

# Химия и технология топлив и масел

## 5<sub>(615)</sub>'2019

Научно-технический журнал  
Издается с 1956 года  
Выходит один раз в два месяца

Свидетельство о регистрации  
№ 01441.  
Выдано 4 августа 1992 г.  
Министерством печати  
и информации  
Российской Федерации

Издатель —  
Международный центр науки и технологий  
«ТУМА ГРУПП»

Издается в США фирмой  
«Springer Science + Business Media, Inc.»

Английская версия включена в ведущие  
мировые реферативные базы данных

Главный редактор  
**А. И. Владимиров** – к.т.н., проф.

Зам. главного редактора  
**Б. П. Туманян** – д.т.н., проф.

Редакционная коллегия  
**С. Н. Волгин** – д.т.н., проф.  
**И. Б. Грудников** – д.т.н., проф.  
**И. П. Карлин** – д.х.н., проф.  
**В. Л. Лашхи** – д.т.н., проф.  
**А. Лукас** – д.т.н., проф. (Польша)  
**А. М. Мазгаров** – д.т.н., проф.  
**В. А. Рябов** – Генеральный  
директор Ассоциации  
нефтепереработчиков России  
**Е. П. Серегин** – д.т.н., проф.

Издается в Российском  
государственном университете  
нефти и газа им. И. М. Губкина

Включен в перечень изданий  
Высшей аттестационной комиссии  
Министерства образования  
и науки РФ

## Содержание

<b>30 ЛЕТ КОМПАНИИ ООО «АЛИТЕР-АКСИ»</b>	3
<b>АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ.</b> <b>Альтернативное сырье</b> <i>М. С. Котелев, Д. С. Копицын, М. С. Власкин, В. Б. Мельников, А. В. Григоренко, Е. В. Иванов.</i> Влияние катализатора на групповой состав продуктов гидротермального сжижения биомассы микроводорослей	5
<i>В. И. Фролов, М. П. Крестовников, С. В. Лесин, Н. С. Сорокина, Е. Г. Горлов, А. В. Шумовский, М. Ю. Нисковская, Ю. П. Ясьян, А. А. Ольгин.</i> Влияние волновой активации смесей мазута и биомассы на результаты их газификации	8
<b>КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ</b> <i>Н. Г. Евдокимова, Н. А. Егорова, Н. Н. Лунева, Л. Р. Гайсина, В. В. Спаскова.</i> Некоторые параметры размеров частиц дисперсной фазы битума при двухстадийном процессе окисления гудрона	11
<b>ХИММОТОЛОГИЯ</b> <i>Б. П. Тонконогов, Л. Н. Багдасаров, Т. С. Серафин.</i> Исследование качества базовых масел, полученных на основе остатков гидрокрекинга	16
<i>З. Т. Дмитриева.</i> Исследование экстракционно-адсорбционных методов в регенерации отработанных масел	19
<b>ИССЛЕДОВАНИЯ</b> <i>Я. В. Порфирьев, П. С. Попов, В. А. Зайченко, С. А. Шувалов, М. С. Котелев, Д. С. Колыбельский, Б. П. Тонконогов.</i> Влияние природы загустителя на характеристики низкотемпературных пластичных смазок	22
<i>Д. Н. Борисов, Л. Е. Фосс, К. В. Шабалин, Л. И. Мусин, Р. З. Мусин.</i> Окислительное расщепление асфальтенов в мягких условиях	31
<i>А. С. Меджибовский, А. С. Колокольников, А. О. Савченко.</i> Получение огнестойких жидкостей на основе органических фосфатов путем низкотемпературного фосфорилирования	35
<i>С. А. Константинова, Л. И. Семкина, Б. М. Аникушин, А. А. Зуйков, О. Ф. Глаголева, В. А. Винокуров.</i> Использование добавок на основе природных полимеров для повышения прочности упаковочных материалов	38
<b>МЕТОДЫ АНАЛИЗА</b> <i>Л. Е. Фосс, Д. Н. Борисов, М. Р. Якубов.</i> Применимость экспресс-методов определения эффективности растворителей для добычи тяжелой нефти из карбонатных коллекторов	43
<i>В. В. Остриков, С. Н. Сазонов, В. И. Оробинский, Д. Н. Афоничев.</i> Определение диспергирующе-стабилизирующих свойств моторных масел и их загрязненности в условиях эксплуатации	48
<b>ОБЗОРЫ</b> <i>Ю. Н. Киташов, А. В. Назаров, Е. И. Зоря, А. В. Мурадов.</i> Альтернативные методы очистки нефтяных фракций от соединений серы	52

# Chemistry and Technology of Fuels and Oils

## 5<sup>(615)</sup>'2019

Head Editor

**A. I. Vladimirov** – Cand. Eng. Sci., prof.

Associate Editor

**B. P. Tumanyan** – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

**S. N. Volgin** – Dr. Eng. Sci., prof.

**I. B. Grudnikov** – Dr. Eng. Sci., prof.

**I. P. Karlin** – Dr. Chem. Sci., prof.

**V. L. Lashkhi** – Dr. Eng. Sci., prof.

**A. Luksa** – Dr. Eng. Sci., prof. (Poland)

**A. M. Mazgarov** – Dr. Eng. Sci., prof.

**V. A. Ryabov** – Director General of the Oil Refiners and Petrochemists Association

**E. P. Seregin** – Dr. Eng. Sci., prof.

Publisher— ICST «TUMA Group» LLC

Редактор

**В. С. Дмитриева**

Ответственный секретарь

**О. В. Любименко**

Графика и верстка

**В. В. Земсков**

Подготовка материалов

**С. О. Бороздин,**

**А. Д. Остудин**

Адрес редакции:

119991, ГСП-1, Москва, В-296,  
Ленинский просп., 65. РГУ нефти и газа  
им. И. М. Губкина, редакция «ХТТМ»

Телефон/факс: (499) 507-80-45

e-mail: [htm@list.ru](mailto:htm@list.ru)

Материалы авторов не возвращаются.

Редакция не несет ответственности  
за достоверность информации  
в материалах, в том числе  
рекламных, предоставленных  
авторами для публикации.

Формат 60 × 84 1/8.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 7.

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»  
424006, Республика Марий Эл,  
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

## Contents

30TH ANNIVERSARY OF "ALITER-AXI" CO. LTD. 3

### CURRENT PROBLEMS.

#### Alternative Feedstock

M. S. Kotelev, D. S. Kopicin, M. S. Vlaskin, V. B. Mel'nikov, A. V. Grigorenko, E. V. Ivanov. 5

The Effect of Catalyst on the Composition of the Microalgae Biomass Hydrothermal Liquefaction Products

V. I. Frolov, M. P. Krestovnikov, S. V. Lesin, N. S. Sorokina, E. G. Gorlov, A. V. Shumovsky, M. Yu. Niskovskaya, Yu. P. Yasyan, A. A. Olgin. 8

Influence of Wave Activation of Fuel-Oil and Biomass Mixes on the Gasification Results

### COLLOID CHEMISTRY

N. G. Evdokimova, N. A. Egorova, N. N. Luneva, L. R. Gaisina, V. V. Spaskova. 11

Some Parameters of Particle Size of Bitumen Dispersed Phase in Two-Stage Oxidation Process of Tar

### CHEMMOTOLOGY

B. P. Tonkonogov, L. N. Bagdasarov, T. S. Serafin. 16

Investigation of Quality of Base Oils Derived from Hydrocracking Residues

Z. T. Dmitrieva. 19

Study of Extraction-Adsorption Methods for Regeneration of Used Oils

### RESEARCH

Y. V. Porfiryev, P. S. Popov, V. A. Zaychenko, S. A. Shuvalov, M. S. Kotelev, D. S. Kolybelsky, B. P. Tonkonogov. 22

Effect of Thickener Nature on Low-Temperature Greases Properties

D. N. Borisov, L. E. Foss, K. V. Shabalin, L. I. Musin, R. Z. Musin. 31

Oxidative Decomposition of Asphaltenes in Mild Condition

A. S. Medzhibovskiy, A. S. Kolokolnikov, A. O. Savchenko. 35

Production of Fire-Resistant Fluids Based on Organic Phosphates by Low-Temperature Phosphorylation Process

S. A. Konstantinova, L. I. Semkina, B. M. Anikushin, A. A. Zuykov, O. F. Glagoleva, V. A. Vinokurov. 38

Use of Additives Based on Natural Polymers to Increase the Strength of Packaging Materials

### METHODS OF ANALYSIS

L. E. Foss, D. N. Borisov, M. R. Yakubov. 43

Applicability of Express Methods for Evaluating the Efficiency of Solvents for Enhanced Oil Recovery from Carbonate Rock

V. V. Ostrikov, S. N. Sazonov, V. I. Orobinskii, D. N. Afonichev. 48

Determination of Disperse-Stabilizing Properties of Engine Oils and Their Pollution under Conditions of Operation

### REVIEWS

Yu. N. Kitashov, A. V. Nazarov, E. I. Zorya, A. V. Muradov. 52

Alternative Methods of Cleaning Oil Fractions from Sulfur Compounds

*М. С. Котелев<sup>1</sup>, Д. С. Копицын<sup>1</sup>, М. С. Власкин<sup>1,2</sup>, В. Б. Мельников<sup>1</sup>, А. В. Григоренко<sup>2</sup>, Е. В. Иванов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

<sup>2</sup>Объединенный институт высоких температур РАН

vlaskin@inbox.ru

### **Влияние катализатора на групповой состав продуктов гидротермального сжижения биомассы микроводорослей**

*Проведены исследования процесса гидротермального сжижения биомассы микроводорослей в присутствии катализатора на основе оксида алюминия, содержащего изомеризующий компонент в нейтральной и сульфатированной форме. По результатам анализа продуктов методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии сделаны выводы о влиянии состава катализатора на групповой состав бензиновой фракции получаемой бионефти. Показано, что при использовании катализатора в продуктах гидротермального сжижения повышается содержание изоалканов и ароматических углеводородов, концентрация серо-, кислород- и азотсодержащих компонентов, в свою очередь, снижается. Также снижается количество побочных продуктов процесса — водорастворимых веществ. При этом катализаторы в сульфатированной форме оказывают более сильное влияние на групповой состав, чем катализаторы в нейтральной форме.*

**Ключевые слова:** бионефть, гидротермальное сжижение, биомасса микроводорослей, изомеризация.

M. S. Kotelev<sup>1</sup>, D.S. Kopicin<sup>1</sup>, M. S. Vlaskin<sup>1,2</sup>, V.B. Mel'nikov<sup>1</sup>, A. V. Grigorenko<sup>2</sup>, E. V. Ivanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

<sup>2</sup>Joint Institute for High Temperatures of the Russian Academy of Sciences

vlaskin@inbox.ru

### **The effect of catalyst on the composition of the microalgae biomass hydrothermal liquefaction products**

*Studies of the hydrothermal liquefaction of microalgae biomass in the presence of an alumina-based catalyst containing an isomerizing component in a neutral and sulfated form were carried out. Based on the results of the analysis of products by GC-MS, conclusions are drawn about the effect of the catalyst composition on the gasoline fraction group composition of the obtained bio-oil. It is shown that when using a catalyst in the products of hydrothermal liquefaction, the content of isoalkanes and aromatic hydrocarbons increases, while the concentration of sulfur, oxygen and nitrogen components decreases. The concentration of the water-soluble by-products is also reduced. Moreover, sulfated catalysts have a stronger effect on group composition than neutral catalysts.*

**Key words:** bio-oil, hydrothermal liquefaction, wet pyrolysis, microalgae biomass, isomerization.

*В. И. Фролов<sup>1</sup>, М. П. Крестовников<sup>1</sup>, С. В. Лесин<sup>1</sup>, Н. С. Сорокина<sup>1</sup>, Е. Г. Горлов<sup>2</sup>,*

*А. В. Шумовский<sup>2</sup>, М. Ю. Нисковская<sup>3</sup>, Ю. П. Ясьян<sup>3</sup>, А. А. Ольгин<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

<sup>2</sup>ООО «ИГИ-НТЦ»,

<sup>3</sup>Кубанский государственный технологический университет

nismar@mail.ru

### **Влияние волновой активации смесей мазута и биомассы на результаты их газификации**

*Исследовано влияние волновой (акустической и высокочастотной электромагнитной) обработки трехкомпонентных суспензий биомасса — мазут — вода на результаты их газификации. Изучено влияние условий проведения процесса газификации на выход и состав получаемого синтез-газа.*

**Ключевые слова:** газификация, биомасса, тяжелые нефтяные остатки, синтез-газ, механоактивация, акустическое излучение, электромагнитная обработка.

**V. I. Frolov<sup>1</sup>, M. P. Krestovnikov<sup>1</sup>, S. V. Lesin<sup>1</sup>, N. S. Sorokina<sup>1</sup>, E. G. Gorlov<sup>2</sup>, A. V. Shumovsky<sup>2</sup>, M. Yu. Niskovskaya<sup>3</sup>, Yu. P. Yasyan<sup>3</sup>, A. A. Olgin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>National University of Oil and Gas «Gubkin University» (Gubkin University).

<sup>2</sup>LLC Fossil Fuel Institute. Scientific and technological center (Fossil Fuel Institute).

<sup>3</sup>Kuban State Technological University

nismar@mail.ru

### **Influence of Wave Activation of Fuel-Oil and Biomass Mixes on the Gasification Results**

*The influence of wave (acoustic and high-frequency electromagnetic) processing of three-component suspensions biomass – fuel oil – water on the results of their gasification is investigated. The influence of the conditions of the gasification process on the yield and composition of the produced syngas was studied.*

**Key words:** gasification, biomass, heavy oil residues, syngas, mechanical activation, acoustic radiation, electromagnetic processing.

**Н. Г. Евдокимова, Н. А. Егорова, Н. Н. Лунева, Л. Р. Гайсина, В. В. Спаскова**

Уфимский государственный нефтяной технический университет, филиал в г. Салавате

ruskih1.r@yandex.ru

### **Некоторые параметры размеров частиц дисперсной фазы битума при двухстадийном процессе окисления гудрона**

*Исследованы изменения размеров частиц дисперсной фазы битума в процессе окисления гудрона по двухстадийной схеме. Показано влияние температуры окисления каждой стадии на размер частиц дисперсной фазы. Обоснован выбор параметров процесса, обеспечивающий образование наименьших размеров частиц дисперсной фазы и формирование золь-гелевой структуры битума с максимальным фактором устойчивости и улучшенными физико-химическими свойствами. Предложено по изменению размеров частиц дисперсной фазы судить о химических процессах, происходящих при производстве окисленных битумов.*

**Ключевые слова:** битум, гудрон, двухстадийное окисление, температура окисления, дисперсная система, размер частиц, фактор устойчивости.

N. G. Evdokimova, N. A. Egorova, N. N. Luneva, L. R. Gaisina, V. V. Spaskova.

Ufa State Petroleum Technical University, Branch of the University in the City of Salavat

ruskih1.r@yandex.ru

### **Some Parameters of Particle Size of Bitumen Dispersed Phase in Two-Stage Oxidation Process of Tar**

*The dependences of the particle sizes of the dispersed phase of bitumen in the process of tar oxidation according to a two-stage scheme are investigated. The effect of the oxidation temperature of each stage on the particle size of the dispersed phase is shown. The choice of process parameters, ensuring the formation of the smallest particle size of the dispersed phase and the formation of a sol-gel structure of bitumen with a maximum stability factor and improved physicochemical properties, is justified. It is proposed to judge the chemical processes occurring in the production of oxidized bitumen by changing the particle size of the dispersed phase.*

**Key words:** bitumen, tar, two-phasic oxidation, oxidation temperature, dispersed system, particle size, sustainability factor.

**Б. П. Тонконогов, Л. Н. Багдасаров, Т. С. Серафин**

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

tany\_serafin@inbox.ru

**Исследование качества базовых масел, полученных на основе остатков гидрокрекинга**

*В работе исследован остаток гидрокрекинга, соответствующий требованиям к сырью для масел гидрокрекинга по физико-химическим характеристикам и химическому составу. Определена оптимальная схема получения базовых масел группы 3 по API.*

**Ключевые слова:** остаток гидрокрекинга, базовые масла.

B. P. Tonkonogov, L. N. Bagdasarov, T. S. Serafin.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

**Investigation of Quality of Base Oils Derived from Hydrocracking Residues**

*This work describes the hydrocracking residue that meets the requirements for raw materials for hydrocracking oils in terms of physical and chemical characteristics and chemical composition. The optimal scheme of obtaining base oils of group 3 by API is defined.*

**Key words:** hydrocracking residue, base oil.

**З. Т. Дмитриева**

Институт химии нефти Сибирского отделения РАН, г. Томск,

ztd@ipc.tsc.ru

**Исследование экстракционно-адсорбционных методов в регенерации отработанных масел**

*Адсорбент, полученный нанесением ортофосфорной кислоты на поверхность торфа, исследован в процессе рафинирования отработанного минерального смазочного масла. Степень регенерации (осветления) отработанного масла практически зависит от способа модифицирования адсорбента – соотношения кислота/торф, массового соотношения адсорбент/масляный остаток и продолжительности смешения фаз.*

**Ключевые слова:** ортофосфорная кислота, адсорбент, модифицированный торф, отработанное масло, диспергирование, степень осветления масляных остатков.

Z. T. Dmitrieva.

Institute of Petroleum Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

ztd@ipc.tsc.ru

### **Study of Extraction-Adsorption Methods for Regeneration of Used Oils**

*An adsorbent obtained by applying orthophosphoric acid on the surface of peat was investigated in the course of refining the used mineral lubricant oil. The degree of regeneration (clarification) of used oils is practically dependent on the methods of adsorbent modification: acid : peat ratio, adsorbent : oil residue mass ratio, and phase mixing duration.*

**Key words:** *orthophosphoric acid, adsorbent, modified peat, used oil, dispersion, degree of clarification of oil residues.*

**Я. В. Порфирьев<sup>1</sup>, П. С. Попов<sup>1</sup>, В. А. Зайченко<sup>2</sup>, С. А. Шувалов<sup>1</sup>,**

**М. С. Котелев<sup>2</sup>, Д. С. Колыбельский<sup>1</sup>, Б. П. Тонконогов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ПАО «НК «Роснефть» – МЗ «Нефтепродукт»

<sup>2</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

zaychenko\_v@mail.ru

### **Влияние природы загустителя на характеристики низкотемпературных пластичных смазок**

*Исследовано влияние типа загустителя на физико-химические свойства низкотемпературных пластичных смазок. В качестве дисперсной фазы пластичных смазок использовались: литиевые мыла стеариновой и 12-гидроксистеариновой кислот, литиевое мыло 12-оксистеариновой кислоты и 2-этилгексилбората; литиевое комплексное мыло 12-оксистеариновой и азелаиновой кислот; литиевое комплексное мыло 12-оксистеариновой, себаценовой и борной кислот; димочевина; аэросил; полимерный загуститель и его гибриды с аэросилом.*

**Ключевые слова:** *низкотемпературные пластичные смазки, простые и комплексные литиевые мыла, димочевина, полимерный загуститель.*

Y. V. Porfiryev<sup>1</sup>, P. S. Popov<sup>1</sup>, V. A. Zaychenko<sup>2</sup>, S. A. Shuvalov<sup>1</sup>, M. S. Kotelev<sup>2</sup>,

D.S. Kolybelsky<sup>1</sup>, B.P. Tonkonogov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PAO NK Rosneft MZ Nefteprod Oil Co, Moscow,

<sup>2</sup> Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

### **Effect of Thickener Nature on Low-Temperature Greases Properties**

*The effect of the thickener type on the physicochemical properties of low-temperature greases was investigated.*

*The following thickeners were used: lithium soaps of stearic and 12-hydroxystearic acids, lithium soap of 12-oxystearic acid and 2-ethylhexyl borate; lithium complex soap of 12-hydroxystearic and azelaic acids; lithium complex soap of 12-hydroxystearic, sebacic and boric acids; diurea; Aerosil, polymer thickener and its hybrid with Aerosil.*

**Key words:** *low temperature greases, simple and complex lithium soaps, pyrogenic methyl silica thickener, diurea, polymer thickener.*

*Д. Н. Борисов<sup>1</sup>, Л. Е. Фосс<sup>1</sup>, К. В. Шабалин<sup>1</sup>, Л. И. Мусин<sup>1</sup>, Р. З. Мусин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр РАН,

<sup>2</sup>Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова ФИЦ Казанский научный центр РАН

iacw212@gmail.com

### **Окислительное расщепление асфальтенов в мягких условиях**

*В работе проведен физико-химический анализ продуктов окисления асфальтенов пероксиуксусной кислотой, периодатом натрия и иодатом калия методами ИК-спектроскопии и масс-спектрометрии. Установлено, что при окислении асфальтенов происходит их деструкция с увеличением степени ароматичности их молекулярной структуры и разветвленности алифатических заместителей при поликонденсированном ядре. Показано, что в процессе окисления происходит выделение окклюдированных низкомолекулярных углеводородов, состоящих из алканов и цикланов. Выявлено изменение молекулярной массы асфальтенов в зависимости от силы окислителя. При использовании мягкого окислителя КИО<sub>3</sub> установлено наличие фрагментации асфальтенов по ацетиленовому механизму.*

**Ключевые слова:** асфальтены, окисление, спектральные коэффициенты, хромато-масс-спектрометрия, молекулярно-массовое распределение.

D. N. Borisov<sup>1</sup>, L. E. Foss<sup>1</sup>, K. V. Shabalin<sup>1</sup>, L. I. Musin<sup>1</sup>, R. Z. Musin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan

<sup>2</sup>Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences

iacw212@gmail.com

### **Oxidative Decomposition of Asphaltenes in Mild Condition**

*A physical-chemical analysis of the oxidation products of asphaltenes by peroxyacetic acid, sodium periodate and potassium iodate was carried out using IR spectroscopy and mass spectrometry. It was established that during the oxidation of asphaltenes, their destruction occurs with an increase in the aromaticity of their molecular structure and branching of aliphatic substituents with a polycondensed structure. It is shown that in the process of oxidation, occluded low molecular weight hydrocarbons are released consisting of alkanes and naphthenic hydrocarbons. A change in the molecular mass of asphaltenes depending on the strength of the oxidizing agent was revealed. In case of KIO<sub>3</sub>, the presence of asphaltenes fragmentation by the acetylene mechanism was established.*

**Key words:** asphaltenes, oxidation, spectral coefficients, gas chromatography-mass spectrometry, molecular weight distribution.

*А. С. Меджибовский, А. С. Колокольников, А. О. Савченко,*

ООО «НПП Квалитет»

savchenko-ao@yandex.ru

### **Получение огнестойких жидкостей на основе органических фосфатов путем низкотемпературного фосфорилирования**

*Основной задачей данной работы являлось совершенствование существующего (традиционного) метода получения огнестойких жидкостей с целью повышения выхода, энергоэффективности и экологичности. Был*

синтезирован ряд огнестойких фосфатных эфиров. Установлено, что использование обезвоженных алколятов/фенолятов, диспергированных в избытке ароматического углеводородного растворителя, приводит к тому, что реакция активно протекает в значительно более мягких условиях даже в отсутствие катализатора. Предложенный метод синтеза позволяет увеличить выход целевого продукта приблизительно на 10% по сравнению с традиционно используемым. Кроме того, эфиры фосфорной кислоты, получаемые по данному способу, уже до стадии вакуумной перегонки практически не содержат продуктов осмоления и имеют приемлемый внешний вид с точки зрения цветности и оптической плотности. Варьируя количественный и качественный состав спиртов и/или алкилфенолов, предложенная технология синтеза фосфатных эфиров позволяет получать огнестойкие жидкости с необходимыми физико-химическими и эксплуатационными свойствами, изменяющимися в широком диапазоне значений, в зависимости от целевой области применения данных продуктов. В частности, был получен смешанный триарилфосфат, свойства которого удовлетворяют основным требованиям нормативной документации для применения в системах регулирования и смазки турбоагрегатов на электростанциях.

**Ключевые слова:** синтез огнестойких жидкостей, эфиры ортофосфорной кислоты.

A. S. Medzhibovskiy, A. S. Kolokolnikov, A. O. Savchenko.

LLC Qualitet

savchenko-ao@yandex.ru

#### **Production of Fire-Resistant Fluids Based on Organic Phosphates by Low-Temperature Phosphorylation Process**

*The main purpose of this work was to improve the existing (conventional) method of obtaining the FRFs fluids so that it could reach a higher yield, become more energy-efficient and environmentally friendly. A series of FRFs was synthesized, and the result of this research work is as it follows: applying of dehydrated alcoholates / phenolates, dispersed in excess of aromatic hydrocarbon solvent, makes the main reaction readily be held under much milder conditions even in the absence of catalyst; the proposed method of synthesis allows to increase the yield of the target product by approximately 10% in comparison with the conventionally used one. In addition, the esters of phosphoric acid obtained by this method, even before the stage of vacuum distillation, almost do not contain tarry products and have an acceptable appearance in terms of chromaticity and optical density. By changing the quantitative and qualitative composition of alcohols and/or alkylphenols, the proposed technology for the synthesis of phosphate esters allows to obtain fire-resistant fluids with the necessary physicochemical and operational properties varying in a wide range of values, depending on the target application area of these products. In particular, a mixed triaryl phosphate was obtained and its properties meet the basic requirements of regulatory documentation for use in the regulation and lubrication systems of turbine units in power plants.*

**Key words:** synthesis of fire-resistant fluids, phosphate esters.

С. А. Константинова<sup>1</sup>, Л. И. Семкина<sup>2</sup>, Б. М. Аникушин<sup>1</sup>, А. А. Зуйков<sup>2</sup>, О. Ф. Глаголева<sup>1</sup>, В. А. Винокуров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

<sup>2</sup>ОАО «ЦНИИБ»,

konstantasv@mail.ru



## **Использование добавок на основе природных полимеров для повышения прочности упаковочных материалов**

*Представлены результаты исследований по получению и характеристике природного полимерного материала, который может служить заменой структурным добавкам на основе синтетических полимеров — нанофибриллярной целлюлозы (НФЦ). Изучено применение НФЦ в качестве структурной добавки и влияния ее добавления на базовые показатели механической прочности лабораторных образцов упаковочных материалов (бумаги для гофрирования — промежуточного слоя гофрокартона). Показано, что введение структурной добавки из природного возобновляемого сырья в композицию бумаги для гофрирования из макулатуры приводит к повышению ключевых показателей качества бумаги.*

**Ключевые слова:** структурные добавки, целлюлоза, производство бумаги, гофрированный картон, показатели механической прочности.

S. A. Konstantinova\*<sup>1</sup>, L. I. Semkina<sup>2</sup>, B. M. Anikushin<sup>1</sup>, A. A. Zuykov<sup>2</sup>, O. F. Glagoleva<sup>1</sup>, V. A. Vinokurov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

<sup>2</sup>JSC “СНИИВ”

konstantasv@mail.ru

## **Use of Additives Based on Natural Polymers to Increase the Strength of Packaging Materials**

*The results of studies are presented on the preparation and characterization of natural polymer material, which can serve as a substitute for structural additives based on synthetic polymers – cellulose nanofibrils (CNF). We studied the use of CNF as a structural additive and the effect of its addition on the basic indicators of the mechanical strength of laboratory samples of packaging materials (corrugated sheet - an intermediate layer of corrugated fiberboard). It is shown that the introduction of a structural additive from natural renewable raw materials into the paper composition for corrugating from waste paper leads to an increase in key indicators of paper quality.*

**Key words:** structural additives, cellulose, paper production, corrugated fiberboard, indicators of mechanical strength.

Л. Е. Фосс<sup>1</sup>, Д. Н. Борисов<sup>1</sup>, М. Р. Якубов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр РАН,

<sup>2</sup>Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова ФИЦ Казанский научный центр РАН

iacw212@gmail.com

## **Применимость экспресс-методов определения эффективности растворителей для добычи тяжелой нефти из карбонатных коллекторов**

*Проведена оценка применимости экспресс-методов определения эффективности растворителей, используемых для добычи тяжелой нефти из карбонатных коллекторов. Установлено, что в методе трехступенчатой экстракции смачивающую и экстракционную способность растворителя к нефтенасыщенной карбонатной породе можно оценить с помощью поверхностного натяжения растворителя и коэффициента светопоглощения экстракта, соответственно, а в методе на основе тонкослойной хроматографии — с помощью средней температуры кипения и дисперсии показателя*

*преломления композиционного растворителя. Показано, что предложенные методики позволяют ранжировать растворители по их эффективности для добычи нефти из карбонатных коллекторов.*

**Ключевые слова:** растворитель, тяжелые нефти, карбонатный коллектор, экстракционная и смачивающая способность, поверхностное натяжение, светопоглощение, тонкослойная хроматография.

L. E. Foss<sup>1</sup>, D. N. Borisov<sup>1</sup>, M. R. Yakubov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan

<sup>2</sup>Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences  
iacw212@gmail.com

### **Applicability of Express Methods for Evaluating the Efficiency of Solvents for Enhanced Oil Recovery from Carbonate Rock**

*We evaluate applicability of express methods for determining the efficiency of solvents used for heavy oil recovery from carbonate reservoirs. In the three-stage extraction method, the wetting and extraction ability of the solvent in oil-saturated carbonate rock can be estimated using the surface tension of the solvent and the attenuation coefficient of the extract, respectively, and in the method based on thin-layer chromatography the wetting and extraction ability of the solvent in oil-saturated carbonate rock can be estimated using the average boiling point and dispersion of the refractive index of the solvent. We conclude that the proposed methods allow ranking solvents by their effectiveness for enhanced oil recovery from carbonate reservoirs.*

**Key words:** *solvent, heavy oil, carbonate reservoir, extraction efficiency, wettable efficiency, surface tension, attenuation coefficient, thin-layer chromatography.*

***В. В. Остриков<sup>1</sup>, С. Н. Сазонов<sup>1</sup>, В. И. Орбинский<sup>2</sup>, Д. Н. Афоничев<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов,

<sup>2</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I  
viitinlab8@bk.ru

### **Определение диспергирующе-стабилизирующих свойств моторных масел и их загрязненности в условиях эксплуатации**

*В условиях эксплуатации техники очень сложно определить диспергирующе-стабилизирующие свойства работающих в двигателе моторных масел и их загрязненность. При этом данные характеристики в большой степени влияют на срок службы масла до замены и надежность работы тракторов и автомобилей. В результате теоретического анализа, практических исследований получены зависимости изменения диспергирующе-стабилизирующих свойств моторных масел от содержания присадки и наработки в двигателе. Представлены результаты исследований по совершенствованию метода бумажной хроматографии для определения загрязненности масел в условиях эксплуатации.*

**Ключевые слова:** моторное масло, эксплуатация, диспергирующе-стабилизирующие свойства, загрязненность, бумажная хроматография, диффузия, масляное пятно, контроль.

V. V. Ostrikov<sup>1</sup>, S. N. Sazonov<sup>1</sup>, V. I. Orobinskii<sup>2</sup>, D. N. Afonichev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov

<sup>2</sup> Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I

viitinlab8@bk.ru

### **Determination of Disperse-Stabilizing Properties of Engine Oils and Their Pollution under Conditions of Operation**

*Under operating conditions, it is very difficult to determine dispersing - stabilizing properties of engine oils operating in an engine and their contamination. At the same time, these characteristics have a greater effect on the service life of the oil before the replacement and reliability of operation of tractors and automobiles. As a result of theoretical analysis of practical studies, the dependences of changes in dispersing - stabilizing properties of motor oils on the content of additives and the operating time in the engine are obtained. The results of studies on the improvement of paper chromatography method to determine the contamination of oils under operating conditions are presented.*

**Key words:** engine oil, exploitation, dispersing - stabilizing properties, pollution, paper chromatography, diffusion, oil stain, control.

**Ю. Н. Киташов, А. В. Назаров, Е. И. Зоря, А. В. Мурадов**

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

zorya47@mail.ru

### **Альтернативные методы очистки нефтяных фракций от соединений серы**

*В статье рассмотрены особенности альтернативных методов и технологий очистки фракций углеводородов от соединений серы с целью как соответствия жестким спецификациям по содержанию серы в моторных топливах, так и снижение содержания серы в нефтяном сырье. Преимущества альтернативных технологий сероочистки — невысокие температура и давление, отсутствие необходимости подачи водорода и возможность реализации в условиях малых НПЗ. Рассмотрены две группы технологий сероочистки — одна с использованием адсорбентов, селективных растворителей, окислителей и биодесульфуризация. В другую группу входят различные волновые технологии на основе электроимпульсных эффектов, кавитации, гидроволновых, магнитных и электромагнитных воздействий и комбинированные волновые технологии. Наиболее эффективные альтернативные методы сероочистки позволяют получать компоненты топлив, соответствующие экологическому классу 5.*

**Ключевые слова:** соединения серы, показатели качества нефтепродуктов, серосодержащие компоненты, волновые технологии

Yu. N. Kitashov, A. V. Nazarov, E. I. Zorya, A. V. Muradov.

<sup>1</sup>Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

zorya47@mail.ru

### **Alternative Methods of Cleaning Oil Fractions from Sulfur Compounds**

*The article deals with the features of alternative methods and technologies of purification of hydrocarbon fractions from sulfur compounds in order to meet the strict specifications for the sulfur content in motor fuels and reduce the sulfur content in petroleum raw materials. The advantages of alternative desulphurization technologies are low temperatures and pressures, no need for hydrogen supply and the possibility of implementation in small refineries.*

*Two groups of desulphurization technologies are considered – one using adsorbents, selective solvents, oxidants and biodesulfurization. The other group includes various wave technologies based on electric pulse effects, cavitation, hydrowave, magnetic and electromagnetic effects and combined wave technologies. The most effective alternative methods of desulphurization allow to obtain fuel components corresponding to the 5th ecological class.*

**Key words:** *sulfur compounds, quality indicators of petroleum products, sulfur-containing components, wave technologies.*