

# Химия и технология топлив и масел

## 6(568)'2011

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

### ТЕХНОЛОГИЯ

- Е. Р. Шпербер, Т. Н. Боковинова, Д. Р. Шпербер.* 3  
Применение донных отложений нефтяных резервуаров  
в производстве кровельного материала

### АППАРАТУРА

- Б. З. Соляр, Л. Ш. Глазов, Е. А. Климцева,* 7  
*Н. Г. Годжаев, А. А. Бабынин, А. К. Калимуллин.*  
Разработка технических решений по повышению  
производительности и эффективности работы установки  
каталитического крекинга в ОАО «ТАИФ-НК»

### ИССЛЕДОВАНИЯ

- Лей Ши, Шушень Гао, Сюн Вей.* 11  
Физическое моделирование механизма работы обводненных  
подземных хранилищ газа

- Фушен Чжан, Цзинь Оуян, Ювэй Хе,* 16  
*Дэвэй Ван, Синьфан Фэн.*  
Исследование стабильности эмульсии, добываемой  
с помощью мицелярно-полимерно-щелочного заводнения

- Г. И. Амануллаева, А. Г. Азизов,* 20  
*Р. В. Алиева, А. С. Аскерова.*  
Продукты этерификации, полученные  
в присутствии новых полимерных катализаторов  
сульфокатионитного типа

- Т. К. Ветрова, В. А. Морозов, В. А. Дорогочинская,* 25  
*О. В. Романова, Б. П. Тонконогов.*  
Эффективность различных типов  
поглотителей сероводорода в мазуте

- Ю. В. Поконова.* 27  
Получение асфальтолов из нефтяных остатков

- Ф. М. Аль-Новайзер, М. Абдалла, Е. Х. Эль-Моссальями.* 29  
Использование N,N-ди(полиоксиэтилен)-4-додециланилина  
в качестве ингибитора коррозии стали  
в растворах соляной кислоты

### ЭКОЛОГИЯ

- Ю. Н. Кахраманлы, Р. Ш. Гаджиева.* 36  
Сорбционные характеристики сорбентов  
на основе пенополивинилхлорида

### АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

- А. М. Данилов.* 41  
Разработка и применение присадок к топливам  
в 2006–2010 гг.

### АЛФАВИТНЫЕ УКАЗАТЕЛИ

- Статьи, опубликованные в 2011 году. 52  
Авторы статей, опубликованных в 2011 году. 55

# Chemistry and Technology of Fuels and Oils

## 6<sub>(568)</sub>'2011

Редактор

**Н. Н. Петрухина**

Ответственный секретарь

**О. В. Любименко**

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 «ХТТМ»

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)

---

## Contents

---

### TECHNOLOGY

- E. R. Shperber, T. N. Bokovikova, and D. R. Shperber.* 3  
Use of Oil Tank Bottom Deposits in Roofing Material Production
- 

### EQUIPMENT

- B. Z. Solyar, L. Sh. Glazov, E. A. Klimtseva,* 7  
*N. G. Godzhaev, A. A. Babynin, and A. K. Kalimullin.*  
Development of Designs for Enhancing Output  
and Operation Efficiency of JSC «TAIF-NK» Catalytic Cracking Plant
- 

### RESEARCH

- Shi Lei, Gao Shusheng, and Xiong Wei.* 11  
Physical Simulation of Mechanism of Operation  
of Water-Flooded Underground Gas Storages

- Fusheng Zhang, Jian Ouyang, Yuwei He,* 16  
*Dewei Wang, and Xinfang Feng.*  
Study of Stability of Emulsion Obtained  
by Micelle-Polymer-Alkali Flooding

- G. I. Amanullaeva, A. G. Azizov, R. V. Alieva,* 20  
*and A. S. Askerova.*  
Etherification Products Obtained in the Presence  
of New Sulfonic Cation-Exchanger Type of Polymeric Catalysts

- ST. K. Vetrova, V. A. Morozov, V. A. Dorogochinskaya,* 25  
*O. V. Romanova, and B. P. Tonkonogov.*  
Effectiveness of Various Types of Absorbers  
of Hydrogen Sulfide in Residual Fuel Oil

- Yu. V. Pokonova.* 27  
Getting Asphaltols from Petroleum Resides

- F. M. Al-Nowaiser, M. Abdallah, and E. H. El-Mossalamy.* 29  
N,N-di(polyoxyethylene)-4-dodecylaniline as Inhibitor  
of Steel Corrosion in Hydrochloric Acid Solutions
- 

### ECOLOGY

- Yu. N. Kakhramanly and R. Sh. Gadzhieva.* 36  
Sorption Properties of Sorbents Based  
on Polyvinylchloride Foam
- 

### ANALYTICAL REVIEW

- A. M. Danilov.* 41  
Development and Use of Fuel Additives during 2006–2010
- 

### INDEXES

- Articles Published in 2010. 52  
Author Index, Numbers 1–6, 2010. 55

*Е. Р. Шнербер, Т. Н. Боковикова, Д. Р. Шнербер*

## ПРИМЕНЕНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НЕФТЯНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРОВЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Исследованы донные отложения нефтяных резервуаров; приведен расчет класса их опасности. Разработана технология получения кровельного материала из нефтешлама.

**Ключевые слова:** донные отложения нефтяных резервуаров, нефтешлам, кровельный материал, класс опасности.

Bottom deposits of oil tanks are studied and the hazard class of these deposits is calculated. A technology is developed for producing roofing material from oil sludge.

**Key words:** bottom deposits of oil tanks, oil sludge, roofing material, hazard class.

*Б. З. Соляр, Л. Ш. Глазов, Е. А. Климцева, Н. Г. Годжаев, А. А. Бабынин, А. К. Калимуллин*

## РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА В ОАО «ТАИФ-НК»

Описаны результаты разработки и внедрения комплекса технических решений, направленных на совершенствование технологии процесса и модернизацию оборудования реакторного блока установки каталитического крекинга в ОАО «ТАИФ-НК», позволивших существенно повысить производительность, эффективность и стабильность работы установки.

**Ключевые слова:** каталитический крекинг, реакторный блок, реактор, регенератор, сырьевые форсунки, циклоны, торможение термических реакций, сепарационная зона, циркуляция катализатора, бензиновая фракция, октановое число.

The results of development and introduction of a set of designs aimed at improving process technology and modernization of equipment of the reactor assembly of the JSC «TAIF-NK» catalytic cracking plant, which help markedly raise the output, efficiency, and stability of operation of the plant, are reported.

**Key words:** catalytic cracking, reactor assembly, reactor, regenerator, feedstock injectors, cyclones, inhibition of thermal reactions, separation zone, catalyst recycling, gasoline fraction, octane number.

*Лей Ши, Шушень Гао, Сюн Вей*

## ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РАБОТЫ ОБВОДНЕННЫХ ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА

В соответствии с характеристиками обводненного подземного хранилища газа была разработана физическая модель закачки/отбора газа, выполнено моделирование строительства и работы хранилища. На основе графика работы обводненного подземного хранилища газа и перколяционного механизма газа и воды в обводненном коллекторе выявлены значимые характеристики обводненных хранилищ, в том числе пористость, обводненность, степень гетерогенности коллектора и схема эксплуатации. Оказалось, что обводненность и гетерогенность коллектора являются определяющими параметрами обводненных хранилищ. Показано, что гомогенные коллекторы следует использовать в качестве основного горизонта подземного хранилища газа. При закачке и отборе газа из хранилища следует принимать во внимание содержание воды в коллекторе.

**Ключевые слова:** обводненный газовый коллектор, подземное хранилище газа, физическое моделирование, перколяционный механизм, гетерогенность.

A physical gas injection–evacuation model is developed in keeping with the characteristics of water-encroached (flooded) underground gas storages, and construction and operation of the storage is simulated. Based on the graph depicting the operation of the water-encroached underground gas storage and the gas and water percolation mechanism in a flooded reservoir, the important characteristics of flooded storages, including porosity, degree of flooding, extent of heterogeneity of the reservoir, and operation scheme, are determined. It was found that the degree of flooding and heterogeneity of the reservoir are the crucial parameters of flooded storages. It is shown that homogeneous reservoirs should be used as the main horizon of the underground gas storage. While injecting gas and withdrawing it from the storage, the water content in the reservoir must be taken into account.

**Key words:** flooded (water-encroached) gas reservoir, underground gas storage, physical simulation (modeling), percolation mechanism, heterogeneity.

*Фушан Чжан, Цзинь Оуян, Ювэй Хе, Дэвэй Ван, Синьфан Фэн*

#### ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ЭМУЛЬСИИ, ДОБЫВАЕМОЙ С ПОМОЩЬЮ МИЦЕЛЯРНО-ПОЛИМЕРНО-ЩЕЛОЧНОГО ЗАВОДНЕНИЯ

Влияние вытесняющих агентов — щелочи, поверхностно-активного вещества и полимера — на стабильность добываемой с использованием мицелярно-полимерно-щелочного заводнения эмульсии можно быстро и точно определить с помощью анализатора стабильности компании «FORMULACTION» (Франция). Прибор фиксирует отраженный рассеянный свет и изменение светопропускания. Обнаружено, что при использовании вытесняющих агентов стабильность эмульсии вода в нефти постепенно увеличивается с их концентрацией и, следовательно, степень обезвоживания эмульсии постепенно снижается, а стабильность эмульсии нефть в воде возрастает. Это свидетельствует о том, что содержание нефти в сточной воде повышается. Однако при содержании в водной фазе не более 700 мг/л щелочи наблюдается обратное.

**Ключевые слова:** щелочь, ПАВ, полимер, мицелярно-полимерно-щелочное заводнение, стабильность, продукция скважины.

The influence of expellants, namely alkali, surfactant, and polymer, on the stability of emulsion produced by using micelle-polymer-alkali flooding (injection) can be determined quickly and accurately with the aid of a FORMULACTION (French firm) stability analyzer. The analyzing device records reflected scattered light and change in light transmission. It was found that, when expellants are used, the stability of emulsion of water in oil increases gradually with expellant concentration and, consequently, the degree of dewatering of the emulsion diminishes gradually and the stability of the emulsion of oil in water increases. This testifies that the oil content in the waste water rises. But the opposite is observed if the aqueous phase contains no more than 700 mg/liter of alkali.

**Key words:** alkali, surfactant, polymer, micelle-polymer-alkali flooding, stability, well production.

*Г. И. Амануллаева, А. Г. Азизов, Р. В. Алиева, А. С. Аскерова*

#### ПРОДУКТЫ ЭТЕРИФИКАЦИИ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ПРИСУТСТВИИ НОВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ СУЛЬФОКАТИОНИТНОГО ТИПА

Приведены результаты синтеза алкил-*трет*-алкиловых эфиров и сложных эфиров в присутствии сульфированных привитых сополимеров стирола с полиэтиленом, полистиролом, атактическим полипропиленом, этиленпропиленовым каучуком. Показана возможность получения в присутствии указанных катализаторов метил-*трет*-бутилового, этил-*трет*-бутилового, пропил-*трет*-бутилового эфиров и компонентов синтетических масел. Регулирование каталитических свойств сульфированных привитых сополимеров возможно изменением их состава.

**Ключевые слова:** этерификация, простые эфиры, сульфокатиониты, полимерные катализаторы.

The results of synthesis of alkyl-tert-alkyl ethers and esters in the presence of sulfonated graft copolymers of styrene with polyethylene, polystyrene, atactic polypropylene, ethylene-propylene rubber, etc. are reported. The possibility of getting methyl-tert-butyl, ethyl-tert-butyl, and propyl-tert-butyl ethers, and components of synthetic oils in the presence of the above-noted catalysts is shown.

**Key words:** etherification, ethers, sulfonic cation exchangers, polymeric catalysts.

*Т. К. Ветрова, В. А. Морозов, В. А. Дорогочинская, О. В. Романова, Б. П. Тонконогов*

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ СЕРОВОДОРОДА В МАЗУТЕ

Рассмотрены основные типы поглотителей сероводорода, доступные на российском рынке. На двух компонентах товарного мазута — прямогонном мазуте и газойле висбрекинга проанализировано действие поглотителей сероводорода различного химического состава. Практически во всех случаях применение поглотителей эффективно. Отмечено их негативное влияние на показатель «содержание водорастворимых кислот и щелочей».

**Ключевые слова:** поглотители сероводорода, химический состав, остаточное содержание сероводорода.

The chief types of hydrogen sulfide absorbers available in the Russian market are examined. The action of hydrogen sulfide absorbers differing in chemical composition is analyzed with reference to two components of commercial residual fuel oil, namely straight-run fuel oil and visbreaking gas oil. The absorbers (absorbents) are effective in almost all cases. They are found to have an adverse effect on the contents of water-soluble acids and alkalis.

**Key words:** hydrogen sulfide absorbers, chemical composition, residual hydrogen sulfide content.

*Ю. В. Поконова*

#### ПОЛУЧЕНИЕ АСФАЛЬТОЛОВ ИЗ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

Показано, что при радиационном воздействии асфальтиты окисляются с образованием карбоксильных, карбонильных, сложноэфирных и фенольных групп. При определенной дозе облучения и осуществлении реакции в кислой или щелочной среде получают асфальтолы — производные асфальтитов, которые содержат преимущественно фенольные группы, являющиеся наиболее радиационностойкими. Выявлено, что асфальтолы являются ингибиторами окисления нефтяных масел. Введением в асфальтолы сульфогрупп получены полифункциональные катиониты.

**Ключевые слова:** асфальтиты, радиационное окисление асфальтитов, асфальтолы, фенольные группы.

It is shown that upon irradiation asphaltites are oxidized with formation of carboxyl, carbonyl, ester, and phenol groups. Asphaltols – derivatives of asphaltites that contain essentially phenol groups, which are highly radiation resistant, are formed when asphaltites are exposed to a fixed radiation dose and the reaction occurs in an acidic or alkaline medium. It was found that asphaltols are inhibitors of oxidation of hydrocarbon (petroleum) oils. Polyfunctional cation exchangers are obtained by introducing sulfo (sulfonic-acid) groups into asphaltols.

**Key words:** asphaltites, radiative oxidation of asphaltites, asphaltols, phenol groups.

*Ф. М. Аль-Новайзер, М. Абдалла, Е. Х. Эль-Моссалями*

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ N,N-ДИ(ПОЛИОКСИЭТИЛЕН)-4-ДОДЕЦИЛАНИЛИНА В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ СТАЛИ В РАСТВОРАХ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Методами измерения потери массы, потенциодинамической поляризации и спектроскопии электрохимического импеданса исследовано ингибирующее действие N,N-ди(полиоксиэтилен)-4-додециланилина с различным числом оксиэтиленовых звеньев на коррозию стали в 1М растворе соляной кислоты. Выявлено, что исследованные соединения являются хорошими ингибиторами коррозии. Эффективность ингибирования увеличивается с концентрацией ингибитора, числом оксиэтиленовых звеньев в его цепи и уменьшением температуры. Ингибирующее действие исследуемых соединений обусловлено блокированием поверхности металла в результате адсорбции оксиэтиленовых звеньев ингибитора. Процесс адсорбции описывается изотермой Фрейндлиха. Указанные соединения выступают как ингибиторы смешанного типа (преимущественно анодные). Вычислены некоторые термодинамические параметры коррозии.

**Ключевые слова:** ингибитор коррозии, N,N-ди(полиоксиэтилен)-4-додециланилин, железо, адсорбция.

The inhibiting effect of N,N-di(polyoxyethylene)-4-dodecylaniline having different numbers of oxyethylene units on steel corrosion in 1 M hydrochloric acid solution is studied by weight loss measurement, potentiodynamic polarization, and electrochemical impedance spectroscopy. It is established that the studied compounds are good corrosion inhibitors. The inhibition effect increases with the concentration of the inhibitor and the number of oxyethylene units in its chain and with the fall of temperature. The inhibiting effect of the studied compounds stems from blocking of the metal surface due to adsorption of oxyethylene units of the inhibitor. The adsorption process is described by the Freundlich isotherm. The referred compounds act as mixed (mainly anodic) type of inhibitors. Some thermodynamic corrosion parameters are calculated.

**Key words:** corrosion inhibitor, N,N-di(polyoxyethylene)-4-dodecylaniline, iron, adsorption.

*Ю. Н. Кахраманлы, Р. Ш. Гаджиева*

#### СОРБЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПЕНОПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Предложены сорбенты на основе пенополивинилхлорида для сорбции нефти и нефтепродуктов с поверхности воды. Показано, что варьированием объемной массы сорбентов можно регулировать их сорбционную емкость в широких пределах. Установлена зависимость изменения сорбционной емкости сорбента от кратности регенерации и толщины нефтяного слоя на поверхности воды.

**Ключевые слова:** пенополимеры, объемная масса, сорбционная емкость, полимерные сорбенты.

Sorbents based on polyvinylchloride foam (expanded polyvinylchloride) for sorbing oil and oil products from water surface are proposed. It is shown that the sorption capacity of the sorbents can be controlled within wide limits by varying the volume weight of the sorbents. The change in sorption capacity of the sorbent is found to be dependent on the multiplicity (frequency) of regeneration and thickness of the oil layer on the water surface.

**Key words:** foam (expanded) polymers, volume weight, sorption capacity, polymeric sorbents.

*А. М. Данилов*

#### РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРИСАДОК К ТОПЛИВАМ В 2006–2010 гг.

На основе анализа литературной и патентной информации рассмотрена ситуация в области присадок к топливам в 2006–2010 гг. Выявлены основные тенденции в разработке присадок, охарактеризованы основные типы присадок. Отмечено, что в России преобладают импортные присадки, но благодаря отечественным разработкам, появившимся в рассматриваемый период, начался процесс импортозамещения, который в перспективе может устранить зависимость

топливной промышленности от зарубежных поставок. Приведен анализ потребности российской нефтеперерабатывающей промышленности в присадках, необходимых для получения топлив, отвечающих современным требованиям. Охарактеризованы отечественные разработки в области присадок.

**Ключевые слова:** присадка, топливо, патентование присадок, противоизносная присадка, алкилнитрат, депрессор, диспергатор парафинов, моющая присадка.

Based on analysis of literature and patent information, the situation pertaining to fuel additives in the period 2006–2010 is reviewed. The major trends in additive development are shown and the main types of additives are characterized. It is noted that imported additives predominate in Russia, but thanks to indigenous developments that occurred over this period, the process of import substitution has begun, which may rid the fuel industry of its dependence on foreign supplies in the future. The demand of the Russian oil refining industry for additives required to produce fuels that meet the current standards is analyzed. The indigenous additive developments are described.

**Key words:** additive, fuel, patenting of additives, wear-preventive additive, alkyl nitrate, depressant, disperser of paraffins, detergent additive.