

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ НЕИОНОГЕННЫХ ПАВ НИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ В НЕФТЕПРОМЫСЛОВОМ ДЕЛЕ

А.К. ЯГАФАРОВ, Н.П. КУЗНЕЦОВ, И.А. КУДРЯВЦЕВ, К.А. УХАЛОВ, Б.А. ЕРКА, И.И. КЛЕЩЕНКО

Для увеличения дебитов скважин, нефтеотдачи и темпов разработки все более широкое применение находят поверхностно-активные вещества (ПАВ). Добавки ПАВ к различным растворам, даже в незначительном количестве приводят к снижению поверхностного натяжения между фазами. Изучению свойств в области применения поверхностно-активных веществ посвящено достаточно много работ.

По своим свойствам ПАВы разделяются на ионогенные и неионогенные. Различие их состоит в способности диссоциировать в водном растворе. В свою очередь ионогенные делятся на анионо-активные и катионоактивные. Основным недостатком неионогенных ПАВ является способность образовывать нерастворимые или малорастворимые осадки кальция и магния. Неионогенные ПАВ обладают большей поверхностной энергией, т.е. способностью интенсивного снижения поверхностного натяжения на границе раздела фаз. Важным их свойством является способность растворяться без остатка в композициях различного солевого состава.

Хорошо растворяются в пластовых условиях неионогенные ПАВы типа ОП-7, ОП-10 (оксиэтилированные алкилфенолы), дисолван (4411, 4412), превоцел и дру Неионогенные ПАВ в условиях терригенных коллекторов снижают степень набухаемости глинистых минералов, что играет немаловажную роль в процессе нефтедобычи. Естественно, обладая такими свойствами, неионогенные ПАВы находят все более широкое применение в нефтепромысловом деле.

Наиболее широкое применение ПАВ нашли в Башкирии на Арланском месторождении. Кроме заводнения пластов для увеличения конечной нефтеотдачи там проводились обработки ПЗП в эксплуатационных скважинах. Результаты оказались положительными [1].

Учитывая имеющийся опыт использования ПАВ в районах Урало-Поволжья, для увеличения продуктивности скважин нами были проведены эксперименты как в лабораторных, так и в промысловых условиях. В табл. 1 представлены результаты промысловых испытаний неионогенных ПАВ низких концентраций для обработки прискважинных зон пластов. Из таблицы видно, что обработки ПЗП указанными композициями оказались неэффективными. За исключением скважин Р-22 Поточного и Р-98 Варьеганского месторождений. В этом случае свою положительную роль сыграли повышенные фильтрационные свойства коллекторов и растворы дисолвана здесь не вступали в какие-либо физико-химические взаимодействия с поверхностью коллекторов, а использованы в качестве промывающего агента.

Анализ применения неионогенных ПАВ низких концентраций при разработке Самотлорского месторождения также показал их отрицательную эффективность [2].

Таблица 1. Эффективность физико-химических обработок пластов неионогенными ПАВ Среднеобской нефтегазоносной области

Месторождение	№ скв	Пласт	Интервал перфорации	Данные ГИС		Хим.реагент	$K_{д}, м^2/сут*Мпа*м$		Эффективность, %
				$\lambda_{св}$	K_c		До обраб	После обраб	
Варьеганское	98	БВ ₁	2133-2141	0,6	0,64	1% дисол вод	0,3	0,52	170
Урьевское	7	АВ ₁	1757-17773	0,49	0,67	- - -	0,01	0,01	-
Поточное	22	Ачим	22546-2557	0,52	0,66	1% дисол вод	0,4	0,52	130
Ю-Покачевское	96	Ачим	2651-2669	0,37	0,62	0,5% прес воды	0,01	0,14	-
Заполярье	41	БТ ₁₀	3097-3104	0,3	-	3%CaCl ₂ +0,1% дис воды	0,015	0,018	-
С-Варьеганское	41	Ю ₁	2873-2876	0,37	-	1,5% дисол вод	0,03	0,04	-
Урьевское	7	АВ ₁	1750-1783	0,45	0,64	0,1% дисол вод	0,53	0,55	-

В связи с этим были проведены лабораторные исследования по изучению эффективности неионогенных ПАВ для обработки прискважинных зон пластов и повышения их нефтеотдачи.

Основной задачей проводимых исследований явилось изучение возможности восстановления естественной проницаемости пород неионогенными ПАВами в лабораторных условиях с последующей проверкой на скважинах. В лабораторных экспериментах использовались образцы пород из продуктивных пластов Тарасовского, Геологического, Уренгойского, Западно-Таркосалинского и Аганского месторождений. Фильтрационно-емкостные свойства образцов керна и результаты исследований приведены в табл. 2.

Для постановки данных исследований отправным моментом послужило предположение о снижении поверхностного натяжения на границе между диффузным слоем связанной воды и закачиваемой дистиллированной водой, обогащенной дисолваном или превоцелом. В чем же причина того, что неионогенные ПАВы различных концентраций, используемые для восстановления проницаемости кернов не принесли ожидаемого результата и не оказывают влияния на поверхностное натяжение воды, имеющийся в поровом пространстве коллекторов нефтяных месторождений Западной Сибири? По нашему мнению к этому вопросу нужно подходить с нескольких точек зрения. Основным является, видимо, влияние подложки – гельмгольцовского слоя воды. В [3] приводятся данные, что до определенной концентрации ПАВ подложка не

влияет на поверхностное натяжение, в частности, при толщине слоя $(5-10) \times 10^{-10}$ м. А рассчитанная длина молекулы ПАВ в распрямленном состоянии составляет $38,9 \times 10^{-10}$ м, олеофильная – $11,5 \times 10^{-10}$ м, гидрофильная – $27,4 \times 10^{-10}$ м.

Таблица 2. Результаты обработки кернов неионогенными ПАВ

Местор.	№№ скв	Интервал пласта, м	Абсол. прониц., 10^{-3} мкм ²	Открыт. порист., %	Минерализация связанной воды, г/л	Хим. реагент	Относ. прониц. по пл. воде, 10^{-3} мкм ²		Эффект., %
							до обраб.	после обраб.	
Западно-Тарко-Салинское	98	3077.7-3085.4	3.2	14.9	150	0.2 % р-р дисольвана в пресн. воде	1,63	1,84	113
Уренгойское	199	3057-3072.	19	14	150	0.2 % р-р дисольвана в пресн. воде	0,3	0,5	167
Уренгойское	171	2866-2881	42	18.7	20	0.1 % р-р дисольвана в пресн. воде	2,8	2,6	92,8
Уренгойское	171	2866-2881	43	18.9	20	0.1 % р-р дисольвана в пресн. воде	2,9	2,7	93,1
Тарасовское	70	2281-2288	177.9	19.7	200	0.2 % р-р дисольвана в пресн. воде	16	35,5	222
Тарасовское	72	2153-2172	104.5	16.6	200	0.2 % р-р дисольвана в пресн. воде	47	54,6	117
Тарасовское	72	2153-2172	81,3	18,1	200	0.1 % р-р дисольвана в пресн. воде	18,1	27,2	150
Аганское	23	2261-2265	39	22.4	20	0.1 % р-р дисольвана в пресн. воде	12	11,8	98,3
Аганское	23	2261-2265	103	23.4	20	0.1 % р-р дисольвана в пресн. воде	60	56	93,3

Согласно формулы [3]: $\pi = \sigma_0 - \sigma$ при увеличении концентрации подложки (σ_0) давление адсорбционного слоя увеличивается, и диффузный процесс должен идти более интенсивно

где π – давление адсорбционного слоя; σ_0 , σ – поверхностное натяжение соответственно подложки и раствора.

Там же показано, что с увеличением концентрации подложки молекулы монослоя ПАВ интенсивнее взаимодействуют с ней, снижая тем самым поверхностное натяжение на границе раздела фаз. Об этом же свидетельствуют и данные табл. 2. Следует отметить, что при воздействии указанными растворами в условиях низкоконцентрированной подложки (20 г/л) относительная проницаемость несколько снижается.

Известно, что пластовые воды Западной Сибири в отличие от вод Урало-Повожья имеют сравнительно невысокую минерализацию (до 20 г/л). Кроме того, при вскрытии пластов бурением связанная вода разбавляется проникающим пресным фильтратом бурового раствора. Поэтому закачиваемые ПАВы не могут оказывать существенного воздействия на поверхностное натяжение, на диффузный слой воды в поровом пространстве.

По данным [4] ПАВы не адсорбируются на границе раздела вода – твердая гидрофильная поверхность. Поэтому поверхностное натяжение на границе жидкостей с различной концентрацией не изменяется. По-видимому, это положение дополняет теорию взаимодействия подложки и ПАВ. Проведенные нами лабораторные эксперименты подтверждают это предположение (табл. 2). При добавлении же ПАВ к растворам электролитов уменьшение объема воды в порах коллектора происходит только за счет энергетического уровня последних. Из всего вышесказанного следует вывод о том, что в коллекторах месторождений Западной Сибири нельзя ожидать эффективности от использования растворов неионогенных ПАВ низких концентраций для восстановления фильтрационных свойств низкопроницаемости пород и нефтеотдачи пластов. Наивысшая эффективность от использования ПАВ ожидается при обработке высокопроницаемых пород с целью разрушения зоны коагуляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорако А.Б, Тумасян А.Б, Бабалян Г.А. Локальный метод воздействия растворами ПАВ на пласты с целью повышения производительности малодебитных скважин. РНТС "Нефтепромысловое дело", № 4, 1974, С. 9–12.
2. Гусев С.В. Опыт применения методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Западной Сибири. М.: ВНИИОЭНГ, 1992.
3. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества. Свойства и применение. Л.: Химия, 1976, С. 69–76.
4. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М.: химия, 1976, С. 164–206.