

Влияние физико-химических технологий повышения нефтеотдачи на состав и свойства добываемой нефти

В. С. Овсянникова, Ю. В. Савиных, И. В. Кувшинов

Институт химии нефти СО РАН, Томск

Одним из вопросов органической геохимии является изучение изменения состава добываемой нефти в ходе разработки нефтяных месторождений. Коллектив Института химии нефти в течение ряда лет разрабатывает составы для повышения нефтеотдачи на основе поверхностно-активных веществ, полимеров, слабых кислот и буферных систем, которые не вступают в реакцию с компонентами нефти и не оказывают прямого влияния на ее состав. Эффект увеличения нефтеотдачи связан с моющим действием поверхностно-активных веществ, перераспределением фильтрационных потоков за счет гелевых экранов, с выравниванием фронта вытеснения и увеличением охвата пласта, увеличением проницаемости породы и приемистости скважин. В 2014-2019 гг. на пермокарбонатной залежи Усинского месторождения (респ. Коми) были проведены опытно-промышленные испытания, в ходе которых в нагнетательные скважины 10 ГС и 11 ГС были закачаны гелеобразующие и нефтевытесняющие композиции, а затем в 10 ГС – кислотная композиция. На участке испытания вели анализ показателей добычи нефти и характеристик добываемых флюидов.

Первая обработка в 2014 г. заключалась в закачке в скв. 10 ГС и 11 ГС гелеобразующей композиции ГАЛКА-НТ, а затем нефтевытесняющей ИХН-ПРО. Через 1-5 месяцев возросли дебиты по нефти, за первые полгода дополнительно добыто 2 600 т; обводненность снизилась на 5-10-й месяцы, затем вернулась к исходным показателям. (Рис. 1 а)

Летом 2017 г. те же скважины были обработаны другими композициями – гелеобразующей ГАЛКА® и нефтевытесняющей НИНКА®-3, а в январе 2018 г в скважину 10 ГС закачали кислотную композицию ГБК для увеличения приемистости (Рис. 1 б). Эффект обработки был отсрочен на 2-4 месяца за счет перераспределения потоков и прохождения фронта жидкости между нагнетательной и добывающими скважинами, а также снижением приемистости. Через 4-6 месяцев после закачки композиции ГБК начался стабильный прирост дебита нефти и снижение обводненности. Суммарная добыча за 18 месяцев эффекта составила более 40 000 т, или ~3.75 т/сут на каждую добывающую скважину.

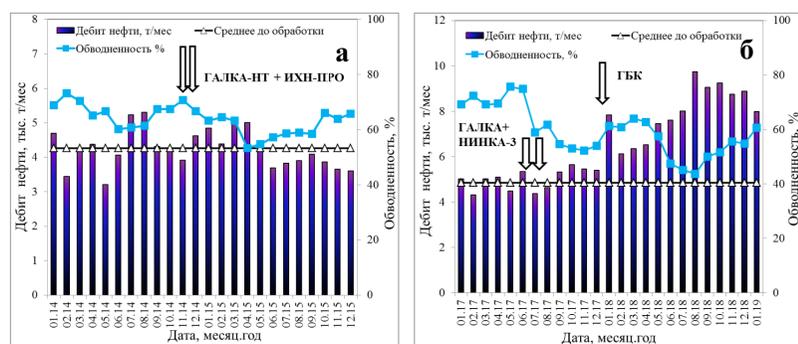


Рис. 1. Дебиты по нефти и обводненность продукции на участке влияния скв. 10 ГС и 11 ГС, после обработок ГАЛКА®-НТ и ИХН-ПРО (а); ГАЛКА® + НИНКА®-3 и ГБК (б)

Состав вод из скважин с участка комплексных обработок композициями ГАЛКА®-НТ+ ИХН-ПРО (2014 г), ГАЛКА® + НИНКА®-3 (2017 г) и ГБК (2018 г)

№ скв.	Дата отбора	Минерализация, г/дм ³	Содержание, мг/дм ³								
			K ⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	CL ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	карбамид
31	27.08.15	68,8	150	14500	1300	250	5800	34900	275	210	0
3269	01.08.14	70,8	315	17550	1960	190	7000	43100	700	-	4
7 ОЦ	01.09.14	66,3	170	13140	1190	139	5460	26900	400	310	0
	21.01.15	62,8	180	14870	1680	160	5300	39500	450	360	210
	28.04.15	73,2	180	13700	1200	170	5200	41200	450	105	0
	25.04.18	69,9	0	19500	2000	220	6150	35150	525	95	700
3324	13.02.15	85,0	0	16400	2200	190	5900	45300	600	205	20
	29.04.15	85,0	0	18700	2400	210	6600	49000	700	130	0
	25.04.18	50,8	0	19500	2000	220	6150	35150	525	95	700
7244	01.08.14	60,2	220	15400	1475	150	6100	36200	670	50	5

Рост добычи нефти сопровождался изменением состава сопутствующей пластовой воды: появлением в ней компонентов композиций – карбамида и аммония в скважинах 7 ОЦ и 3324, скачками минерализации и разнонаправленным изменением содержания натрия и хлора, калия и гидрокарбонатов, что связано с поступлением в скважины композиций, разбавлением пластовой воды закачиваемой горячей водой, с перераспределением потоков и поступлением в скважину воды иного состава из других объектов разработки (таблица).

Анализ группового состава нефтей показал, что на комплексную обработку композициями в первую очередь отреагировала скважина 7244: увеличением доли насыщенных компонентов и снижением содержания ароматических УВ, смол и асфальтенов, (на 1-3 месяц после первой обработки). Затем сходные изменения были отмечены в скв. № 31 (на 4-5 месяц), затем 7 ОЦ, 429 и 3269 (на 10-11 месяц). Повышение доли насыщенных УВ, как правило, сопровождалось снижением вязкости нефти. Это может говорить об увеличении охвата пласта и введении в работу целиков, содержащих исходную нефть более легкого состава (Рис. 2). Кроме того, через 3 месяца после обработки в нефти из скважины 3269 отмечен значительный рост доли асфальтенов, что может говорить о доотмыве сорбированной нефти с повышенным содержанием высокомолекулярных и полярных компонентов.

После второй серии обработок, в 2018 г., в составе нефтей из скважин 7 ОЦ, 429 и 7244 увеличилась доля насыщенных УВ, незначительно снизилось содержание ароматических УВ, а в скважинах 3269 и 31 изменилось соотношение всех компонентов: возросла доля ароматических УВ, смол или асфальтенов, что может быть следствием освобождения более тяжелых компонентов при растворении породы кислотной обработкой.

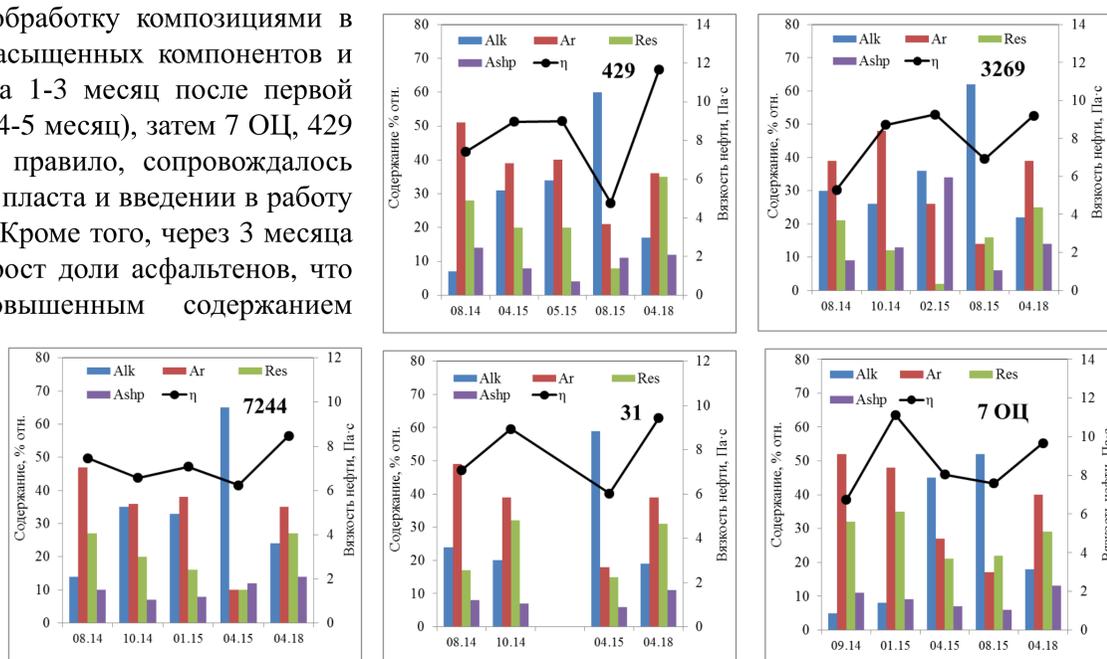


Рис. 2. Изменение группового состава и вязкости нефтей, добываемых на участке комплексных обработок композициями ГАЛКА®-НТ + ИХН-ПРО (2014 г), ГАЛКА® + НИНКА®-3 (2017 г) и ГБК (2018 г)

Таким образом, комплексная обработка нагнетательных скважин композициями ГАЛКА®-НТ+ИХН-ПРО привела к росту добычи нефти на участке на 2 600 т, а поэтапная закачка композиций ГАЛКА®, НИНКА®-3 и ГБК – на 40 000 т, что в обоих случаях сопровождалось снижением обводненности добываемой продукции.

После обработок в пластовой воде появлялись компоненты композиций, за счет перераспределения потоков наблюдались скачки минерализации воды, изменение содержания натрия и хлора, калия и гидрокарбонатов.

Выявленные изменения состава воды и нефти говорят о разных эффектах воздействия композиций на пласт: увеличении доли насыщенных УВ вследствие увеличения охвата пласта и добычи нефти из ранее не охваченных заводнением пропластков.

Увеличение доли асфальтенов, смол и ароматических УВ может быть результатом доотмыва остаточной сорбированной нефти, обогащенной высокомолекулярными и полярными компонентами, либо освобождения полярных компонентов при растворении породы кислотной обработкой.