

# ТЕХНОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

научно-технологический журнал

№5<sup>(142)</sup> 2022

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5

Главный редактор

Б. П. ТУМАНЯН – д.т.н., проф.

Научно-редакционный совет

А. Ф. ВИЛЬДАНОВ – д.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.

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

A. F. VIL'DANOV – Dr. 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.

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

Ю. Н. Киташов, Е. И. Зоря, А. В. Назаров, Диалло Мамаду  
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОСТУПНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ  
ОЧИСТКИ ТОВАРНЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ  
ОТ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ.....3

### ЭКОЛОГИЯ

Н. Р. Дынник, М. А. Королёв, Э. В. Дутлов, А. В. Тарасов,  
А. А. Романов, А. Н. Карпов, Е. Б. Кочеткова, Д. В. Борисанов  
ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ УСТАНОВОК  
ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ТЕПЛИЧНОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....8

### ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И ГАЗА

Г. В. Власова, А. Д. Иванова  
ВЗАИМОСВЯЗЬ СОДЕРЖАНИЯ АСФАЛЬТЕНОВ  
В НЕФТЯХ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ И КАЧЕСТВА  
ПОЛУЧАЕМЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ  
В ПРОЦЕССЕ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ..... 18

### ИССЛЕДОВАНИЯ

В. В. Машнич, А. А. Бердникова, А. А. Павлова, М. В. Майлин,  
А. А. Гринько, Е. В. Францина  
ИССЛЕДОВАНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВОЙСТВ  
ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ИХ ВЗАИМОСВЯЗИ  
С ЕГО УГЛЕВОДОРОДНЫМ СОСТАВОМ  
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ..... 22

Д. А. Бакулин, В. А. Любименко, И. В. Хамидуллина,  
А. П. Семенов, В. Н. Хлебников  
СИНТЕЗ ГИДРАТА МЕТАНА В ПОРИСТЫХ СРЕДАХ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА «ПАМЯТИ ВОДЫ»..... 28

## ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

Р. И. Степанов  
ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ЧУНКИНСКОЙ ПЛОЩАДИ  
В ПРЕДЕЛАХ БАЙКИТСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ ..... 37

С. Б. Мамедова  
ГЕОБАРИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МАЙКОПСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЕВЛАХ-АГДЖАБЕДИНСКОГО ПРОГИБА ..... 43

## РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

А. М. Свалов  
ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СТенок ОБСАДНЫХ ТРУБ  
НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ  
В ПРИСТВОЛЬНЫХ ЗОНАХ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН..... 46

## ОБОРУДОВАНИЕ

Ю. Н. Лебедев, И. В. Иванов, М. Б. Вихорев, Д. Д. Модурова  
ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ТАРЕЛКИ — ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ  
И ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНТАКТНЫЕ УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ МАССООБМЕННЫХ КОЛОНН В НЕФТЕПЕРЕРАБОТКЕ  
И НЕФТЕХИМИИ ..... 51

## ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА

Р. Р. Щербаков, С. В. Дейнеко  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ  
ПРИ ОТСЛОЕНИЯХ КОРРОЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ..... 55

Х. М. Гамзаев  
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ СЛАБО СЖИМАЕМОЙ  
ЖИДКОСТИ ПРИ УСЛОВИИ ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ  
НА СТЕНКЕ ТРУБОПРОВОДА ..... 58

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:  
119991, ГСП-1, Москва, В-296,  
Ленинский просп., 65. РГУ нефти и газа  
им. И. М. Губкина  
Тел./факс: (499) 507-80-45  
e-mail: tng98@list.ru

Интернет: <http://www.nitu.ru>

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

**№5<sup>(142)</sup> 2022**

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 в ООО ИПФ «СТРИНГ»  
424006, Республика Марий Эл,  
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

## **Эффективность доступных альтернативных методов очистки товарных нефтепродуктов от соединений серы**

Ю. Н. Киташов, Е. И. Зоря, А. В. Назаров, Диалло Мамаду

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

*frect@inbox.ru*

*Рассмотрены альтернативные методы и технологии по обессериванию нефтепродуктов с целью достижения соответствия товарной продукции. Показана возможность широкого применения нетрадиционных методов сероочистки, позволяющих проводить глубокое обессеривание нефтяных фракций. Перспективным путем снижения содержания общей серы в товарных нефтепродуктах может явиться комбинирование нетрадиционных методов доочистки с традиционными гидрокаталитическими процессами. Нетрадиционные методы, в частности волновые методы обессеривания, целесообразно применять также для подготовки нефти к дальнейшей переработки на установках атмосферной и вакуумной перегонки.*

**Ключевые слова:** соединения серы, показатели качества нефтепродуктов, волновые технологии.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-3-7

Yu. N. Kitashov, E. I. Zorya, A. V. Nazarov, Mamadou Diallo

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

### **Effectiveness of Available Alternative Methods Purification of Commercial Petroleum Products from Sulfur Compounds**

*Alternative methods and technologies for desulfurization of petroleum products in order to achieve compliance with marketable products are considered. The possibility of widespread use of unconventional desulfurization methods allowing deep desulfurization of oil fractions is shown. A promising way to reduce the total sulfur content in commercial petroleum products may be the combination of unconventional post-treatment methods with traditional hydrocatalytic processes. Unconventional methods, in particular wave desulfurization methods, should also be used to prepare oil for further processing at atmospheric and vacuum distillation plants.*

**Key words:** sulfur compounds, quality indicators of petroleum products, wave technologies.

## **Декарбонизация выхлопных газов установок производства водорода и использование диоксида углерода в тепличном хозяйстве**

Н. Р. Дынник<sup>1</sup>, М. А. Королёв<sup>1</sup>, Э. В. Дутлов<sup>1</sup>, А. В. Тарасов<sup>2</sup>, А. А. Романов<sup>3</sup>,

А. Н. Карпов<sup>4</sup>, Е. Б. Кочеткова<sup>5</sup>, Д. В. Борисанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ПАО «Славнефть-ЯНОС»,

<sup>2</sup>Ярославский государственный технический университет,

<sup>3</sup>ГОУ ЯО Лицей №86,

<sup>4</sup>ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»,

<sup>5</sup>СЭУ ФПС ИПЛ по Ярославской области

*korolyov.mi5ha@yandex.ru*

*Рассмотрено влияние углекислого газа на окружающую среду, в том числе влияние на человека и на растения. Выявлена зависимость скорости роста зеленой массы растений от концентрации CO<sub>2</sub>. Рассмотрены способы улавливания углекислого газа, возможные для применения на НПЗ. Выбран наиболее оптимальный способ улавливания диоксида углерода, также подобраны сорбенты для данного процесса на основе их селективности по отношению диоксиду углерода. Рассмотрен способ применения углекислого газа в тепличном хозяйстве, также рассчитан экономический эффект от внедрения данной технологии в производство.*

**Ключевые слова:** парниковые газы, очистка газов, абсорбция, адсорбция, химическое улавливание, разделение мембранами, фотосинтез, адсорбент, тепличное хозяйство.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-8-17

N. R. Dynnik<sup>1</sup>, M.A. Korolev<sup>1</sup>, E. V. Dutlov<sup>1</sup>, A. V. Tarasov<sup>2</sup>, A. A. Romanov<sup>3</sup>,  
A. N. Karpov<sup>4</sup>, E. B. Kochetkova<sup>5</sup>, D. V. Borisanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PJSC “Slavneft-YANOS”,

<sup>2</sup>FGBOU VO “YaGTU”, <sup>3</sup>GOU YaO Liceum #86,

<sup>4</sup>LLC LUKOIL-Nizhegorodnefteorgsintez,

<sup>5</sup>FGBU SEU FPS IPL in the Yaroslavl region

### **Decarbonization of Exhaust Gases From Hydrogen Production Units and the Use of Carbon Dioxide in Greenhouses**

*The influence of carbon dioxide on the environment, including the impact on humans and plants, is considered.*

*The dependence of the growth rate of the green mass of plants on the concentration of CO<sub>2</sub> was revealed.*

*The methods of carbon dioxide capture possible for use at refineries are considered. The most optimal method of carbon dioxide capture was selected, sorbents for this process were also selected based on their selectivity with respect to carbon dioxide. The method of using carbon dioxide in greenhouses is considered, and the economic effect of the introduction of this technology into production is also calculated.*

**Key words:** *greenhouse gases, gas treating, absorption, adsorption, chemical capture, separation by membranes, photosynthesis, adsorbent, greenhouse economy.*

### **Взаимосвязь содержания асфальтенов в нефтях Северного Каспия и качества получаемых нефтепродуктов в процессе первичной переработки**

Г. В. Власова, А. Д. Иванова

Астраханский государственный технический университет

ranec2003@mail.ru

*В работе изучена проблема улучшения качества получаемой продукции при первичной переработке нефти месторождений Северного Каспия. Представлены объекты, методы и характеристики нефтяного сырья.*

*Изучено влияние постоянного магнитного поля в динамическом режиме на выход светлых фракций при переработке нефти месторождений имени Ю. Корчагина и В. Филановского. Приведены результаты исследования влияния магнитного поля на нефти на качественные характеристики получаемых продуктов атмосферной перегонки и выход светлых дистиллятов. Показана взаимосвязь содержания асфальтенов в исходной нефти на результаты атмосферной перегонки предварительно активированного нефтяного сырья.*

**Ключевые слова:** магнитная обработка, асфальтены, нефти Северного Каспия, качество нефтепродуктов, первичная переработка, бензиновая фракция, выход светлых дистиллятов.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-18-21

G. V. Vlasova, A. D. Ivanova,

Astrakhan State Technical University

### **The Relationship between the Content of Asphaltenes in the Oils of the Northern Caspian and the Quality of the Petroleum Products Obtained during Primary Processing**

*The article highlights the problem of improving the quality of the products obtained during the primary processing of oil from the fields of the Northern Caspian. Objects, methods and characteristics of oil raw materials are presented. The*

*influence of a constant magnetic field in a dynamic mode on the yield of light fractions during the processing of oil from the Yury Korchagin and Vladimir Filanovsky fields has been studied. The results of a study of the influence of a magnetic field on oil on the qualitative characteristics of the obtained products of atmospheric distillation and the yield of light distillates are presented. The relationship between the content of asphaltenes in the original oil and the results of atmospheric distillation of pre-activated oil feedstock is shown.*

**Key words:** magnetic treatment, asphaltenes, Northern Caspian oils, quality of petroleum products, primary processing, gasoline fraction, light distillate yield.

## **Исследование низкотемпературных свойств дизельного топлива и их взаимосвязи с его углеводородным составом и физико-химическими свойствами**

В. В. Машнич, А. А. Бердникова, А. А. Павлова, М. В. Майлин, А. А. Гринько, Е. В. Францина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

*evf@tpu.ru*

*В статье исследованы основные физико-химические свойства и углеводородный состав различных образцов дизельных фракций. Проведен анализ взаимосвязи низкотемпературных свойств с исследуемыми характеристиками топлив для оценки влияния различных углеводородов на температуры помутнения, фильтруемости и застывания. На основании полученных результатов сделан вывод, что низкотемпературные свойства дизельных фракций наилучшим образом коррелируют с такими физико-химическими свойствами как широта фракционного состава, температура выкипания 90% и молекулярная масса фракции. Результаты исследования влияния углеводородного состава на низкотемпературные свойства дизельных фракций показали, что с увеличением общего содержания парафинов, и в частности n-парафинов, низкотемпературные свойства ухудшаются, однако при одновременном увеличении содержания нафтенов их влияние на процессы кристаллизации n-парафинов становится существенным, что приводит к снижению температур застывания. Установлено, что наибольшее влияние на низкотемпературные свойства оказывают парафины, коэффициент их нормальности и отношение нафтенов к n-парафинам. Полученные экспериментальные результаты подтвердили установленные закономерности влияния углеводородного состава и физико-химических свойств на низкотемпературные свойства.*

**Ключевые слова:** дизельное топливо, углеводородный состав, физико-химические свойства, низкотемпературные свойства.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-22-27

V. V. Mashnich, A. A. Berdnikova, A. A. Pavlova, M. V. Majlin, A. A. Grinko, E. V. Frantsina

National Research Tomsk Polytechnic University

## **Research of Low-Temperature Properties of Diesel Fuel and Their Interrelation with Its Hydrocarbon Composition and Physico-Chemical Properties**

*In the article, the main physical and chemical properties of various samples of diesel fuel are investigated and their influence on low-temperature characteristics is evaluated. The regularities of changes in the low-temperature properties of the fuel depending on the hydrocarbon composition, as well as its effect on the injectivity of the fuel to depressant additives, have been studied. Based on the results obtained, it was concluded that the low-temperature properties of diesel fractions are best correlated with such physicochemical properties as: the latitude of the fractional composition, the boiling point of 90% and the molecular weight of the fraction. Of the presented hydrocarbons in the composition of diesel fractions, the content of paraffins, their normality factor and the ratio of naphthenes to n-paraffins have the greatest influence. At the same time, the determining factors affecting the injectivity*

*of diesel fractions to a pour point depressant are: the content of paraffins and aromatics, the molecular weight distribution of n-paraffins, and the width of the fractional composition.*

**Key words:** diesel fuel, hydrocarbon composition, molecular weight distribution, low temperature properties.

### **Синтез гидрата метана в пористых средах с использованием эффекта «памяти воды»**

Д. А. Бакулин<sup>1</sup>, В. А. Любименко<sup>2</sup>, И. В. Хамидуллина<sup>2</sup>, А. П. Семенов<sup>2</sup>, В. Н. Хлебников<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сколковский институт науки и технологий, Центр по добыче углеводородов,

<sup>2</sup>РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

*d.bakulin@skoltech.ru*

*Эффект «памяти (талой) воды» ускоряет синтез гидрата метана в малоглинистых и глинистых пористых средах. Длительность эффекта «памяти воды» при 22–24°C составляет не менее 3 сут. Основными факторами, определяющими скорость синтеза гидрата метана в пористой среде при использовании эффекта «памяти воды», являются степень превышения давления метана и/или снижение температуры относительно равновесных значений для гидрата метана. В пористых средах из кварцевого (речного) песка при степени превышения давления метана в 1,4 раза и более над равновесным значением и/или при температуре ниже равновесной на 3°C и более период индукции синтеза гидрата метана минимален и не зависит от степени отклонения от равновесных параметров. Не обнаружено влияния проницаемости, насыщенности водой и смачиваемости породы на синтез гидрата метана в проницаемой пористой среде из речного песка при использовании эффекта «памяти воды». Превращение в газовый гидрат 10% остаточной воды в глинистой модели пласта туронского горизонта привело к снижению проницаемости для газа. Глинистые частицы в породе значительно снижают соотношение метан/вода в гидрате с 1/5,75 (теория) до 1/19–1/65 (глинистая порода), т. е. в глинистых ядрах основное количество воды не входит в состав гидрата. Фильтрация метана через пористую среду способствует образованию газового гидрата. Если в статических условиях наблюдается остановка синтеза гидрата метана, то процесс возобновляется в потоке газа.*

**Ключевые слова:** гидрат метана, синтез гидрата метана в пористой среде,

физическое моделирование гидратных пластов.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-28-36

D. A. Bakulin<sup>1</sup>, V. A. Lyubimenko<sup>2</sup>, I. V. Khamidullina<sup>2</sup>, A. P. Semenov<sup>2</sup>, V. N. Khlebnikov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Skolkovo Institute of Science and Technology, Center for the Production of Hydrocarbons

<sup>2</sup>National University of Oil and Gas «Gubkin University»

### **Synthesis of Methane Hydrate in Porous Media Using the «Water Memory» Effect**

*The «memory (melt) water» effect accelerates the synthesis of methane hydrate in low-clay and clay porous media. The duration of the «memory» effect of water at 22–24°C is at least 3 days. The main factors determining the rate of methane hydrate synthesis in a porous medium when using the «water memory» effect are the degree of excess methane pressure and/or a decrease in temperature relative to the equilibrium values for methane hydrate. In porous media made of quartz (river) sand, when the methane pressure exceeds the equilibrium value by 1.4 times or more and/or at a temperature below the equilibrium value by 3°C or more, the induction period of methane hydrate synthesis is minimal and does not depend on the degree of deviation from the equilibrium parameters. There was no effect of permeability, water saturation and wettability of the rock on the synthesis of methane hydrate in a permeable porous medium from river sand using the «water memory» effect. The conversion of ~10% of residual water into gas hydrate in the clay model of the Turonian horizon formation led to a decrease in gas permeability. Clay particles in the rock significantly reduce the methane/water ratio in the hydrate, i.e. in clay cores, the main amount of water is not part of the hydrate. Filtration of methane through a porous medium contributes to the formation of gas hydrate. If the synthesis of methane hydrate is stopped under static conditions, the process resumes in the gas stream.*

**Key words:** *methane hydrate, synthesis of methane hydrate in a porous medium, physical modeling of hydrate formations.*

**Литолого-минералогическая характеристика карбонатных пород Чункинской площади в пределах Байкитской антеклизы**

Р. И Степанов

Филиал ООО «РН-Сервис» в г. Красноярске

*rusya.stepanov.2017@bk.ru*

*В данной статье рассмотрена литолого-минералогическая характеристика коллекторов скважины Чункинской площади. Рассмотрено литологическое и минералогическое описание карбонатных пород скважины, а также принципы их формирования. Приводится петрофизическая характеристика отложений венда и рифея скважины.*

**Ключевые слова:** доломит, трещиноватость, ангидрит, коллекторские свойства.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-37-42

R. I. Stepanov

Institute of Oil and Gas of Siberian Federal University, Branch of LLC RN-Service in Krasnoyarsk

**Lithological and Mineralogical Characteristics of Carbonate Rocks of the Chunkin Area within the Baikal Antecline**

*In this article, the lithological and mineralogical characteristics of the reservoirs of the Chunkinskaya square well are considered. The lithological and mineralogical description of the carbonate rocks of the well, as well as the principles of their formation, are considered. Petrophysical characteristics of the deposits of the Vendian and Riphean wells are given.*

**Key words:** *dolomite, fracturing, anhydride, reservoir properties.*

**Геобарические условия майкопских отложений Евлах-Агджабединского прогиба**

С. Б. Мамедова

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

*saida.mamedova1971@mail.ru*

*Изучены гидродинамические условия майкопских отложений Евлах-Агджабединского прогиба на основе 30 замеров первоначальных пластов давлений, полученных при опробовании параметрических, разведочных и эксплуатационных скважин на 13 площадях. Установлена зависимость изменения температуры от глубины и составлено уравнение регрессии по всем исследованным площадям и определены значения коэффициентов и их значимость. Составлена схематическая карта приведенных напоров по майкопским отложениям Евлах-Агджабединского прогиба и определены региональные направления движения флюидов.*

**Ключевые слова:** гидрогеологические условия, водообмен, нефтиды, пьезоминимумы, пьезомаксимумы.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-43-45

S. B. Mamedova

Azerbaijan State University of Oil and Industry

**Geobaric Conditions of the Maikop Deposits of the Yevlakh-Agdjabedi Trough**

*The hydrodynamic conditions of the Maikop deposits of the Yevlakh-Agdjabedi trough have been studied on the basis of 30 measurements of the initial pressure strata obtained in the time of testing parametric, exploration and production wells in 13 areas. The temperature–to-depth relationship has been determined and the regression equation compiled for all the areas studied, the values of the coefficients and their significance have been determined. A schematic pressure head map has been compiled for the Maikop deposits of the Yevlakh-Agdjabedi trough, and regional directions of fluid motion have been determined.*

**Key words:** hydrogeological conditions, water exchange, naftides, piezominimums, piezomaximums.

### **Влияние толщины стенок обсадных труб на распределение напряжений в приствольных зонах добывающих скважин**

А. М. Свалов

Институт проблем нефти и газа РАН

[svalov@ipng.ru](mailto:svalov@ipng.ru)

*Методами математического моделирования исследовано влияние толщины стенок обсадных труб в нефтегазодобывающих скважинах на величины эффективных радиальных, угловых (тангенциальных) и вертикальных напряжений, обусловленных существованием воронки депрессии вокруг этих скважин и влияющих на фильтрационные характеристики пласта в призабойных зонах скважин. Установлено, что сумма радиальных и угловых напряжений вблизи ствола скважины не зависит от толщины стенок обсадных труб, которая влияет только на соотношение величин этих напряжений. Показано, что это соотношение существенно влияет на фильтрационную проводимость призабойных зон добывающих скважин, особенно при разработке карбонатных коллекторов, относящихся к типу трещиновато-пористых пород. На основании проведенных исследований сделан вывод, что для пород с высоким значением коэффициента Пуассона наиболее рационально использовать обсадные трубы с большой толщиной стенок. Это будет способствовать, как снижению величины угловых сжимающих напряжений в породе, так и снижению интенсивности процессов ползучести пород в призабойных зонах скважин. Для снижения радиальных сжимающих напряжений рационально использовать обсадные трубы с малой толщиной их стенок.*

**Ключевые слова:** добывающие скважины, воронка депрессии, карбонатные породы, обсадные трубы.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-46-50

A. M. Svalov

Oil and Gas Research Institute RAS

### **Influence of Casing Pipe Wall Thickness on Stress Distribution in Trunk Zones of Producing Wells**

*The influence of the thickness of casing walls in oil and gas producing wells on the values of effective radial, angular (tangential) and vertical stresses caused by the existence of a depression funnel around these wells and affecting the filtration characteristics of the formation in the bottomhole zones of wells has been studied by mathematical modeling methods. It is established that the sum of radial and angular stresses near the borehole does not depend on the thickness of the casing walls, which affects only the ratio of the values of these stresses. It is shown that this ratio significantly affects the filtration conductivity of bottom-hole zones of producing wells, especially in the development of carbonate reservoirs belonging to the type of fractured-porous rocks. Based on the conducted studies, it was concluded, in particular, that for rocks with a high value of the Poisson's ratio, it is most rational to use casing pipes with a large wall thickness. This will contribute both to reducing the magnitude of angular compressive stresses in the rock and to reducing the intensity of rock creep processes in the bottomhole zones of wells.*

*To reduce radial compressive stresses, it is rational to use casing pipes with a small thickness of their walls.*

*Keywords:* producing wells, depression funnel, carbonate rocks, casing pipes.

**Key words:** producing wells, depression funnel, carbonate rocks, casing pipes.

## **Центробежные тарелки — высокопроизводительные и эффективные контактные устройства**

**для массообменных колонн в нефтепереработке и нефтехимии**

Ю. Н. Лебедев, И. В. Иванов, М. Б. Вихорев, Д. Д. Модурова

Научно-производственная компания «Кедр-89»

*modurova@kedr89.ru*

*В статье рассматривается оригинальная конструкция контактного устройства – центробежной тарелки для тепло-массообменных процессов, в которой реализована идея взаимодействия газа с жидкостью в закрученном потоке газа и дальнейшего отделения жидкости от газа с использованием центробежной силы. Многочисленные испытания центробежных тарелок подтвердили их высокую эффективность, обеспечивая минимальные приведенные затраты и, соответственно, максимальный экономический эффект при использовании в установках фракционирования под избыточным давлением.*

**Ключевые слова:** контактное устройство, центробежная тарелка, массообменная колонна.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-51-54

Yu. N. Lebedev, I. V. Ivanov, M. B. Vikhorev, D. D. Modurova

Research and Production Company «Kedr-89»

## **High-Performance and Efficient Contact Devices – Centrifugal Plates for Mass-Transfer Columns in Oil Refining and Petrochemistry**

*The article discusses the original design of a contact device - a centrifugal plate for heat and mass transfer processes, which implements the idea of gas-liquid interaction in a swirling gas flow and further separation of liquid from gas using centrifugal force. Numerous tests of centrifugal trays have confirmed their high efficiency, providing the lowest reduced costs and, accordingly, the maximum economic effect when used in pressurized fractionation plants.*

**Key words:** contact device, centrifugal plate, mass-transfer column.

## **Экспериментальная оценка развития дефектов**

**при отслоениях коррозионных покрытий**

Р. Р. Щербаков, С. В. Дейнеко

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

*shcherbakov@qualitet-expert.ru*

*В работе представлены результаты эксперимента, проводимого с целью практического подтверждения предположений о процессах развития коррозионных дефектов в областях отслоений изоляционных покрытий на стальных трубопроводах. По итогам данного эксперимента предполагается разработка рекомендаций к методикам проведения коррозионных обследований стальных трубопроводов.*

**Ключевые слова:** коррозия, коррозионные дефекты, трубопровод, изоляционное покрытие, отслоения изоляционного покрытия, электрохимическая защита.

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-55-57

R. R. Scherbakov, S. V. Deineko

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

## **Experimental Evaluation of Development of Defects during Delamination of Corrosion Coatings**

*This article discusses the implementation of an experiment carried out in order to practically confirm assumptions about the processes of development of corrosion defects in the areas of delamination of insulation coatings on steel pipelines. Based on the results of this experiment, it is planned to develop recommendations for methods for conducting corrosion inspections of steel pipelines.*

**Key words:** *corrosion, corrosion defects, pipeline, insulation coating, insulation coating delamination, electrochemical protection.*

## **Моделирование течения слабо сжимаемой жидкости при условии проскальзывания на стенке трубопровода**

Х. М. Гамзаев

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

*xan.h@rambler.ru*

*Рассматривается процесс нестационарного течения слабо сжимаемой жидкости по трубопроводу, описываемый одномерной моделью в виде нелинейной системы дифференциальных уравнений в частных производных. Предполагается, что на стенке трубопровода выполняется условие проскальзывания по закону Навье. В рамках данной модели поставлена обратная задача по определению скорости течения на стенке трубопровода. После дискретизации модели по времени, исходная задача при каждом дискретном значении временной переменной расщепляется на две последовательно решаемые задачи. В первой задаче проводится дискретизация по пространственной переменной и для решения полученной системы разностных уравнений предлагается специальное представление с использованием метода локальной регуляризации. В результате получена явная формула для определения скорости течения на стенке трубопровода. После определения распределения скорости течения жидкости по длине трубопровода, из решения второй задачи определяется распределение давления.*

**Ключевые слова:** *напряжение трения на стенке трубопровода, проскальзывание по закону Навье, метод локальной регуляризации, разностная задача, обратная задача.*

DOI: 10.32935/1815-2600-2022-142-5-58-64

Kh. M. Gamzaev

Azerbaijan State Oil and Industry University

## **Simulation of the Flow of a Weakly Compressible Fluid under the Condition of Slippage on the Pipeline Wall**

*The process of unsteady flow of a weakly compressible fluid through a pipeline described by a one-dimensional model in the form of a nonlinear system of partial differential equations is considered. It is assumed that the pipeline wall meets the slip condition according to Navier's law. Within the framework of this model, the inverse problem of determining the flow velocity on the pipeline wall is posed. After discretization of the model in time, the initial problem for each discrete value of the time variable is split into two sequentially solved problems. In the first problem, a spatial variable is discretized and a special representation using the local regularization method is proposed to solve the resulting system of difference equations. As a result, an explicit formula for determining the flow velocity on the pipeline wall is obtained. After determining the distribution of the fluid flow velocity along the length of the pipeline, the pressure distribution is determined from the solution of the second problem.*

**Key words:** *friction stress on the pipeline wall, slippage according to Navier's law, local regularization method, difference problem, inverse problem.*