

# ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВ И МАСЕЛ

## 5(561)'2010

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

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

Главный редактор  
**А. И. Владимиров**

Зам. главного редактора  
**Б. П. Туманян**

Редакционная коллегия  
**И. Б. Грудников**  
**Л. Е. Злотников**  
**Ю. Л. Ищук**  
**И. П. Карлин**  
**В. Л. Лашхи**  
**А. Лукса**  
**Б. К. Нефедов**  
**Е. Д. Радченко**  
**В. А. Рябов**  
**Е. П. Серегин**

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

#### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Технология альтернативных топлив  
Ксиаоху Фан, Рэйчел Бартон, Грег Аустик.  
Получение биодизеля из рыбьего жира

3

#### ТЕХНОЛОГИЯ

Р.Р. Везиров, А.А. Тихонов, С.А. Обухова,  
Н.Р. Везирова, Т.Х. Султанов.  
Реконструкция установки  
замедленного коксования

8

#### ХИММОЛОГИЯ

В.А. Любименко, А.М. Данилов, С.И. Колесников,  
И.М. Колесников.  
Математическая модель для расчета прироста  
цетанового числа дизельных топлив  
в присутствии инициатора воспламенения

11

Чен Хань, Күи Зен, Хуалинь Линь, Пен Ван.  
Выбор депрессорных присадок  
для дизельных топлив

18

С.И. Крахмалёв, В.М. Школьников, Р.Г. Платонова.  
Влияние изменения свойств пластичной смазки  
при хранении в таре и в изделии  
на надежность работы узлов трения

25

#### ИССЛЕДОВАНИЯ

В.П. Коваленко, З.Ф. Исмагилова, Ф.Р. Исмагилов.  
Аминовая очистка сероводородсодержащих газов  
с применением углеродных наноматериалов

32

Г.В. Власова, Н.А. Пивоварова, Л.Б. Кириллова,  
С.Р. Рамазанов, Л.В. Пахмистеров.  
Интенсификация очистки углеводородного сырья  
от механических примесей воздействием  
магнитного поля

37

Мунавар Халил, Бадрул Мохамед Ян,  
Абдул Азиз Абдул Раман.  
Оптимизация с помощью дробного  
факторного эксперимента состава  
нетрадиционного раствора для вскрытия пласта  
при бурении с депрессией на пласт

40

Ю.В. Попов, С.М. Леденев, А.В. Нагин,  
К.Д. Радченко.  
Высокосернистая присадка  
к трансмиссионным маслам

46

М. Абдалла, М. А. Радван, Шахера М. Шохауэб,  
С. Абдельхамед.  
Применение некоторых природных масел в качестве  
ингибиторов коррозии нефтепроводов  
в растворах гидроксида натрия

49

З.Р. Агаева, К.И. Садыхов, Ф.М. Велиева,  
И. Г. Меликова.  
Оптимизация синтеза ингибитора сероводородной  
коррозии сульфонатного типа

54

# Chemistry and Technology of Fuels and Oils

## 5(561)'2010

### Contents

#### CURRENT PROBLEMS

##### Alternative Fuels Technology

Xiaohu Fan, Rachel Burton, and Greg Austic.  
Manufacture of Biodiesel from Fish Oil

3

#### TECHNOLOGY

R. R. Vezirov, A. A. Tikhonov, S. A. Obukhova,  
N. R. Vezirova, and T. Kh. Sultanov.  
Revamping of a Delayed Coking Unit

8

#### CHEMMOTOGY

V. A. Lyubimenco, A. M. Danilov, S. I. Kolesnikov,  
and I. M. Kolesnikov.

11

A Mathematical Model for Calculating the Increase  
in the Cetane Number of Diesel Fuels  
in the Presence of an Ignition Initiator

Редактор

С. Е. Шанурина

Ответственный секретарь

О. В. Любименко

Компьютерный набор,  
графика и верстка

В. В. Земсков

Адрес редакции:

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

Телефон/факс: (499) 135-8875  
e-mail: [htm@list.ru](mailto:htm@list.ru)

Формат 60 x 84 1/8.  
Бумага мелованная и офсетная.  
Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 7.  
Тираж 1000 экз.

Отпечатано ООО «Стринг»  
E-mail: [String\\_25@mail.ru](mailto:String_25@mail.ru)

Munawar Khalil, Badrul Mohamed Jan,  
Abdul Aziz Abdul Raman.

40

Optimization of the Composition  
of a Nontraditional Mud for Opening a Bed  
in Drilling with Differential Pressure

Yu. V. Popov, S. M. Ledenev, A. V. Nagin,  
and K. D. Radchenko.

46

High-Sulfur Additive for Transmission Oils

M. Abdallah, M. A. Radwan, Shahera M. Shohayeb,  
and S. Abdelhamed.

49

Use of Some Natural Oils as Crude Pipeline  
Corrosion Inhibitors in Sodium Hydroxide Solutions

Z. R. Agaeva, K. I. Sadykhov, F. M. Velieva,  
and I. G. Melikova.

54

Optimization of Synthesis of a Sulfonate  
Hydrogen Sulfide Corrosion Inhibitor

*Ксюаоху Фан, Рэйчел Бартон, Грег Аустик*

## ПОЛУЧЕНИЕ БИОДИЗЕЛЯ ИЗ РЫБЬЕГО ЖИРА

Проведена оценка производства биодизеля из рыбьего жира двухстадийной переэтерификацией, катализируемой щелочью, при мольном отношении метанол:масло, равном 6:1, температуре 55°C в присутствии 1% мас. гидроксида калия. Проанализированы свойства полученного топлива. По таким показателям, как кислотное число, температуры вспышки и конца кипения, содержание воды, осадка, несвязанного и общего глицерина, серы и др., оно соответствует ASTM D 6751. Однако его низкотемпературные свойства и антиокислительная стабильность не соответствуют нормам из-за значительного содержания в рыбьем жире полиненасыщенных жирных кислот. Показано, что компаундированием исследуемого продукта с биодизелем, производимым из кулинарного жира, может быть получено топливо, отвечающее стандартам.

**Ключевые слова:** биодизель, рыбий жир, переэтерификация, полиненасыщенные жирные кислоты.

Production of biodiesel from fish oil by two-stage transesterification, catalyzed by a base, in the methanol:oil molar ratio of 6:1, at the temperature of 55°C, in the presence of 1 wt. % potassium hydroxide was evaluated. The properties of the fuel obtained were analyzed. With respect to such indexes as the acid number, flash point and end point, water content, sediment content, unbound and total glycerin, sulfur, etc., it corresponds to ASTM D 6751. However, its low- temperature properties and antioxidant stability do not satisfy the standards due to the significant content of polyunsaturated fatty acids in fish oil. It was shown that a fuel that satisfies the standards can be obtained by compounding the investigated product with biodiesel made from cooking oil.

**Key words:** biodiesel, fish oil, transesterification, polyunsaturated fatty acids.

*Р.Р. Везиров, А.А. Тихонов, С.А. Обухова, Н.Р. Везирова, Т.Х. Султанов*

## РЕКОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

Проведена реконструкция установки замедленного коксования с разделением потоков однокамерной двухпоточной печи коксования на два отдельных блока коксования. Реализована закрытая система прогрева коксовых камер, исключающая выбросы вредных веществ в атмосферу. Проведенный комплекс мероприятий позволил уменьшить выход кокса и тяжелого газоилья, повысить выход легкого газоилья, увеличить межремонтный пробег установки до 12 мес. и более.

**Ключевые слова:** установка замедленного коксования, снижение выбросов, увеличение выхода целевых продуктов, увеличение межремонтного пробега.

A delayed coking unit was revamped with separation of the streams from the one-chamber, double-flow coking furnace into two separate coking blocks. A closed system for heating the coke chambers was implemented, eliminating harmful atmospheric emissions. A set of measures was instituted that allowed reducing the yield of coke and heavy gasoil, increasing the yield of light gasoil, and increasing the operating time of the unit between repairs to 12 months and more.

**Key words:** delayed coking unit, reduced emissions, increased yield of target products, increased operating time between repairs.

*В.А. Любименко, А.М. Данилов, С.И. Колесников, И.М. Колесников*

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРИРОСТА ЦЕТАНОВОГО ЧИСЛА ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ В ПРИСУТСТВИИ ИНИЦИАТОРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ

Разработана математическая модель для расчета прироста цетанового числа дизельных топлив в присутствии инициатора воспламенения 2-этилгексилнитрата (ЭГН) в зависимости от

исходного цетанового числа топлива и концентрации ЭГН. Результаты расчетов на основе разработанной модели по точности не уступают получаемым на стеновой установке. На основе расчетов полуэмпирическим квантово-химическим методом РМ6 предложен механизм взаимодействия ЭГН с углеводородами в дизельном топливе.

**Ключевые слова:** математическая модель, дизельное топливо, прирост цетанового числа, 2-этилгексилнитрат, механизм действия присадки, квантово-химический расчет.

A mathematical model was developed for calculating the increase in the cetane number of diesel fuels in the presence of the ignition initiator 2-ethylhexyl nitrate (EHN) as a function of the initial cetane number of the fuel and the concentration of EHN. The accuracy of the results of the calculations with the model is as good as the accuracy obtained on a bench unit. A mechanism of the reaction of EHN with the hydrocarbons in diesel fuel is proposed based on calculations with the PM6 semiempirical quantum-chemical method.

**Key words:** mathematical model, diesel fuel, increase in cetane number, 2-ethylhexyl nitrate, mechanism of action of additive, quantum-chemical calculation.

**Чен Хань, Куи Зен, Хуалинь Линь, Пен Ван**

## ВЫБОР ДЕПРЕССОРНЫХ ПРИСАДОК ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Для выбора из множества предлагаемых на рынке депрессорных присадок наиболее эффективных исследована связь между их эффективностью и составом. Отобраны образцы присадок основных производителей и проведена оценка их способности улучшать низкотемпературные свойства дизельных топлив. Состав и структура присадок, показавших наилучшие результаты, и их растворителей после отделения кристаллизацией исследованы методами инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье, спектроскопии протонного ядерного магнитного резонанса и хромато-масс-спектрометрии. Показано, что наиболее эффективными депрессорными присадками являются сополимеры этилена и винилацетата. В их растворителях содержатся ароматические соединения.

**Ключевые слова:** дизельное топливо, депрессорная присадка.

The correlation between effectiveness and composition was investigated to choose the most effective pour depressant from the multitude on the market. Samples of pour depressants from the main manufacturers were collected and their ability to improve the low-temperature properties of diesel fuels was evaluated. The composition and structure of the additives with the best results and their solvents after separation by crystallization were investigated by Fourier-transform infrared spectroscopy, proton nuclear magnetic resonance spectroscopy, and chromatography-mass spectrometry. It was shown that copolymers of ethylene and vinyl acetate are the most effective pour depressant additives. Their solvents contain aromatic compounds.

**Key words:** diesel fuel, pour depressant.

**С.И. Крахмалёв, В.М. Школьников, Р.Г. Платонова**

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ ПРИ ХРАНЕНИИ В ТАРЕ И В ИЗДЕЛИИ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ УЗЛОВ ТРЕНИЯ

Рассмотрены вопросы структурообразования пластичных смазок, являющихся по сути коллоидными системами, в процессе их приготовления, а также факторы, влияющие на старение смазочных материалов при хранении в таре и при эксплуатации в узлах трения. Приведены результаты анализа качества смазок после продолжительной эксплуатации в узлах трения различных видов техники.

**Ключевые слова:** пластичная смазка, дисперсная фаза, дисперсионная среда, образование и старение пластичной системы, потеря дисперсионной среды, растекаемость, объемно-

механические свойства, продолжительность хранения и эксплуатации, поверхностно-активные вещества, коагуляция.

Structural formation of plastic greases, which are essentially colloidal systems, during their fabrication and the factors that affect aging of lubricants during storage in containers and use in friction units are examined. The results of an analysis of the quality of the greases after prolonged use in friction units in different types of engineering are reported.

**Key words:** plastic grease, disperse phase, dispersion medium, formation and aging of a plastic system, loss of dispersion medium, spreadability, bulk mechanical properties, duration of storage and use, surfactants, coagulation.

**В.П. Коваленко, З.Ф. Исмагилова, Ф.Р. Исмагилов**

## АМИНОВАЯ ОЧИСТКА СЕРОВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Показана перспективность усовершенствования метода адсорбционной очистки в случае использования в качестве адсорбента углеродных наноматериалов в комбинации с активированными углями или макропористыми адсорбционными материалами. Приведены результаты экспериментальных исследований адсорбционных свойств наноуглеродного материала — филаментарного углерода на модельных растворах этианоламина, содержащих ПАВ. Установлено, что в статических и динамических условиях испытания новый материал обладает более высокими показателями адсорбции среди активированных углей, в том числе по сравнению с углями марок АГ-3 и АГ-2, широко используемыми на промышленных установках сероочистки.

**Ключевые слова:** установки аминовой очистки, вспенивание, пеногашение, примеси, фильтрация, адсорбция, углеродные сорбенты, филаментарный углерод, изотермы адсорбции, системы загрузки сорбента.

The prospects for improving the method of adsorption purification in using carbon nanomaterials combined with activated carbons or macroporous adsorption materials as the adsorbent was demonstrated. The results of experimental studies of the adsorption properties of a nanocarbon material — filamentary carbon — in model solutions of ethanolamine containing SF are reported. It was found that in static and dynamic testing conditions, the new material has higher adsorption indexes among activated carbons, including in comparison to the AG-3 and AG-2 carbons widely used in industrial sulfur scrubbers.

**Key words:** amine purification units, foaming, foam quenching, filtration, adsorption, carbon sorbents, filamentary carbon, adsorption isotherms, sorbent loading systems.

**Г.В. Власова, Н.А. Пивоварова, Л.Б. Кириллова, С.Р. Рамазанов, Л.В. Пахмистеров**

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОЧИСТКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Исследовано воздействие постоянного магнитного поля на углеводородное сырье разной природы. Установлено влияние магнитной индукции на размер дисперсных частиц. Показана эффективность воздействия магнитного поля на процесс очистки углеводородного сырья от механических примесей.

**Ключевые слова:** постоянное магнитное поле, дисперсные системы, очистка углеводородного сырья от механических примесей.

The effect of a constant magnetic field on hydrocarbon feedstock of different natures was investigated. The effect of magnetic induction on the size of disperse particles was established. The effectiveness of the magnetic field on treatment of hydrocarbon feedstock to remove particulate contaminants was demonstrated.

**Key words:** constant magnetic field, disperse systems, treatment of hydrocarbon feedstock to remove particulate contaminants.

**Мунавар Халил, Бадрул Мохамед Ян, Абдул Азиз Абдул Раман**

**ОПТИМИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ДРОБНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА СОСТАВА НЕТРАДИЦИОННОГО РАСТВОРА ДЛЯ ВСКРЫТИЯ ПЛАСТА ПРИ БУРЕНИИ С ДЕПРЕССИЕЙ НА ПЛАСТ**

Для оптимизации эксплуатационных характеристик скважин разработан сверхлегкий буровой раствор очень низкой плотности. Состав раствора подобран с учетом его револогических свойств (вязкости и плотности) и стабильности с использованием дробного факторного эксперимента. Показано, что экспериментальные данные хорошо коррелируют с данными моделирования.

**Ключевые слова:** нарушение эксплуатационных свойств пласта, вызванное перфорацией, депрессионная перфорация, раствор для вскрытия пласта, дробный факторный эксперимент, вариационный анализ.

For optimizing the performance characteristics of wells, an ultralight drilling mud of very low density was developed. The composition of the mud was selected with consideration of its rheological properties (viscosity and density) and stability using a fractional factorial experiment. It was shown that the experimental data correlate well with the modeling data.

**Key words:** perturbation of the performance properties of the bed caused by perforation, depression perforation, bed opening mud, fractional factorial experiment, variation analysis.

**Ю.В. Попов, С.М. Леденев, А.В. Нагин, К.Д. Радченко**

**ВЫСОКОСЕРНИСТАЯ ПРИСАДКА К ТРАНСМИССИОННЫМ МАСЛАМ**

Приведены результаты синтеза высокосернистой противозадирной и противоизносной присадки для трансмиссионных масел. Предложена принципиальная технологическая схема получения присадки и исследована возможность ее использования при приготовлении масел, соответствующих по качеству группе ТМ-3,4.

**Ключевые слова:** высокосернистая присадка, трансмиссионное масло.

The results of synthesizing a high-sulfur, antiscuff and antiwear additive for transmission oils are reported. A skeleton process scheme for production of the additive is proposed and the possibility of using it in manufacture of oils corresponding to group TM-3.4 in quality is investigated.

**Key words:** high-sulfur additive, transmission oil.

**М. Абдалла, М. А. Радван, Шахера М. Шохаузб, С. Абдельхамед**

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРИРОДНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НЕФТЕПРОВОДОВ В РАСТВОРАХ ГИДРОКСИДА НАТРИЯ**

Изучено методами гальваностатической и потенциодинамической анодной поляризации ингибирующее действие масел петрушек, латука и редиса на коррозию углеродистой стали L-52, используемой в Египте при изготовлении нефтепроводов, в 0,5M растворе NaOH. Это действие возрастает с увеличением концентрации указанных масел, что объясняется адсорбцией основных компонентов масел на поверхности стали. Процесс адсорбции описан изотермой Лэнгмюра.

Обнаружено, что введение в 0,5M раствор NaOH хлорид-ионов ускоряет питтинговую коррозию стали в результате смещения потенциала питтингообразования в сторону более

отрицательных значений. Добавленные в содержащие хлорид-ионы растворы исследуемые масла предохраниют сталь от питтинговой коррозии.

**Ключевые слова:** масло петрушки, масло латука, масло редиса, ингибиторы коррозии, углеродистая сталь, питтинговая коррозия.

Galvanostatic and potentiodynamic anode polarization methods were used to study the inhibiting effect of parsley, lettuce, and radish oils on corrosion of carbon steel L-52, used in Egypt in manufacturing pipelines, in 0.5 M NaOH solution. This effect increases with an increase in the concentration of these oils, which is due to adsorption of the basic components of the oils on the surface of the steel. The adsorption process is described by a Langmuir isotherm.

It was found that incorporation of chloride ions in the 0.5 M solution of NaOH accelerates pitting corrosion of the steel as a result of moving the pitting potential toward more negative values. The investigated oils added to the solutions containing chloride ions protect steel from pitting corrosion.

**Key words:** parsley oil, lettuce oil, radish oil, corrosion inhibitors, carbon steel, pitting corrosion.

**З.Р. Агаева, К.И. Садыхов, Ф.М. Велиева, И. Г. Меликова**

ОПТИМИЗАЦИЯ СИНТЕЗА ИНГИБИТОРА СЕРОВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ СУЛЬФОНАТНОГО ТИПА

Исследована ингибирующая способность алкилфенолсульфоната кальция, полученного варьированием различных соотношений исходных компонентов при помощи метода оптимизации. С использованием метода математической статистики найдены оптимальные значения соотношения основных реагентов и условия синтеза эффективных ингибиторов сероводородной коррозии металлов.

**Ключевые слова:** метод оптимизации, защитная эффективность, синтез соединений, функциональные группы, ингибитор сероводородной коррозии.

The inhibiting power of calcium alkylphenol sulfonate obtained by varying the ratios of the initial components was investigated with the optimization method. Using a method from mathematical statistics, the optimum values of the ratio of the basic reagents and conditions of synthesis of effective hydrogen-sulfide metal corrosion inhibitors were found.

**Key words:** optimization method, protective effectiveness, synthesis of compounds, functional groups, hydrogen-sulfide corrosion inhibitor.