

**СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ**

---

- of lower olefins from straight-run Naphthas // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2003. – V. 76. – N 1. – P. 95 – 98.
14. Erofeev V.I., Medvedev A.S., Koval L.M., Khomyakov I.S., Erofeev M.V., Tarasenko V.F. Effect of UV Activation on acid and catalytic properties of zeolite-containing Catalysts in conversion of gas-condensate straight-run Gasolines to high-octane Gasolines//Russian Journal of Applied Chemistry. – 2011. – V. 84. – N 10 – P. 1760 – 1766.
  15. Erofeev V.I., Trofimova A.S., Koval L.M., Ryabov Yu.V. Acidity and catalytic properties of Cu-ZSM-5 in conversion of lower alkanes // Russian Journal of Applied Chemistry. – 2000. – V. 73. – N 12. – P. 2057 – 2061.
  16. Korobitsyna L.L., Velichkina L.M., Antonova N.V., Vosmerikov A.V., Erofeev V.I. Physicochemical and catalytic properties of iron-containing Zeolites // Russian Journal of Physical Chemistry. – 1997. – V. 71. – N 1. – P. 54 – 57.
  17. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 456 с.
  18. Медведев Ю.В., Иванов В.Г., Середа Н.И., Польшгалов Ю.И., Ерофеев В.И., Коровин С.Д., Ерофеев М.В., Соснин Э.А., Суслов А.И., Тарасенко В.Ф., Истомина В.А. Воздействие мощного ультрафиолетового излучения на поток природного газа в проточном фотореакторе // Наука и техника в газовой промышленности. – 2004. – № 3-4. – С. 83 – 87.
  19. Ryabov Yu.V., Erofeev V.I. Carbonization of high-silica Zeolites during the conversion of methanol to hydrocarbons // Russian Chemical Bulletin. – 1986. – V. 35. – N 9. – P. 1785 – 1789.
  20. Степанов А.А., Коробицына Л.Л., Барбашин Я.Е., Восмерилов А.В. Влияние условий предварительной термообработки на свойства Mo/ZSM-5 – катализатора неокислительной конверсии метана.// Журнал физической химии. – 2016. – Т. 90. – № 12. – С. 1797 – 1803.
  21. Tretyakov V.F., Lermontov A.S., Makarfi Yu.I., Yakimova M.S., Frantsuzova N.A., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Motor Fuels from Bioethanol // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2008. – V.44. – N 6. – P. 409 – 414.
  22. Trofimova A.S., Koval L.M., Erofeev V.I. Synthesis of Lower Olefins from C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> Alkanes on ZSM-5 Zeolites Modified with Alkali Metals.// Rus. J. of Physical Chemistry. – 2000. – V. 74. – Suppl. 3. – pp. S537–S540.
  23. Трофимова А.С., Ерофеев В.И., Коваль Л.М. Получение низших олефинов из алканов C<sub>3</sub>-C<sub>4</sub> на цеолитах ZSM-5, модифицированных литием.// Журнал физической химии. – 2002. – Т. 76. – № 6. – С. 1034 – 1037.
  24. Erofeev V.I., Khomyakhov I.S., Egorova L.A. Production of high-octane Gasoline from straight-run Gasoline on ZSM-5 modified Zeolites // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. –2014. – V. 48. – N 1. – P. 71 – 76.

**УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ВЫСОКОПАРАФИНИСТОЙ НЕФТИ**

**Р.В. Ануфриев, Г.И. Волкова**

Научный руководитель старший научный сотрудник. Г.И. Волкова  
*Институт химии нефти СО РАН, г. Томск, Россия*

Низкие температуры, холодное море, льды, полярная ночь, вечная мерзлота, тундра или тайга, большая глубина залегания ресурсов, удаленность месторождений от ближайших населенных пунктов и практически полное отсутствие

инфраструктуры — вот перечень вводных для тех, кто желает организовать добычу углеводородов в Арктике [4]. Транспортировка нефти с платформ непростая задача. Для транспорта нефти часто приходится прокладывать «горячую» теплоизолированную трубу, которая может находиться на сваях. Подвод тепла для нагрева трубопровода в условиях Арктики весьма ограничен, поэтому для транспорта углеводородного сырья удобнее и экономически выгоднее использовать физические методы воздействия или комплексное воздействие, включающее физические и химические методы.

Для интенсификации процессов добычи и транспорта нефти исследуется возможность применения ультразвуковой обработки, которая перед многочисленными способами улучшения структурно-механических свойств тяжелых нефтей и методами борьбы с отложениями является менее энергозатратной, имеет высокий коэффициент полезного действия, технически и экологически безопасна.

Исследование поведения нефтяных систем показало, что характер изменения реологических и энергетических параметров после ультразвуковой обработки зависит от компонентного состава нефтяной дисперсной системы [1, 2], причем для высокопарафинистых систем результат обработки не однозначен, в частности, показано отрицательное влияние ультразвука на вязкостно-температурные характеристики высокопарафинистых систем.

В данной работе исследована возможность применения комплексного подхода для улучшения вязкостно-температурных характеристик малосмолистой высокопарафинистой нефти

Для решения поставленной задачи в ультразвуковом поле обрабатывали охлажденную до 0 °С (температура, близкая к температуре застывания нефти) нефть в течение 0,5 до 10 мин. Показано, что только при обработке в течение 1 мин вязкость нефти снизилась в области малых скоростей сдвига (рис.1)

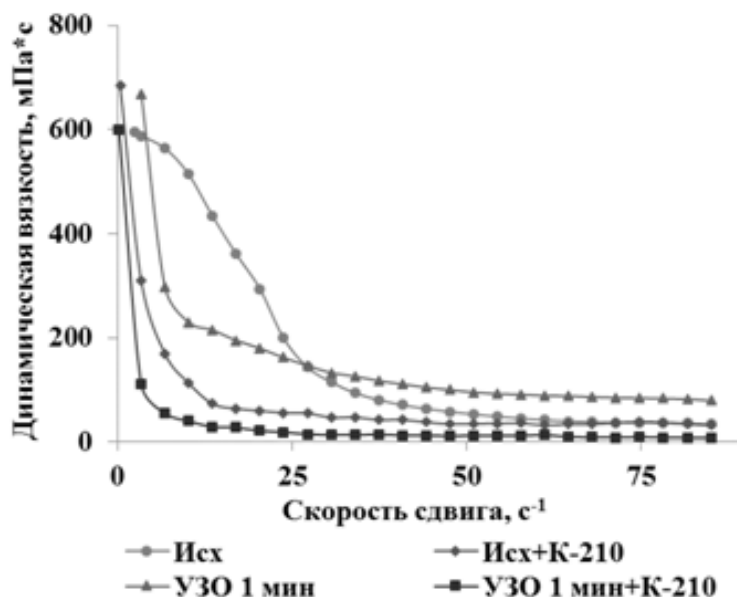
Существенное улучшение структурно-механических параметров нефти наблюдали в присутствии присадки К-210, полученной на основе новых упорядоченных амфифильных азотсодержащих полимеров с использованием ароматических растворителей [3]. Депрессорный эффект усиливается после добавления 0,05 % мас. присадки в обработанную ультразвуком охлажденную нефть (табл. 1).

Для характеристики прочности структур, формирующихся в исследуемых образцах, сняты изотермические кривые течения прямого и обратного хода при температуре 5 °С и рассчитаны значения удельной энергии разрушения дисперсной системы ( $\Delta W$ ). Значения  $\Delta W$  после внесения присадки снижаются в 6 раз, а при комплексном воздействии – в 66 раз (табл. 1).

Из исходной и обработанных нефтей выделены осадки (табл. 1) и исследован их состав методом хроматомасс-спектрометрии и ИК-спектроскопии.

В составе осадков идентифицированы *n*-алканов  $C_{11}$ - $C_{33}$  и ароматические углеводороды масляной фракции. Внесение полимерной присадки К-210 приводит к увеличению содержания *n*-алканов  $C_{17}$ - $C_{33}$  в осадках нефти на 8 % отн. по сравнению с исходным образцом. После комплексного воздействия наблюдается перераспределение *n*-алканов в осадках нефти. Эти результаты согласуются с данными ИК-спектроскопии.

**СЕКЦИЯ 10. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ  
НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ**



*Рис. 1 Влияние условий обработки на вязкость нефти при 5°C*

*Таблица 1*

**Влияние условий УЗО на температуру застывания, удельную энергию разрушения структуры ОД нефти и количество осадка**

Образец	T <sub>з</sub> , °C	ΔW, кДж/м <sup>3</sup>	Масса осадка/100 г нефти
ОД нефть	-4,4	132	3,25
УЗО 1 мин	+0,3	116	7,48
К-210	-11,0	21	1,31
УЗО 1 мин+К-210	-12,4	2	0,95

Проведенные исследования показывают, что комплексное воздействие на охлажденную высокопарафинистую нефть, включающее 1 мин УЗО и последующее внесение присадки в количестве 0,05 % мас., приводит к улучшению структурно-механических параметров нефти. Обработка в акустическом поле усиливает депрессорное и ингибирующее действие присадки.

Литература

1. Тухватулина А.З. Состав, физико-химические и структурно-реологические свойства нефтей из карбонатных коллекторов: Автореферат. Дис. ... канд. хим. наук. – Казань, 2013 г. – 20 с.
2. Ануфриев Р.В. Влияние ультразвуковой обработки на структурно-механические свойства и состав нефтяных дисперсных систем: Автореферат. Дис. ... канд. хим. наук. – Томск, 2017 г. – 24 с.
3. Kazantsev O.A., Volkova G.I., Prozorova I.V., Litvinets I.V., Orekhov D.V., Samodurov S.I., Kamorin D.M., Moikin A.A. Poly(alkyl (meth)acrylate) depressants for paraffin oils // *Petroleum Chemistry*. – 2016. – V. 56. – Issue 1. – P. 68–72.
4. <http://tek360.rbc.ru/articles/40/>