МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

Том II

*Труды XXIV Международного симпозиума
имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных,
посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне*

Томск 2020

ПОВЕДЕНИЕ ЭМУЛЬСИЙ ПРИ СОВМЕСТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ И УЛЬТРАЗВУКА

К.С. Зверев[1], Г.И. Волкова[1,2]

Научный руководитель - с. н. с., доцент Г.И. Волкова

[1]Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

[2]Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия

Повышение нефтеотдачи пластов большинства нефтяных месторождений достигается методом искусственного поддержания пластового давления, которое реализуется закачкой воды или водных растворов. За счёт движения нефти и воды по стволу скважины и нефтепроводам происходит их взаимное перемешивание и диспергирование, приводящее к образованию эмульсий. Степень дисперсности эмульсий при их транспортировке многократно изменяется, это приводит к изменению вязкости системы и, как следствие, к резким колебаниям гидродинамического сопротивления аппаратуры трубопроводов. Водно-нефтянная эмульсия представляет собой гетерогенную систему, состоящую из очень маленьких капель воды, раздробленных в нефти. Каждая капля воды раздробленная в нефти окружается бронирующей оболочкой, которая состоит из полярных частей нефти. Представителями естественных стабилизаторов эмульсий являются смолы, асфальтены, парафины и нафтены, которые присутствуют в нефти, их относят к природным поверхностно-активным веществам (ПАВ). Так же, ПАВ являются твердые мелкие частицы веществ, содержащиеся в газоконденсатных скважинах в состоянии взвеси. Выделим основные характеристики нефтяных эмульсий: степень разрушения за определенный период времени, эффективная вязкость, средний объемно-поверхностный диаметр эмульгированных капель водной фазы. Как было сказано ранее, водно-нефтяные эмульсии имеют бронирующую оболочку, которая препятствует коалесценции капель воды. По этому эмульсии такого типа не могут быть разрушены с помощью обычных методов (нагрев или центрифугирование), поэтому идет постоянный поиск иных способов деэмульсации, а именно, исследуется возможность использования совместных методов воздействия [1-3]. Одним из перспективных методов для разделения водонефтяных эмульсий стало ультразвуковое воздействие, которое интенсифицирует процессы коалесценцию капель воды.

Цель настоящего исследования: изучение поведения обработанных ультразвуком водонефтяных эмульсий в присутствии деэмульгатора.

Дисперсионную среду обратной эмульсии формировали с использованием малопарафинистой нефти, содержащей 13 % мас. смол и следы асфальтенов. Дисперсная фаза модельных эмульсий – пластовая вода.

Эмульсии готовили при комнатной температуре посредством перемешивания 100 г водно-нефтяной смеси механической мешалкой (скорость вращения вала 3000 об/мин) в течение 10 мин. Устойчивую эмульсию нефти, содержащую 10 % мас. пластовой воды, обрабатывали при интенсивности поля (I) 2, 4, 6 (диспергатор UD-20) и 18 (диспергатор УЗДН) Вт/см2 в течение 1 и 3 мин. Оба используемых диспергатора работают на частоте 22 кГц. После ультразвуковой обработки в эмульсию вводили деэмульгатор Kemelix (Россия ООО «ФЛЭК», г. Пермь) в количестве 100 г/т.

Агрегативную устойчивость эмульсий оценивали по методике «bottle test». Эмульсии выдерживали при заданной температуре в течение 1 и/или 24 ч.

Реологические параметры эмульсий определяли на ротационном вискозиметре Brookfield DV-III ULTRA (США). Измерения проводили при 25 оС. Вязкостно-температурные кривые получены с использованием прибора ИНПН «Кристалл» (ИХН СО РАН).

Микроструктуру эмульсий исследовали с использованием оптического микроскопа AXIO LAB.A1 Carl Zeiss. Содержание остаточной воды в нефтяном слое после расслоения определяли по ГОСТ 2477 с использованием насадки Дина-Старка.

Исходная 10 % мас. эмульсия устойчива и только через 7 сут выделяется 10 % от общего количества воды, содержащейся в ней. Эмульсии, обработанные ультразвуковым полем интенсивностью 2 и 4 Вт/см2 в течение 1 мин при комнатной температуре, не расслаиваются в течение 1 ч, в то время как повышение интенсивности излучения до 18 Вт/см2 приводит к выделению 80 % воды (табл. 1). Спустя 24 ч образцы 1 и 2 выделяют по 5 мл воды, что составляет 50 % от исходного содержания. УЗО эмульсии при I=18 Вт/см2 приводит к полному ее разделению. Через 7 сут образцы 1 и 2, хранящиеся при 20 оС, расслаиваются на 80 %. В нефтяном слое обнаружены следы воды, а оставшиеся 20 % находятся в межфазном слое.

Таблица 1

Устойчивость 10 % мас. эмульсии нефти, обработанной ультразвуком

Образец	***I*, Вт/см^2**	**Количество отслоившейся воды при 25 ^{o}C, %**		
		1 ч	**1 сут**	**7 сут**
Исходный	нет	нет	нет	10
1	2	нет	50	80
2	4	нет	50	80
3	18	80	100	100
Время обработки 1 мин				

Вязкость нефтяного слоя обработанных эмульсий по мере их расслоения падает и после 100 % расслоения достигает вязкости нефти.

Исследовано влияние УЗО на вязкость 10 % эмульсий при 25, 50 и 80 °С. При 25 °С вязкость обработанных растворов снижается в 1,7 и 2,0 раза после воздействия полем интенсивностью 2 и 18 Вт/см^2 соответственно (табл. 2). При 50 °С максимальное снижение вязкости достигается после обработки полем I=4 Вт/см^2 в течение 1 мин (табл. 2, образец 7). Аналогичный результат получен и для эмульсий, вязкость которых определена при 80 °С (табл. 2, образец 12).

Таблица 2

Влияние условий обработки на вязкость 10 % мас. эмульсий

Образец	Условия обработки		Температура измерения, °С	Вязкость, мПа·с	$\eta_{исх}/\eta$
	I, Вт/см^2	Время УЗО, мин			
исходная	-	-	25	960	-
4	2	1	25	555	1,7
5	18	1	25	480	2,0
исходная	–	–	50	220	-
6	2	1	50	135	1,6
7	4	1	50	114	1,9
8	2	3	50	170	1,3
9	4	3	50	190	1,2
10	18	1	50	160	1,4
исходная	-	-	80	190	-
11	2	1	80	75	2,5
12	4	1	80	70	2,7
13	2	3	80	80	2,4
14	4	3	80	80	2,4

Исследования, проведенные ранее, показали, что реактив Kemelix среди промышленных деэмульгаторов наиболее эффективно разрушает эмульсии и снижает вязкость исследуемой нефти практически в 2 раза.

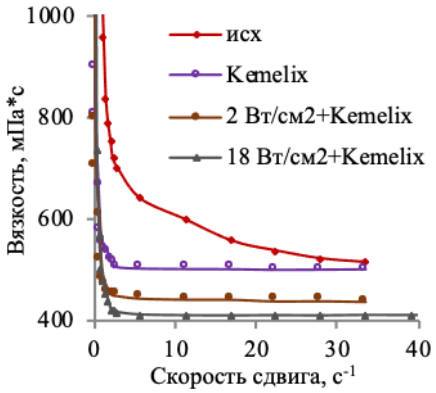


Рис.1 Вязкость 10 % мас. эмульсий при температуре 25 °С

Известно, что использование ультразвука приводит к усилению массообменных процессов, поэтому изучено влияние УЗО на деэмульгирующую активность химического реагента Kemelix. Комплексное воздействие приводит к значительному снижению времени расслоения 10 % эмульсии в связи с ускорением скорости агрегации капель водной фазы и их седиментации. Кроме этого, как видно из рис. 1, комплексное воздействие, включающее УЗО и последующее введение деэмульгатора, способствует снижению вязкости 10 % эмульсии в 2,2 и 2,4 раза при интенсивности поля 2 и 18 Вт/см2 соответственно.

Таким образом, показана возможность применения комплексного воздействия для разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН. Номер государственной регистрации АААА-А17-117030310198-4.

Литература

1. Bhardwaj A., Hartland S. Dynamics of emulsification and demulsification of water in crude oil emulsions //Industrial & engineering chemistry research. – 1994. – Т. 33. – №. 5. – С. 1271-1279.
2. Djuve J. et al. Chemical destabilization of crude oil based emulsions and asphaltene stabilized emulsions //Colloid and Polymer Science. – 2001. – Т. 279. – №. 3. – С. 232-239.
3. Mohammed R. A. et al. Dewatering of crude oil emulsions 1. Rheological behaviour of the crude oil—water interface //Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 1993. – Т. 80. – №. 2-3. – С. 223-235.