

# Химия и технология топлив и масел

## 1 (557) '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**  
**И. Г. Фукс**

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

## Содержание

### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

#### Технология альтернативных топлив

*С.Г. Заварухин, В.А. Яковлев, В.Н. Пармон, В.Г. Систер, Е.М. Иванникова, О.А. Елисеева.* 3  
Разработка процесса переработки рапсового масла в биодизель и высокоцетановые компоненты дизельного топлива

#### Утилизация отработанных нефтепродуктов

*Л. Станьковский, Р.О. Чередниченко, В.А. Дорогочинская.* 8  
Классификация отработанных смазочных масел и показатели их качества

*Д.В. Шарафутдинова, И.Р. Татур, Ю.А. Мусалов, Т.И. Сочевко.* 12  
Регенерация отработанных защитных жидкостей с применением избирательных растворителей

#### Защита от коррозии

*В.Г. Спиркин, И.Р. Татур, М.А. Силин, Б.П. Тонконогов, А.А. Мухин, Р.К. Вагапов, Е.Н. Попов, И.В. Митин.* 15  
Ингибированные смазочные материалы для защиты от коррозии газотранспортного и промышленного оборудования

### ТЕХНОЛОГИЯ

*С.Э. Долинский, Т.А. Чижевская, Д.А. Никифоров.* 18  
Комбинированная модульная установка гидроочистки дизельного топлива производительностью от 50 до 500 тыс. т/год с блоком получения водорода

*Г.А. Гусейнова, Ф.И. Самедова, Т.Н. Шабалина.* 21  
Получение основ белых масел гидрированием олигомеров олефинов

*Т.И. Сочевко, Т.М. Тугушева.* 26  
Обезмасливание гача с применением ультразвука

*Ж.Ю. Гусакова, А.В. Нупрейчик, И.В. Павлов, О.А. Тимошенко.* 28  
Получение трансформаторного масла ГК в ОАО «АНХК»

### АППАРАТУРА

*Р.Р. Везилов, Р.Г. Гареев, С.А. Обухова, Н.Р. Везирова, Д.Е. Халиков.* 30  
Проблемы теплообмена остаток—сырье на установках висбрекинга

### ХИММОТОЛОГИЯ

*Г.Г. Немсадзе, В.Л. Лашхи, Б.П. Тонконогов.* 35  
Склонность моторных масел к образованию отложений при высоких температурах

*Е.П. Федоров, Л.С. Яновский, Н.И. Варламова, И.М. Попов, П.В. Бородако.* 38

Технические требования к топливу для базирующейся на морской платформе газотурбинной установки  
*Чень Бошуи, Сунь Юки, Фан Джианьхуа, Ван Джу, Ву Джиан.* 41  
Низкотемпературные свойства и кристаллическая структура смесей биодизелей

### ИССЛЕДОВАНИЯ

*М.И. Рустамов, Н.Н. Пириев, Ф.А. Бабаева.* 45  
Дегидратация метанола на цеолитсодержащих катализаторах

*Ю. В. Поконова.* 49  
Получение ионитов из крекинг-остатков

### ОХРАНА ТРУДА

*Н.В. Скорописцева, Ю.В. Голубков, М.Е. Кущева.* 51  
Влияние температуры при обработке глубоких отверстий резанием на содержание вредных компонентов в смазочно-охлаждающих жидкостях на масляной основе

### ЭКОЛОГИЯ

*С.И. Колесников, М.Ю. Кильянов, О.М. Чеховская.* 54  
Каталитическая сероочистка дизельного топлива с применением кавитационного смесителя

**С.Г. Заварухин, В.А. Яковлев, В.Н. Пармон, В.Г. Систер, Е.М. Иванникова, О.А. Елисеева**

### **Разработка процесса переработки рапсового масла в биодизель и высокоцетановые компоненты дизельного топлива**

Предложена новая технология переработки растительного масла (в частности, рапсового), особенностью которой является применение одного реактора переэтерификации с неподвижным слоем гетерогенного катализатора и наличие дополнительной стадии гидрооблагораживания части биодизеля с получением гриндизеля (высокоцетановых углеводородов), который может использоваться в качестве улучшающей добавки к традиционным дизельным топливам. Для предлагаемой технологической схемы проведены расчеты материального и теплового балансов.

Ключевые слова:

Биодизельное топливо, рапсовое масло, гриндизель, переэтерификация, гидрооблагораживание.

### **Л. Станьковски, Р.О. Чередниченко, В.А. Дорогочинская** **Классификация отработанных смазочных масел и показатели их качества**

Показано, что отдельные требования действующего стандарта на отработанные нефтепродукты, особенно к содержанию воды, не отвечают реальным условиям работы сборщиков отработанных смазочных материалов (ОСМ), а также реальным схемам переработки последних, существующим в Российской Федерации.

Отмечена нецелесообразность использования сборщиками ОСМ местных установок для их подготовки к переработке, в частности для снижения в них содержания воды.

Разработана классификация ОСМ, отражающая требования технологии их переработки и реалии работы сборщиков. В качестве показателя наличия остатков легирующих присадок и продуктов старения предложено применять число омыления.

Ключевые слова:

отработанные смазочные масла, классификация, требования к показателям качества, число омыления.

### **Д.В. Шарафутдинова, И.Р. Татур, Ю.А. Мусалов, Т.И. Сочевко** **Регенерация отработанных защитных жидкостей с применением избирательных растворителей**

Исследована возможность утилизации отработанных защитных жидкостей на основе минерального масла, содержащих высокомолекулярные полиизобутилены и антиокислительные добавки, путем их регенерации с применением избирательных растворителей и последующего использования регенированного масла в производстве смазочных материалов.

Ключевые слова:

защитные жидкости, полиизобутилен, регенерация, избирательные растворители, утилизация.

### **В.Г. Спиркин, И.Р. Татур, М.А. Силин, Б.П. Тонконогов, А.А. Мухин, Р.К. Вагапов, Е.Н. Попов, И.В. Митин**

### **Ингибированные смазочные материалы для защиты от коррозии газотранспортного и промышленного оборудования**

Показано, что эффективным способом защиты газопромышленного и газотранспортного оборудования от коррозии, в частности сероводородной, является применение ингибированных смазочных материалов.

Разработано новое ингибированное турбинное масло Тп-32Р, отличающееся от широко используемого турбинного масла Тп-22с более высокими защитными и противоизносными свойствами.

Новое масло прошло квалификационные испытания, а также испытания на соответствие требованиям СТО Газпром.

Ключевые слова:

ингибитор коррозии, смазочное масло, сероводород, деэмульгатор, компрессорная станция.

### **С.Э. Долинский, Т.А. Чижевская, Д.А. Никифоров** **Комбинированная модульная установка гидроочистки дизельного топлива производительностью от 50 до 500 тыс. т/год с блоком получения водорода**

Предложено решение проблемы получения на мини-НПЗ дизельного топлива, отвечающего требованиям современного технического регламента, путем строительства комбинированной модульной установки гидроочистки дизельного топлива с блоком получения водорода. Сырьем для получения водорода на такой установке служит бензиновая фракция, вырабатываемая в процессе гидроочистки.

Ключевые слова:

мини-НПЗ, дизельное топливо, гидроочистка, модульная установка, блок получения водорода.

**Г.А. Гусейнова, Ф.И. Самедова, Т.Н. Шабалина**  
**Получение основ белых масел гидрированием олигомеров олефинов**

Показано, что в процессе гидрирования олигомеров олефинов на платиносодержащем катализаторе при оптимальных параметрах достигаются значения их иодного числа менее 1 г I<sub>2</sub>/100 г. Это обеспечивает получение основ белых масел, соответствующих всем предъявляемым требованиям.

Из гидрированных продуктов могут быть выделены основы гидравлических, авиационных, кабельных, компрессорных и других масел.

Ключевые слова:

белые масла, олигомеры олефинов, гидрированные олигомеры, гидрирование, катализаторы гидрирования.

**Т.И. Сочевко, Т.М. Тугушева**  
**Обезмасливание гача с применением ультразвука**

Рассмотрены направления интенсификации процесса производства масел и твердых углеводородов: оптимизация режимов процесса кристаллизации твердых углеводородов, применение поверхностно-активных веществ и ультразвука.

Ключевые слова:

кристаллизация, модификаторы, ультразвуковое облучение.

**Ж.Ю. Гусакова, А.В. Нупрейчик, И.В. Павлов, О.А. Тимошенко**  
**Получение трансформаторного масла ГК в ОАО «АНХК»**

Приведены результаты исследований свойств трансформаторного масла на соответствие требованиям МЭК 60296 (2003 г). Предложен способ расширения сырьевого ресурса производства трансформаторного масла, увеличения выхода целевого продукта и повышения его качества.

**Р.Р. Везиров, Р.Г. Гареев, С.А. Обухова, Н.Р. Везирова, Д.Е. Халиков**  
**Проблемы теплообмена остаток-сырье на установках висбрекинга**

**Г.Г. Немсадзе, В.Л. Лашхи, Б.П. Тонконогов**  
**Склонность моторных масел к образованию отложений при высоких температурах**

Рассмотрена склонность моторных масел на примере дизельных масел к образованию отложений при высоких температурах вследствие дестабилизации коллоидной системы в тонких слоях на разогретой металлической поверхности.

Учтено, что в дизельных маслах в процессе эксплуатации происходит накопление в значительном количестве дисперсных частиц (сажи), влияющих на физико-химические характеристики масел.

Показано, что по изменению этих характеристик можно прогнозировать состояние деталей и узлов двигателей внутреннего сгорания.

Ключевые слова:

дизельное масло, двигатель внутреннего сгорания, высокотемпературные отложения, коллоидная стабильность, дисперсная фаза.

**Е.П. Федоров, Л.С. Яновский, Н.И. Варламова, И.М. Попов, П.В. Бородако**  
**Технические требования к топливу для базирующейся на морской платформе газотурбинной установки**

Определены технические требования к жидкому и газообразному топливу, получаемому непосредственно на морской платформе для размещенной на ней энергетической установки на базе авиационного газотурбинного двигателя.

Ключевые слова:

жидкое и газообразное топливо, технические требования, морская платформа, энергетическая установка, авиационный газотурбинный двигатель.

**Чень Бошуи, Сунь Юки, Фан Джианьхуа, Ван Джу, Ву Джиан (можно не переводить)**  
**Низкотемпературные свойства и кристаллическая структура смесей биодизелей**

Показано, что смеси биодизеля на основе сои с китайским дизельным топливом № 0 по сравнению с чистыми биодизелем и нефтяным дизельным топливом характеризуются небольшим снижением температуры застывания и предельной температуры фильтрования (ПТФ). При температурах ниже температуры застывания и ПТФ динамическая вязкость смесей значительно повышается с понижением температуры, но снижается с увеличением скорости сдвига, в этом случае смеси ведут себя как неньютоновские жидкости. При температурах выше температуры застывания и ПТФ зависимость между динамической вязкостью и скоростью сдвига линейная и смеси ведут себя как ньютоновские жидкости. При низких температурах кристаллы парафинов в смесях быстро растут и сливаются друг с другом.

Потеря текучести смесей при низких температурах может быть объяснена, с одной стороны, резким повышением вязкости, а с другой стороны, — быстрым ростом и соединением кристаллов парафинов.

Ключевые слова:

биодизель, температура застывания, предельная температура фильтруемости, вязкость.

**М.И. Рустамов, Н.Н. Пириев, Ф.А. Бабаева**

#### **Дегидратация метанола на цеолитсодержащих катализаторах**

Исследовано превращение метанола на немодифицированных и модифицированных фосфорной кислотой промышленных катализаторах крекинга (ПКК), содержащих цеолит Y (KM, Цеокар-2 и KM-P) и H<sub>2</sub>CVK (KM-1 и KM-1P).

Показано, что на катализаторе KM-1 в зависимости от продолжительности опыта наблюдается переход от селективного образования углеводородных продуктов, состав которых зависит от температуры, к селективному образованию диметилового эфира (ДМЭ). Катализаты, образующиеся на катализаторах KM и Цеокар-2 и представляющие собой углеводороды и ДМЭ (~ 50%), отличаются от катализатов, образующихся на катализаторе KM-1, стабильным на протяжении опытов составом.

Модифицированные катализаторы KM-1P и KM-P обеспечивают стабильный высокоселективный выход соответственно углеводородов и ДМЭ.

Полученные результаты показывают перспективность использования ПКК для дегидратации метанола в ДМЭ.

Ключевые слова:

метанол, дегидратация, цеолитсодержащие катализаторы крекинга, модификация фосфорной кислотой, диметиловый эфир.

**Ю. В. Поконова**

#### **Получение ионитов из крекинг-остатков**

**Н.В. Скорописцева, Ю.В. Голубков, М.Е. Куцева**

#### **Влияние температуры при обработке глубоких отверстий резанием на содержание вредных компонентов в смазочно-охлаждающих жидкостях на масляной основе**

Установлено, что при обработке глубоких отверстий резанием с повышением температуры от 20 до 80°C содержание в смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ) МР-3К на масляной основе вредных компонентов — 9- и 2-метилантрацена, 3-метилфенантрена и др. снижается на 15–25%, т.е. они попадают в воздух рабочей зоны.

Показана необходимость дополнительной очистки СОЖ от полициклических ароматических углеводородов для минимизации вредного воздействия на человека и биосферу в целом.

Ключевые слова:

смазочно-охлаждающие масляные жидкости, полициклические ароматические углеводороды.

**С.И. Колесников, М.Ю. Кильянов, О.М. Чеховская**

#### **Каталитическая сероочистка дизельного топлива с применением кавитационного смесителя**

Разработана технология кавитационной активации процесса каталитической сероочистки дизельных топлив со снижением остаточного содержания меркаптановой серы в 2–2,2 раза при одновременном снижении расхода каталитического комплекса в 2 раза.

Ключевые слова:

кавитация, сероочистка, дизельное топливо, процесс «Мерокс».

S. G. Zavarukhin, V. A. Yakovlev, V. N. Parmon, V. G. Sister, E. M. Ivannikova, and O. A. Eliseeva

### **Development of a Process for Processing Rapeseed Oil into Biodiesel and High-Cetane Components of Diesel Fuel**

New technology for processing vegetable oil (in particular, rapeseed oil) is proposed; a distinctive feature is the use of one transesterification reactor with a stationary bed of heterogeneous catalyst and an additional stage of hydrotreating of part of the biodiesel to obtain green diesel (high-cetane hydrocarbons) that can be used as an ameliorant for traditional diesel fuels is proposed. The material and heat balances were calculated for the proposed technology. Key words: Biodiesel fuel, rapeseed oil, green diesel, transesterification, hydrotreating.

L. Stan'kovski, R. O. Cherednichenko, and V. A. Dorogochinskaya

### **Classification and Quality Indexes of Used Lube Oils**

It was shown that the individual requirements in the active standard for used petroleum products, especially for the water content, do not correspond to the real working conditions of used lubricant (UL) collectors and the real processing schemes for used lubricants in the Russian Federation. The inexpediency of using UL collectors at local installations for preparing the lubricants for processing, particularly for reducing their water content, is noted. A classification was developed for UL that reflects the requirements of the processing technology and the realities of the collectors' work. The saponification number was proposed as an index of the presence of residues of alloying additives and products of aging. Key words: Used lube oils, classification, requirements for quality indexes, saponification number.

D. V. Sharafutdinova, I. R. Tatur, Yu. A. Musalov, and T. I. Sochevko

### **Regeneration of Used Protective Liquids with Selective Solvents**

The possibility of utilizing used protective liquids based on mineral oil containing high-molecular-weight polyisobutylenes and antioxidants by regenerating them with selective solvents and subsequent use of the regenerated oil in production of lubricants was investigated. Key words: Preservatives, polyisobutylene, regeneration, selective solvents, utilization.

V. G. Spirkin, I. R. Tatur, M. A. Silin, B. P. Tonkonogov, A. A. Mukhin, R. K. Vaganov, E. N. Popov, and I. V. Mitin

### **Inhibited Lubricants for Protecting Natural Gas Carrier and Commercial Equipment from Corrosion**

It was shown that use of inhibited lubricants is an effective method of protecting gas commercial and carrier equipment from corrosion, particularly hydrogen sulfide corrosion. A new inhibited turbine oil, Tp-32R, was developed; it differs from the widely used Tp22s turbine oil due to the higher protective and antiwear properties. The new oil underwent classification tests and tests for compliance with the requirements of Gazprom STO. Key words: Corrosion inhibitor, lube oil, hydrogen sulfide, demulsifier, compressor station.

S. E. Dolinskii, T. A. Chizhevskaya, and D. A. Nikiforov

### **Combined Modular Installation for Hydrotreating Diesel Fuel with Output of 50 to 500,000 tons/year with a Hydrogen Production Block**

A solution to the problem of production of diesel fuel that satisfies the requirements of modern specifications in minirefineries by constructing a combined modular installation for hydrotreating of diesel fuel with a hydrogen production block. The naphtha cut manufactured during hydrotreating is used as the feedstock for hydrogen production. Key words: Minirefinery, diesel fuel, hydrotreating, modular installation, hydrogen production block.

G. A. Guseinova, F. I. Samedova, and T. N. Shabalina

### **Production of White Oil Stock by Hydrogenation of Olefin Oligomers**

It was shown that iodine numbers of less than 1 g I<sub>2</sub>/100 g are obtained during hydrogenation of olefin oligomers on a platinum-containing catalyst with optimum parameters. This ensures obtaining white oil stocks that satisfy all current requirements. Stock for hydraulic, aviation, cable, compressor, and other oils can be separated from the hydrogenated products. Key words: white oils, olefin oligomers, hydrogenated oligomers, hydrogenation, hydrogenation catalysts.

T. I. Sochevko and T. M. Tugusheva

### **Deoiling of Slack Wax with Ultrasound**

Trends in enhancing production of oils and solid hydrocarbons are examined: optimization of crystallization of solid hydrocarbons, use of surfactants and ultrasound. Key words: crystallization, modifiers, ultrasound irradiation.

Zh. Yu. Guskova, A. V. Nupreichik, I. V. Pavlov, and O. A. Timoshenko

### **Production of GK Transformer Oil at ANKKh Company**

The results of studies of the properties of transformer oil on compliance with the requirements of MEK 60296 (2003) are reported. A method is proposed for expanding the feedstock resources for production of transformer oil, and increasing the yield and quality of the target product.

R. R. Vezirov, R. G. Gareev, S. A. Obukhova, N. R. Vezirova, and D. E. Khalikov

### **Problems in Resid—Feedstock Heat Exchange in Visbreaking Units**

G. G. Nemsadze, V. L. Lashkhi, and B. P. Tonkonogov

### **Tendency of Motor Oils to Form Deposits at High Temperatures**

The tendency of motor oils to form deposits at high temperatures due to destabilization of the colloidal system in thin layers on a heated metal surface is examined. It was assumed that a significant amount of disperse particles (soot) which affect the physicochemical characteristics of diesel oils accumulate in the oils during use. It was shown that the state of internal combustion engine parts and units can be predicted by the change in these characteristics. Key words: diesel oil, internal combustion engine, high-temperature deposits, colloidal stability, disperse phase.

E. P. Fedorov, L. S. Yanovskii, N. I. Varlamova, I. M. Popov, and P. V. Borodako

### **Specifications for Fuel for a Gas-Turbine Plant on a Marine Platform**

Specifications for liquid and gaseous fuel obtained directly on a marine platform for a power plant based on an aviation gas-turbine engine were determined. Key words: liquid and gaseous fuel, specifications, marine platform, power plant, aviation gas-turbine engine.

Chen' Boshui, Sun' Yuki, Fan Dzhian'khua, Van Dzhhu, and Vu Dzhian (cannot be translated)

### **Low-temperature Properties and Crystal Structure of Biodiesel Blends**

It was shown that biodiesel blends of soy and Chinese diesel fuel No. 0 are characterized by a small drop in the solid point and maximum filtration temperature (MFT) in comparison to pure biodiesel and petroleum diesel fuel. At temperatures below the solid point and MFT, the dynamic viscosity of the blends increases significantly with a decrease in the temperature, but decreases with an increase in the shear rate, and in this case, the blends behave like a non-Newtonian fluid. At temperatures above the solid point and MFT, the dependence between the wax crystal temperatures in the blends increases rapidly and merges. The losses in the fluidity of the blends at low temperatures can be explained on one hand by the sharp increase in the viscosity and on the other by the rapid increase in and joining of the wax crystals. Key words: biodiesel, solid point, maximum filtration temperature, viscosity.

M. I. Rustamov, N. N. Pirnev, and F. A. Babaeva

### **Dehydration of Methanol on Zeolite-Containing Catalysts**

Conversion of methanol on unmodified industrial cracking catalysts (ICC) containing zeolite Y (KM, Zeocar-2 and KM-R) and NTsVK (KM-1 and KM-1R), unmodified and modified with phosphoric acid, was investigated. It was shown that conversion from selective formation of hydrocarbon products whose composition is a function of the temperature to selective formation of dimethyl ether (DME) is observed on KM-1 catalyst as a function of the duration of the experiment. The catalyzates formed on the KM and Zeocar-2 catalysts and hydrocarbons and DME (~50%) differ from the catalyzates formed on the KM-1 catalyst, with a stable composition for the duration of the experiments. Modified catalysts KM-1R and KM-R provide a stable, highly selective yield of hydrocarbons and DME, respectively. The results obtained demonstrate the promise of using ICC for dehydration of methanol into DME. Key words: methanol, dehydration, zeolite-containing cracking catalysts, modification with phosphoric acid, dimethyl ether.

Yu. V. Pokonova

### **Fabrication of Ion Exchangers from Cracking Residues**

N. V. Skoropistseva, Yu. V. Golubkov, and M. E. Kushcheva

### **Effect of the Temperature in Cutting Deep Holes on the Content of Harmful Components in Oil-Based Coolants**

It was found that in cutting deep holes with an increase in the temperature from 20 to 80°C, the content of harmful components: 9- and 2-methylantracene, 3-methylphenanthrene, etc., in oil-based MR-3K coolant (CL) decreases by 15-25%, i.e., they enter the air of the working zone. The necessity of additional treatment of CL to remove polycyclic aromatic hydrocarbons to minimize the harmful effect on humans and the biosphere as a whole is demonstrated. Key words; oil coolants, polycyclic aromatic hydrocarbons.

S. I. Kolesnikov, M. Yu. Kil'yanov, and O. M. Chekhovskaya

### **Catalytic Desulfurization of Diesel Fuel with a Cavitation Mixer**

Technology was developed for cavitation activation of catalytic desulfurization of diesel fuels with a decrease in the residual content of mercaptan sulfur by 2-2.2 times with a simultaneous decrease in consumption of the catalytic complex by 2 times. Key words: cavitation, desulfurization, diesel fuel, Merox process.