. Поэтому состав смеси ПАВ необходимо разрабатывать для конкретных характеристик пласта: свойств нефти и породы, минерализации воды, температуры, давления, проницаемости и пористости коллектора.

В конечном счете необходимо обеспечить баланс между стоимостью ПАВ и увеличением нефтеотдачи. Данный подход позволяет не только увеличить зону охвата вытесняющего агента, но и понизить обводненность конечной продукции.

В этой связи практический интерес представляет изучение совместимости АПАВ с пластовыми водами и выявление его влияния на стабилизацию ВНЭ.

Устойчивость нефтяных эмульсий зависит от величины глобул воды (ее дисперсности), плотности и вязкости нефти, содержания в ней легких фракций углеводородов, эмульгаторов и стабилизаторов эмульсии, а также от состава и свойств эмульгированной воды. В большинстве нефтяных эмульсий устойчивость типа «вода в нефти» со временем возрастает. В процессе старения эмульсии на глобулах воды увеличивается слой эмульгатора и, соответственно, повышается его механическая прочность. При столкновении таких глобул не происходит их коалесценции из-за наличия прочной гидрофобной пленки. Для слияния глобул воды необходимо эту пленку разрушить и заменить ее гидрофильным слоем какого-либо ПАВ. Старение эмульсий интенсивно протекает только в начальный период после их образования, а затем заметно замедляется. Особенности старения обратной эмульсии зависят от состава и свойств нефти, пластовой воды, условий образования эмульсии (температура, интенсивность перемешивания фаз).

Поскольку водонефтяная эмульсия представляет собой неустойчивую систему, тяготеющую к образованию минимальной поверхности раздела фаз, вполне естественно ожидать наличия у нее склонности к расслоению [1]. Однако в реальных условиях эксплуатации нефтедобывающего оборудования во многих случаях образуются эмульсии, обладающие высокой устойчивостью. Это в значительной степени определяет выбор технологии их дальнейшей обработки, а также глубину отделения водной фазы от нефти. Агрегативную устойчивость эмульсий измеряют временем их существования до полного разделения образующих эмульсию жидкостей. В случае эмульсий, полученных из разных нефтей, их устойчивость может составлять от нескольких секунд до года и более.

Согласно общепринятой в настоящее время теории, разработанной под руководством академика П.А. Ребиндера, при введении ПАВ в нефтяную эмульсию на границе раздела «нефть – вода» протекают следующие процессы: ПАВ, обладая большей поверхностной активностью,

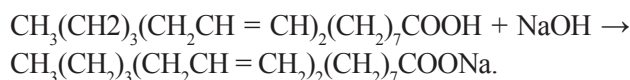


вытесняет природные стабилизаторы с поверхности раздела фаз, адсорбируясь на коллоидных или грубодисперсных частицах природных стабилизаторов нефтяных эмульсий. Молекулы деэмульгаторов изменяют смачиваемость, что способствует переходу этих частиц с границы раздела в объем водной или нефтяной фаз [2].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Ранее [3] было разработано и синтезировано вещество, процесс получения которого можно проследить по следующей схеме реакции:

Схема 1



На схеме 1 на примере линолевой кислоты представлено омыление жирных кислот ряда C14 – C18, которые содержатся в сырье для производства анионного ПАВ.

В ходе работы были проведены опыты по определению совместимости полученного реагента с моделью пластовой воды «Западная Сибирь» и его действию на водонефтяную эмульсию. Модель пластовой воды (МПВ) «Западная Сибирь», общей минерализацией 20 грамм солей на литр воды, содержала следующие компоненты: NaCl, MgCl₂*6H₂O, CaCl₂, NaHCO₃, H₂O. Тестированию были подвергнуты концентрации в диапазоне от 0 до 1,5% мас.

В диапазоне изученных концентраций выяснилось, что при комнатной температуре разработанное анионное ПАВ полностью совмещается с минерализованной водой данного типа.

Данные по совместимости реагента Р-30 с минерализованной водой, а также количество и тип формирующихся фаз представлены в табл. 1.

В дальнейшем рабочие растворы анионного поверхностно-активного вещества были приготовлены на МПВ «Западная Сибирь» и изучено их влияние на водонефтяную эмульсию. Результаты исследования представлены на графике (рис. 1).

Таблица 1 – Определение совместимости реагента Р-30 с минеральной водой при t = 20 °С (МПВ «Западная Сибирь»)

Концентрация	0	0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Совместимость с МПВ при комнатной температуре	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Кол-во фаз	2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3
Тип фаз	Н + р-р ПАВ	Н + р-р ПАВ	Н + МЭ + р-р ПАВ	Н + р-р ПАВ	Н + р-р ПАВ	Н + р-р ПАВ	Н + р-р ПАВ	Н + МЭ + р-р ПАВ	Н + МЭ + р-р ПАВ	Н + МЭ + р-р ПАВ	Н + МЭ + р-р ПАВ
Н-нефть; МЭ – микроэмульсия; р-р ПАВ – раствор ПАВ											

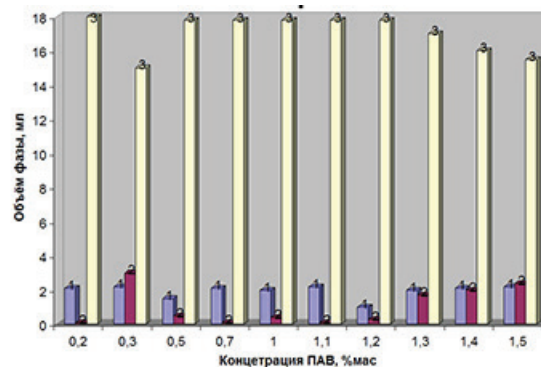


Рисунок 1 – Влияние концентрации ПАВ на состояние фаз водонефтяной эмульсии: 1 – нефть; 2 – микроэмульсия; 3 – раствор ПАВ

При концентрациях от 0 до 1,0% мас. наблюдалось полное разделение водонефтяной эмульсии и формирование двух фаз: нефтяной (верхний слой) и водный раствора ПАВ (нижний слой), то есть произошло полное разделение водонефтяной эмульсии. В данном диапазоне обращает на себя внимание концентрация 0,3% мас., при которой наблюдается образование трех фаз: нефть – микроэмульсия (МЭ) – раствор ПАВ. Это явление объясняется тем, что для данного поверхностно-активного вещества при концентрации водного раствора



0,3% мас. происходит переход истинного раствора в мицеллярный. Данная концентрация соответствует критической концентрации мицеллообразования на кривой межфазного натяжения [4, 5].

При концентрации водного раствора ПАВ от 1,1 до 1,5% мас. наблюдается формирование системы из трех фаз: нефть – МЭ – раствор ПАВ.

Этот факт объясняется тем, что водонефтяная эмульсия представляет собой неустойчивую систему, тяготеющую к образованию минимальной поверхности раздела фаз, и вполне

естественно ожидать наличие у нее склонности к расслоению.

Таким образом, выявлено, что разработанное поверхностно-активное вещество полностью совмещается с пластовой водой. Это позволяет использовать данное АПАВ при пластовых условиях, а именно в высокоминерализованных пластовых водах. Дальнейшие экспериментальные исследования по изучению влияния АПАВ, совмещенного с моделью пластовой воды, на стабильность водонефтяной эмульсии показали, что формируется двухфазная или трехфазная микроэмульсия. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаптев А.Б., Вольцов А.А., Бугай Д.Е., Гаязова Г.А. Разработка модели водонефтяных эмульсий для исследования механизма их расслоения //Мировое сообщество: проблемы и пути решения: Сб. науч. тр. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. – № 16. – С. 48.
2. П.А. Ребиндер. Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия. Избранные труды. – М.: Наука, 1978. – 351 с.
3. Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А., Пташко О.А., Глущенко В.Н., Кузьмичева Е.О., Дашкина Э.Ф. Разработка экологически безопасных ПАВ и адаптация их к условиям нефтедобывающей промышленности//Развитие науки на современном этапе. – Киев. – 2012. – С. 20–25.
4. Дашкина Э.Ф., Кузьмичева Е.О., Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А. Определение поверхностного натяжения Р-30 и сравнение его эффективности с аналогичными ПАВ: VI Международная школа-конференция для студентов, аспирантов и молодых ученых. – Уфа. – 2013. – С. 178–179
5. Дашкина Э.Ф., Кузьмичева Е.О., Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А. Изучение межфазного натяжения реагента Р-30 и определение критической концентрации мицеллообразования. – Уфа, 2013. – С. 161–162