

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ  
ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ  
ИЗ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ТОПЛИВ**

***Филатова Ольга Владимировна***

студент

Астраханский государственный технический университет  
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: Liolik026@rambler.ru

***Винокурова Екатерина Сергеевна***

студент

Астраханский государственный технический университет  
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: vinokurova\_es@mail.ru

***Абдулаева Василя Фаритовна***

магистрант

Астраханский государственный технический университет  
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: abdulaeva\_vas@mail.ru

***Летичевская Наталья Николаевна***

кандидат химических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет  
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16  
E-mail: n.letichevskaya@astu.org

***Охлобыстина Александра Вячеславовна***

кандидат химических наук, младший научный сотрудник

Астраханский государственный технический университет  
414056, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

ведущий инженер

ОАО «Газпром Добыча Астрахань»

414000, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Ленина, 30

Ионные жидкости – экологически чистый продукт, что позволяет отнести технологии их синтеза и процессы с их использованием в раздел «Зеленая химия» (Green Chemistry). Это означает, что в обозримом будущем интерес к данному классу соединений будет только расти. Существующие технологии не позволяют эффективно удалять серосодержащие, а в особенности ароматические серосодержащие (тиофен, бензотиофен, дибензотиофен), соединения, в связи с чем ведется усовершенствование технологий уже существующих процессов, а также разработка принципиально новых

направлений в данной области. Проведено исследование процессов синтеза ионной жидкости и последующей экстракции с ее помощью серосодержащих соединений из углеводородных топлив. Среди всех возможных методов экстракционная сероочистка отличается простотой и удобством в эксплуатации оборудования. В качестве экстрагента целесообразно использовать ионные жидкости, жидкие при комнатной температуре соли органических и неорганических кислот с объемными органическими основаниями, обладающие превосходной избирательностью и рядом свойств, позволяющим им эффективно и целенаправленно извлекать нежелательные компоненты из углеводородных топлив.

**Ключевые слова:** ионная жидкость, экстракция, синтез, экстракционная сероочистка, содержание серы, экстрагент, физико-химические характеристики ионных жидкостей, ионный обмен, реакционная способность, скрининг ионных жидкостей

## **RESEARCH OF PROCESSES OF SYNTHESIS OF IONIC LIQUIDS AND SUBSEQUENT EXTRACTION WITH ITS HELP, SULFUR-CONTAINING COMPOUNDS FROM HYDROCARBON FUELS**

*Filatova Olga V.*

Student

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

E-mail: Liolik026@rambler.ru

*Vinokurova Yekaterina S.*

Student

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

E-mail: vinokurova\_es@mail.ru

*Abdulaeva Vasilya F.*

Undergraduate

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

E-mail: abdulaeva\_vas@mail.ru

*Letichevskaya Natalya N.*

C.Sc. in Chemistry

Associate Professor

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

E-mail: n.letichevskaya@astu.org

*Okhlobystina Aleksandra V.*

C.Sc. in Chemistry

Younger researcher

Astrakhan State Technical University

16 Tatishchev st., Astrakhan, 414056, Russian Federation

Leading Engineer

JSC "Gazprom Mining Astrakhan"

30 Lenin st., Astrakhan, 414000, Russian Federation

Ionic liquids – ecologically pure product, which makes the technology of their synthesis and processes with their use in the category of "Green chemistry" (Green Chemistry). This means that in the foreseeable future interest in this class of compounds will only grow. Existing technologies do not allow to effectively remove sulfur-containing, especially aromatic sulfur (thiophene, benzotiofen, dibenzothiophene), compounds, and therefore is improvement of technologies already existing processes, and the development of principally new directions in this field. The study of processes of synthesis of ionic liquids and subsequent extraction with its help, sulfur-containing compounds from hydrocarbon fuels. Among all possible methods of extraction desulphurization differs simplicity and convenience in operation. As an extractant it is advisable to use ionic liquids, liquid at room temperature salts of organic and inorganic acids with surround organic bases with excellent selectivity and a number of properties that allow them too effectively and purposefully remove unwanted components from hydrocarbon fuels.

**Keywords:** ionic liquid, extraction, synthesis, extraction desulphurization, sulfur content, extractant, physico-chemical properties of ionic liquids, ion exchange, reactivity, screening of ionic liquids

Ионные жидкости (ИЖ) – это соли органических кислот, жидкие при комнатной или близкой к ней температуре (в более широком значении – соли, остающиеся в жидком агрегатном состоянии при температурах ниже 100 °С). В состав ионных жидкостей входит объемный органический катион (алкилимидазолий, алкиламмоний, алкилфосфоний, алкилпиридиний и др.) и неорганический или органический анион.

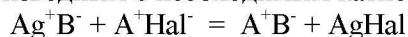
Таблица

**Физико-химические свойства наиболее часто упоминаемых ионных жидкостей**

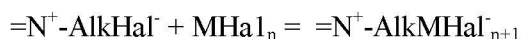
Полное название	Аббревиатура	$t_{пл}$ °С	$\rho$ , г/см <sup>3</sup> (°С)	$\mu$ , мПа с (t, °С)	$\sigma$ , См м <sup>-1</sup> (t, °С)
1-Этил-3-метилимидазолия гексафторфосфат	[EMIm][PF <sub>6</sub> ]	60	Твердая	Твердая	–
1-Этил-3-метилимидазолия тетрафторборат	[EMIm][BF <sub>4</sub> ]	6	1.248(25)	66(25)	1.4
1-Бутил-3-метилимидазолия тетрафторборат	[BMIm][BF <sub>4</sub> ]	–82	1.17(30)	233(30)	0.173(25)
1-Гексил-3-метилимидазолия тетрафторборат	[HMIm][BF <sub>4</sub> ]	–82	1.208(25)	310(25)	–
N-Этилпиридиния трифторацетат	[EPy][TFA]	–	1.273(20)	–	–
N-Бутилпиридиния тетрафторборат	[BPy][BF <sub>4</sub> ]	–	1.184(20)	0.194(25)	–
1-Этил-3-метилимидазолия бис(трифторметилсульфонил)имид	[EMIm][Tf <sub>2</sub> N]	–17	1.520(25)	18(25)	0,88

В настоящее время существует достаточно большое количество публикаций, посвященных комбинаторному синтезу и скринингу ионных жидкостей в каталитических реакциях. Методы приготовления достаточно просты и могут быть легко масштабированы. Наиболее употребительны три основных метода синтеза:

1) реакция обмена между солью серебра, содержащей необходимый анион  $B^-$ , и галогенпроизводным с необходимым катионом  $A^+$ :



2) реакция кватернизации N-алкилгалогенпроизводного с галогенидами металла:



3) реакции ионного обмена на ионообменных смолах или глинах [2].

Использование ИЖ по сравнению с обычными летучими органическими растворителями для экстракции имеет ряд преимуществ, определяемых их свойствами. Ионные жидкости смешиваются с веществами, имеющими широкие пределы полярности, и могут одновременно растворять органические и неорганические вещества. В этой работе была исследована ионная жидкость, способная к удалению серосодержащих соединений из модельного топлива (дизельного топлива) [1]. Испытание проводили в соотношении дизельное топливо: ионная жидкость 1:1. Измерение происходило после непрерывного перемешивания смеси (дизельное топливо и ионная жидкость) в течение 6 мин.

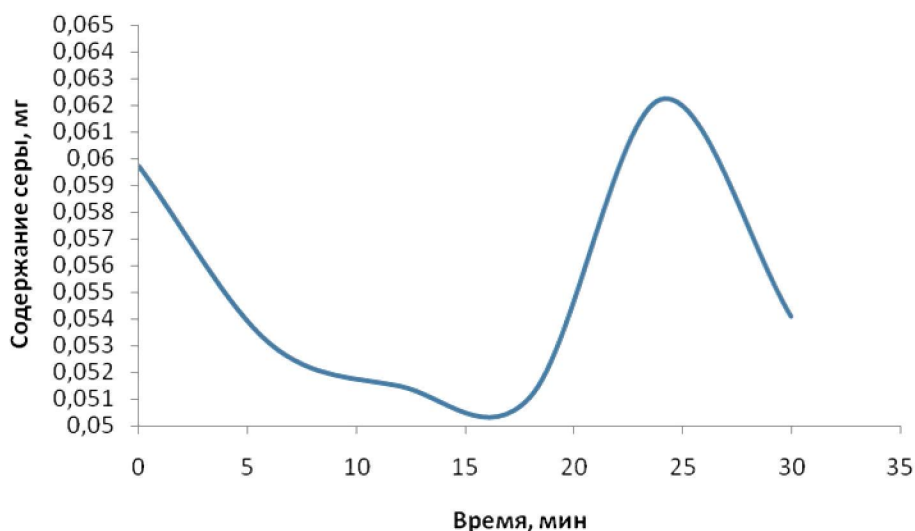


Рис. График зависимости содержания серы в дизельном топливе от времени перемешивания

#### Список литературы

1. Безворотный П. В. Безотходная технология окислительной демеркаптанизации моторных топлив : дисс. ... канд. техн. наук / П. В. Безворотный. – Пермь : Пермский государственный технический университет, 2004. – С. 8–12.
2. Кустов Л. М. Ионные жидкости как каталитические среды / Л. М. Кустов, Т. В. Васина, В. А. Ксенофонтов // Российский химический журнал. – 2004. – № 6. – С. 13–35.

#### References

1. Bezvorotny P. V. *Bezotkhodnaya tekhnologiya oksislitel'noy demerkaptanizatsii motornykh topliv* [Waste technology of oxidizing sweetening motor fuels], Perm, Perm State Technical University Publ. House, 2004, pp. 8–12.
2. Kustov L. M., Vasina T. V., Ksenofontov V. A. *Ionnye zhidkosti kak kataliticheskie sredy* [Ionic liquids as catalytic environment]. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal* [Russian Chemical Magazine], 2004, no. 6, pp. 13–35.