ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/397

РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВЫСОКОЗАСТЫВАЮЩИХ НЕФТЕЙ

¹Лоскутова Ю.В., Юдина Н.В., ²Рикконен С.В.

¹ФГБУН Институт химии нефти СО РАН, Томск, Россия

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования НИ Томский государственный университет, Россия

Основные проблемы, возникающие при добыче и перекачке парафинистых нефтей, связаны с их пониженной подвижностью, высокой температурой застывания и отложениями парафина на стенках трубопровода. Разработка новых высокоэффективных энергосберегающих технологий освоения нефтяных месторождений для улучшения текучести и стабильности нефти тесно связана с изучением особенностей ее вязкостно-температурного поведения при воздействии внешних факторов. На сегодняшний день физические методы находят все более широкое применение в нефтяной промышленности из-за их эффективности, экономичности и доступности [1, 2].

В ИХН СО РАН в течение ряда лет проводятся работы по изучению влиянию физического воздействия, в том числе физических полей, на нефтесодержащие системы [3-7]. Показано, что для достижения максимального эффекта применения того или иного вида воздействия на практике необходимо в лабораторных условиях отработать оптимальные параметры обработки. Поэтому целью работы было изучить влияние полимерной присадки комплексного действия и низкочастотной акустической обработки (НАО) на вязкостно-температурные и энергетические характеристики 3 высокозастывающих нефтей: нефти ВС, ВУ и АР. Содержание смолисто-асфальтеновых компонентов (САК) в нефтях колеблется от 2,5 до 20 % мас. (табл. 1). За счет повышенного содержания парафиновых углеводородов (ПУ > более 6 % мас.) нефти характеризуется высокой вязкостью в области отрицательных температур и повышенными температурами застывания.

Таблица 1

Образец нефти	Тз, °С	Вязкость μ , мПа·с		ΔW , Дж
		20°С	5°С	
АР (ПУ= 12,1 % мас., САК=20 % мас.)				
исх	5,0	101,6	380	0,83
НАО	6,0	83,5	390	0,07
D04	-16,7	53,8	147	0,42
НАО+D04	-20	91,2	184	0,35
ВУ (ПУ= 11 % мас., САК= 2,5 % мас.)				
исх	9,4	84,3	548	0,76
НАО	7,9	70,1	544	0,41
D04	-5,2	48,1	168	0,28
НАО+D04	-10,4	42,0	420	0,12
ВС (ПУ=16,5 % мас, САК= 4,2 % мас.)				
исх	14,6	44,9	299	0,92
НАО	12,8	41,4	282	0,40
D04	4,5	34,5	237	0,64
НАО+D04	0,5	24,7	338	0,03

НАО нефтей проводили на лабораторной установке, аналоге промышленного вибратора струйного погружного ВЭМА-0.3, в стационарном режиме при комнатной температуре в течение 1 - 3 мин [3]. Рабочая концентрация присадки Difron 3004 (D04), обладающей депрессорными, диспергирующими и ингибирующими парафинообразование в нефти свойствами, составила 0,05 % мас. В табл. 1 представлены результаты обработки нефтей

присадкой и акустическим полем, а также последовательной обработки физическим полем и полимерной присадкой.

После НАО у исследуемых нефтей наблюдается незначительные изменения температуры застывания T_z и снижение на 8-17 % динамической вязкости μ . Существенный эффект достигается после ввода в нефти полимерной присадки D04: T_z понижается на 10 °С для нефти ВС, содержащей максимальное количество ПУ, и на 22 °С для нефти АР с максимальной долей САК. При понижении температуры с 20 до 5 °С депрессия вязкости $\Delta\mu$ для нефти ВС составила всего 20 %, при этом для нефтей ВУ и АР $\Delta\mu$ не только не уменьшилась, но и существенно возросла с 1,5 до 3 раз.

Максимальный депрессорный эффект получен после ввода в обработанные акустическим полем нефти ВС и ВУ 0,05 % мас. присадки D04: наблюдается сдвиг на несколько градусов в низкотемпературную область значения температуры застывания и дополнительное снижение вязкости в области пониженных температур.

Для определения суммарного расхода энергии ΔW , необходимого для разрушения структуры высокопарафинистых нефтей за счет сдвиговой скорости при трубопроводном транспорте, рассчитывали энергетические параметры гидромеханического разрушения надмолекулярной структуры по методике, описанной в [8]. Расчет проводили по реологическим зависимостям напряжения сдвига от скорости сдвига $\tau(\dot{\gamma})$ для прямого и обратного хода снятия кривых течения нефти в диапазоне скоростей сдвига от 0,034 до 85 с⁻¹, характерных при перекачке по трубопроводу в реальных условиях. Рассчитанные по петлям гистерезиса значения ΔW представлены в таблице. Показано, что для полного разрушения тиксотропной структуры высокопарафинистых нефтей с различным содержанием компонентов дисперсной фазы (смола, асфальтенов и твердых парафинов) минимальные энергетические затраты для нефти ВС после 3 мин НАО составили 0,07 Дж; нефти ВУ – 0,12 Дж после 1 мин НАО с добавкой присадки; и для нефти АР – 0,03 Дж после 1 мин НАО с добавкой присадки.

Литература

1. Yao B., Li C., Yang F., Zhang Y., Xiao Z. Structural properties of gelled Changqing waxy crude oil benefitted with nanocomposite pour point depressant//Fuel. 2016. Vol. 184. P. 544–554.
2. Tao R. Application of Electrorheology to Improve Crude Oil Flowing Properties Through Pipeline. Chapter from the book “Chemical Enhanced Oil Recovery (cEOR) – a Practical Overview”// <http://www.intechopen.com/books/chemical-enhanced-oilrecovery-ceor-a-practical-overview>. 2016. P. 172–191.
3. Loskutova Yu.V., Prozorova I.V., Yudina N.V. Improving the structural-rheological properties of high-paraffin crude oil using chemical reagents and vibrational treatment//Chemistry and Technology of Fuels and Oils 2011. Vol. 47(5). P. 358–361.
4. Volkova G.I., Anufriev R.V., Yudina N.V. Effect of ultrasonic treatment on the composition and properties of waxy high-resin oil//Petroleum Chemistry. 2016. Vol. 56(8). P. 683–689.
5. Loskutova Yu.V. Asphaltenes: Characterization, Properties and Applications. Series: Chemical Engineering Methods and Technology. In: Jeremy A. Duncan (Ed.). Nova Science Publishers, Inc., USA. 2010. P. 121–144.
6. Кайканов М.И., Ремнев Г.Е., Юдина Н.В., Егоров И.С., Лоскутова Ю.В. Исследование реологических свойств нефти при облучении импульсным сильноточным электронным пучком // Известия ВУЗов. Физика. 2012. Т. 55. № 6/2. С. 37–41.
7. Лоскутова Ю.В., Ивлеева А.М., Юдина Н.В., Ремнев Г.Е. Использование переменного асимметричного тока для улучшения физико-химических свойств тяжелой нефти // Известия ВУЗов. Нефть и газ. 2012. № 4. С. 103–107.
8. Volkova G.I., Anufriev R.V., Yudina N.V., Chaykovskaya O.N. The depressor ability of polyalkyl acrylate additives after ultrasonic treatment. Russian Physics Journal 2016. Vol. 59(8). P. 132-136.