

УДК 543.42: 665.61

ПРИМЕНЕНИЕ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ В ИССЛЕДОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЕЛ

APPLICATION OF IR SPECTROSCOPY IN THE STUDY OF MINERAL OIL

Е. И. Грушова, А. Аль-Разуки, Е. С. Чайко, О. А. Милосердова

E. I. Grushova, A. Al Razuqi, E. S. Chaiko, O. A. Miloserdova

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Ключевые слова: вакуумный дистиллят; селективная очистка; депарафинизация; базовое масло; ИК-спектрометрия; структурно-групповой состав

Key words: vacuum distillate; selective treatment; dewaxing base oil; IR spectrometry; structural-group composition

Исследование группового химического состава базовых минеральных масел является одним из важных условий при разработке методов совершенствования очистки нефтяных масляных фракций от нежелательных компонентов (например, смолисто-асфальтеновых веществ, серосодержащих соединений, ароматических углеводородов с короткими боковыми цепями). Кроме того, для решения вышеуказанных задач и выбора оптимальных условий получения твердых парафинов представляет интерес и изучение группового состава гачей (или петролатумов), выделенных из масел методом депарафинизации.

В данной работе для получения информации о групповом составе нефтепродуктов (масел, гачей) использовали один из наиболее информативных и чувствительных методов — метод инфракрасной спектроскопии [1, 2].

Объектами исследования служили: вакуумный дистиллят ВД-3, выделенный при вакуумной перегонке мазута в ОАО «Нафтан» (г. Новополоцк); базовые масла, полученные при очистке дистиллята ВД-3 по прямой и обратной схемам [3] с использованием на стадии селективной очистки N-метилпирролидона (температура экстракции 50 °С, соотношение растворитель к сырью 3:1 при прямой схеме очистки и 2:1 при обратной схеме очистки), а на стадии низкотемпературной депарафинизации растворителей ацетон-толуол, ацетон-метилтретбутиловый эфир (МТБЭ), метилэтилкетон (МЭК)-толуол, ацетон-толуол-тетрагидрофуруриловый спирт (ТГФС). Последний выполнял функцию модифицирующей добавки, и расход его составлял 1 мас.% от перерабатываемого нефтепродукта. Температура фильтрования при депарафинизации составляла 15 °С при соотношении ацетон:толуол равном 60:40 об.%.

Качество получаемых нефтепродуктов оценивали методом ИК-спектроскопии согласно [1] по величине отношений интенсивности наиболее характерных полос поглощения: для метильных и метиленовых групп парафиновых углеводородов по полосам поглощения в области 1465 см⁻¹ и 720 см⁻¹, ароматических структур по полосам поглощения в области 812÷816 и 1600 см⁻¹. На рис. 1 представлены ИК-спектры вакуумного дистиллята ВД-3, базового минерального масла и гача соответственно, полученных при очистке по прямой схеме растворителями N-метилпирролидоном и ацетон-толуолом.

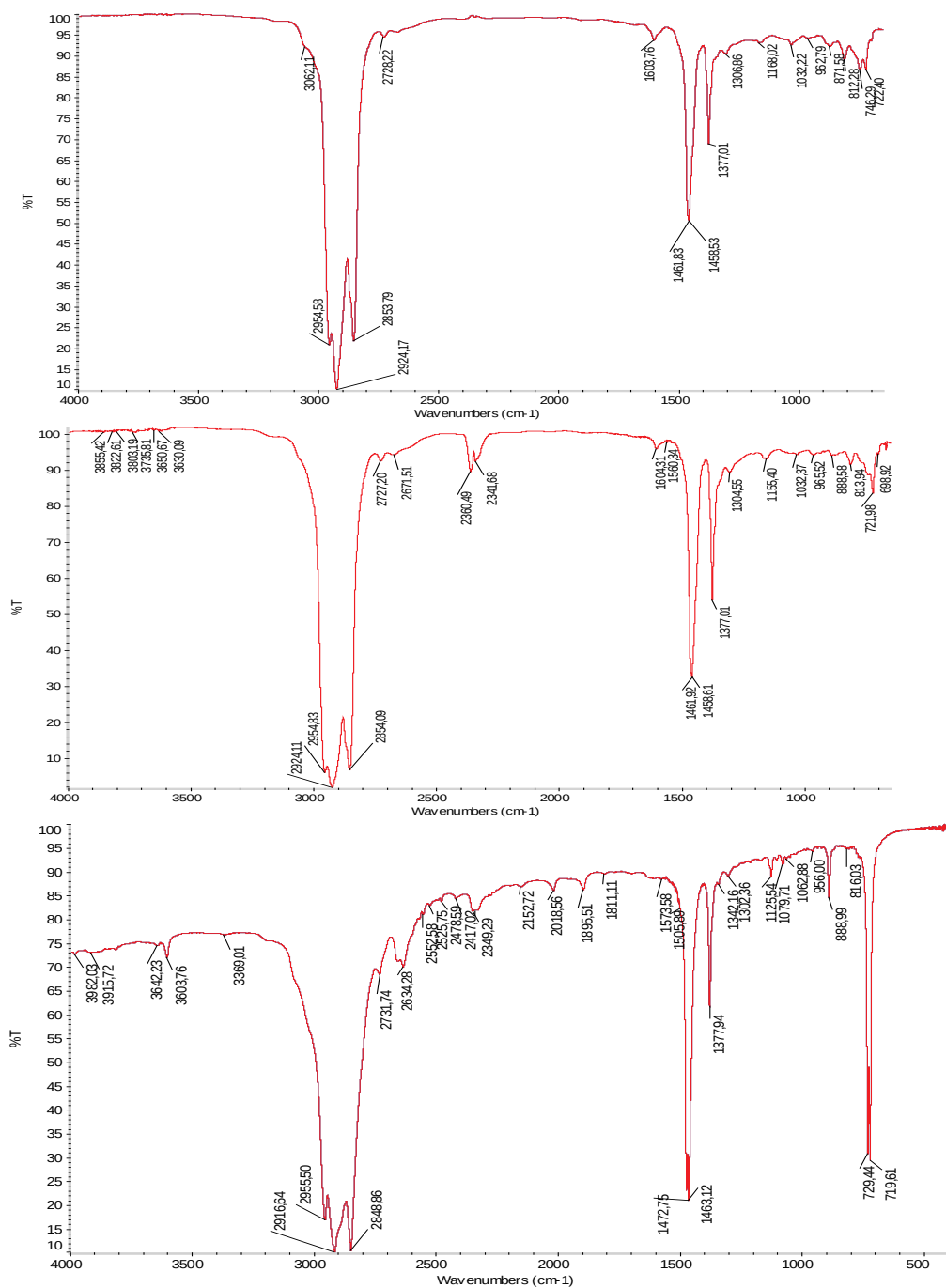


Рис. 1. ИК-спектры нефтепродуктов

В таблице представлены доли структур усредненной молекулы базового масла для образцов, полученных по прямой и обратной схемам очистки с применением указанных растворителей.

Согласно данным таблицы последовательность процессов, используемых при очистке вакуумного дистиллята, почти не влияет на структурный состав усредненной молекулы получаемого базового масла.

Структурный состав усредненной молекулы базового масла

Номер образца	Растворитель депарафинизации	Доля структур		
		Ароматические	Разветвленные	Парафинистые
Образцы получены по прямой схеме				
1	Ацетон-толуол	0,41	0,23	0,36
2	Ацетон-толуол-ТГФС	0,49	0,16	0,35
Образцы получены по обратной схеме				
3	Ацетон-толуол	0,45	0,20	0,35
4	Ацетон-толуол-ТГФС	0,41	0,23	0,35
5	Ацетон-МТБЭ	0,42	0,23	0,35
6	МЭК-толуол	0,39	0,26	0,34

На рис. 2 представлена взаимосвязь между степенью парафинистости полученных образцов гачей, оцениваемой через величину $\Pi = \nu_{720} / \nu_{1600}$ и их температурой плавления.

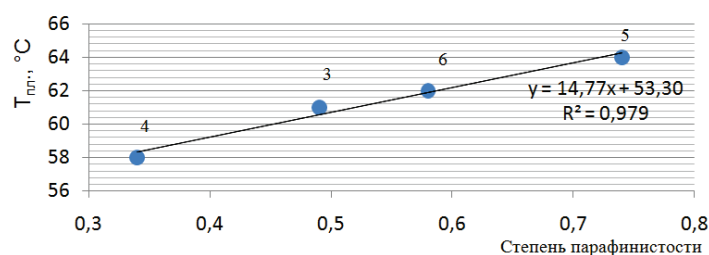


Рис. 2. Зависимость температуры плавления гачей ($T_{пл}$) от степени их парафинистости (Π) при использовании обратной схемы очистки масел

Полученная линейная зависимость $T_{пл} = f(\Pi)$ может быть применена для оценки $T_{пл}$ или показателя Π при использовании растворителя любого состава на стадии депарафинизации.

Хроматографический анализ парафинов, содержащихся в образцах гачей, выполненный согласно [4], показал, что реализация обратной схемы очистки обеспечивает большее содержание парафинов нормального строения в нефтепродукте:

Растворитель	Прямая схема	Обратная схема
Ацетон-толуол	4,78	6,87
Ацетон-толуол-ТГФС	6,02	7,31
Ацетон-МТБЭ	—	5,03
МЭК-толуол	—	10,65

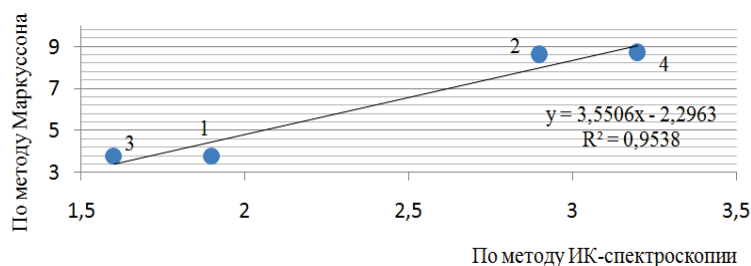


Рис. 3. Взаимосвязь групповых составов нефтепродуктов, определенных по двум методам

Сопоставленный анализ группового химического состава базовых масел, выполненный методом ИК-спектроскопии [1] и по Маркусону [5], показал, что по абсолютной величине значения отношений количества нейтральных масел к смолам существенно отличаются, но между этими величинами существует корреляция (рис. 3). Подобная зависимость (рис. 4) имеет место и между степенью осерненности базовых масел, определенной согласно [1], и содержанием серы в базовых маслах, которое определяли при помощи анализатора SLEA-20 Horiba (Япония) [6].

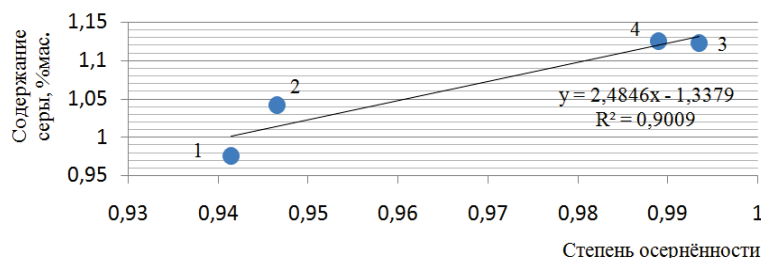


Рис. 4. Зависимость степени осерненности от содержания серы в базовых маслах

Таким образом, исследование структурно-группового состава минеральных масел методом ИК-спектроскопии позволяет на основе спектральных коэффициентов не только оценить свойства получаемого продукта, но и влияние на них условий, при которых он был получен.

Список литературы

1. Иванова Л. В., Сафиева Р. З., Кошелёв В. Н. ИК-спектроскопия в анализе нефтепродуктов // Вестник Башкирского университета. – 2008. – Т.13. – № 4. – С. 869-874.
2. Иванова Л. В., Кошелёв В. Н., Буров Е. А., Стоколос О. А. Применение ИК-спектрометрии в исследовании нефтей / Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И. М. Губкина. – 2010. – № 2. – С.76-80.
3. Изгибаева А. И., Кондрвшева Н. К., Кондрашев Д. О. Совершенствование технологии производства базовых минеральных масел / Башкирский химический журнал. – 2010. – Т. 17. – № 2. – С. 82–85.
4. Стандартный метод анализа парафинов газовой хроматографией: ASTM D 5442-93. – Введ. 11.03.2015. – Регистр. Номер: 022/2338. – 17с.
5. Исагулянец В. И. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям / В. И. Исагулянец, Г. М. Егорова. – М.: Химия, 1969. – 548 с.
6. Нефть и нефтепродукты. Определение серы методом энергодисперсионной рентгенофлуоресцентной спектрометрии: ГОСТ Р 51947-2002. – Введ. 09.10.2002. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: ВНИИ НП, 2002. – 9 с.

Сведения об авторах

Грушова Евгения Ивановна, д. т. н., профессор кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь, тел. +375296393168, e-mail: Grushova.e@mail.ru

Аль-Разуки Ахмед, аспирант кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов, Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь, тел. +375298265617, e-mail: ahmed_adnan19@yahoo.com

Чайко Екатерина Сергеевна, студентка кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь, тел. +375296940778, e-mail: i.bakun@mail.ru

Information about the authors

Grushova E. I., Doctor of Engineering Science, Department of Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer Materials Processing, Belarussian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus, phone: +375296393168, e-mail: Grushova.e@mail.ru

Al Razuqi A., graduate student, Department of Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer Materials Processing, Belarussian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus, phone: +375298265617, e-mail: ahmed_adnan19@yahoo.com

Chaiko E. S., student, Department of Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer Materials Processing, Belarussian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus, phone: +375296940778, e-mail: i.bakun@mail.ru

Милосердова Оксана Анатольевна,
*студентка кафедры технологии нефтехимиче-
ского синтеза и переработки полимерных мате-
риалов Белорусский государственный технологи-
ческий университет, г. Минск, Республика Бела-
русь, тел. +375296177352, e-mail: i.bakun@mail.ru*

Miloserdova O. A., student, Department of
Technology of Petrochemical Synthesis and Polymer
Materials Processing, Belarussian State Technologi-
cal University, Minsk, Republic of Belarus, phone:
+375296177352, e-mail: i.bakun@mail.ru