

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НИЗКОЧАСТОТНОГО АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ И
 ПРИСАДКИ КОМПЛЕКСНОГО ДЕЙСТВИЯ НА КИНЕТИКУ РЕЛАКСАЦИОННЫХ
 ПРОЦЕССОВ В ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ**

Н. С. Рыжова¹, Ю. В. Лоскутова²

Научный руководитель, доцент Е.В. Попок

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

²Институт химии нефти Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск, 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, добычи и транспорта, проблемных нефтей для улучшения их текучести и стабильности при хранении тесно связана с изучением особенностей вязкостно-температурного поведения таких нефтей при воздействии внешних факторов в условиях пониженных температур.

Физические методы находят все более широкое применение в нефтяной промышленности из-за их эффективности, экономичности и доступности. При низкочастотной акустической обработке (НАО) нефтяных дисперсных систем ускоряется процесс диффузии жидкой фазы в полости парафина и интенсифицируется процесс его разрушения. Изучение влияния НАО на кинетику осадкообразования и агрегативно-седиментационную устойчивость нефтесодержащих систем проводили на высокопарафинистой малосмолистой нефти Ондатрового месторождения (Томская область), в которой отсутствуют асфальтены, содержится 3,5 % масс. смол, а 6 % масс. парафинов обеспечивают высокую температуру застывания – минус 4,4 °С.

Термостатированную при 0 °С в течение 1 ч нефть НТ обрабатывали 1 и 3 мин на лабораторном вибраторе ЛВ-1 при частоте 50 Гц и виброускорениях до 100g. Кинетику процесса образования нефтяных отложений изучали на установке, основанной на методе «холодного стержня», моделирующей процесс парафиноотложения в потоке нефти в нефтепроводе (НИ ТПУ). Установка состоит из 4 охлаждаемых до 0 °С стальных стержней, помещенных в анализируемые пробы нефти с температурой 25 °С. Количество отложений в динамическом режиме определяли через фиксированные промежутки времени в течение 1 ч. В качестве добавки использовали присадку комплексного действия Difron 3004 (D04), обладающую депрессорными, ингибирующими парафинообразование и диспергирующими свойствами (концентрация в нефти 0,05 % масс.). Результаты исследования приведены на рисунке 1.

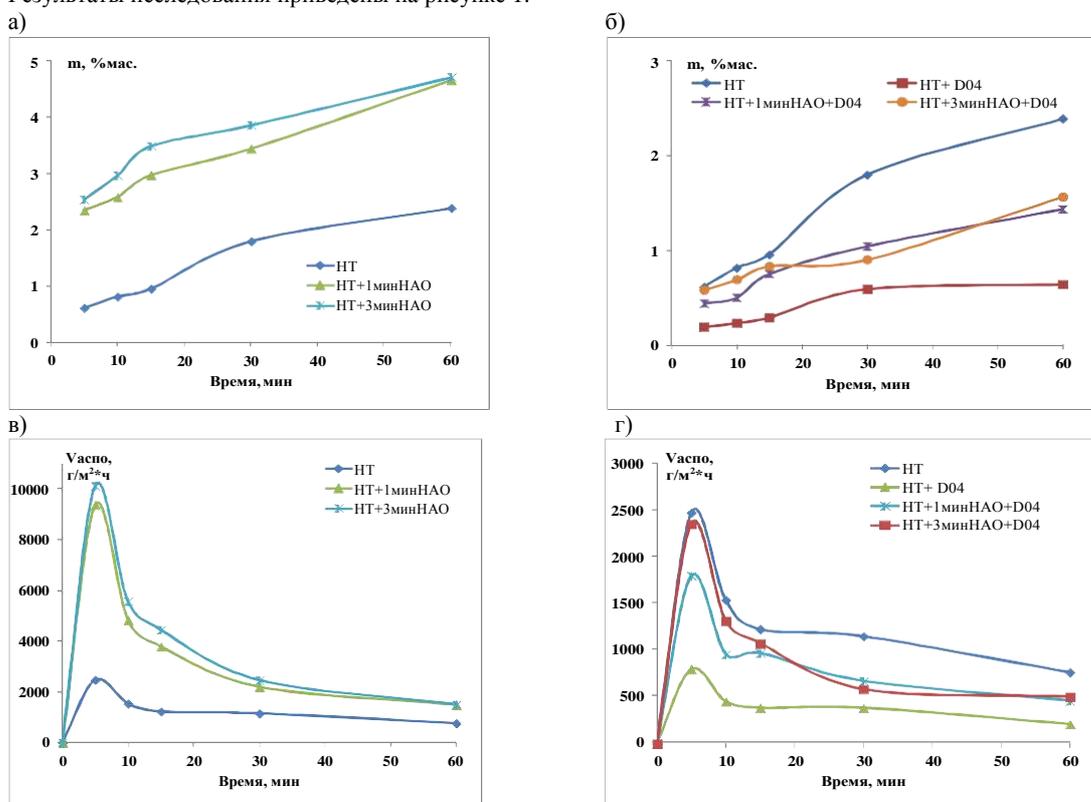


Рисунок 1 – Изменение во времени количества образовавшегося осадка (а, б) и скорости осадкообразования (в, г) нефти Ондатрового месторождения после НАО и ввода присадки

НАО нефти в течение 1 и 3 мин приводит к значительному росту интенсивности осадкообразования, при этом максимальная скорость осадкообразования в первые 10 мин после обработки в 3,1 – 3,6 раз превышает $V_{аспо}$ исходной нефти (рисунок 1 в). Через 30 - 60 минут интенсивности процесса осадкообразования обработанной нефти стабилизируется, но остается выше, чем необработанной. Ввод присадки D04 существенно влияет на процесс осадкообразования: в течение часа после обработки на «холодном стержне» формируется в 3,0 – 3,7 раза меньше осадка, чем в исходной нефти (рисунок 1 б, 1 г). Совместное использование НАО и присадки D04 позволяет снизить количество АСПО на 27 – 49 %.

Изучение агрегативной и седиментационной устойчивости нефти проводили на приборе ИНПН «Кристалл» (ИХН СО РАН). Для этого были получены зависимости амплитуды сигнала А инфракрасного излучения датчика прибора от температуры среды в условиях понижения температуры с постоянной скоростью (рисунок 2) и рассчитаны температуры помутнения $T_{п}$ и кристаллизации $T_{к}$, а также максимум температурного коэффициента кристаллизации K_k (dA/dT) (таблица 1).

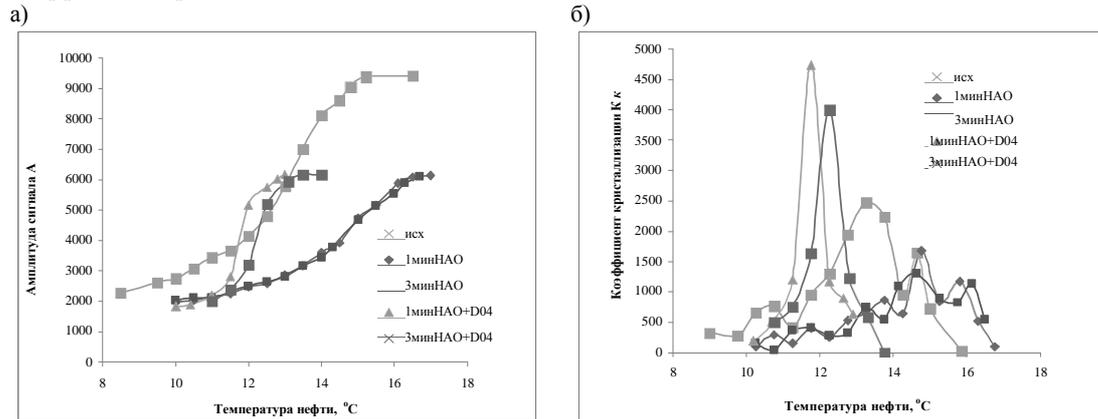


Рисунок 2 – Зависимость амплитуды сигнала А от температуры нефти (а) и дифференциальные кривые зависимости температурного коэффициента кристаллизации K_k (dA/dT) (б)

Установлено, что после НАО происходит незначительный сдвиг в высокотемпературную область температуры помутнения $T_{п}$, кристаллизации $T_{к}$, однако, максимум коэффициента кристаллизации K_k , который характеризует интенсивность роста кристаллической дисперсной фазы в процессе охлаждения нефти, значительно ниже, чем до обработки. Это может быть связано с постепенным увеличением при охлаждении размеров и/или количества компонентов дисперсной фазы.

Таблица 1

Температура помутнения $T_{п}$, кристаллообразования $T_{к}$ и коэффициент кристаллизации K_k нефти Ондатрового месторождения после различных видов воздействия

Образец	$T_{п}$, °C	$T_{к}$, °C	K_k
Исх	14,8	13,2	2476
1мин НАО	16,1	14,8	1670
3мин НАО	16,3	14,7	1300
1мин НАО+0,05 % масс. D04	12,8	11,7	4740
3мин НАО+0,05 % масс. D04	13,1	12,2	4000

При совместной обработке акустическим полем и присадкой, напротив, наблюдается снижение $T_{п}$ и $T_{к}$, но максимум коэффициента K_k при этом значительно выше, чем необработанного и обработанных образцов. При охлаждении обработанной нефти в присутствии депрессорно-дисперсионной присадки кристаллические парафиносодержащие частицы более длительный период удерживаются в дисперсионной среде, и лишь при достижении определенного узкого интервала температур происходит спонтанный рост K_k , что может быть связано с массовым выпадением кристаллических частиц. В случае образца после 1 мин НАО с добавкой ДП этот интервал находится в области температур 13 - 11,7 °C, а для образца после 3 мин НАО с ДП – при 13,3 - 12,2 °C [1].

Литература

1. Рыжова Н. С., Чучковская М. С., Лоскутова Ю. В. Влияние температурных условий на кинетику осадкообразования высокопарафинистой нефти и эффективность ингибиторов парафиноотложения // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией, Томск, 2015. - Изд-во ТПУ, 2015 - Т. 2 - С. 232-234