

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

5₍₆₁₅₎'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 «ХТМ»

Телефон/факс: (499) 507-80-45
e-mail: 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	
<i>M. S. Kotelev, D. S. Kopicin, M. S. Vlaskin, V. B. Mel'nikov, A. V. Grigorenko, E. V. Ivanov.</i> The Effect of Catalyst on the Composition of the Microalgae Biomass Hydrothermal Liquefaction Products	5
<i>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.</i> Influence of Wave Activation of Fuel-Oil and Biomass Mixes on the Gasification Results	8
COLLOID CHEMISTRY	
<i>N. G. Evdokimova, N. A. Egorova, N. N. Luneva, L. R. Gaisina, V. V. Spaskova.</i> Some Parameters of Particle Size of Bitumen Dispersed Phase in Two-Stage Oxidation Process of Tar	11
CHEMOTOLGY	
<i>B. P. Tonkonogov, L. N. Bagdasarov, T. S. Serafin.</i> Investigation of Quality of Base Oils Derived from Hydrocracking Residues	16
<i>Z. T. Dmitrieva.</i> Study of Extraction-Adsorption Methods for Regeneration of Used Oils	19
RESEARCH	
<i>Y. V. Porfiryev, P. S. Popov, V. A. Zaychenko, S. A. Shuvalov, M. S. Kotelev, D. S. Kolybelsky, B. P. Tonkonogov.</i> Effect of Thickener Nature on Low-Temperature Greases Properties	22
<i>D. N. Borisov, L. E. Foss, K. V. Shabalin, L. I. Musin, R. Z. Musin.</i> Oxidative Decomposition of Asphaltenes in Mild Condition	31
<i>A. S. Medzhibovskiy, A. S. Kolokolnikov, A. O. Savchenko.</i> Production of Fire-Resistant Fluids Based on Organic Phosphates by Low-Temperature Phosphorylation Process	35
<i>S. A. Konstantinova, L. I. Semkina, B. M. Anikushin, A. A. Zuykov, O. F. Glagoleva, V. A. Vinokurov.</i> Use of Additives Based on Natural Polymers to Increase the Strength of Packaging Materials	38
METHODS OF ANALYSIS	
<i>L. E. Foss, D. N. Borisov, M. R. Yakubov.</i> Applicability of Express Methods for Evaluating the Efficiency of Solvents for Enhanced Oil Recovery from Carbonate Rock	43
<i>V. V. Ostrikov, S. N. Sazonov, V. I. Orobinskii, D. N. Afonichev.</i> Determination of Disperse-Stabilizing Properties of Engine Oils and Their Pollution under Conditions of Operation	48
REVIEWS	
<i>Yu. N. Kitashov, A. V. Nazarov, E. I. Zorya, A. V. Muradov.</i> Alternative Methods of Cleaning Oil Fractions from Sulfur Compounds	52
INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF OIL AND GAS	
<i>Xiaodong Bai*, Xingyuan Zhang, Tao Ning, Zhihong Fu, Yumei Luo, Zhaozhong Yang.</i> Oil Removal Technology and the Mechanism of Oily Cuttings by Silicic Acid Micromicelles	57
<i>Yang Yu-rui, Guo Xiao, Chang Zhen-wei, Zhao Xing.</i> New Method for Calculating Rock Particle Size Composition Parameters	62
<i>Liu Yumin, Li Xuesong, Sun Yonghe, Li Minghui, Du Jingguo.</i> Research and Application of High-Production Area Seismic Prediction Technology for High-Rank Coalbed Methane Reservoir	66
<i>Yang Wang, Jun Zhou, Yudi Geng, Bing Zhao, Xiangyi Yi, Chengyong Li.</i> Влияние разлома на возмущение собственных напряжений в глубоких карбонатных резервуарах	71
<i>Wang Xiuyu, Cui Yuqiao, Liu Chang, Zhang Ya.</i> Improved Kinetic Equations for A NaNO ₂ /NH ₄ Cl Heat Generating System and Their Implication in Oil Production	75
<i>Yanrong Huang, Min Chen.</i> Key Technology Difficulties of Crowdsourcing in Petrochemical industry	81
<i>Yufa He, Hui Zhang, Tengfei Sun, Jian Dong, Qiao Deng, Jiadong Zheng, Yuhua Sun.</i> Study on the Influence of Perforation Explosion Load on the Tubing in Deep Water Well Testing	85
<i>Lei Zhang, Ruifeng Cao, Li Sheng.</i> Nonlinear Switching Control of the CO Oxidation Reaction Rate in Hydrogen Production	90

М. С. Котелев¹, Д. С. Копицын¹, М. С. Власкин^{1,2}, В. Б. Мельников¹, А. В. Григоренко², Е. В. Иванов¹

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

²Объединенный 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. Kotelev¹, D.S. Kopicin¹, M. S. Vlaskin^{1,2}, V.B. Mel'nikov¹, A. V. Grigorenko², E. V. Ivanov¹

¹Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

²Joint 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. Фролов¹, М. П. Крестовников¹, С. В. Лесин¹, Н. С. Сорокина¹, Е. Г. Горлов²,

А. В. Шумовский², М. Ю. Нисковская³, Ю. П. Ясьян³, А. А. Ольгин³

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

²ООО «ИГИ-НТЦ»,

³Кубанский 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. Frolov¹, M. P. Krestovnikov¹, S. V. Lesin¹, N. S. Sorokina¹, E. G. Gorlov², A. V. Shumovsky², M. Yu. Niskovskaya³, Yu. P. Yasyan³, A. A. Olgin³

¹National University of Oil and Gas «Gubkin University» (Gubkin University).

²LLC Fossil Fuel Institute. Scientific and technological center (Fossil Fuel Institute).

³Kuban 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. Порфирьев¹, П. С. Попов¹, В. А. Зайченко², С. А. Шувалов¹,

М. С. Котелев², Д. С. Колыбельский¹, Б. П. Тонконогов²

¹ПАО «НК «Роснефть» – МЗ «Нефтепродукт»

²РГУ 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. Porfiryev¹, P. S. Popov¹, V. A. Zaychenko², S. A. Shuvalov¹, M. S. Kotelev²,

D.S. Kolybelsky¹, B.P. Tonkonogov²

¹ PAO NK Rosneft MZ Nefteprod Oil Co, Moscow,

² 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. Борисов¹, Л. Е. Фосс¹, К. В. Шабалин¹, Л. И. Мусин¹, Р. З. Мусин²

¹Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр РАН,

²Институт 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 КИО₃ установлено наличие фрагментации асфальтенов по ацетиленовому механизму.

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

D. N. Borisov¹, L. E. Foss¹, K. V. Shabalin¹, L. I. Musin¹, R. Z. Musin²

¹FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan

²Arbuzov 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 KIO₃, 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. Константинова¹, Л. И. Семкина², Б. М. Аникушин¹, А. А. Зуйков², О. Ф. Глаголева¹, В. А. Винокуров¹

¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

²ОАО «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*¹, L. I. Semkina², B. M. Anikushin¹, A. A. Zuykov², O. F. Glagoleva¹, V. A. Vinokurov¹

¹Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

²JSC “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. Фосс¹, Д. Н. Борисов¹, М. Р. Якубов²

¹Федеральный исследовательский центр Казанский научный центр РАН,

²Институт 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. Foss¹, D. N. Borisov¹, M. R. Yakubov²

¹FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Kazan

²Arbuzov 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, wettability efficiency, surface tension, attenuation coefficient, thin-layer chromatography.*

В. В. Остриков¹, С. Н. Сазонов¹, В. И. Оробинский², Д. Н. Афоничев²

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

²Воронежский 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. Ostrikov¹, S. N. Sazonov¹, V. I. Orobinskii², D. N. Afonichev²

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

² 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.

¹Gubkin 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.*

Xiaodong Bai*, Xingyuan Zhang, Tao Ning, Zhihong Fu, Yumei Luo, Zhaozhong Yang

School of Materials Science and Engineering, Southwest Petroleum University, Chengdu, China

bxd888@vip.126.com

Oil Removal Technology and the Mechanism of Oily Cuttings by Silicic Acid Micromicelles

A large amount of oily cuttings is produced in the drilling process when the oil-based drilling fluid is used. The oil and oil-soluble additives adsorbed on the surface of the cuttings may pollute the environment. In this paper the method of silicic acid precipitation and formation of silicic acid micromicelles is used to encapsulate oil and to remove oil from the cuttings. The authors analyze the influence of the stirring time and the solution pH on the oil removal efficiency. When the pH is 2 and the stirring time is 10 min, the oil removal rate is 96%. Research into the mechanism shows the successive formation of silicic acid sol and gel in the process of silicic acid precipitation. The structure of the silicic acid micromicelles is characterized by scanning electron microscopy (SEM). The results of differential scanning calorimetry (DSC) indicate the existence of the exothermic decomposition peak of the hydrocarbons in the range from 350 to 500°C, which proves that the micromicelle inner phase contains oil.

Key words: *oily cuttings, silicic acid micro-micelle, oil removal rate, scanning electron microscopy, differential scanning calorimetry.*

Yang Yu-rui¹, Guo Xiao^{1*}, Chang Zhen-wei², Zhao Xing²

¹State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation,

Southwest Petroleum University, Chengdu, China,

²Tarim Oilfield Company, PetroChina, Korla, China

shuxingyun@163.com

New Method for Calculating Rock Particle Size Composition Parameters

The application of the conventional arithmetic mean method to calculation of the rock particle size composition parameters is limited to the normal type of distribution, and may result in high error of calculated parameters. In view of this, a new method to calculate the rock particle size composition parameters is proposed in this paper. The method was called "a weighted mean method." A detailed theoretical basis for the new method is presented, and the calculation formula expressions are derived. The calculation process is demonstrated with an example. In order to verify the accuracy of the new method, the calculation results are compared with those of the conventional arithmetic mean method. It was shown, that the new method can be applied to calculate rock particle size composition parameters in cases when the granulometric parameter distribution is unknown or differ from normal distribution. The results showed the proposed method is more accurate and widely applicable.

Key words: *rock particle size composition parameters, arithmetic mean method, weighted mean method.*

Liu Yumin¹, Li Xuesong², Sun Yonghe^{3*}, Li Minghui⁴, Du Jingguo⁵

¹School of Electrical Information Engineering, Northeast Petroleum University, Daqing, China,

²Exploration and Development Research Institute of Daqing Oilfield Co Ltd., Daqing, China,

³School of Earth Science, Northeast Petroleum University, Daqing, China,

⁴Daqing Yushulin oilfield development limited company Institute of Geology, Daqing, China,

⁵College of Mining Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan, China

sunyonghe2219@outlook.com

Research and Application of High-Production Area Seismic Prediction Technology for High-Rank Coalbed Methane Reservoir

In order to accurately predict the high production areas in CBM reservoirs, we identified the main geological factors controlling the CBM production. Based on the data statistics analysis of the geological and production data and the seismic prediction methods, the comparative influence of the 5 main geological factors was studied. The validity of the seismic prediction method was further evaluated. The results show that the production of a CBM well is influenced by the reservoir structure, gas content, permeability and coal-body structure. The above 4 geological controlling factors can be accurately evaluated by the seismic attributes. The proposed high-production area seismic prediction method can be applied for accurate localization of the high-production areas. When the high-production evaluation index is lower than 0.2, the daily gas production exceeds 1000 m³. The method can provide an effective instrument for the formation productivity evaluation.

Key words: *high-production area, high-rank, coalbed methane reservoir, seismic prediction technology, Southern Qinshui Basin.*

Yang Wang^{1,2}, Jun Zhou³, Yudi Geng², Bing Zhao², Xiangyi Yi^{1,4*}, Chengyong Li^{1,4}

¹School of Energy Resource, Chengdu University of Technology, Chengdu, China,

²Sinopec Northwest Branch Company, Urumqi, China,

³Sinopec Research Institute of Petroleum Engineering, Beijing, China,

⁴State Key Laboratory of Oil and Gas Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu, China

xy610059@163.com

Effect of Fault on In-Situ Stress Perturbation in Deep Carbonate Reservoir

The existence of faults in deep carbonate reservoirs is characterized by the complex stress field near faults, which has a great influence on the extension of induced fractures and the formation of fracture network. In this paper the numerical procedure is proposed for the regional boundary stress determination. Fault zone properties were defined by measurement of the samples and were further verified by comparing the calculated stress values with the measured values for the fault zone. The change of the principal stress value and orientation and the perturbation area were quantified. The authors analyzed the boundaries of the areas at the ends of the fault where the horizontal principal stress difference increases and decreases symmetrically. The influence range increases with the increase of the fault

length. The stress concentration determined by the fault structure increases or decreases markedly in the area near the fault tip.

Keywords: fault; in situ stress; local stress destabilization; hydraulic fracturing.

Wang Xiuyu^{1,2*}, Cui Yuqiao^{1,2}, Liu Chang^{1,2}, and Zhang Ya^{1,2}

¹ State Key Laboratory of Petroleum Resources and Prospecting, China University of Petroleum (Beijing), Beijing, China,

² College of Petroleum Engineering, China University of Petroleum, Beijing, China

Improved Kinetic Equations for a NaNO₂/NH₄Cl Heat Generating System and Their Implication in Oil Production

A NaNO₂/NH₄Cl heat generating system has been widely applied in oil production process in China, for paraffin plug removal, in-situ fracturing, etc. Establishing an accurate kinetic equation for the NaNO₂/NH₄Cl system is important for field operation applications. In this study, based on a strictly controlled group of experiments, the kinetic equation for the NaNO₂/NH₄Cl heat generating system is established and regressed by the method of undetermined coefficients, on condition that the heat loss of the reaction is relatively small and could be neglected. It is obvious that in many field applications the heat loss is considerably high and could not be neglected; hence the equation is improved by taking into consideration the heat loss input. The improved equation shows a better correlation with experimental data, particularly for long reaction times. The established equation reveals the relationship between the reaction rate and the concentrations of the reactants and catalyst. This study has practical significance for calculating the temperature field near the well bore and can be used for parameter optimization of the NaNO₂/NH₄Cl heat generating system.

Keywords: kinetic equation; heat loss function; undetermined coefficients; nonlinear fitting; plug removal.

Yanrong Huang, Min Chen

School of Computer Science, Wuhan University, Wuhan, Hubei, China

hyanrong@whu.edu.cn, chenmin@whu.edu.cn.

Key Technology Difficulties of Crowdsourcing in Petrochemical industry

Technology innovation in petrochemical industry is important for improving economy benefits and social efficiency. Crowdsourcing is an effective way for petrochemical enterprises to realize open technology innovation. In this paper we analyzed the types of crowdsourcing tasks and put forward three scenarios of crowdsourcing in petrochemical industry: task intelligent matching scenario, innovative entrepreneurship incubation scenario and reward scenario; and analyzed the operation constraints of the three scenarios. The research of crowdsourcing technologies was analyzed by the aspects of task matching, task pricing and reputation evaluation. The key difficulties of crowdsourcing in petrochemical industry lie in implementing the task intelligent matching under multi-dimensional constraints, task price evaluation based and multi-dimensional reputation evaluation system for task participants.

Key words: crowdsourcing, petroleum, chemical industry, intelligent matching, price evaluation, reputation evaluation.

Yufa He¹, Hui Zhang², Tengfei Sun^{3*}, Jian Dong², Qiao Deng², Jiadong Zheng² and Yuhua Sun²

¹ CNOOC Research Institute, Beijing, China.

² China University of Petroleum, Beijing, China.

³ Beijing University of Chemical Technology, China.

Tengfei Sun, suntengfei7@sina.com

Study on the Influence of Perforation Explosion Load on the Tubing in Deep Water Well Testing

The technology of TCP combined well testing is widely used in deepwater perforation and can cause string damage accidents. In order to improve the safety of perforating string, the software of ANSYS/LS-DYNA was used to analyze the influence of different parameters, such as number of ammunition, tubing length and the choice of perforation technology, on the tubing strength and deformation. The numerical simulation results show that the most vulnerable segment of the tubing is located at the bottom of the tube. The tubing length parameter can be effectively used to reduce the risk of the tubing damage. The simulation model was verified by the field application case study.

Keywords: explosion load; well testing; tubing strength; tubing deformation; numerical simulation.

Lei Zhang^{1,2}, Ruifeng Cao³, Li Sheng^{1*}

¹MIIT Key Laboratory of Critical Materials Technology for New Energy Conversion and Storage, School of Chemistry and Chemical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, China,

²Pharmaceutical College, Heilongjiang University of Chinese Medicine Institution, Harbin, China,

³College of Energy and Power Engineering, Northeast Dianli University, Jilin, China

shengli@hit.edu.cn

Nonlinear Switching Control of the CO Oxidation Reaction Rate in Hydrogen Production

Abstract

The catalytic CO oxidation on platinum group metals can exhibit nonlinear behaviors like catastrophe, bistability and hysteresis, which are indicative of self-organizing processes occurring in the course of the oxidation reaction. As a result, the system demonstrates a multi-branch nonlinear input/output relationship for which the output value depends not only on the instantaneous input values, but also on the history of operations. Traditional linear control approaches may cause unstable operation in the CO oxidation reaction. In this paper, a nonlinear control strategy is proposed to solve the control problem. The control strategy incorporates PI controller and the switching control strategy by which the control system can keep a high regulating performance while preventing unstable operation. It may be applied to control operation in industrial processes of the catalytic CO oxidation.

Keywords: CO oxidation; bistability; switching control.