

Р. А. Галимов, Р. Н. Марданшин, Х. Э. Харлампиди
(Казанский государственный технологический университет)

Ключевые слова: нефть, парафиновые углеводороды, переменное магнитное поле
Key words: oil, paraffin hydrocarbons, alternating magnetic field

Известно влияние постоянного магнитного поля на дисперсность нефтяных систем, процессы обессоливания, отделения механических примесей и отбензинивания нефти [1].

Активация нефти в постоянном магнитном поле повышает гомогенность нефтяной системы, размер дисперсных частиц уменьшается на 22 нм, выход бензиновых фракций повышается и снижается температура начала кипения нефти. Также изменяются парамагнитные, антиоксидантные и вязкостные характеристики сырья [2].

Для борьбы с локальным выпадением асфальтосмолопарафиновых отложений, в частности, в устье скважины, предложены устройства, использующие постоянное магнитное поле [3].

К переменным магнитным полям относят электромагнитные: сверхвысокочастотные (СВЧ), высокочастотные (ВЧ), промышленной частоты (50 Гц). России принадлежит приоритет научных исследований по изучению влияния электромагнитных полей на водонефтяные эмульсии.

Технологии высокочастотного электромагнитного воздействия активно прорабатываются и успешно реализуются на месторождениях США, Канады, Венесуэлы для добычи высоковязких нефтей [4].

Электромагнитные поля интенсивно изменяют вязкость, теплопроводность (особенно объемный нагрев) и текучесть обрабатываемых жидкостей. Если СВЧ и ВЧ электромагнитные поля уменьшают вязкость нефти, то при промышленной частоте тока вязкость нефти повышается, особенно при ступенчатой активации [5, 6]. Обработка нефти в переменном магнитном поле расширяет температурный интервал начала и конца кипения сырья, изменяет глубину отбора нефтяных фракций, влияет на выход остаточных фракций нефти и т.д. [7, 8]. Сведения по изменению индивидуального состава алкановых углеводородов при активации нефти в переменном магнитном поле отсутствуют. Цель работы – восполнить указанный пробел.

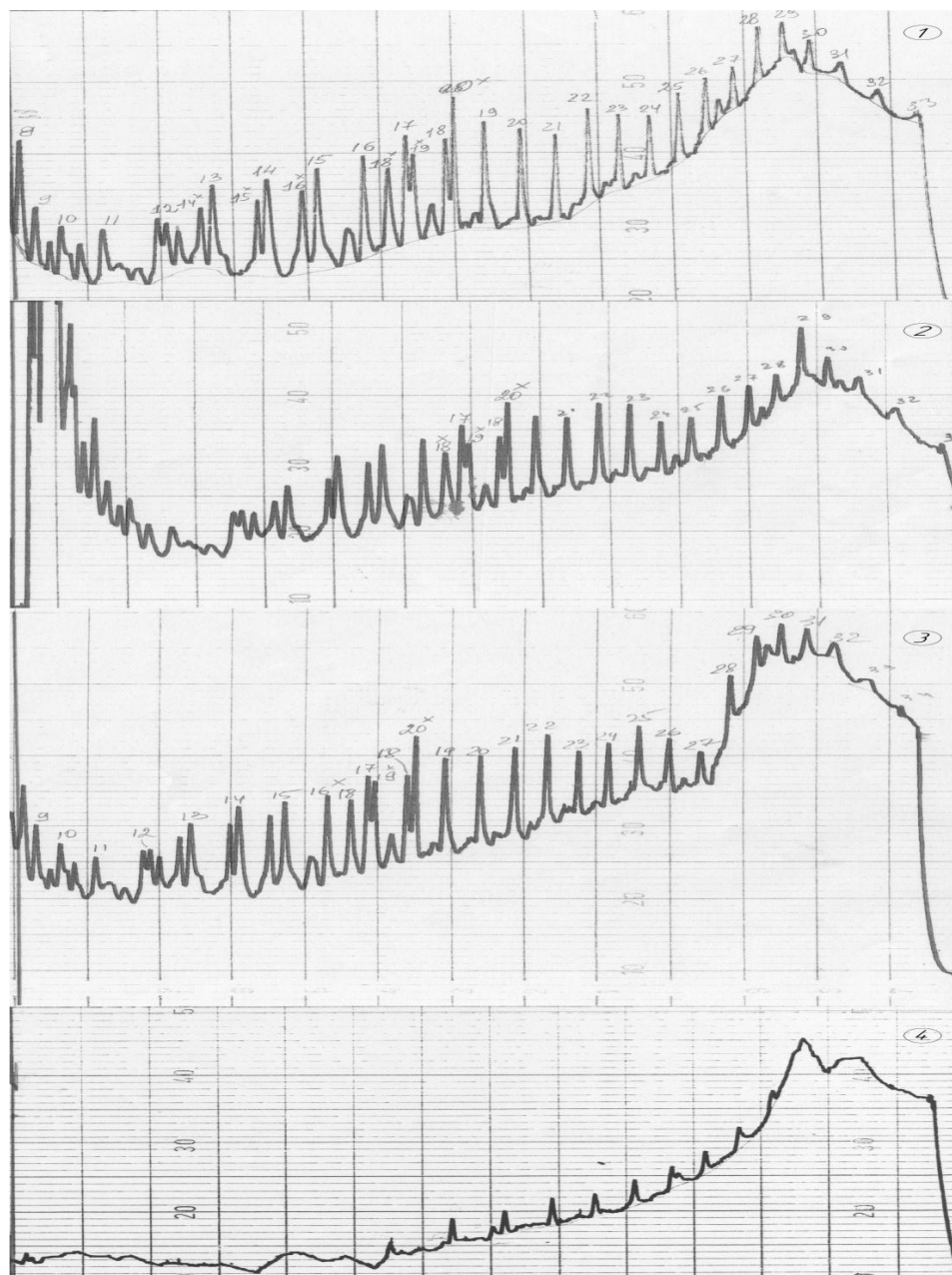
Эксперименты проводили на установке, включающей трехзонный генератор магнитного поля, работающего на переменном электрическом токе. Магнитное поле направлено вдоль потока нефти синфазно прикладываемому току. Частота тока – 50 Гц, рабочее напряжение – 150 В, сила тока – 20 А. Потребляемая мощность генератора переменного магнитного поля – 3,3 кВт. Рабочий объем реактора – 0,54 л. Максимальное время активации – 60 мин. Режим эксперимента – статический. Сырье отделялось от генератора магнитного поля и от центра реактора диамагнитным материалом. В качестве сырья использовалась нефть Нурлатского месторождения Татарстана со следующими характеристиками: плотность при 20°C – 905 кг/м³, кинематическая вязкость при 20°C – 72,9 мм²/с, температура начала кипения – 73,0°C.

Хроматографический анализ нефтей проводили на приборе Цвет-5 с плазменно-ионизационным детектором. Колонна стальная, насадочная 2,5 м·3,0 мм, неподвижная жидкая фаза – СКТФТ—50, нанесенная на хроматон N-AW-HMDC. Программирование температуры от 80 до 310°C со скоростью подъема 3,0°C/мин. Относительное содержание парафиновых углеводородов рассчитывалось методом внутренней стандартизации.

Хроматографический анализ легкой бензиновой фракции н.к.-100°C проводили на приборе HEWLETT PACKARD HP6890. Колонна – капиллярная, длиной 30 м, диаметром 0,25·10⁻³ м. Фаза – полиэтиленгликоль. Время анализа – 17 мин. Составы бензиновой фракции рассчитывались интегратором хроматографа.

На рис.1 приведены хроматограммы исходной нурлатской нефти до и после ее обработки в переменном магнитном поле в течение 4, 8 и 60 мин. Молекулярно-массовое распределение n-алканов, в указанных нефтях, показано на рис. 2.

По виду хроматограммы нурлатской нефти она принадлежит к метановому типу А¹. Для нефтей этого типа характерно существенное содержание алканов по сравнению с циклическими углеводородами, которым соответствует горб от нулевой линии до пиков алканов. n-Алканы преобладают над изоалканами.



→ Время, мин

Рис.1. Хроматограммы исходной нурлатской (1) и активированных в переменном магнитном поле нефтях в течение 4 мин (2), 8 мин (3), 60 мин (4)

По мере увеличения времени активации нефти в переменном магнитном поле изменяется высота пиков алканов (рис. 2). Максимальные изменения характерны для самых низко- и высокомолекулярных алканов состава $n\text{-C}_{14}\text{-C}_{16}$ и $n\text{-C}_{25}\text{-C}_{34}$.

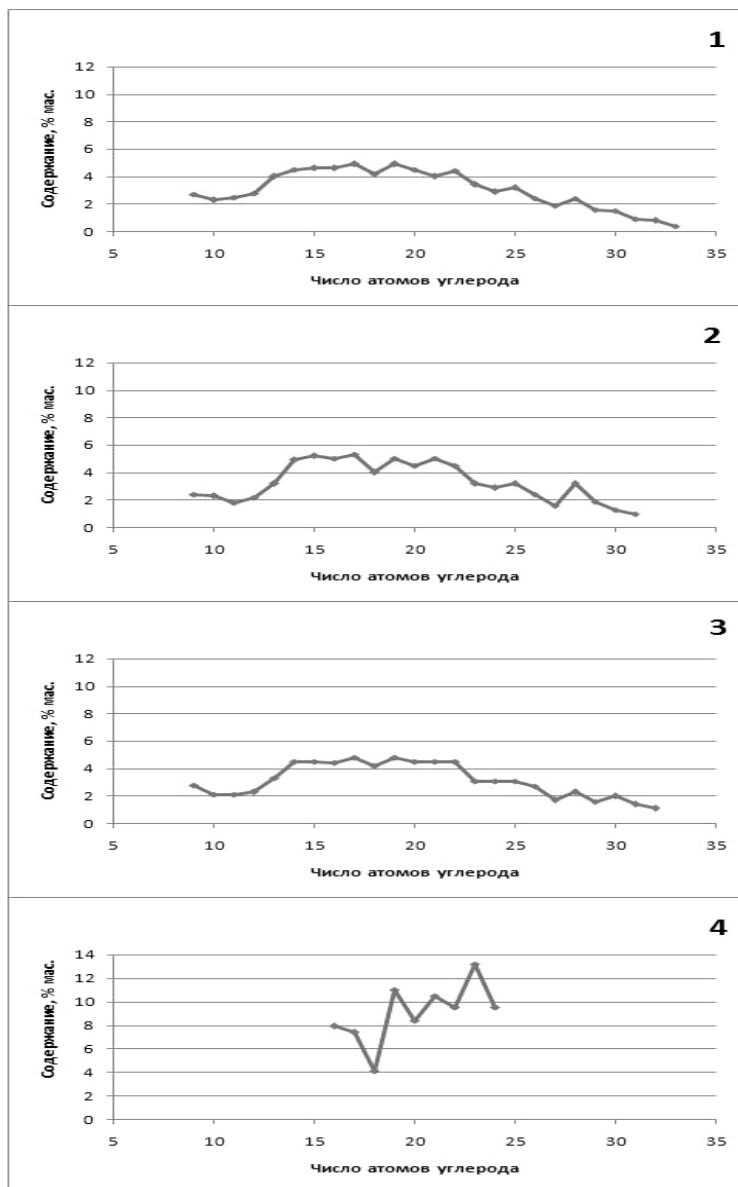


Рис. 2. Молекулярно-массовое распределение n-алканов в исходной (1) и активированных в переменном магнитном поле нефтях в течение 4 мин (2), 8 мин (3), 60 мин (4)

После обработки нефти в переменном магнитном поле в течение 60 мин (рис 1 и 2 (4)) отмеченные n-алканы и легкие изоалканы состава $i\text{-C}_{14}\text{-C}_{16}$ исчезают (таблица).

В динамике можно отметить, что сумма легких n-алканов, к которым относят парафиновые углеводороды состава $n\text{-C}_9\text{-C}_{20}$, по мере увеличения времени обработки нефти в переменном магнитном поле закономерно снижается с 46,5% мас. в исходной нефти до 38,8% мас. в нефти, активированной в течение 60 мин, то есть на 20%. Сумма тяжелых n-алканов состава $\text{C}_{21}\text{-C}_{34}$ в аналогичных условиях возрастает с 29,8% мас. до 42,7% мас. Сумма легких изоалканов состава $i\text{-C}_{14}\text{-C}_{18}$ уменьшается с 18,6% мас. до 5,8% мас., сумма тяжелых изоалканов несколько возрастает с 10,1% мас. до 12,7% мас.

Индивидуальный состав изоалканов исходной и активированных в переменном магнитном поле образцов нурлатской нефти

Число атомов углерода в молекуле	Содержание, % мас			
	Время активации, мин			
	0	4	8	60
Изоалканы				
14	2,8	2,3	2,5	-
15	3,4	3,6	3,7	-
16	3,7	4,2	4,0	-
17	-	-	-	-
18	3,7	3,9	3,8	5,8
$\Sigma i\text{C}_{14}\text{-C}_{18}$	13,6	14,0	14,0	5,8
19	4,0	4,0	4,0	5,3
20	6,1	6,0	6,2	7,4

$\Sigma iC_{19}-C_{20}$	10,1	10,0	10,2	12,7
Σ изоалканы	23,6	24,0	24,2	18,5

$\Sigma iC_{14}-C_{18}$ – легкие изоалканы, $\Sigma iC_{19}-C_{20}$ – тяжелые изоалканы

В бензиновой фракции н.к. - 100⁰С, выделенной из активированной в переменном магнитном поле нефти, на полиэтиленгликоле фиксируются 53 соединения. В аналогичной фракции исходной нефти фиксируется намного меньше соединений. Последнее, вероятно, служит доказательством деструктивного механизма действия переменного магнитного поля на составляющие нефтяной системы.

В результате активации нефти в переменном магнитном поле в ней снижается общее содержание парафиновых углеводородов. Отмечается устойчивая тенденция к снижению содержания легких алканов состава C9-C20 и возрастанию тяжелых алканов C21-C36.

Список литературы

1. Власова Г. В. Исследование по совершенствованию технологии процессов промышленной подготовки парафинистой нефти / Г.В. Власова [и др.] // Химия нефти и газа: Матер. Междун. конф. 21-26 сент. 2009. – Томск, 2009. – С. 426 – 428.
2. Лоскутова Ю. В. Влияние магнитного поля на антиокислительные и вязкостные характеристики ряда нефтей / Ю. В. Лоскутова, Н. В. Юдина, С. И. Писарева // Нефтехимия. - 2008. - Т. 28. - №1. - С. 50–54.
3. Карпов Б. В. Использование физических полей для предупреждения отложений парафина при добыче нефти / Б.В. Карпов [и др.] // Нефтяное хозяйство. –1997. –№7. –С. 46–47.
4. Ковалева Л. А. Развитие электромагнитной технологии для утилизации нефтяных шламов / Л. А. Ковалева, Р. З. Миннигалимов, Р. Р. Зиннатуллин // Нефтяное хозяйство. –2009. –№9. –С. 48–51.
5. Галимов Р. А. Многостадийная активация нефтей в электромагнитном поле / Р. А. Галимов, Р. Н. Марданшин, Х. Э. Харлампики // Вестник Казанского технологического университета. –2008. –№4. –С. 121–126.
6. Галимов Р. А. Сохранность влияния электромагнитной активации нефти во времени / Р. А. Галимов, Х. Э. Харлампики, В. А. Ходкевич // Вестник Казанского технологического университета. –2009. –№4. – С. 251–256.
7. Галимов Р. А. Дифференциация нефти в магнитном поле / Р.А. Галимов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. - 2010. - №3. - С.467–471.
8. Галимов Р. А. Влияние электромагнитного поля на отбор узких фракций светлых нефтепродуктов / Р. А. Галимов [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. –2010. –№5. – С.171–177.
9. Галимов Р. А. Электромагнитные поля в промышленной подготовке нефтей / Р. А. Галимов, Р. Н. Марданшин, Х. Э. Харлампики // Большая нефть XXI века. – Матер. Всерос. конф. 11-14 сентября 2006г. - Альметьевск, 2006. –Т.2–С.21–23.

Сведения об авторах

Галимов Равкат Абдулахатович, д.х.н., профессор, кафедра «Общая химическая технология» (ОХТ), Казанский государственный технологический университет, г. Казань, тел.: (843) 2-31-42-52, e-mail: oxt@kstu.ru

Марданшин Руслан Наилевич, научный сотрудник, кафедра «Общая химическая технология» (ОХТ), Казанский государственный технологический университет, г. Казань, тел.: (927) 404-63-71, e-mail: mardanshinruslan@mail.ru

Харлампики Харлампий Эвклидович, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой «Общая химическая технология» (ОХТ), Казанский государственный технологический университет, г. Казань, тел.: (843) 2-31-43-52, e-mail: oxt@kstu.ru

Galimov R.A., Ph.D. in Chemistry, professor, chair «General Chemical Technology», Kazan State Technological University, Kazan, tel. (843) 2-31-42-52, e-mail: oxt@kstu.ru

Mardanshin R.N., scientific worker, chair of General Chemical Technology, Kazan State Technological University, Kazan, (927) 404-63-71, e-mail: mardanshinruslan@mail.ru

Kharlampidi Kh. E., Ph.D. in Chemistry, professor, head of the chair «General Chemical Technology», Kazan State Technological University, Kazan, tel. (843) 2-31-43-52, e-mail: oxt@kstu.ru