

# ТЕХНОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

научно-технологический журнал

№2<sup>(109)</sup> 2017

## Главный редактор

Б. П. ТУМАНЯН – д.т.н., проф.

## Научно-редакционный совет

К. С. БАСНИЕВ – д.т.н., проф.

А. Ф. ВИЛЬДАНОВ – д.т.н., проф.

А. И. ВЛАДИМИРОВ – к.т.н., проф.

А. И. ГРИЦЕНКО – д.т.н., проф.

А. Н. ДМИТРИЕВСКИЙ – д.г.-м.н.,  
проф.

О. Н. КУЛИШ – д.т.н., проф.

А. Л. ЛАПИДУС – д.х.н., проф.

ЛИ ГО ЮЙ – проф. (Китай)

Н. А. МАХУТОВ – д.т.н., проф.

И. И. МОИСЕЕВ – д.х.н., проф.

Б. П. ТОНКОНОГОВ – д.х.н., проф.

К. ТРАВЕР – проф. (Франция)

В. А. ХАВКИН – д.т.н., проф.

М. ЦЕХАНОВСКА – д.т.н., проф.  
(Польша)

## Head Editor

B. P. TUMANYAN – Dr. Eng. Sci., prof.

## Editorial Board

K. S. BASNIEV – Dr. Eng. Sci., prof.

A. F. VIL'DANOV – Dr. Eng. Sci., prof.

A. I. VLADIMIROV – Cand. Eng. Sci., prof.

A. I. GRITSENKO – Dr. Eng. Sci., prof.

A. N. DMITRIEVSKY –

Dr. Geo.-Min. Sci., prof.

O. N. KULISH – Dr. Eng. Sci., prof.

A. L. LAPIDUS – Dr. Chem. Sci., prof.

LI GO IUY – prof. (China)

N. A. MAKHUTOV – Dr. Eng. Sci., prof.

I. I. MOISEEV – Dr. Chem. Sci., prof.

B. P. TONKONOGOV –

Dr. Chem. Sci., prof.

Ch. TRAVERS – prof. (France)

V. A. KHAVKIN – Dr. Eng. Sci., prof.

M. TSEKHANOVSKA –

Dr. Eng. Sci., prof. (Poland)

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

А. Р. Шарифов, Д. В. Мардашов

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРИТЕЛЕЙ  
ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
НА ЗАЛЕЖИ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ ..... 3

### ПОДГОТОВКА НЕФТИ И ГАЗА

А. В. Бриков, С. В. Суховерхов, А. Н. Маркин,  
П. А. Задорожный, Н. А. Прокуда

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ТРИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ  
В СИСТЕМАХ ОСУШКИ ГАЗА И РЕГЕНЕРАЦИИ ГЛИКОЛЯ  
МОРСКИХ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПЛАТФОРМ ..... 8

### ИССЛЕДОВАНИЯ

В. А. Тыщенко, И. И. Федоров, М. М. Чернова, В. М. Чернова,  
К. В. Беркович, К. А. Овчинников, Р. А. Долганов,  
И. В. Спиридонова, И. И. Занозина

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ,  
ВЫЗВАННЫХ ПРИМЕНЕНИЕМ ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ  
ПОГЛОТИТЕЛЕЙ СЕРОВОДОРОДА ..... 14

Н. И. Долинская, А. Ю. Аджиев, Н. П. Морева, Н. В. Барковский

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ДОЖИГ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ  
УСТАНОВОК КЛАУСА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ  
ТРИОКСИДА СЕРЫ В ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ ..... 18

С. О. Комарицын, В. В. Петров

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОЗОНА  
В КАЧЕСТВЕ ОКИСЛИТЕЛЯ С ЦЕЛЬЮ УДАЛЕНИЯ МЕРКАПТАНОВ  
ИЗ СМЕСИ УГЛЕВОДОРОДОВ ..... 24

С. С. Агабеков, В. И. Стахив, Б. П. Тонконогов, Л. Н. Багдасаров ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЗИДЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К МОТОРНОМУ МАСЛУ .....	27
М. А. Мамедьяров, Г. Н. Гурбанов СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНЫХ ЭФИРОВ 1,2(ЦИКЛОГЕКС-4-ЕН) ДИКАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ В КАЧЕСТВЕ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ .....	29
Е. С. Бурдакова, В. В. Петров ИЗОМЕРИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ $C_5-C_6$ ИОННОЙ ЖИДКОСТЬЮ ТРИЭТИЛАМИН ГИДРОХЛОРИД – ХЛОРИД АЛЮМИНИЯ В ПРИСУТСТВИИ СОЛЕЙ КОБАЛЬТА.....	32
В. А. Налетов РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НА ПОПУТНОМ НЕФТЯНОМ ГАЗЕ ДЛЯ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....	38
<b>РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА</b>	
Д. А. Семикин, М. Т. Нухаев, А. В. Жаковщиков ОБЗОР СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИТОКА (НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИМЕНИ Ю. КОРЧАГИНА) .....	44
Ю. Е. Катанов, А. К. Ягафаров МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОТОТКЛОНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ СТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	49
<b>ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА</b>	
М. В. Лурье, С. В. Середа ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ И ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ В СМЕСЯХ ПРИ ИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕКАЧКАХ .....	52
А. А. Паранук РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ .....	56
Чжан Чао, Г. Е. Коробков, А. П. Янчушка МОЛЕКУЛЯРНАЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ГИДРАТОВ .....	59

Директор по информации  
Н. П. ШАПОВА

Редактор  
В. С. ДМИТРИЕВА

Верстка  
В. В. ЗЕМСКОВ

Подготовка материалов  
Т. С. ГРОМОВА

Издатель — Международный центр  
науки и технологий «ТУМА ГРУПП»

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

**№2<sup>(109)</sup> 2017**

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

Тираж 1200 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](mailto:String_25@mail.ru)

## **Опыт применения растворителей при термическом воздействии на залежи**

### **высоковязких нефтей**

А. Р. Шарифов, Д. В. Мардашов

Санкт-Петербургский горный университет

*AnarFarmanzade@gmail.com*

*В работе рассмотрены современные технологии для физико-химического и теплового воздействия на залежи высоковязких нефтей. Изучены проблемы образования твёрдых органических отложений и водонефтяных эмульсий при термическом воздействии. Приведены критерии применимости метода закачки пара в хронологическом порядке. Рассмотрены технологии, включающие использование растворителей, и выделены основные требования к их выбору.*

**Ключевые слова:** асфальтены, высоковязкая нефть, паропереработка, поверхностно-активные вещества, растворители.

A. R. Sharifov, D. V. Mardashov

Saint Petersburg Mining University

### **The Experience of Solvents Application while Thermal Stimulation on Heavy Oil Deposits**

*Modern technologies of physicochemical and thermal stimulation on heavy oil deposits are considered.*

*Problems of formation of solid organic deposits and oil-water emulsions under thermal action are put in this article.*

*The applicability criteria of steam injection methods in chronological order are given. The technologies, involving use of solvents and the basic requirements to choice of solvents are considered.*

**Key words:** asphaltenes, heavy oil, steam stimulation, surfactants, solvents.

## **Показатели качества триэтиленгликоля в системах осушки газа и регенерации гликоля**

### **морских нефтегазодобывающих платформ**

А. В. Бриков<sup>1</sup>, С. В. Суховерхов<sup>2</sup>, А. Н. Маркин<sup>2</sup>, П. А. Задорожный<sup>2</sup>, Н. А. Прокуда<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Филиал компании «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» в г. Южно-Сахалинск,

<sup>2</sup>Институт химии Дальневосточного отделения РАН

*Alexander.Brikov@sakhalinenergy.ru*

*В статье представлен обзор критериев оценки качества триэтиленгликоля (ТЭГ), используемого в качестве абсорбента для осушки газа. Проведен анализ ТЭГ системы осушки и регенерации гликоля морской нефтегазодобывающей платформы. Методами высокоэффективной жидкостной хроматографии и газовой хроматографии в растворе ТЭГ обнаружены олигомеры полиэтиленгликолей. Проведен расчет массовых потоков загрязняющих веществ, циркулирующих в системе осушки и регенерации гликоля. Предложены показатели для стандартизации и контроля качества ТЭГ, использующегося в системах осушки и регенерации гликоля.*

**Ключевые слова:** абсорбция, осушка природного газа, триэтиленгликоль, полиэтиленгликоль, платформа Пильтун-Астохская-Б.

A. V. Brikov<sup>1</sup>, S. V. Sukhoverkhov<sup>2</sup>, A. N. Markin<sup>2</sup>, P. A. Zadorozhny<sup>2</sup>, N. A. Prokuda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakhalin Energy Investment Company Ltd., Yuzhno-Sakhalinsk branch,

<sup>2</sup>Institute of Chemistry (FEB RAS)

### **Quality Characteristics of Triethyleneglycol in Gas Drying and Glycol Regeneration Processes on Offshore Gas and Oil Producing Platform**

*Review of quality characteristics of triethyleneglycol (TEG) used as an absorbent in gas drying process criteria is presented. The analysis of TEG systems of gas drying and glycol regeneration processes on offshore gas and oil producing platform. Polyethyleneglycol oligomers were identified in TEG solution by means of high-performance liquid chromatography and gas-phase chromatography. The contaminating materials mass flows, which circulate in drying and regeneration systems, were calculated. Parameters for TEG standardization and quality control are proposed.*

**Key words:** *absorption, natural gas drying, triethyleneglycol, polyethyleneglycol, Piltun-Astokhskaya-B platform.*

### **Моделирование процесса образования отложений, вызванных применением формальдегидсодержащих поглотителей сероводорода**

В. А. Тыщенко, И. И. Федоров, М. М. Чернова, В. М. Чернова, К. В. Беркович,

К. А. Овчинников, Р. А. Долганов, И. В. Спиридонова, И. И. Занозина

ПАО «Средневожский научно-исследовательский институт по нефтепереработке»

*v.chernova2010@yandex.ru*

*В статье рассмотрена проблема появления отложений в конденсационно-холодильных трактах колонн атмосферной перегонки нефти. Доказано, что эти отложения являются следствием применения поглотителей сероводорода. Смоделирован процесс образования данных отложений. Полученные образцы были исследованы инструментальными методами анализа.*

**Ключевые слова:** *сероорганические соединения, отложения, поглотители сероводорода, первичная переработка нефти.*

V. A. Tyshchenko, I. I. Fedorov, M. M. Chernova, K. V. Berkovich, K. A. Ovchinnikov,

R. A. Dolganov, I. V. Spiridonova, I. I. Zanozina

PJSC «Srednevolzhsky Research and Development Institute of Refining»

### **Modeling of Scale Formation Process Caused by Formaldehyde-Contained Hydrogen Sulfide Scavengers Performance**

*The problem of scale formation in condensation section of atmospheric distillation column is considered. It is proved that this precipitation are caused by hydrogen sulfide scavengers performance. The process of scale formation is simulated and obtained samples are investigated by means of instrumental analytical methods.*

**Key words:** *organic sulphur compound, scale, hydrogen sulfide scavengers, primary crude oil processing.*

## **Каталитический дожиг отходящих газов установок Клауса и определение содержания триоксида серы в продуктах сгорания**

Н. И. Долинская<sup>1</sup>, А. Ю. Аджиев<sup>1</sup>, Н. П. Морева<sup>1</sup>, Н. В. Барковский<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «НИПИГазпереработка», г. Краснодар,

<sup>2</sup>Институт физики твердого тела, г. Черноголовка

*DolinskayaNI@nipigas.ru*

*В статье рассмотрены проблемы, связанные с определением микроколичеств SO<sub>3</sub> при совместном присутствии с SO<sub>2</sub> в отходящих газах процесса Клауса. Представлены результаты исследований влияния основных параметров режима испытаний — температуры и мольного соотношения реагирующих компонентов — на процесс образования SO<sub>3</sub>. Предложен метод осадительного титрования после поглощения газовой смеси 80%-ным раствором пропанола-2. Приведены результаты лабораторных испытаний по определению содержания SO<sub>3</sub>, образующегося при использовании катализаторов дожига отечественного и зарубежного производства.*

**Ключевые слова:** процесс Клауса, каталитическое окисление, печь дожига, диоксид серы, триоксид серы, осадительное титрование.

N. I. Dolinskaya<sup>1</sup>, A. Yu. Adzиеv<sup>1</sup>, N. P. Moreva<sup>1</sup>, N. V. Barkovskiy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JSC “NIPIGaspererabotka”, Krasnodar,

<sup>2</sup>Institute for Solid State Physics, Chernogolovka, Moscow Region

## **Catalytic After-Burning of Claus Unit Off-Gas and Determination of SO<sub>3</sub> Content in Combustion Products**

*The article deals with the problems related to SO<sub>3</sub> microquantity determination when it presents in mixture with SO<sub>2</sub> in downstream H<sub>2</sub>S oxidation products of incinerators in Claus process off-gas. Results of the investigation of parameters (temperature and reactants mole ratio) influence on sulphur trioxide formation are submitted. Method of precipitation titration after gas mixture absorption by 80% propanol-2 solution is proposed. Results of laboratory tests conducted for determination of the content of sulphur trioxide formed while using domestic and foreign incineration catalysts are given.*

**Key words:** Claus process, catalytic oxidation, incinerator, sulphur dioxide, sulphur trioxide, precipitation titration.

## **Исследование эффективности применения озона в качестве окислителя с целью удаления меркаптанов из смеси углеводородов**

С. О. Комарицын, В. В. Петров

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

*komaritsynso@mail.ru*

*В статье представлена технология удаления серосодержащих соединений из углеводородного сырья. Выявлена эффективность озонирования меркаптановой серы, установлены характерные особенности химического воздействия озона на меркаптаны. Описана методика озонирования меркаптанов, а также подобраны оптимальные условия для проведения данного процесса.*

**Ключевые слова:** меркаптаны, озонирование, окисление, керосиновая фракция.

S. O. Komaritsyn, V. V. Petrov

Komsomolsk-on-Amur State Technical University

### **A Study of the Effectiveness of Ozone as an Oxidizing Agent to Remove Mercaptan Sulfur from Mixtures of Hydrocarbons**

*The technology of sulfur compounds removing from hydrocarbon feedstock is presented. The efficiency of mercaptan sulfur ozonation is revealed, the peculiarities of ozone chemical effect on mercaptans are estimated. The paper covers mercaptan ozonation procedure and describes selected optimal conditions for the process.*

**Key words:** mercaptans, ozonation, oxidation, kerosene cut.

### **Опыт применения биозидельного топлива в качестве добавки к моторному маслу**

С. С. Агабеков, В. И. Стахив, Б. П. Тонконогов, Л. Н. Багдасаров

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

stakhiv.vi@mail.ru

*В статье приведены результаты опытов по добавлению биодизельного топлива к моторному маслу.*

*Исследована стабильность моторного масла для дизельного двигателя к окислению при добавлении к нему биодизеля. Установлено, что биодизельное топливо негативно влияет на термоокислительную стабильность моторных масел для тяжело нагруженных дизельных двигателей, ухудшает показатели моторного масла, такие как индекс вязкости, низкотемпературные и противоизносные свойства. Для того, чтобы использовать данное масло в дизельных двигателях внутреннего сгорания, его нужно улучшить более активными антиокислительными присадками, или увеличить их количество.*

**Ключевые слова:** биозидельное топливо, моторное масло, тяжело нагруженные дизельные двигатели, термоокислительная стабильность.

S. S. Agabekov, V. I. Stakhiv, B. P. Tonkonogov, L. N. Bagdasarov

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

### **Experience of Fuel Biozidel'nogo as an Additive to Motor Oils**

*The results of biodiesel adding to engine oil are presented. The oxidation stability of engine oil when mixing with biodiesel while applying in diesel engine is studied. It is shown that diesel fuel has negative influence on thermal-oxidative stability of engine oils for heavy duty diesel engine, it deteriorates engine oil characteristics, such as viscosity index and low-temperature and antiwear properties. In order to utilize this oil in diesel internal combustion engines, it is necessary to improve its characteristics by means of using more active antioxidant additives or by enhancing additives quantity.*

**Key words:** biodiesel fuel, engine oil, heavy duty diesel engine, thermal-oxidative stability.

### **Синтез комплексных эфиров 1,2 (циклогекс-4-ен) дикарбоновой кислоты и их исследование в качестве смазочных масел**

М. А. Мамедьяров, Г. Н. Гурбанов

Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана, г. Баку

huseynqurbanov23@rambler.ru

*Синтезирован ряд комплексных эфиров 1,2 (циклогекс-4-ен) дикарбоновой кислоты, изучены их физико-химические, вязкостно-температурные, термоокислительные и смазывающие свойства. Установлено, что они обладают хорошими эксплуатационными характеристиками и отвечают требованиям к маловязким авиационным маслам, в частности 36/1 КУ «А».*

**Ключевые слова:** реакция этерификации, циклические комплексные эфиры, смазочные масла, эксплуатационные характеристики.

M. A. Mamed'arov, G. N. Gurbanov

Y. H. Mamedaliyev's Institute of Petrochemical Processes of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

### **The Synthesis of Complex Esters of 1, 2 (Cyclohexene-4) Dicarboxylic Acid and Their Use as Lubricants**

*A number of complex esters of 1, 2 (cyclohexene-4) dicarboxylic acid is synthesized, their physical-chemical, thermal-oxidative, viscous and lubricating properties are studied. It is shown that they possess good performance characteristics and meet the requirements for low-viscous aviation oils, in particular 36/1 KU «А».*

**Key words:** etherification, cyclical complex ester, lubricants, performance characteristics.

### **Изомеризация углеводородов C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> ионной жидкостью триэтиламин гидрохлорид – хлорид алюминия в присутствии солей кобальта**

E. S. Burdakova, V. V. Petrov

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет

aiyankat@gmail.com

*В статье представлены результаты исследований влияния содержания различных солей кобальта в составе ионной жидкости триэтиламин гидрохлорид – хлорид алюминия на каталитическую активность в жидкофазной реакции изомеризации n-пентана и n-гексана. Установлено, что данная ионная жидкость проявляет наивысшую каталитическую активность в присутствии сульфата кобальта, что увеличивает конверсию n-гексана на 20%, а суммарный выход изокомпонентов (изобутан, изопентан, изогексан) — на 25% при 60°C.*

**Ключевые слова:** ионная жидкость, триэтиламин гидрохлорид, хлорид алюминия, суперкислота, изомеризация, пентан-гексановая фракция, сульфат кобальта, 2,3,5-трифенилтетразолий хлорид.

E. S. Burdakova, V. V. Petrov

Komsomolsk-on-Amur State Technical University

### **C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> Hydrocarbons Isomerization by Ionic Liquid “Triethylamine Hydrochloride – Aluminum Chloride” in the Presence Of Cobalt Salts**

*The experimental results of the cobalt salts content in ionic liquid “triethylamine hydrochloride – aluminum chloride” influence on catalytical activity in the process of liquid-phase n-pentane and n-hexane isomerization are demonstrated. It is estimated that this ionic liquid has the highest catalytical activity in the presence of cobalt sulfate that lead n-hexane conversion to become 20% higher, and total isomer yield (i-butane, i-pentane and i-hexane) — 25% higher at 60°C.*

**Key words:** *ionic liquid, triethylamine hydrochloride, aluminum chloride, superacid, isomerization, pentane-hexane fraction, cobalt sulfate, triphenyl tetrazolium chloride.*

### **Разработка многофункциональной установки на попутном нефтяном газе для шельфовых месторождений**

В. А. Налетов

Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

*energo@muctr.ru*

*В статье на основе методологии построения оптимально организованных химико-технологических систем предложен способ многоцелевого использования попутного нефтяного газа шельфовых месторождений, включая месторождения Арктического шельфа. Обосновано использование многофункциональных установок с высоким термодинамическим КПД на основе интеграции энергетического модуля с модулями улавливания диоксида углерода и сжатия его до сверхкритических параметров для использования сверхкритического диоксида углерода в целях повышения коэффициента извлечения нефти и производительности нефтяных скважин.*

**Ключевые слова:** попутный нефтяной газ, критерий организованности, термодинамические циклы, улавливание диоксида углерода, сверхкритический диоксид углерода, интегрированная система.

V. A. Naletov

D. I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

### **Design of Multifunctional System Operating on Associated Petroleum Gas for Offshore Oil Fields**

*The paper presents a solution for the multipurpose utilization of associated petroleum gas at offshore oil fields (including oil fields of the Arctic shelf) developed using the methodology of optimal chemical engineering system organization. A multifunctional system with high thermodynamic efficiency has been developed based on the combination of the power module, the carbon dioxide capture module and the module for carbon dioxide compression to supercritical parameters with the purpose of using supercritical CO<sub>2</sub> for increasing the oil recovery factor and improving oil production.*

**Key words:** *associated petroleum gas, organization criteria, thermodynamic cycles, carbon dioxide capture, supercritical carbon dioxide, integrated system.*

### **Обзор систем контроля и регулирования притока (на примере месторождения имени Ю. Корчагина)**

Д. А. Семикин<sup>1</sup>, М. Т. Нухаев<sup>2</sup>, А. В. Жаковщиков<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ООО «РН-Эксплорейшн»,

<sup>2</sup>Сибирский федеральный университет,

<sup>3</sup>ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»

*energo@muctr.ru*

*В статье приводится обзор результатов внедрения различных систем контроля и регулирования притока для условий протяженных горизонтальных скважин, дренирующих маломощную нефтяную оторочку.*

*Анализ использования различных систем заканчивания на шельфовом месторождении в Северном Каспии позволяет сделать выводы о преимуществах и недостатках различных технологий для минимизации добычи прорывного газа.*

**Ключевые слова:** нефтяные оторочки, горизонтальные скважины, ограничение прорыва газа, устройства контроля притока, автономные клапаны, интеллектуальное заканчивание.

D. A. Semkin<sup>1</sup>, M. T. Nukhaev<sup>2</sup>, A. V. Zhakovshchikov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LLC “RN-Exploration”, <sup>2</sup>Siberian Federal University, <sup>3</sup>LL “LUCOIL-Nizhnevolzhskneft”

### **The Review of Inflow Control and Regulation Systems on the Example of U. Kochergin Oilfield**

*The review of implementation results of different inflow control and regulation systems for long horizontal wells draining low-powered oil rim is presented. Analysis of well completion systems on offshore field in North Caspian allows to make a conclusion about advantages and disadvantages of different technologies for groundbreaking gas yield minimization.*

**Key words:** oil rims, horizontal well, gas breakthrough limitation, inflow control device, autonomous valve, smart well completion.

### **Моделирование деформационно-пространственной неустойчивости потоотклоняющих технологий в условиях стохастической неопределенности**

Ю. Е. Катанов, А. К. Ягафаров

Тюменский индустриальный университет

*katanov-juri@rambler.ru*

*Проанализированы различные технологические воздействия на продуктивный пласт для упрощения оценки эффективности применения потокоотклоняющих технологий. Построена гидродинамическая модель пласта ЮВ<sub>1</sub> Лас-Еганского нефтяного месторождения. Рассчитаны вероятности неустойчивого состояния потокоотклоняющих композиций (вязкоупругие гели, сшитые полимердисперсные системы).*

**Ключевые слова:** увеличение нефтеотдачи, потокоотклоняющие технологии, деформация горных пород, дилатансия горных пород.

Yu. E. Katanov, A. K. Yagafarov

Tyumen State Oil and gas University

### **Modeling of Deformation-Spatial Instability of Technologies of Deviations of Filtrational Streams in a Climate of Stochastic Uncertainty**

*In order to simplify the efficiency estimation of flow deviation technologies application different technological treatments of productive formation have been analyzed. Hydrodynamic model of UV<sub>1</sub> formation of Las-Eganskoe oilfield has been build up. Probability value of unsteady state of flow deviation compositions (viscoelastic gels, cross-linked polymer-dispersed systems) has been calculated.*

**Key words:** enhanced oil recovery, flow deviation technology, rock deformation, rock dilatancy.

## **Экспериментальные исследования предельно допустимых концентраций автомобильных бензинов и дизельных топлив в смесях при их последовательных перекачках**

М. В. Лурье, С. В. Серeda

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

*lurie254@gubkin.ru*

*При последовательной перекачке топлив по трубопроводу методом «прямого контактирования» образуются буферные смеси, состоящие из последовательно перекачиваемых топлив. Представлены результаты испытаний смесей автомобильных бензинов АИ-92 и АИ-80, а также летнего и зимнего дизельных топлив. Результаты испытаний позволили получить формулы расчета такого количества одного топлива в другом, которое не приводит к выходу качества первого за пределы установленных норм.*

**Ключевые слова:** последовательная перекачка, дизельное топливо, автомобильный бензин, детонационная стойкость, температура помутнения, предельная температура фильтруемости.

M. V. Lurye, S. V. Sereda

Gubkin State Oil and Gas University

## **Test Research on Automotive Gasoline and Diesel Fuels Permissible Maximum in Mixtures while Fuel Successive Pipeline Transferring**

*It is known that the buffer mixtures of transferring fuels are formed while fuel serial transit by «direct contact» method. The test results for AI-92 and AI-80 automotive gasoline mixture as well as for DT-L and DT-Z diesel fuel mixture are presented. The obtained results has made it possible to calculate the amount of one fuel in another one which doesn't lead to violation of reference limits.*

**Key words:** serial transit, diesel fuel, motor gasoline, antiknock rating, cloud point, filtration breaking point.

## **Разработка математической модели расчета гидратообразования**

А. А. Паранук

Кубанский государственный технологический университет

*rambi.paranuk@gmail.com*

*Разработана математическая модель расчета гидратообразования в магистральных газопроводах и технологических трубопроводах. Установлены основные параметры, характеризующие процесс образования гидратов. В результате экспериментального исследования магистрального газопровода «Голубой поток» получены эмпирические коэффициенты.*

**Ключевые слова:** магистральный газопровод, облитерация, газовые гидраты, клатраты воды.

A. A. Paranuk

Kuban State University of Technology

## **Mathematical Model for Calculation of Hydrate Formation Process**

*A mathematical model for the calculation of hydrate formation in the main and technological pipelines is developed, the basic parameters, which characterize the hydrate formation process, are estimated. As a result of the main gas pipeline «Blue Stream» experimental investigation empirical coefficients have been found.*

**Key words:** *main pipeline, obliteration, gas hydrates, water clathrates.*

### **Молекулярная термодинамическая методика определения существования гидратов**

Чжан Чао<sup>1,2</sup>, Г. Е. Коробков<sup>2</sup>, А. П. Янчушка<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломносова,

<sup>2</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет

*15901064587@163.com*

*В статье рассмотрена методика, определяющая условия гидратообразования в магистральном газопроводе, на основании теории Ван-дер-Ваальса — Платтеу. Составлен алгоритм расчета и разработана программа по прогнозу возможных зон гидратообразования в газопроводах. Проведено сравнение данной методики с эмпирической методикой и определены различия между ними. В качестве примера расчета использовался газопровод «Сила Сибири».*

**Ключевые слова:** *газовые гидраты, магистральный газопровод, молекулярная термодинамическая методика, газопровод «Сила Сибири».*

Zhang Chao<sup>1,2</sup>, G.E.Korobkov<sup>1</sup>, A. P.Yanchushka<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, <sup>2</sup>Ufa state petroleum technical university

### **Molecular Thermodynamic Method to Determinine Existence of Hydrates in the Main Gas Pipeline**

*The method to identify possible areas of hydrate formation in the gas pipeline based on Van der Waals-Platteu theory is discussed. The calculation algorithm and MATLAB program to forecast possible zones of hydrate formation along the pipeline is proposed. This method is compared with empirical method and the deviation between them methods is determined. The gas pipeline «Siberia Power» is used as an example in the calculation process.*

**Key words:** *gas hydrate, main gas pipeline, molecular thermodynamic method, pipeline “Siberia Power”.*