МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
X Международной конференция студентов и молодых ученых

РОССИЯ, ТОМСК, 23–26 апреля 2013 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

X INTERNATIONAL CONFERENCE OF STUDENTS AND YOUNG SCIENTISTS

RUSSIA, TOMSK, April 23–26, 2013

Томск 2013

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ПАРАФИНИСТОЙ ВЫСОКОСМОЛИСТОЙ НЕФТИ

Р.В. Ануфриев, Г.И. Волкова
Научный руководитель: доцент, к.х.н. Г.И. Волкова
Институт химии нефти СО РАН, Россия, Томск, пр. Академический, 4, 634021
Томский государственный университет,Россия, г. Томск, ул. А. Иванова, 49,634050
E-mail: pat@ipc.tsc.ru

EFFECT OF ULTRASONIC TREATMENT ON THE PROPERTIES OF PARAFINIC AND HIGHLY RESINOUS CRUDE OILS

R. V. Anufriev, G. I. Volkova
Scientific Supervisor: docent, PhD. G. I. Volkova
Institute of Petroleum Chemistry SB RAS,Russia, Tomsk, Akademichesky Avenue, 4, 634021
Tomsk State University,Russia, Tomsk, Ivanov Street, 49, 634050
E-mail: pat@ipc.tsc.ru

The ultrasonic treatment of paraffinic and highly resinous crude oils was processed. The influence of the duration of the ultrasonic, temperature and pressure on the structural and mechanical parameters was shown.

В настоящее время довольно широко исследуется возможность применения ультразвуковой обработки (УЗО) для нужд нефтяной отрасли: ультразвуковая обработка скважин и пластов; повышение коэффициента нефтеотдачи; изготовлен и применяется аппарат для очистки емкостей, резервуаров, деталей нефтяного оборудования от различного вида загрязнений и отложений; разработан ряд приборов, применяемых при транспортировке нефти. Ультразвуковая обработка препятствует выпадению парафина и асфальтосмолистых отложений [1 и др.]. Воздействие ультразвука направлено на изменение как физических, так и химических свойств нефтей, что позволяет проводить более глубокую ее переработку, увеличивать извлечение наиболее легких фракций.Перспективно комбинированного применения ультразвука с химическими реагентами, например, совместно с кислотной обработкой. Немаловажным отличием ультразвуковых обработок от многих других является их абсолютная экологическая безопасность, как для недр, так и для окружающей среды.

Многочисленные исследования показывают неоднозначное влияние условий ультразвуковой обработки (температура, внешнее давление, природа газовой среды и прочее) на процесс кавитации и интенсивность протекания сонохимических реакций в различных системах [2, 3].

В данной работе исследовано влияние термической обработки и повышенного давления в процессе ультразвуковой обработки на структурно-механические параметры и химическую структуру нефтяной дисперсной системы (НДС). Для проведения этих исследований взята парафинистая высокосмолистая нефть, содержащая 71,1 масел (в том числе 4,5 н-углеводородов), 25,7 силикагелевых смол и 3,2 % мас. асфальтенов; температура застывания равна -5,6 ^{o}C; плотность 889 кг/м^{3}.

Ультразвуковую обработку исследуемой нефти проводили на установке ULTRASONICTS-

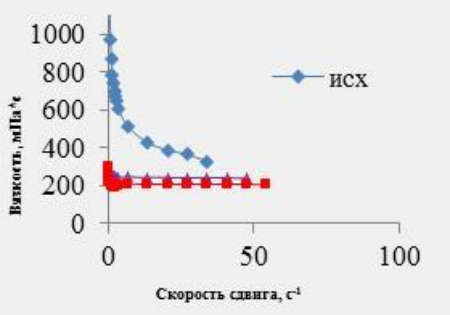
4Ммощностью 1 кВт на частоте 21,3 кГц, интенсивность ультразвука 10 Вт/см^{2}при радиусе торца 1,35 см. В реактор вносили 300 см^3 нефти и обрабатывали ее в условиях, представленных в таблице. Проводили непрерывную запись температуры и давления на компьютере. После проведения УЗО определяли следующие параметры: динамическая вязкость при температуре 20 ^{o}C и скоростях сдвига до 250 с$^{-1}$; температура застывания; плотность при 20 ^{o}C; межфазное натяжение на границе с водой при 20 ^{o}C; кислотное число. Снимали ИК-спектры (ИК – Фурье спектрометр Nicolet-5700) и ПМР-спектры (радиоспектрометр Bruker 300, Германия, рабочая частота 100 МГц) исходной нефти и обработанных образцов. Результаты определения реологических параметров и температуры застывания исследованных образцов нефти представлены в таблице и на рисунке.

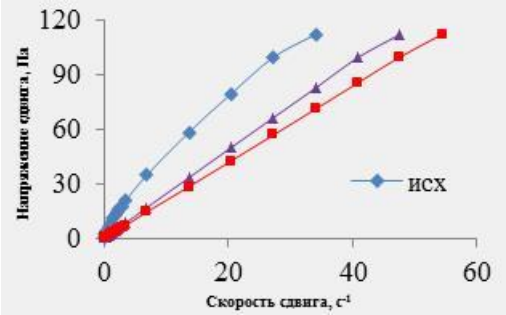
Таблица 1

Влияние термической и ультразвуковой обработки на реологические параметры и температуру застывания

№ опыта	Пластическая вязкость, мПа*с	Предельное напряжение сдвига, Па	Температура застывания, ^{o}C	Условия обработки
Исходная	363	0,51	-5,6	Не обработанная
Термообработанная (80_2)	228	0,02	-28	Термообработка при 80 ^{o}C, 2 мин
Термообработанная (80_8)	243	0,01	-30	Термообработка при 80 ^{o}C, 8 мин
1	201	0,01	-8	2 мин УЗО, 20 ^{o}C, атм. давление
2	186	0,01	-7	8 мин УЗО, 20 ^{o}C, атм. давление
3	195	0,01	-7	2 мин УЗО, 20 ^{o}C, 1 атм., гелий
4	197	0,00	-6	2 мин УЗО, 20 ^{o}C, 10 атм., гелий
5	197	0,03	-12	8 мин УЗО, 20 ^{o}C, 1 атм., гелий
6	199	0,01	-11	8 мин УЗО, 20 ^{o}C, 10 атм., гелий
7	207	0,01	-36	2 мин УЗО, 80 ^{o}C, 1 атм., гелий
8	213	0,01	-32	2 мин УЗО, 80 ^{o}C, 10 атм., гелий
9	208	0,01	-38	8 мин УЗО, 80 ^{o}C, 1 атм., гелий
10	190	0,01	-39	8 мин УЗО, 80 ^{o}C, 10 атм., гелий

Как видно из представленных результатов, непродолжительная термообработка исследуемой нефти при 80 ^{o}C приводит к снижению вязкости 1,5–1,6 раза и температуры застывания – до минус 30 ^{o}C (таблица). УЗО исследуемой нефти при атмосферном давлении в среде воздуха способствует существенному снижению пластической вязкости (в 1,7 раза), а предельного напряжения сдвига в 50 раз по сравнению с исходной нефтью (образцы №1, №2 в таблице). Температура застывания образцов № 1 и № 2 снижается незначительно, депрессия составляет 2,4 и 1 ^{o}C соответственно. Вязкостные характеристики образцов № 3 – 6, обработанных при 20 ^{o}C в течение 2 и 8 мин и давлении гелия 1 и 10 атм. сравнимы; депрессия температуры застывания нефти, обработанной в течение 8 мин несколько выше





а *б*

Рис. 1. Влияние термо- и ультразвуковой обработки на динамическую вязкость (а) и напряжение сдвига (б)

Для всех образцов № 7 – 10 наблюдали значительное снижение температуры застывания. Максимальная депрессия вязкостно-температурных параметров достигнута для образца № 10, который был подвергнут комплексному воздействию, включающему термо- и ультразвуковую обработку при высоком давлении (8 мин УЗО, 80 ^{o}C, давление гелия 10 атм.): вязкость снизилась в 1,9 раза, температура застывания – более чем на 33 ^{o}C (таблица, рисунок).

Исследования показали, что термо- и ультразвуковая обработка в условиях данного эксперимента не приводит к изменению химической структуры нефти, о чем может свидетельствовать идентичность ИК- и ПМР-спектров исходной нефти и обработанных образцов, а также отсутствие изменений в значениях межфазного натяжения и кислотного числа.

Таким образом, проведено исследование физических и химических характеристик высокосмолистой парафинистой нефти, подвергнутой термо- и ультразвуковому воздействию при атмосферном давлении и давлении 1 и 10 атм. гелия. При всех условиях эксперимента наблюдали снижение реологических параметров и температуры застывания нефти. Максимальная депрессия вязкости и температуры застывания получена при озвучивании исследуемого образца при 80 ^{o}C и давлении гелия 10 атм. Исследования показали, что кратковременное акустическое воздействие в вышеуказанных условиях приводит к разрушению межмолекулярных связей и не влияет на химический состав нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плисс А.А., Золотов В. П., Якимов А. В. Влияние ультразвука на физико-химические свойства нефти // Интервал. – 2007. – № 3. – С. 36 - 40.
2. Маргулис М. А.Звукохимические реакции и сонолюминесценция. – М.: Химия, 1986. – 288 с.
3. Волкова Г. И., Прозорова И. В., Ануфриев Р. В., Юдина Н. В., Муллакаев М. С., Абрамов В. О. Ультразвуковая обработка нефтей для улучшения вязкостно-температурных характеристик // Нефтепереработка и нефтехимия.– 2012.– № 2.– С. 3–6.