

УДК 541.183.1+661.184.23

В.С.КОМАРОВ, д-р хим.наук,  
Е.Н.БАРКАТИНА, Т.Ф.КУЗНЕЦОВА, канд-ты хим.наук  
(ИОНХ АН БССР),

Л.П.ВАХРУШЕВ, канд.хим.наук,  
С.Н.ШИШКОВ, Г.В.ШИШКОВА,  
В.И.РЯБЧЕНКО, д-р техн.наук,  
Б.В.КАСПЕРСКИЙ, канд.хим.наук  
(ВНИИКРнефть, г.Краснодар)

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОФОБНЫХ БЕНТОНИТОВ НА СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ И СТРУКТУРНО-РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭМУЛЬСИОННЫХ РАСТВОРОВ НА УГЛЕВОДОРОДНОЙ ОСНОВЕ (ЭРУО)

Цель данной работы – изучить влияние гидрофобных бентонитов на седиментационную устойчивость и структурно-реологические свойства инвертных эмульсий, стабилизированных кальциевыми мылами кубовых остатков синтетических жирных кислот (КО СЖК), в зависимости от содержания в этих эмульсиях извести и длительности их прогрева. Исследование такого рода позволит выявить возможность улучшения технологических свойств эмульсионных растворов на углеводородной основе (ЭРУО) добавками СаО и гидрофобного бентонита.

В состав исходных эмульсий входили КО СЖК (2 мас. %), СаО (1–4 %), дизельное топливо марки ДЛ (до 50 %), 10–15 %-ный раствор СаСl<sub>2</sub> (50 %). Методика исследования состояла в добавлении к эмульсионным растворам

1 мас. % гидрофобного бентонита, модифицированного докозилдиметилбензиламмонийхлоридом (ДДБАХ) [1], с последующим их утяжелением до 1,7 кг/л. Затем растворы дважды автоклавировали при 443 К в течение 6 ч и измеряли их седиментационную устойчивость  $\Delta\rho$  (кг/л) по высоте автоклава (разность плотностей верхнего и нижнего слоев эмульсий). Реологические свойства эмульсий при различных температурах (293–353 К) изучали с помощью ротационного вискозиметра ВСН-3 с интервалом измерений градиента скорости сдвига 222–666  $\text{с}^{-1}$ . Для сравнения использовали промышленный образец фирмы "Милхем" – карбоджел. Из реологических данных определяли: статическое напряжение сдвига  $\text{CHC}_{1/10}$  (дПа), характеризующее структурную прочность дисперсий (время упрочнения структуры 1 и 10 мин); динамическое напряжение сдвига  $\tau_0$  (дПа); величины наименьшей пластической  $\eta_{\text{пл}}$  (мПа · с) и эффективной  $\eta_{\text{эф}}$  (мПа · с) вязкостей. Условную вязкость  $T$  (с) определяли временем истечения  $10^{-4} \text{ м}^3$  раствора из  $2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$  через капилляр диаметром  $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  и длиной  $15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

Об агрегативной устойчивости дисперсных систем в зависимости от концентрации твердой фазы можно судить по характеру их седиментации и реологическим свойствам. Это положение обусловило выбор методики исследования. Седиментационная устойчивость эмульсий в условиях высоких температур характеризует способность системы в процессе промывки скважины удерживать во взвешенном состоянии утяжеляющие добавки, твердые наполнители и выбуренную породу. Очевидно, параметр  $\Delta\rho$  косвенно может определять изменение реологических свойств дисперсий с ростом температуры.

Анализ показывает (табл. 1), что с увеличением содержания в растворе извести устойчивость эмульсий, обработанных монтмориллонитом, модифицированным ДДБАХ, а также карбоджелом, повышается. Это подтверждается уменьшением в обоих случаях параметра  $\Delta\rho$ . Причем эмульсионные растворы, содержащие модифицированный ДДБАХ гидрофобный бентонит и 1–2 мас. % СаО, являются седиментационно неустойчивыми, а  $\Delta\rho > 0,05 \text{ кг/л}$ . Это явление обусловлено частичной потерей агрегативной устойчивости эмульсий с ростом температуры. При понижении температуры и последующем эмульгировании седиментационные свойства таких эмульсий полностью восстанавливаются.

Наибольшей седиментационной устойчивостью при двукратных прогревах обладают ЭРУО, которые обрабатываются бентонитом, модифицированным ДДБАХ, и содержат 3–4 мас. % СаО (см. табл. 1). В случае применения карбоджеля концентрация извести, соответствующая области допустимых значений  $\Delta\rho$ , равна 2 мас. %.

Полученные данные о влиянии концентрации СаО на эффективность гидрофобных бентонитов, содержащихся в эмульсионных растворах на углеводородной основе, согласуются с результатами работы [1].

Анализ экспериментальных данных (табл. 1 и 2) показывает, что структурно-реологические свойства изученных эмульсионных растворов, содержащих модифицированный докозилдиметилбензиламмонийхлоридом бентонит, с увеличением концентрации СаО при температурах 313, 333 и 353 К уменьшаются, оставаясь, однако, в оптимальной области реологических параметров. При этом статическое напряжение сдвига, например для всех ЭРУО, снижается при многократных прогревах, стабилизируясь после второго автоклавирования. Причина – перераспределение гидрофобного бентонита в углеводородной сре-

Структурно-реологические свойства ЭРУО, стабилизированных кальциевыми мылами СЖК

Таблица 1

Количество СаО, %	Тип олеоглины	Вид воздействия	$\Delta\rho$ , кг/л	Т, с	СНС		$\eta_{пл}$ , мПа·с		$T_0$ , дПа				
					313К	333К	313К	353К	313К	333К	313К	353К	
1	ДЛБАХ	Без прогрева		15		27/36							
		I прогрев	0,56	17	39/42	30/33	24/30						
		II прогрев	0,08	43	42/45	6/9	3/6	135	90	78	162	113	57
1	Карбоджел	Без прогрева		35		210/210							
		I прогрев	0,12	35	60/66	27/30	6/21	120	61	40	195	179	272
		II прогрев	0,05	37	51/54	21/33	21/28	98	55	34	121	73	87
2	ДЛБАХ	Без прогрева		18		42/65							
		I прогрев	0,09	20	51/57	30/30	24/24	99	55	42	50	36	54
		II прогрев	0,06	35	15/23	15/18	12/15	135	62	51	90	35	54
2	Карбоджел	Без прогрева		55		210/210							
		I прогрев	0,03	45	69/75	39/45	15/18	138	66	38	165	238	436
		II прогрев	0,02	30	54/57	33/36	6/18	37	70	37	256	65	147
3	ДЛБАХ	Без прогрева		36		42/48							
		I прогрев	0,04	25	45/48	21/24	15/18	91	49	33	64	36	30
		II прогрев	0,03	30	15/21	24/27	9/12	103	52	33	57	30	28
3	Карбоджел	Без прогрева		37		156/210							
		I прогрев	0,04	46	99/108	33/45	18/24	132	78	47	276	272	428
		II прогрев	0,02	38	42/72	33/39	24/27	104	78	76	147	113	173
4	ДЛБАХ	Без прогрева		25		36/60							
		I прогрев	0,03	18	45/68	21/24	15/18	86	51	33	78	29	30
		II прогрев	0,03	37	10/18	9/15	6/9	115	63	42	132	20	36
4	Карбоджел	Без прогрева		37		144/150							
		I прогрев	0,03	67	60/69	33/33	6/18	132	55	42	208	286	390
		II прогрев	0,03	37	60/63	30/48	16/21	88	51	37	120	118	187

Таблица 2

Изменение эффективной вязкости ЭРУО, стабилизированных кальциевыми мылами СЖК, в зависимости от содержания СаО при многократных прогревах

Количество СаО, %	Тип олеоглины	Вид воздействия на ЭРУО	$\eta_{эф}$ (МПа·с) при различных скоростях деформации											
			222 с <sup>-1</sup>			333 с <sup>-1</sup>			444 с <sup>-1</sup>			666 с <sup>-1</sup>		
			313К	333К	353К	313К	333К	353К	313К	333К	353К	313К	333К	353К
1	ДЛБАХ	I прогрев	199	56	42	196	129	97	177	122	92	-	105	21
		II прогрев	219	141	100									
	Карбоджел	I прогрев	217	147	174	189	122	130	169	106	107	-	90	82
		II прогрев	154	88	75	140	80	65	130	74	59	116	65	50
2	ДЛБАХ	I прогрев	120	76	65	116	67	61	113	62	57	104	58	49
		II прогрев	180	75	70	165	72	69	158	69	61	-	61	54
	Карбоджел	I прогрев	220	186	260	197	147	181	175	128	146	-	107	115
		II прогрев	165	99	104	125	89	87	110	84	75	101	77	61
3	ДЛБАХ	I прогрев	120	64	46	113	62	43	108	58	41	99	54	36
		II прогрев	127	63	45	124	61	43	118	59	41	111	54	38
	Карбоджел	I прогрев	270	210	261	224	170	190	-	146	155	-	122	117
		II прогрев	172	132	157	155	118	135	143	112	120	127	86	102
4	ДЛБАХ	I прогрев	121	64	45	113	60	43	106	58	41	98	54	38
		II прогрев	169	72	72	161	71	69	153	70	67	128	65	60
	Карбоджел	I прогрев	246	196	235	210	151	173	189	128	141	-	101	106
		II прогрев	152	99	129	130	91	100	120	82	84	105	70	67

де и на границе раздела фаз. Значения СНС у ЭРУО, содержащих карбоджел, в незначительной степени зависят от концентрации СаО.

При одинаковых значениях условной вязкости эмульсионные растворы, содержащие карбоджел, обнаруживают большее статическое напряжение сдвига, чем растворы, содержащие модифицированный ДДБАХ бентонит, т.е. по своим структурообразующим свойствам последний несколько уступает карбоджелу.

Таким образом, анализ изменения характера седиментации и реологических свойств ЭРУО в зависимости от концентрации СаО позволяет сделать вывод, что для технологических целей наиболее рационально использовать в эмульсионных растворах, содержащих олеоглину, 3–4 мас. % извести. Уменьшение ее количества ведет к снижению седиментационной устойчивости эмульсий, увеличение — ухудшает диспергирование глинистого материала и повышает материальные затраты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние типа модификатора на физико-химические свойства олеофильных бентонитов и инвертных эмульсий на их основе/Л.П.Вахрушев, Г.В.Шишкова, С.Н.Шишков и др. — В сб.: Выбор оптимальной технологии промывки скважин. Краснодар, 1981, с. 148.