

# ТЕХНОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

научно-технологический журнал

№1<sup>(84)</sup> 2013

Главный редактор

Б. П. ТУМАНЯН

Научно-редакционный совет

К. С. БАСНИЕВ

А. Ф. ВИЛЬДАНОВ

А. И. ВЛАДИМИРОВ

А. И. ГРИЦЕНКО

А. Н. ДМИТРИЕВСКИЙ

О. Н. КУЛИШ

А. Л. ЛАПИДУС

ЛИ ГО ЮЙ

Н. А. МАХУТОВ

И. И. МОИСЕЕВ

В. А. ХАВКИН

М. ЦЕХАНОВСКА

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

С. В. Водолажский

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА И ПЕРСПЕКТИВЫ  
ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ,  
ПОПУТНОГО И ПРИРОДНОГО ГАЗА.....3

### ЭКОЛОГИЯ

А. Л. Лapidус, И. А. Голубева

ПОПУТНЫЙ НЕФТЯНОЙ ГАЗ:  
ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ И ЭКОЛОГИИ ..... 12

А. В. Савин, В. А. Бреус, С. А. Неклюдов,  
М. Л. Бондырев, И. П. Бреус

СОРБЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ  
И УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ  
ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННЫМИ  
И НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СОРБЕНТАМИ ..... 18

Р. Ш. Суфиянов, Я. С. Мухтаров, Р. М. Фатхутдинова

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ  
УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ ..... 25

### ПОДГОТОВКА НЕФТИ

А. Н. Судыкин, Р. З. Сахабутдинов, Ф. Р. Губайдулин

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ  
СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ МЕТОДОМ ИСПАРЕНИЯ ВОДЫ..... 28

### ИССЛЕДОВАНИЯ

Т. Н. Сафронова, А. А. Пимерзин, Н. Н. Томина,  
С. А. Антонов, Ю. В. Еремина

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ  
И ИХ РАЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ..... 32

А. Б. Берберов, Д. С. Афонин, Х. Х. Борзаев, Е. В. Иванов

ПОЛУЧЕНИЕ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ  
СТРУКТУРЫ «ЯДРО – ОБОЛОЧКА»  
ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ..... 37

Е. К. Онгарбаев, Е. Тилеуберди, З. А. Мансуров

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
РЕЗИНОБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ,  
СОДЕРЖАЩИХ ОТРАБОТАННОЕ МАСЛО ..... 41

М. Я. Быховский, О. В. Удалова, М. Д. Шибанова,  
Д. П. Шашкин, В. Н. Корчак

НАНЕСЕННЫЕ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТЫ,  
КАК КАТАЛИЗАТОРЫ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ПАРАФИНОВ ..... 44

#### РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Р. Р. Кадыров, А. К. Сахапова, Д. К. Хасанова,  
А. С. Жиркеев, В. А. Андреев

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРВИЧНОГО КРЕПЛЕНИЯ  
И ЛИКВИДАЦИИ НЕГЕРМЕТИЧНОСТИ  
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ..... 49

#### МЕТОДЫ АНАЛИЗА

С. А. Арыстанбекова, А. Б. Волинский,  
Н. С. Миронова, А. И. Петухова, Е. А. Мазепа

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ РТУТИ В ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ  
УРЕНГОЙСКОГО ЗАВОДА ПО ПОДГОТОВКЕ  
КОНДЕНСАТА К ТРАНСПОРТУ  
И СОСНОГОРСКОГО ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА ..... 55

#### ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА

А. А. Пятков

ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ВРЕЗНОГО ТЕРРОРИЗМА  
НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДАХ..... 60

#### 90 ЛЕТ

ВАЛЕНТИНУ СЕРГЕЕВИЧУ КОЛБИКОВУ ..... 64

Директор по информации  
Н. П. ШАПОВА

Редактор  
О. В. ЛЮБИМЕНКО

Верстка  
В. В. ЗЕМСКОВ

Подготовка материалов  
Т. С. ГРОМОВА,  
Н. Н. ПЕТРУХИНА

Адрес редакции:  
111116, Москва,  
ул. Авиамоторная, 6  
Тел./факс: (499) 135-88-75  
e-mail: tng98@list.ru

Интернет: <http://www.nitu.ru>

При перепечатке любых  
материалов ссылка на журнал  
«Технологии нефти и газа» обязательна

**№1<sup>(84)</sup> 2013**

Журнал зарегистрирован  
в Министерстве РФ по делам печати,  
телерадиовещания и средствам массовой  
коммуникации

Свидетельство о регистрации  
ПИ № 77-16415 от 22.09.2003 г.

ISSN 1815-2600

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

Подписной индекс в каталоге агентства  
«Роспечать» 84100

Тираж 1000 экз.

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

Материалы авторов  
не возвращаются

Отпечатано ООО «Стринг»  
E-mail: String\_25@mail.ru

***С. В. Водолажский***

ОАО «ВНИИНефтехим», г. Санкт-Петербург

## АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТОПЛИВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ, ПОПУТНОГО И ПРИРОДНОГО ГАЗА

В статье рассмотрены современные источники моторного топлива и химического сырья, альтернативные нефти. Особое внимание уделено процессам переработки синтез-газа с высокой реакционной способностью, универсального продукта окислительной деструкции углеродсодержащего сырья.

**Ключевые слова:** газ, нефть, уголь, синтетическая нефть, альтернативные топлива, 2,5-диметилфуран, метанол, диметиловый эфир, оксигенаты, Мобил-процесс, синтез Фишера — Тропша, крекинг, метан, синтез-газ, олефины, Циклар, Алифар, цеолит, промышленная установка.

***S. V. Vodolazhskiy***

VNIINeftekhim JSC (Saint-Petersburg)

## ALTERNATIVE FUELS AND PERSPECTIVES OF COAL, ASSOCIATED AND NATURAL GAS CHEMICAL PROCESSING

The current alternatives for oil as a motor fuel source and chemical feedstock are reported. A special attention is paid to the techniques of synthesis gas processing as a comprehensive product of hydrocarbon feedstock oxidative conversion.

**Key words:** gas, oil, coal, synthetic oil, alternative fuels, 2,5-dimethylfuran, methanol, dimethyl ether, oxygenates, Mobil-process, Fisher-Tropsch synthesis, cracking, methane, synthesis gas, alkenes, Cyclar, Alifar, zeolite, field plant.

***А. Л. Ланидус, И. А. Голубева***

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

## ПОПУТНЫЙ НЕФТЯНОЙ ГАЗ: ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ И ЭКОЛОГИИ

Рассмотрены проблемы утилизации попутных нефтяных газов (ПНГ) в России, занимающей первое место в мире по сжиганию ПНГ в факелах. Обозначены основные причины сжигания ПНГ, различные направления их утилизации. Обсуждаются пути решения этой важной экономической и экологической проблемы. Проведен анализ деятельности российских нефтегазовых компаний в области эффективного использования ПНГ.

**Ключевые слова:** попутный нефтяной газ, факельная установка, утилизация, плата за выбросы, сжиженный нефтяной газ, широкая фракция легких углеводородов.

***A. L. Lapidus and I. A. Golubeva***

I. M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas

## ASSOCIATED PETROLEUM GAS: UTILIZATION AND ECOLOGICAL PROBLEMS

The article considers the problems of associated petroleum gas (APG) utilization in Russia, which ranks first in the world for APG flaring in torches. The main causes of flaring and different directions of APG disposal are discussed. Ways to address this important economic and environmental problem are suggested. The article gives an analysis of the policies and methods of Russian oil and gas companies in the efficient APG utilization.

**Key words:** associated petroleum gas, flare, emission charge, liquefied petroleum gas, natural gas liquid.

*А. В. Савин, В. А. Бреус, С. А. Неклюдов, М. Л. Бондырев, И. П. Бреус*

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Химический институт

## СОРБЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НЕФТИ И УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ ОРГАНОМОДИФИЦИРОВАННЫМИ И НЕОРГАНИЧЕСКИМИ СОРБЕНТАМИ

Исследована возможность использования неорганических сорбентов (песка, силикагеля и цеолитсодержащей породы (ЦСП)) и их органомодифицированных производных для связывания бензола и бактерий *Escherichia Coli* (группы кишечной палочки) в водной среде. Установлено, что ЦСП и силикагель проявляют незначительную сорбционную активность в отношении бензола, но высокую — в отношении клеток *E. Coli*. Модификация поверхности песка и силикагеля органическими полимерами приводит к значительному росту их сорбционной активности по отношению к бензолу, растворенному в воде. В то же время сорбция клеток *E. Coli* на органомодифицированных сорбентах незначительна. Сорбция клеток *E. Coli* и бензола в значительной степени определяется величиной удельной поверхности сорбентов. ЦСП и силикагель могут быть рекомендованы для дальнейших испытаний с целью очистки загрязненных водных сред в качестве сорбентов патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Сорбенты на основе неорганических носителей и полимерных модификаторов могут использоваться для очистки почвенно-грунтовых и водных сред, загрязненных бензолом и его гомологами.

**Ключевые слова:** углеводороды, бактерии, почва, грунтовые воды, загрязнение, очистка, ремедиация, сорбция.

*A. V. Savin, V. A. Breus, S. A. Neklyudov, M. L. Bondyrev, and I. P. Breus*

Kazan (Volga Region) Federal University, Chemical Faculty

## SORPTION OF PETROLEUM HYDROCARBONS AND HYDROCARBON-OXIDIZING MICROORGANISMS WITH ORGANOMODIFIED AND INORGANIC SORBENTST

The possibility of using inorganic sorbents (sand, silica gel, zeolite-containing rocks (ZCR)) and their organomodified derivatives for binding of benzene and bacteria *Escherichia Coli* in aqueous environment was studied. It was found that the ZCR and silica gel show a weak activity against sorption of benzene, but high activity against *E. Coli* cells. Surface modification of silica gel and sand by organic polymers leads to a significant increase in their sorption capacity with respect to benzene, dissolved in water. At the same time, the sorption of *E. Coli* cells on organomodified sorbents is negligible. Sorption of *E. Coli* cells and benzene is largely determined by the surface area of sorbents. ZCR and silica gel can be recommended for further testing in order to clean the contaminated water environments as sorbents of pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms. Sorbents on the basis of inorganic carriers and polymeric modifiers can be used for cleaning of the soil and groundwater polluted by benzene and its homologs.

**Key words:** hydrocarbons, bacteria, soil, groundwater, contamination, clean-up, remediation, sorption.

*Р. Ш. Суфиянов, Я. С. Мухтаров, Р. М. Фатхутдинова*

Московский государственный машиностроительный университет,

Казанский национальный исследовательский технологический университет,

Альметьевский государственный нефтяной институт

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ

Приведены результаты использования низкокипящего экстрагента для извлечения углеводородов из нефтесодержащих грунтов. Показано, что для обеспечения рентабельности процесса, необходимо свести к минимуму потери экстрагента. Для этого в технологической установке предусмотрено двухстадийное отделение экстракта от промытого грунта.

**Ключевые слова:** нефтезагрязненный грунт, потери растворителя, рентабельность экстрагирования углеводородов.

*R. Sh. Sufiyarov, Ya. S. Mukhtarov, and R. M. Fatkhutdinova*

Moscow State University of Mechanical Engineering,

Kazan National Research Technological University,

Almetyevsk State Oil Institute

#### TECHNICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF OIL-CONTAMINATED SOIL DISPOSAL

The results of low-boiling extractant utilization for extraction of hydrocarbons from oil-contaminated soils are presented. It is shown that to ensure the profitability of the process, one need to minimize the losses of extractant. For this purpose, two-stage process plant provides separation of the extract from the washed soil.

**Key words:** hydrocarbons, bacteria, soil, groundwater, contamination, clean-up, remediation, sorption.

*A. Н. Судыкин, Р. З. Сахабутдинов, Ф. Р. Губайдулин*

Институт «ТатНИПИнефть» ОАО «Татнефть»

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ МЕТОДОМ ИСПАРЕНИЯ ВОДЫ

Проведены исследования по разрушению высокоустойчивых эмульсий сверхвязкой нефти методом испарения воды. Выведена формула и получены зависимости для определения необходимой температуры нагрева, показаны зависимости выхода углеводородного дистиллята при испарении воды от температуры нагрева, фракционного состава нефти и исходной обводнённости эмульсии. Проведены промышленные испытания технологии обезвоживания сверхвязкой нефти Мордово-Кармальского месторождения на пилотной установке.

**Ключевые слова:** высокоустойчивые водонефтяные эмульсии, обезвоживание, метод испарения, температура нагрева, выход углеводородного дистиллята, технология подготовки нефти.

*A. N. Sudykin, R. Z. Sakhabutdinov, and F. R. Gubaidulin*

Tatar Oil Research and Design Institute (TatNIPIneft) of the Tatneft JSC

#### TECHNOLOGY FOR HEAVY OIL DEWATERING BY WATER EVAPORATION

The paper presents the research on the process of breaking highly-stable heavy oil emulsions by water evaporation. An equation has been derived and relevant curves have been plotted to calculate the required heating temperature. This study shows the dependence of hydrocarbon distillate yield on heating temperature, boiling point oil composition and the initial water cut of the emulsion. The technology of heavy oil dehydration has been field tested using oil from the Mordovo-Karmalskoye field.

**Key words:** highly-stable heavy oil emulsions, dewatering, water evaporation, heating temperature, hydrocarbon distillate yield, crude oil treatment technology.

*T. Н. Сафронова, А. А. Пимерзин, Н. Н. Томина, С. А. Антонов, Ю. В. Еремينا*

Самарский государственный технический университет

#### ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВАКУУМНЫХ ДИСТИЛЛЯТОВ И ИХ РАЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕРАБОТКА

Проведено исследование группового химического состава и свойств вакуумных дистиллятов, отобранных с различных установок АВТ. Установлено, что все дистилляты имеют широкие пределы выкипания фракций. Определен групповой углеводородный состав всех дистиллятов, который сопоставлен с основной вязкостно-температурной характеристикой масел – индексом вязкости. Установлено, что для производства топлив из исследованных вакуумных дистиллятов, предпочтение должно быть отдано технологическим схемам, предусматривающим в своей цепочке очистку этих дистиллятов от сернистых соединений, а при производстве масел, соответствующих требованиям стандарта API, – их более чёткому фракционированию на первом этапе с последующим применением гидрогенизационных процессов в общей схеме получения базовых масел.

**Ключевые слова:** вакуумный дистиллят, групповой состав, ароматические углеводороды, содержание серы.

*T. N. Safronova, A. A. Pimerzin, N. N. Tomina, S. A. Antonov, and Yu. V. Yeremina*

Samara State Technical University

#### STUDY ON CHEMICAL COMPOSITION OF VACUUM DISTILLATES AND THEIR REASONABLE REFINING

SARA composition and other characteristics of vacuum distillates from different crude distillation units are studied. It is established that all the distillates have broad boiling range. The distillates SARA composition was compared with the main viscosity-temperature characteristic of lubes, that is viscosity index. It was determined that, when utilizing the mentioned distillates to produce fuels, flow charts including purification the distillates from sulfur compounds are preferential. At the same time, when utilizing the mentioned distillates for production of lubes, which meet API specifications, more sharp fractionation at the first step with further hydrogenation processing within a general flow chart of lube production are required.

**Key words:** vacuum distillate, SARA composition, aromatic hydrocarbons, sulfur content.

*A. B. Берберов, Д. С. Афонин, Х. Х. Борзаев, Е. В. Иванов*

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

#### ПОЛУЧЕНИЕ НИКЕЛЬСОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦ СТРУКТУРЫ «ЯДРО — ОБОЛОЧКА» ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Рассмотрен процесс синтеза металлических наночастиц структуры «ядро – оболочка» методом плазмохимического разложения раствора неорганических солей никеля в «жидком стекле». Проведено изучение полученных наночастиц методами электронной микроскопии. Проанализированы ИК-спектры наночастиц структуры «ядро – оболочка», сделан вывод об образовании твердого раствора. Оценено влияние различных факторов на структуру синтезируемых частиц. Получены образцы наночастиц различной структуры и состава.

**Ключевые слова:** плазма СВЧ разряда, плазмохимический синтез, абляция, жидкое стекло, наночастицы, никель, ядро — оболочка.

*A. B. Berberov, D. S. Afonin, H. H. Borzaev, and E. V. Ivanov*

I. M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas

#### SYNTHESIS OF Ni-CONTAINING NANOPARTICLES WITH «CORE-SHELL» STRUCTURE BY THE METHOD OF PLASMA-ENHANCED CVD

The process of «core-shell» metal nanoparticles synthesis by plasma decomposition of inorganic salts solution in the «liquid glass» was carried out. Obtained nanoparticles were studied by the methods of electron microscopy. The IR spectra of obtained nanoparticles with «core – shell» structure was analyzed, it was concluded that the formation of a solid solution takes place. The influence of various factors on the

structure of the synthesized particles was estimated. Samples of nanoparticles of different structure and composition were collected.

**Key words:** plasma, plasma-chemical synthesis, ablation, liquid silica, nanoparticles, nickel, “core-shell”.

*Е. К. Онгарбаев, Е. Тилеуберди, З. А. Мансуров*

Казахский национальный университет имени аль-Фараби

#### ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗИНОБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ, СОДЕРЖАЩИХ ОТРАБОТАННОЕ МАСЛО

Приготовлены резинобитумные вяжущие на основе дорожного битума марки БНД 60/90 с добавлением резиновой крошки и отработанного масла. Определен оптимальный состав резинобитумных вяжущих: соотношение резиновой крошки и отработанного масла 1:1, количество добавляемой резино-масляной смеси 10–20% мас. Приготовлены и исследованы асфальтобетонные смеси на основе резинобитумных вяжущих.

**Ключевые слова:** резиновая крошка, битум, резинобитумные вяжущие, асфальтобетонные смеси.

*Ye. K. Ongarbayev, E. Tileuberdi, and Z. A. Mansurov*

Al-Farabi Kazakh National University

#### PRODUCTION AND USE OF RUBBER-BITUMEN MATERIALS

Rubber-bitumen materials are prepared on the basis of road bitumen BND 60/90 with the additive of a rubber crumb and fulfilled oil. Optimum parameters of process of rubber-bitumen material preparation are determined: ratio of a rubber crumb and fulfilled oil 1:1; quantity of an added rubber-oil mixture of 10–20 wt. %. Asphalt concrete mixtures are prepared with rubber-bitumen materials and optimum parameters of process are determined.

**Key words:** rubber crumb, bitumen, rubber-bitumen materials, asphalt concrete mixtures.

*М. Я. Быховский, О. В. Удалова, М. Д. Шибанова, Д. П. Шашкин, В. Н. Корчак*

Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН

#### НАНЕСЕННЫЕ ГЕТЕРОПОЛИКИСЛОТЫ, КАК КАТАЛИЗАТОРЫ ИЗОМЕРИЗАЦИИ ПАРАФИНОВ

Исследована модельная реакция изомеризации *n*-гексана при 300–350°C. Катализаторами служили нанесенные на силикагель гетерополикислоты (ГПК), в которых периферийными атомами были молибден или вольфрам, а центральным – фосфор или кремний. Определены оптимальное количество наносимой на силикагель ГПК и концентрация вводимых модифицирующих добавок. Активность ГПК в реакции изомеризации увеличивается при переходе от ГПК молибденового ряда к вольфрамовому, особенно при одновременной замене в гетерополианионе иона фосфора на кремний. Наиболее активной является HSiW. Дополнительное введение в состав ГПК ионов никеля увеличивает каталитическую активность в направлении изомеризации практически для всех исследованных ГПК. Рост активности кремневольфрамовой ГПК в реакции изомеризации обусловлен повышением кислотности данной кислоты по сравнению с фосфорномолибденовой ГПК, а введение никеля в состав ГПК облегчает протекание первой стадии – дегидрирования алкана с образованием олефина в двухстадийном процессе изомеризации – генерируя атомарный водород.

**Ключевые слова:** гетерогенный катализ, изомеризация, *n*-гексан, нанесённые гетерополикислоты.

*M. Ya. Bykhovskii, M. D. Shibanova, O. V. Udalova, D. P. Shashkin, and V. N. Korchak*

Semenov Institute of Chemical Physics RAS

#### SUPPORTED HETEROPOLY ACIDS AS CATALYSTS FOR PARAFFIN ISOMERIZATION

The results of *n*-hexane isomerization at temperature range 300–350°C are presented. Silica supported P-Mo, P-W, Si-Mo and Si-W type heteropoly acids (HPA) were applied as catalysts, in which peripheral atoms were Mo and W, and central atoms were P and Si. The optimum quantity of HPA supported on silica gel, and optimum concentration of modifiers were indicated. W-type HPA demonstrates higher activity in isomerization reaction, then Mo-type HPA, which is especially noticeable at simultaneous exchange of phosphorous ion to silica ion in heteropolyanion. HSiW demonstrates the greatest activity among tested catalysts. Introduction of Ni ions to silica supported HPA samples increase their catalytic activity with respect to isomerization products formation. Substantial increase of catalytic activity observed for Si-W HPA is due to higher acidity than that of other HPA samples. Introduction of Ni enhance the rate of dehydration stage of entire isomerization process to form surface hydrogen atoms.

**Key words:** heterogeneous catalysis, isomerization, *n*-hexane, supported heteropoly acids.

*P. P. Кадыров, А. К. Саханова, Д. К. Хасанова, А. С. Жиркеев, В. А. Андреев*

ТатНИПИнефть, ООО «Наука», г. Бугульма

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРВИЧНОГО КРЕПЛЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ НЕГЕРМЕТИЧНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КОЛОНН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНТЕТИЧЕСКИХ СМОЛ

Разработаны новые технологии и составы для ремонтно-изоляционных работ и крепления скважин на основе синтетических смол с низкими температурами замерзания, повышенными сроками хранения и регулируемые сроками отверждения.

**Ключевые слова:** синтетические смолы, крепление скважин, негерметичность, эксплуатационная колонна, отверждение.

*R. R. Kadyrov, A. K. Sakhapova, D. K. Khasanova, A. S. Zhirkeyev, and V. A. Andreyev*

Tatar Oil Research and Design Institute (TatNIPIneft), Nauka LLC (Bugulma, Tatar Republic)

#### PRIMARY CEMENTING AND REPAIRING OF LEAKS IN A PRODUCTION STRING USING SYNTHETIC RESINS

The article presents new technologies and compositions for primary and remedial cementing based on synthetic resins having low freezing points, extended storage period and adjustable hardening time.

**Key words:** synthetic resins, cementing, leaks, production string, hardening.

*C. A. Арыстанбекова, А. Б. Волынский, Н. С. Миронова, А. И. Петухова, Е. А. Мазена*

ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИМЕСЕЙ РТУТИ В ГАЗОВЫХ ПОТОКАХ УРЕНГОЙСКОГО ЗАВОДА ПО ПОДГОТОВКЕ КОНДЕНСАТА К ТРАНСПОРТУ И СОСНОГОРСКОГО ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА

Разработана методика, позволяющая определять примеси ртути в природном газе в диапазоне концентраций от 2 до 50 000 нг/м<sup>3</sup>. Методика основана на предварительном концентрировании ртути на металлическом коллекторе с последующей термической десорбцией накопленной ртути и ее количественным определением методом атомно-абсорбционной спектроскопии холодного пара. Разработанный подход использован для определения ртути в газовых потоках Уренгойского завода по подготовке конденсата к транспорту и Сосногорского газоперерабатывающего завода. Установлено, что содержание ртути в изученных газовых потоках незначительно и варьируется в диапазоне от 5 до 232 нг/м<sup>3</sup>.

**Ключевые слова:** природный газ, газ сепарации, ртуть, атомно-абсорбционная спектрометрия, холодный пар.

*S. A. Arystanbekova, A. B. Volynsky, N. S. Mironova, A. I. Petukhova, and E. A. Mazepa*

Gazprom VNIIGAZ LLC

#### DETERMINATION OF MERCURY TRACES IN THE GAS STREAMS OF URENGOI PLANT FOR GAS CONDENSATE TREATMENT AND SOSNOGORSK NATURAL GAS PROCESSING PLANT

Method for determination of mercury admixtures in the range from 2 to 50 000 ng/m<sup>3</sup> in natural gas is developed. The method is based on pre-concentration of mercury on the metallic collector. After thermal desorption the mercury collected is determined by cold vapor atomic absorption spectrometry. The method developed was used for the determination of mercury in gas streams of Urengoi plant for gas condensate treatment and Sosnogorsk natural gas processing plant. According to the data obtained, mercury content in the gas streams is insignificant and varies from 5 to 232 ng/m<sup>3</sup>.

**Key words:** natural gas, separation gas, mercury, cold vapor atomic absorption spectrometry.

*A. A. Пятков*

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, г. Омск

#### ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ВРЕЗНОГО ТЕРРОРИЗМА НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДАХ

Предлагается подход к моделированию процесса борьбы с хищениями продуктов, позволяющий давать краткосрочные прогнозы динамики данного вида преступлений. Модель применима на уровне областей, государств и регионов, а также крупных предприятий. Позволяет сравнивать экономическую эффективность различных стратегий защиты продуктопроводов, учитывая системные последствия внедрения этих стратегий. Адекватность модели проверена на статистических данных активности врезных террористов в Самарской области.

**Ключевые слова:** преступность, популяционная динамика, математическая модель, стратегия защиты, врезки, экономическая эффективность, прогнозирование.

*A. A. Pyatkov*

State Automobile and Highway Academy (Omsk)

#### AN APPROACH TO PREDICTION OF OIL THEFT FROM PIPELINES

Problem of oil theft from pipelines is critical in several regions of Russia. That is why a new method for modeling oil theft-protection struggle based on population dynamics approach is proposed. It allows making short-term predictions of oil theft activity. Model could be used on regional, state, or corporate level. It allows to compare an economic efficiency of competing pipeline defense strategies. The model also takes into consideration implicit consequences of choosing one of these strategies. Adequacy of the model is verified using oil theft statistics of Samara Region.

**Key words:** crime, population dynamics, mathematical model, defense strategy, tap, economic efficiency, prediction.