

**ВЛИЯНИЕ ПРИСАДКИ И НИЗКОЧАСТОТНОГО АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА ВЯЗКОСТНО-ТЕМПЕРАТУРНЫЕ СВОЙСТВА НЕФТИ**Н.Н. Ядревская¹, Ю.В. Лоскутова²Научные руководители – доцент, к.х.н. Н.В. Ушева¹, с.н.с., к.х.н. Ю.В. Лоскутова²,¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина,
30²Институт химии нефти СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 4E-mail: reolail@ipc.tsc.ru**INFLUENCE OF ADDITIVE AND LOW-FREQUENCY ACOUSTIC PROCESSING AT OIL
VISCOSITY AND TEMPERATURE PROPERTIES**N.N. Yadrevskaya¹, Y.V. Loskutova²Scientific Supervisors: Associated professor, Cand. Sc. {Chemistry} N.V. Usheva, Senior research associate, Cand. Sc.
{Chemistry} Y.V. Loskutova²¹National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Tomsk, Lenina Street, 30² Institute of Petroleum Chemistry SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, Akademicheskoy Street, 4E-mail: reolail@ipc.tsc.ru

Annotation. After processing highly paraffinous oil of Ondatrovoye deposit with a low-frequency acoustic field and under temperature close to solidification temperature, we can notice an increase in solidification temperature and intensity of paraffine deposition. A complex physical and chemical processing of the chilled oil leads to almost complete destruction of the thixotropic structure, followed by a sudden decrease in viscosity and temperature characteristics, as well as decrease in energy parameters.

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.

В работе было исследовано влияние депрессорной присадки комплексного действия и низкочастотного акустического воздействия на вязкостно-температурные свойства и состав дисперсной фазы высокопарафинистой высоkozастывающей нефти Ондатрового месторождения (Томская область). Нефть при комнатной температуре является легкой, маловязкой с высоким газовым фактором, однако, за счет повышенного содержания парафинов характеризуется высокой температурой застывания (минус 4,4 °С), в ней отсутствуют асфальтены и содержится порядка 5 % мас. смол.

Низкочастотную акустическую обработку (НАО) проводили на лабораторном аналоге промышленно выпускаемого вибратора ВЭМА-0,3 в течение 1 минуты после охлаждения до 0 °С и термостатирования при данной температуре в течение 1 ч. В качестве добавки использовали присадку Difron 3004 (D04), обладающую депрессорными, ингибирующими парафинообразование и диспергирующими свойствами (концентрация в нефти 0,03 % мас.).

Для нефти после различных типов обработки были получены зависимости динамической вязкости нефти от температуры. Установлено, что добавка присадки D04 в нетермостатированную нефть в

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

отрицательной области температур приводит к увеличению вязкости, а после НАО вязкостно-температурные свойства термостатированной при 0 °С нефти ухудшаются во всем температурном диапазоне (рис.1 а). Однако при совместном использовании НАО и присадки предел текучести сдвигается в низкотемпературную область, а вязкость нефти, например, при температуре 10 °С понижается более чем в 10 раз.

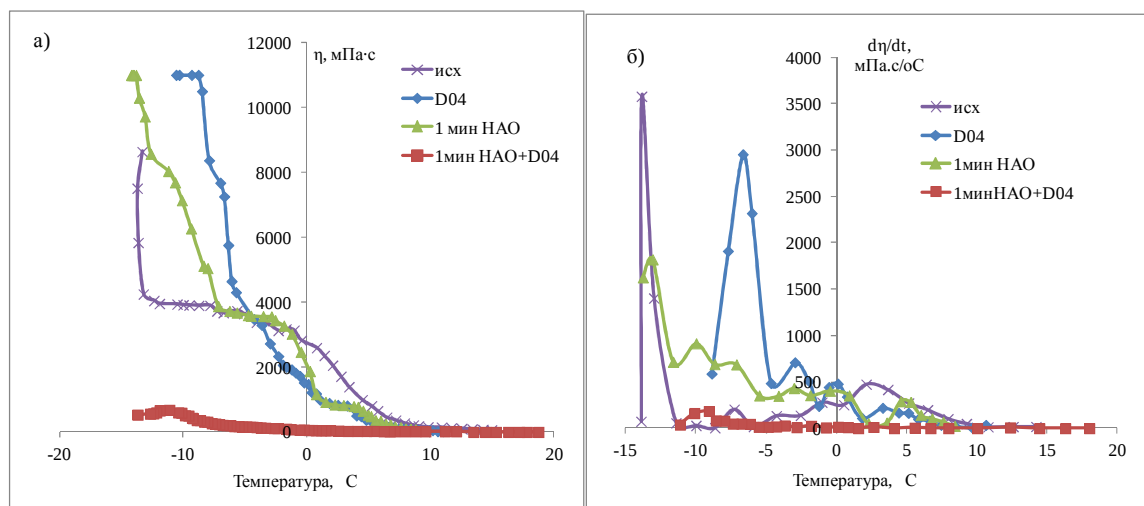


Рис. 1. Вязкостно-температурные (а) и дифференциальные $d\eta/dT$ (б) кривые нефти после обработки

Дифференциальные кривые зависимости температурного коэффициента вязкости $d\eta/dT$ от температуры нефти представлены несколькими участками, которые существенно отличаются по скорости изменения вязкости и имеют один максимум, приближенный к температуре спонтанной кристаллизации. Ввод присадки D04 в нефть сдвигает максимум в область более высоких температур. После совместного действия НАО и присадки на кривых появляются протяженные линейные участки со слабовыраженным максимумом.

НАО сопровождается ростом как температуры помутнения T_p , так и температуры спонтанной кристаллизации $T_{сп}$. Также по вязкостно-температурным зависимостям была рассчитана энергия активации вязкого течения $E_{вт}^a$ обработанных в различных условиях образцов нефти. Показано, что после НАО или ввода присадки происходит понижение $E_{вт}^a$. Максимальное же снижение энергии активационных процессов наблюдается также после комплексной обработки.

Таблица 1

Энергетические параметры нефти Ондатрового месторождения

Образец нефти	T_p , °С	$T_{сп}$, °С	$E_{вт}^a$, кДж/моль	W , кДж
исходный	14,8	-8,5	91,4	0,79
0,03 % мас. D04	-	-6,7	47,3	0,22
1мин НАО	16,1	-6,7	47,3	0,30
1минНАО+0,03 %мас. D04	12,8	-9,1	49	0,04

Для характеристики прочности структур, формирующихся при температурах фазовых переходов, были сняты кривые течения прямого и обратного хода при температуре 0 °С (рис. 2). По площадям петель гистерезиса рассчитаны величины внутренней энергии разрушения дисперсной системы W (табл.

«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

1). Площадь петли гистерезиса обработанной присадкой нефти, существенно ниже, чем для исходной. После НАО ход кривых прямого и обратного хода нефти сближается, скорость разрушения и восстановления тиксотропной структуры выравниваются, а значения энергии W при этом снижаются. Комплексная физико-химическая обработка охлажденной нефти с последующим вводом в присадки приводит к резкому уменьшению размеров петли гистерезиса и сопровождается 20-ти кратным снижением внутренней энергии системы.

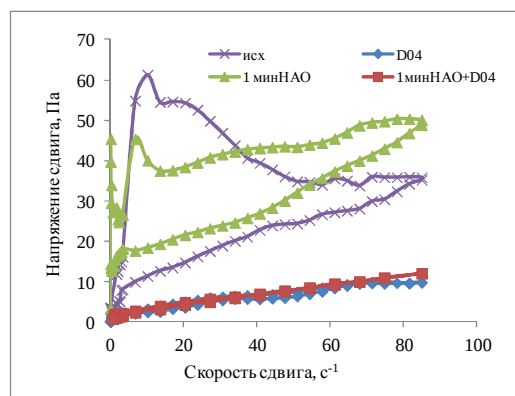


Рис. 2. Кривые течения прямого и обратного хода нефти после различного вида обработки

Добавка в нефть присадки на 7 °С снижает температуру застывания и на 97 % количество нефтяного осадка (рис. 3). Акустическое воздействие на нефть, напротив, приводит к увеличению температуры застывания, количество нефтяного осадка при этом снижается незначительно. Введение в охлажденную и обработанную полем нефть присадки D04, напротив, существенно улучшает депрессорный эффект, понижая температуру застывания на 20 °С. При этом сохраняется высокая ингибирующая способность присадки снижать количество образующегося нефтяного осадка на металлической поверхности оборудования.

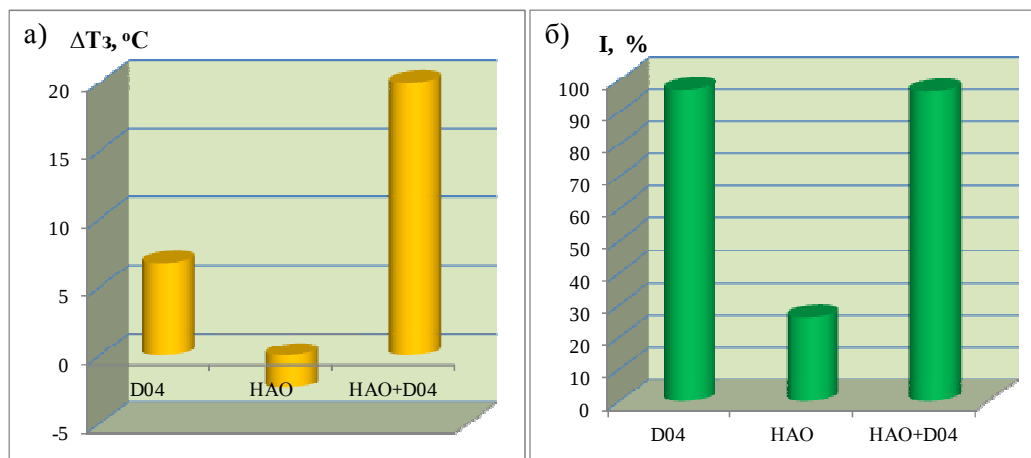


Рис. 3. Изменение температуры застывания ΔT_z (а) нефти и ингибирующей способности I (б) после НАО и ввода присадки

Таким образом, обработка только низкочастотным акустическим полем высокопарафинистой нефти при температуре, близкой к температуре застывания, приводит к увеличению температуры застывания и интенсивности парафиноотложения. Комплексная физико-химическая обработка охлажденной нефти приводит к практически полному разрушению тиксотропной структуры, что сопровождается резким снижением вязкостно-температурных характеристик, а также уменьшению энергетических параметров.