

**ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА НЕФТЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ**

К.А. Степанцова, Д.И. Чуйкина

Научные руководители: доцент Е.В. Бешагина¹, мл. науч. сотр. Д.И. Чуйкина²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

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

Месторождения, находящиеся на завершающей стадии разработки, характеризуются значительным снижением добычи нефти при резком росте обводненности скважин [1]. В связи с этим ограничение водопритока и увеличение коэффициента извлечения нефти (КИН) за счет разработки и внедрения комплексных технологий увеличения нефтедобычи остается наиболее актуальным направлением в области методов воздействия на пласт [2]. Работы, посвященные изучению различных технологий, направленных на увеличение нефтеотдачи проводятся как в России, так и за рубежом и посвящены как изучению изменения КИН [3], так и изменению состава нефтей, после применения различных технологий для контроля за разработкой месторождения. В связи с этим изучение состава добываемой нефти на Усинском месторождении после применения различных физико-химических методов повышения нефтеотдачи является актуальным.

На Усинском месторождении в 2014, 2017 и 2018 годах были использованы различные методы увеличения нефтеотдачи (МУН). Контроль за эффективностью применяемых технологий проводили по изменениям дебита, а также физико-химических характеристик и состава добываемой нефти. Для изучения влияния применяемых технологий на состав и свойства добываемой нефти был использован комплекс методов, включающих градиентно-вытеснительную хроматографию, жидкостно-адсорбционную хроматографию, газовую хроматографию и ИК-спектроскопию.

В 2017 году на четырех скважинах была проведена последовательно пароциклическая обработка пласта (ПЦО), с последующей закачкой нефтewытесняющей композиции НИНКА. Композиция НИНКА разработана в ИХН СО РАН [1] и представляет собой нефтewытесняющий состав на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ) и щелочной буферной системы, направленный на доотмыв остаточной нефти.

Таблица 1

Компонентный состав и свойства нефтей

№ скв.	Дата отбора	Содержание, % отн.						Плотность*, г/см ³	Вязкость мПа·с* (20 °С)
		ПНУ	ПЦА	Н.См.	К.См.	Асф.	САВ (Σн.см, к.см, асф.)		
ХХ44	12.2017	60	16	3	7	14	24	0.972	2415
ХХ44	04.2018	67	12	2	8	10	20	0.976	2776
ХХ36	04.2017	43	19	4	23	11	38	0.975	3344
ХХ36	04.2018	58	18	2	13	9	24	0.969	4089
ХХ62	12.2017	50	23	5	17	5	27	0.989	4122
ХХ62	04.2018	57	18	2	13	10	25	0.986	3052
ХХ68	04.2017	52	13	2	15	17	34	0.983	3742
ХХ68	04.2018	66	9	1	13	11	25	0.989	3725

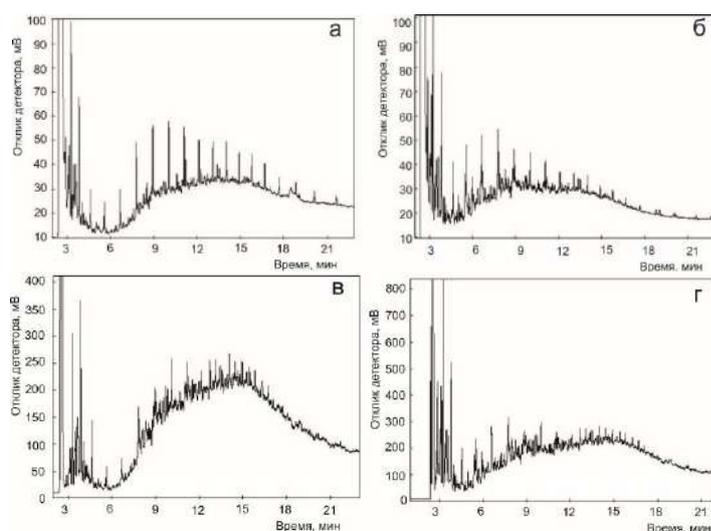


Рис. Хроматограмма нефтей Северного участка Усинского месторождения: а – скв. № ХХ36, дата отбора декабрь 2017, б – скв. № ХХ36, дата отбора апрель 2018, в – скв. № ХХ62, дата отбора ноябрь 2017, г – скв. № ХХ62, дата отбора апрель 2018

Результаты по изменению состава и свойств, полученные для нефтей, отобранных с данного участка месторождения, приведены в таблице 1. Рассматриваемый участок находится в сводовой части месторождения, где вскрыты все три объекта (верхний, средний и нижний), что объясняет различия в составе добываемой нефти [2].

Сравнение компонентного состава нефтей, добытых в 2018 г., с более ранними пробами, отобранными из тех же скважин, показало, что после закачки композиции увеличивается содержание парафино-нафтеновых углеводородов (ПНУ), представленных алканами и насыщенными циклическими структурами. Суммарное содержание ароматических и полициклоароматических (ПЦА) компонентов изменяется не существенно. Среди смол основное количество приходится на кислые (К.См.), содержание нейтральных смол (Н.См.) не превышает

5 % отн. После закачки композиции происходит снижение содержания смолисто-асфальтовых веществ (САВ), представляющих собой суммарное содержание кислых, нейтральных смол и асфальтенов (Асф.) (таблица 1). Значительных изменений в таких показателях, как плотность и вязкость, не наблюдается. Данные, полученные по компонентному составу нефтей, указывают на то, что после закачки композиции в скважины в разработку подключаются пропластки, ранее не промытые водой и содержащие нефть, близкую по составу к исходной (добытую без применения МУН).

Методом газовой хроматографии были проанализированы гексановые фракции нефти, выделенные методом жидкостно-адсорбционной хроматографии на оксиде алюминия IV ст. активности. Наиболее заметные различия в молекулярно-массовом распределении (ММР) наблюдаются для образцов нефтей из скважин № 6036 и № 8162. Такое отличие в составе связано с тем, что в разработке находятся разные эксплуатационные объекты.

На рисунке показано, что после закачки композиции не происходит существенных изменений в ММР нормальных алканов для одной и той же скважины (рисунок а, б; рисунок в, г). Это указывает на то, что объект разработки для каждой скважины после закачки композиции не изменился.

Спектральные коэффициенты, рассчитанные по ИК-спектрам, показали, что значительных изменений в относительном содержании нафтеновых, ароматических и кислотных фрагментов не наблюдается и для нефтей из других скважин (таблица 2). Происходит небольшое повышение коэффициента C_1 , характеризующего относительное содержание парафиновых структур, что подтверждается данными, полученными методом градиентно-вытеснительной хроматографией.

Таблица 2

Изменение спектральных характеристик нефтей

№ скв.	Дата отбора	C_1	C_2	C_3	C_4
XX44	12.2017	3.34	0.07	0.35	0.57
XX44	04.2018	3.30	0.08	0.37	0.58
XX36	04.2017	3.31	0.09	0.38	0.60
XX36	04.2018	3.51	0.07	0.37	0.58
XX62	12.2017	3.27	0.08	0.36	0.59
XX62	04.2018	3.44	0.07	0.33	0.58
XX68	04.2017	3.39	0.08	0.35	0.58
XX68	04.2018	3.14	0.09	0.37	0.60
$C_1 = D_{1380+720}/D_{1600}$, $C_2 = D_{975}/D_{1470}$, $C_3 = D_{1710}/D_{1610}$, $C_4 = D_{1380}/D_{1463}$					

На основе изучения динамики изменения состава и свойств добываемой нефти после применения различных технологий, направленных на повышение нефтеотдачи, показана эффективность применения этих методов. Применение композиции НИНКА совместно с ПЦО на участке показало, что происходит вовлечение в разработку новых, не охваченных ранее низкопроницаемых пропластков, за счет снижения поверхностного натяжения на границе порода – нефть под воздействием композиции ПАВ, также наблюдается изменение состава добываемой нефти за счет увеличения охвата пласта заводнением, доотмыва остаточной нефти и вовлечения в разработку новых пропластков.

Литература

1. Алтунина, Л. К. Увеличение нефтеотдачи месторождений на поздней стадии разработки физико-химическими методами / Л. К. Алтунина, В. А. Кувшинов // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 8. – С. 18 – 25.
2. Чуйкина, Д.И. Особенности геологического строения залежи Усинского месторождения и состава добываемой нефти / О.В. Серебренникова, Л.Д. Стахина, Л.К. Алтунина // Экспозиция нефть газ. – 2018. – № 1. – С. 18 – 21.
3. Шамилов, В.М. Разработка многофункциональных композиционных смесей на основе водорастворимых ПАВ, полимеров и металлических нанопорошков в качестве агентов вытеснения нефти / В.М. Шамилов, Б.Р. Бабаев // Территория Нефтегаз. – 2016. – № 6. – С. 60 – 63.