

# ТЕХНОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА

научно-технологический журнал

№3<sup>(134)</sup> 2021

DOI: 10.32935/1815-2600-2021-134-3

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

Д. М. Григорьева, Е. Б. Федорова

ПЕРСПЕКТИВЫ СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА  
В ИНДУСТРИИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА.....3

### ИССЛЕДОВАНИЯ

И. Г. Яценко, Ю. М. Полищук

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ НЕФТЕЙ..... 11

Д. В. Нелюбов, П. Ю. Щербаков, А. В. Чернышева,  
В. А. Губарева, А. О. Шацкий

ОЦЕНКА СТАБИЛЬНОСТИ СМАЗЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ  
ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ ПРИ ИХ ИСКУССТВЕННОМ  
ОКИСЛЕНИИ И ОПЫТНОМ ХРАНЕНИИ ..... 18

И. Х. Асадов

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДОЛИ  
РАЗРУШЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ СЖИГАНИИ  
ПОПУТНОГО ГАЗА НА МОРСКИХ ПЛАТФОРМАХ..... 23

Н. Г. Бажирова, А. М. Мазгаров, А. Ф. Вильданов,  
Ф. А. Коробков, Н. И. Кузнецова, Т. В. Окружнова

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ИЗОПЕНТАНА  
ОТ ДИМЕТИЛСУЛЬФИДА..... 26

И. Р. Каримов, А. В. Клинов, Л. Р. Минибаева  
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖИГАНИЯ  
АММИАКСОДЕРЖАЩЕГО ГАЗА В РЕАКЦИОННЫХ ПЕЧАХ  
УСТАНОВКИ КЛАУСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
МЕТОДОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ..... 29

## **РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА**

А. М. Свалов  
МЕТОД ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН ..... 35

М. М. Бакраев, Ф. З. Булюкова, Е. Б. Думлер,  
Т. Б. Солтукиев, И. Э. Ордашев  
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ  
СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ XXIII ПЛАСТА  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОЙТ-КОРТ ..... 39

Д. В. Имангулов, Н. Р. Яркеева  
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНО-ПЕННОГО  
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА  
НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ  
ТПП «КОГАЛЫМНЕФТЕГАЗ» ..... 43

Б. Ш. Акрамов, Ш. Х. Умедов, Ж. Ф. Нуритдинов  
ВЛИЯНИЕ ТЕМПА ОТБОРА (ЗАКАЧКИ) ЖИДКОСТИ  
И КРАТНОСТИ ПРОМЫВКИ НА НЕФТЕОТДАЧУ ..... 47

Т. А. Самедов, Б. З. Казымов, С. Г. Новрузова  
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ  
ГАЗОКОНДЕНСАТНОЙ СКВАЖИНЫ С УЧЕТОМ  
РЕЛАКСАЦИОННОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГОРНЫХ ПОРОД ..... 50

В. В. Дмитрук, А. А. Касьяненко,  
Е. Б. Ковинченко, И. В. Кравченко  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОХЛАЖДЕНИЯ  
КОМПРИМИРОВАННОГО ГАЗА ДЛЯ ИСКЛЮЧЕНИЯ  
ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ..... 55

## **ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА**

Р. Р. Султанбеков, А. М. Щипачев, И. С. Леонов  
ВЛИЯНИЕ ОСАДКА ОСТАТОЧНЫХ ТОПЛИВ  
НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ  
ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАЛЬНОГО РЕЗЕРВУАРА ..... 60

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

**№3<sup>(134)</sup> 2021**

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

## **Перспективы снижения углеродного следа в индустрии сжиженного природного газа**

Д. М. Григорьева, Е. Б. Федорова

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

*grigorieva.d.m@yandex.ru*

*Для выполнения условий Парижского соглашения потребуется перестройка мировой экономики, совершение энергоперехода к низкоуглеродному развитию, что отразится впоследствии на отрасли традиционных источников энергии и, в частности, индустрии сжиженного природного газа (СПГ). В статье представлен обзор перспектив снижения углеродного следа в газовой отрасли. Приводятся технические, политические и экономические меры становления декарбонизации. Излагаются перспективы экспортного рынка природного газа для России. Представлена классификация технологий, связанных с улавливанием углекислого газа. Особое внимание уделяется снижению эмиссии парниковых газов в индустрии СПГ.*

**Ключевые слова:** декарбонизация, углеродный след, сжиженный природный газ.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-3-10

D. M. Grigoyeva, E. B. Fedorova

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

### **The Prospects for Reducing the Carbon Footprint in Liquefied Natural Gas Industry**

*To meet the terms of the Paris Agreement, it will be necessary to restructure the world economy, make an energy transition to low-carbon development, which will subsequently affect the conventional energy sources industry and, in particular, the liquefied natural gas (LNG) sector. The article provides an overview of the prospects for reducing the carbon footprint in the gas industry. Technical, political and economic measures of decarbonization formation are given. The prospects of the natural gas export market for Russia are outlined. The classification of technologies related to carbon dioxide capture is presented. Special attention is paid to reducing greenhouse gas emissions in the LNG industry.*

**Key words:** decarbonization, carbon footprint, liquefied natural gas.

## **Физико-химические свойства глубокозалегающих нефтей**

И. Г. Яценко, Ю. М. Полищук

Институт химии нефти Сибирского отделения РАН, г. Томск

*sric@ipc.tsc.ru*

*В работе рассмотрены особенности свойств малоизученных нефтей на больших глубинах (более 4500 м), необходимость освоения которых вызывается продолжающимся сокращением добычи нефти в традиционных нефтедобывающих провинциях. Проведен анализ пространственного распределения запасов по континентам и странам глубокозалегающих нефтей и изменений их физико-химических свойств и условий залегания. В исследованиях использованы информация о 21067 образцах нефтей из 167 нефтеносных бассейнов мира, полученная из базы данных по физико-химическим свойствам нефтей. Установлены особенности физико-химических свойств глубокозалегающих нефтей, проявляющиеся в уменьшении*

плотности и вязкости нефтей, в сокращении содержания серы и асфальто-смолистых веществ и повышении содержания легких фракций и нефтяного газа по сравнению с нефтями малых и средних глубин залегания.

**Ключевые слова:** глубокозалегающие нефти, нефтегазоносный бассейн, нефтяные месторождения, база данных, физико-химические свойства нефти, условия залегания.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-11-17

I. G. Yashchenko, Y. M. Polishchuk

Institute of Petroleum Chemistry of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences

### **Physico-Chemical Properties of Deep-Lying Oils**

*The article is devoted to the urgent problem of studying the features of the properties of poorly studied oils at great depths (more than 4,500 m), the need for development of which is caused by the continuing decline in oil production in traditional oil producing provinces. The analysis of the spatial distribution of reserves across the continents and countries of deep-seated oils and changes in their physico-chemical properties and the occurrence conditions, which made it possible to identify their main features. The studies used information on 21067 oil samples from 167 oil-bearing basins of the world, obtained from the database on the physicochemical properties of oils. The features of the physicochemical properties of deep-seated oils have been established, which are manifested in a decrease in the density and viscosity of oils, in a decrease in the content of sulfur and asphalt-resinous substances, and in an increase in the content of light fractions and oil gas in comparison with oils of small and medium depths.*

**Key words:** deep-seated oils, oil and gas basin, oil fields, database, oil physic-chemical properties, occurrence conditions.

### **Оценка стабильности смазывающей способности дизельных топлив при их искусственном окислении и опытном хранении**

Д. В. Нелюбов<sup>1</sup>, П. Ю. Щербаков<sup>1</sup>, А. В. Чернышева<sup>1</sup>, В. А. Губарева<sup>1</sup>, А. О. Шацкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»,

<sup>2</sup>ФГАУ «Военный инновационный технополис «Эра»

nelyubov\_dv@mail.ru

*Представлены результаты исследований по определению оптимальных параметров искусственного окисления дизельных топлив с целью оценки стабильности их смазывающей способности в условиях хранения. На основе критического анализа параметров ранее разработанного метода был изменен объем окисляемого топлива, каталитически-активный металл, контактирующий с топливом, а также площадь контакта с металлом и с воздухом, что позволило повысить адекватность изменений состава дизельных топлив при окислении разработанным методом аналогичным изменениям при их хранении. Установлено, что применение меди, в качестве каталитически-активного металла при искусственном окислении дизельных топлив интенсифицирует накопление карбонильных и карбоксильных продуктов окисления, но снижает скорость накопления гидроксильных продуктов окисления, что неадекватно изменению состава дизельных топлив при их хранении в стальной таре. На примере дизельного топлива исследованного состава установлено, что ухудшение смазывающей способности дизельных топлив при их хранении в 200-литровых*

стальных бочках в течение 10 месяцев может быть спрогнозировано путем их окисления разработанным методом в течение 2, 4 и 6 ч с последующей оценкой смазывающей способности окисленных топлив.

**Ключевые слова:** окисление топлив, хранение топлив, стабильность топлив при хранении, показатели качества топлив, смазывающая способность, сохраняемость топлив.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-18-22

D. V. Nelyubov<sup>1</sup>, P. J. Sherbakov<sup>1</sup>, A. V. Chernisheva<sup>1</sup>, V. A. Gubareva<sup>1</sup>, A. O. Shatsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>25th State Research Institute of Chemmotology, Ministry of Defense of Russia, <sup>2</sup>Military Innovation Technopolis “ERA”

### **Estimation of Lubrication Stability of Diesel Fuels under the Oxidation and Storage Conditions**

*The paper is given to investigation and definition of optimal parameters of oxidation of diesel fuels for the purpose of estimation its lubrication stability under the storage conditions. On the foundation of critical analyze of previous method's parameters it were corrected the volume of oxidating fuel, the type of catalyze-active metal, which is contacting the fuel and also the fuel-metal and fuel-air contact-square. These corrections are allowed to increase the adequacy of chemical composition changes of diesel fuel at the oxidation to the same changes at the storage conditions. It was found that using the cuprum as the catalyze-active material of storage tanks increases the appearance of carbonyl and carboxyl oxidation products and decreases the appearance of hydroxyl oxidation products that is not adequately the chemical changes of diesel fuels while its storage in steel tare. On the foundation of three samples of diesel fuel investigation was found that decreasing of lubrication ability of diesel fuel at its storage for the 10 months could be forecasted by its oxidation via the developed method at least of 2, 4 and 6 hours with the following estimation lubrication ability of oxidated samples.*

**Key words:** oxidation of fuels, storage of fuels, storage stability of fuels, quality indexes of diesel fuels, lubrication ability, long-term storage ability.

### **Разработка методики вычисления доли разрушенных углеводородов при сжигании попутного газа на морских платформах**

И. Х. Асадов

Национальное аэрокосмическое агентство, Азербайджан

asadzade@rambler.ru

*В статье рассмотрена возможность разработки новой методики вычисления доли разрушенных углеводородов при сжигании попутного газа в факелах. Показано, что проблема сжигания попутного углеводородного газа состоит в неполном сгорании метана и как результат, в эмиссии в атмосферу таких продуктов как углекислый газ, аэрозоль, а также метан. Неопределенность оценки доли углеродной фракции метана в общей массе сжигаемого газа, а также отношения концентраций метана и углекислого газа над различными морскими нефтедобывающими платформами позволяет сформировать вариационную оптимизационную задачу, решение которой позволяет оценить минимально гарантированную величину доли разрушенного углеводородного газа при сжигании его в факелах.*

**Ключевые слова:** факел, попутный газ, морские платформы, оптимизация.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-23-25

I. H. Asadov

National Aerospace Agency, Azerbaijan Republic

### **Development of Methodics for Calculation of Share of Destroyed Hydrocarbons upon Flaring of Associated Gas at Sea Platforms**

*In the article the possibility to develop the new methodic for calculation of share of destroyed hydrocarbons upon flaring of associated gas is considered. It is shown that problem of flaring of associated hydrocarbon gas is that non-complete firing causing emission to atmosphere such products as CO<sub>2</sub>, aerosol (black carbon) and also CH<sub>4</sub>. Uncertainty in estimate of carbon fraction in total mass and also of ratio of concentrations of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> over different oil producing sea platforms make it possible to form variation optimization task solution of which allows to evaluate the minimum guaranteed share of destroyed hydrocarbon gas upon its flaring.*

**Key words:** flare, associated gas, sea platforms.

### **Адсорбционная очистка изопентана от диметилсульфида**

Н. Г. Бажирова, А. М. Мазгаров, А. Ф. Вильданов,

Ф. А. Коробков, Н. И. Кузнецова, Т. В. Окружнова

АО «Волжский научно-исследовательский институт углеводородного сырья», г. Казань

asadzade@rambler.ru

*Исследована адсорбционная способность ряда цеолитов в процессе очистки от диметилсульфида модельной смеси с n-гексаном. В выбранных условиях (21–24°C, расход модельной смеси — 120 мл/ч, объем адсорбента — 50 мл) наибольшую сероёмкость проявляет ультрастабильный цеолит HY — 2,3% мас.*

**Ключевые слова:** очистка, адсорбция, цеолиты, диметилсульфид, углеводородные фракции, изопентановая фракция.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-26-28

N. G. Bazhirova, A. M. Mazgarov, A. F. Vildanov F. A. Korobkov, N. I. Kuznechova, T. I. Okruznova

«Volga Research Institute of Hydrocarbon Feed» JS

### **Adsorption Treatment Izopentane from Dimethyl Sulfide**

*The adsorption capacity of a number of zeolites during the purification of the n-hexane + dimethyl sulfide model mixture from dimethyl sulfide was studied. Under the selected conditions (21–24°C, flow rate of the model mixture — 120 ml/h, adsorbent volume — 50 ml) ultra-stable zeolite exhibits the greatest sulfur capacity 2.3% by weight.*

**Key words:** purification, adsorption, zeolytes, dimethyl sulfide, hydrocarbon fractions, isopentane fraction.

### **Оценка эффективности сжигания аммиаксодержащего газа в реакционных печах установки Клауса с использованием методов вычислительной гидродинамики**

И. Р. Каримов, А. В. Клинов, Л. Р. Минибаева

Казанский национальный исследовательский технологический университет

KarimovI@mail.ru

*На основе метода вычислительной гидродинамики с использованием программного комплекса ANSYS Fluent выполнено моделирование сжигания кислых газов в печах установки Клауса с дополнительным сжиганием аммиаксодержащего газа с установки отпарки кислой воды. В качестве объекта исследования рассмотрена установка получения серы комплекса глубокой переработки тяжелых остатков АО «ТАИФ-НК».*

*По результатам CFD-моделирования определены возможные варианты развития сценария утилизации аммиаксодержащих кислых газов на установке получения серы при изменении состава газов, термодинамических условий, а также регулирования структуры потока в печи. Полученные данные хорошо согласуются с фактическими параметрами работы действующей установки.*

**Ключевые слова:** сероводород, аммиак, сера, горение, процесс Клауса, печь, гидродинамика, ANSYS Fluent.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-29-34

I. R. Karimov, A. V. Klinov, L. R. Minibaeva

Kazan National Research Technological University

### **Computational Fluid Dynamics-Based Efficiency Evaluation of Ammonia Containing Gas Combustion in the Claus Reaction Furnaces**

*Based on the computational fluid dynamics method using ANSYS Fluent software, we carried out a simulation of acid gases combustion process in the Claus furnaces with further combustion of ammonia containing gas originated from sour water stripper. The sulphur recovery unit of the heavy residue conversion complex owned by TAIF-NK was considered as a research subject. As per the results of CFD-simulation, the optional scenarios were defined for utilization of ammonia containing acid gases in the sulphur recovery unit by adjustment of gas composition, thermodynamic conditions, as well as by controlling the flow pattern in the Furnace. The data obtained agree quite well with the actual performance parameters of the existing unit and the findings in the public domain.*

**Key words:** hydrogen sulfide, ammonia, oxygen, sulfur, combustion, Claus process, furnace, hydrodynamics, ANSYS Fluent.

### **Метод обработки данных гидродинамических исследований скважин**

А. М. Свалов

Институт проблем нефти и газа РАН

svalov@ipng.ru

*Традиционный метод Хорнера обработки данных гидродинамических исследований скважин может быть усовершенствован специальным преобразованием кривых давления, сокращающим время выхода преобразованных кривых на асимптотические режимы, необходимые для обработки этих данных.*

*При этом для учета действия скин-фактора и влияния ствола скважины необходимо использовать более полное асимптотическое разложение точного решения уравнения пьезопроводности при больших значениях времени. Вместе с тем, полностью исключить влияние ствола скважины указанный метод не позволяет, поскольку используемое асимптотическое разложение решения при малых значениях времени ограничивается существованием особой точки, в окрестности которой асимптотическое разложение перестает быть справедливым. Для решения этой проблемы предлагается новый метод обработки данных*

гидродинамических исследований скважин, который позволяет полностью устранить влияние ствола скважины. Метод основан на введении модифицированной функции притока к скважине, включающей в себя составляющую граничного условия, соответствующую влиянию ствола скважины.

**Ключевые слова:** гидродинамические исследования скважин, метод Хорнера, уравнение пьезопроводности, влияние ствола скважины, асимптотические ряды.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-35-38

A. M. Svalov

Oil and Gas Research Institute RAS

### **Data Processing Method of Well Testing**

*Horner's traditional method of processing well test data can be improved by a special transformation of the pressure curves, which reduces the time the converted curves reach the asymptotic regimes necessary for processing these data. In this case, to take into account the action of the «skin factor» and the effect of the wellbore, it is necessary to use a more complete asymptotic expansion of the exact solution of the conductivity equation at large values of time. At the same time, this method does not allow to completely eliminate the influence of the wellbore, since the used asymptotic expansion of the solution for small values of time is limited by the existence of a singular point, in the vicinity of which the asymptotic expansion ceases to be valid. To solve this problem, a new method of processing well test data is proposed, which allows completely eliminating the influence of the wellbore. The method is based on the introduction of a modified inflow function to the well, which includes a component of the boundary condition corresponding to the influence of the wellbore.*

**Key words:** well testing, Horner's method, conductivity equation, wellbore influence, asymptotic series.

### **Анализ эффективности технологической системы разработки XXIII пласта месторождения Гойт-Корт**

М. М. Бакраев<sup>1</sup>, Ф. З. Булюкова<sup>2</sup>, Е. Б. Думлер<sup>2</sup>, Т. Б. Солтукиев<sup>1</sup>, И. Э. Ордашев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Грозненский государственный нефтяной технический университет  
имени академика М. Д. Миллионщикова,

<sup>2</sup>Уфимский государственный нефтяной технический университет  
[tubarik@yandex.ru](mailto:tubarik@yandex.ru)

*В статье представлен анализ технологических схем разработки XXIII пласта месторождения Гойт-Корт, в результате которого предложено внедрение мероприятий по закачке газа под высоким давлением.*

*В результате предложенных мероприятий отмечен рост пластового давления в районе расположения первого ряда добывающих скважин, улучшение их эксплуатационных характеристик вследствие закачки газа. Выявлены характерные причины участившихся ремонтов скважин, вызванные асфальтосмолопарафиновыми отложениями в оборудовании, в лифтовых колоннах и выкидных линиях. Предусмотрены меры по устранению и борьбе с перечисленными осложнениями. Так, на месторождении испытана и внедрена технология постоянного дозирования ингибитора в затрубное пространство скважины. Проведено сравнительное тестирование активности реагентов. Для удаления глинистого кольматанта поровой матрицы высокотемпературных терригенных объектов рекомендовано применение реагентов на основе борофтористоводородной кислоты.*



**Ключевые слова:** заводнение пласта, закачки газа, вытесняющий агент, бутил-бензолная фракция, борофтористоводородная кислота.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-39-42

M. M. Bakraev<sup>1</sup>, F. Z. Bulyukova<sup>2</sup>, E. B. Dumler<sup>2</sup>, T. B. Soltukiev<sup>1</sup>, I. E. Ordashev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grozny State Oil Technical University» named after Academician M. D. Millionshchikov,

<sup>2</sup>Ufa State Oil Technical University

### **Data Processing Method of Well Testing**

*The article presents an analysis of technological schemes for the development of the XXIII layer of the Goyt-Kort field, as a result of which the implementation of measures for high pressure gas injection is proposed. The geological and production characteristics of the reservoir, technological features of the developed process and economic needs justified the choice of the Goyt-Kort field as a priority object for high-pressure gas injection to enhance oil recovery. As a result of the proposed measures, an increase in reservoir pressure was noted in the area of the first row of production wells, an improvement in their performance due to gas injection. The characteristic reasons for the frequent well workovers caused by deposits of asphalt-resin-paraffin substances in equipment, in tubing and flow lines have been identified. Measures are provided to eliminate and combat the listed complications. Thus, the field tested and implemented the technology of constant dosing of the inhibitor into the annulus of the well. Comparative testing of the activity of the reagents was carried out. To remove the clay bridging agent of the pore matrix of high-temperature terrigenous objects, the use of reagents based on boronfluorinehydrogen acid is recommended.*

**Key words:** waterflooding, gas injection, displacing agent, butyl-benzene fraction, boronfluorinehydrogen acid.

### **Анализ результатов применения азотно-пенного гидравлического разрыва пласта на нефтяных месторождениях ТПП «Когалымнефтегаз»**

Д. В. Имангулов, Н. Р. Яркеева

Уфимский государственный нефтяной технический университет

*dinis.imangulov@gmail.com*

*В статье рассматривается один из методов, повышающих эффективность операции гидравлического разрыва пласта – азотно-пенный гидравлический разрыв пласта. На примере нескольких нефтяных месторождений ТПП «Когалымнефтегаз» оценивается эффективность применения данной технологии на основе результатов исследования и даются рекомендации к дальнейшему ее использованию.*

**Ключевые слова:** гидравлический разрыва пласта, азотно-пенный ГРП.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-43-46

D. V. Imangulov, N. R. Yarkееva

Ufa State Petroleum Technological University

### **Analysis of the results of using nitrogen foam hydraulic fracturing at the oil fields of TPE «Kogalymneftegaz»**

*The article discusses one of the methods that increase the efficiency of hydraulic fracturing operations — nitrogen foam hydraulic fracturing. On the example of several oil fields of TPE “Kogalymneftegaz”,*

*the effectiveness of the application of this technology is assessed on the basis of the research results and recommendations are given for its further use.*

**Key words:** *hydraulic fracturing operations, nitrogen foam hydraulic fracturing.*

### **Влияние темпа отбора (закачки) жидкости и кратности промывки на нефтеотдачу**

Б. Ш. Акрамов<sup>1</sup>, Ш. Х. Умедов<sup>2</sup>, Ж. Ф. Нуриддинов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина в городе Ташкент,

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

<sup>3</sup>АО «ИГИРНИГМ», г. Ташкент

*akramov\_bahsh@mail.ru*

*В статье рассмотрены вопросы влияния интенсивного отбора жидкости на процесс нефтедобычи и на величину безводной текущей и конечной нефтеотдачи. Благоприятное влияние высоких темпов отбора жидкости на темп отбора нефти и на текущую нефтеотдачу в водный период является технологической основой метода форсированного отбора жидкости из пласта. Показано, что форсированный отбор позволяет сократить продолжительность поздней стадии и продлить период рентабельной добычи нефти.*

**Ключевые слова:** форсированный отбор, кратность промывки, нефтеотдача, темп отбора, безводный период.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-47-49

B. Sh. Akramov<sup>1</sup>, Sh. Kh. Umedov<sup>2</sup>, Zh. F. Nuritdinov<sup>3</sup>

### **Influence of Fluid Recovery and Flushing Frequency on Oil Recovery**

*The article deals with the influence of intensive fluid withdrawal on the oil production process and on the amount of anhydrous current and final oil recovery. The beneficial effect of high rates of fluid recovery on the rate of oil recovery and the current oil recovery in the water period is the technological basis of the method of forced fluid recovery from the reservoir. It is shown that forced withdrawal allows to reduce the duration of the late stage and extend the period of profitable oil production.*

**Key words:** *forced withdrawal, oil, liquid, flushing frequency, oil recovery, withdrawal rate, waterless period.*

### **Выбор оптимального режима работы газоконденсатной скважины с учетом релаксационной деформации горных пород**

Т. А. Самедов<sup>1</sup>, Б. З. Казымов<sup>2</sup>, С. Г. Новрузова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,

<sup>2</sup>Институт нефти и газа Национальной академии наук Азербайджана

*sudaba.novruzova@mail.ru*

*В статье предлагается методика выбора оптимального режима эксплуатации газоконденсатной скважины без накопления песка в забое с учетом релаксационной деформации горных пород пласт-коллектора за период разработки газоконденсатной залежи в режиме истощения. Данная методика*

одновременно позволяет определить необходимый текущий рабочий объем добываемого конденсата (а также газа), а также забойные и контурные значения пластового давления, конденсатонасыщенности и пористости пласта, соответствующих на выбранный оптимальный режим эксплуатации скважины.

**Ключевые слова:** деформация, пористость, конденсато-насыщенность, дебит скважины, пескопроявление.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-50-54

### **Choosing the optimal operating mode of a gas condensate well taking into account the relaxation deformation of rocks**

T. A. Samadov<sup>1</sup>, B. Z. Kazymov<sup>2</sup>, S. H. Novruzova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Azerbaijan State Oil and Industry University

<sup>2</sup>Institute of Oil and Gas of the Azerbaijan National Academy of Sciences

*The article proposes a method for selecting the optimal operation mode of a gas condensate well without sand accumulation in the bottom, taking into account the relaxation deformation of reservoir rocks during the development of a gas condensate deposit in the depletion mode. This method simultaneously allows you to determine the required current operating volume of produced condensate (as well as gas), as well as bottom-hole and contour values of reservoir pressure, condensate saturation and porosity of the reservoir, corresponding to the selected optimal operation mode of the well.*

**Keywords:** deformation, pressure, porosity, condensate saturation, well flow rate, sand occurrence.

### **Совершенствование технологии охлаждения компримированного газа для исключения влияния внешних факторов**

В. В. Дмитрук, А. А. Касьяненко, Е. Б. Ковинченко, И. В. Кравченко

ОАО «Севернефтегазпром»

*KravchenkoIV@sngp.com*

*Работа посвящена совершенствованию действующего технологического процесса охлаждения компримированного газа на Южно-Русском нефтегазоконденсатном месторождении ОАО «Севернефтегазпром». По результатам исследования технологических процессов подготовки, компримирования и транспортировки природного газа разработана дополнительная система охлаждения компримированного газа после газоперекачивающих агрегатов дожимной компрессорной станции, не зависящая от температуры окружающей среды. При внедрении в действующий технологический процесс охлаждения компримированного газа, разработанная система обеспечит требуемые температурные параметры реализуемого природного газа совместно с эксплуатируемыми аппаратами воздушного охлаждения газа и теплообменниками рекуперативными. Для выбора дополнительной системы охлаждения газа, обеспечивающей требуемую холодопроизводительность с учетом имеющихся на месторождении энергетических ресурсов и климатических условий, проведено детальное моделирование работы различных вариантов систем охлаждения газа реально существующих на рынке данного оборудования в России, выбран вариант с наиболее высокими показателями интегрального эффекта и индекса эффективности. Данное решение гарантировано обеспечивает стабильную поставку товарного природного газа потребителям в*

*рамках договорных обязательств и исключает влияние температурных факторов окружающей среды на технологические процессы.*

**Ключевые слова:** охлаждение газа, внешний температурный фактор, падение пластового давления, ограничение пропускной способности газопровода, температура товарного газа.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-55-59

V. V. Dmitruk, A.A. Kasyanenko, E.B. Kovinchenko, I.V. Kravchenko

OJSC «Severneftegazprom»

### **Data Processing Method of Well Testing**

*This publication discusses research work to improve the existing process for cooling compressed gas at the Yuzhno-Russkoye oil and gas condensate field of OJSC «Severneftegazprom». This project consisted in a scientific study of technological processes for the treatment, compression and transportation of natural gas. Based on the results of the research project, a system for additional cooling of compressed gas after the gas pumping units of the booster compressor station was developed (independent of the ambient temperature). When implementing into the existing technological process of cooling the compressed gas, the developed system will provide the required temperature parameters of the natural gas together with the operated air cooling units of gas and recuperative heat exchangers. To select an additional gas cooling system providing the required cooling capacity, taking into account existing energy resources (electricity, natural gas) and climatic conditions of the Yuzhno-Russkoe oil and gas condensate field, a detailed modeling of the different options of cooling systems of gas actually available on the market of this equipment in Russia and the option selection with the highest rates of integral effect and performance index. The proposed solution guarantees a stable supply of commercial natural gas within the framework of contractual obligations and excludes the influence of temperature factors of the environment on technological processes.*

**Key words:** *gas cooling, external temperature factor, reservoir pressure drop, limitation of gas pipeline throughput, commercial gas temperature.*

### **Влияние осадка остаточных топлив на напряженно-деформированное состояние вертикального стального резервуара**

Р. Р. Султанбеков, А. М. Щипачев, И. С. Леонов

Санкт-Петербургский горный университет

*Radelsultanbekov@mail.ru*

*В статье рассмотрена проблема образования осадков вызванных несовместимостью остаточных топлив и нефтепродуктов, проведен анализ и расчеты напряженно-деформированного состояния резервуара с учетом нефтепродуктов и осадка. В исследованиях рассмотрены влияния температурных полей на осадкообразование смеси остаточных топлив. В расчетах учитывалось влияние температуры хранимого нефтепродукта, а именно судового остаточного топлива марки РМК 700 и окружающей среды при помощи программного комплекса Ansys. Также выполнено сравнение влияний на напряженно-деформированное состояние хранимого нефтепродукта и нефтепродукта с придонным осадком. Для точного определения значений плотностей при разных температурах выполнены лабораторные опыты. На основании*

*моделирования методом конечных элементов на примере вертикального стального резервуара РВС-20000 проведен анализ напряженно-деформированного состояния и показано, что напряжения в местах установки приемо-раздаточного патрубка, люк-лаза и в зоне уторного шва максимальны. В этих зонах наблюдается значительное влияние придонного осадка и температуры из-за образования локальных повышенных зон напряжения, которые значительно возрастают при утонении стенки.*

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, резервуар, остаточные топлива, совместимость, придонный осадок.

DOI: 10.32935/1815-2600-221-134-3-60-64

R. R. Sultanbekov, A. M. Schipachev, I. S. Leonov

Saint Petersburg Mining University

### **Influence of Residual Fuel Sediment on Stress-Strain State of a Vertical Steel Tank**

*The article studies the formation of the total sediment by the incompatibility of residual fuels and oil products, analyzes and calculates the stress-strain state of the tank taking into account oil products and sediment. The studies examined the influence of temperature fields on the sedimentation of a mixture of residual fuels caused by the incompatibility of these components. Temperatures of a stored product, namely residual fuel RMK-700, and ambient temperatures are taken into account when modelling in ANSYS product. Effects that oil product has separately and oil product with bottom sediments have on a stress-strain state are compared. Laboratory tests were performed to accurately measure density depending on various temperatures. By means of finite element method a stress-strain state of a vertical steel tank RVS-20000 is examined, the calculations showed that the maximum stresses are located in zones of the weld seam and in the places of installation of the receiving-distributing branch pipe and manhole. In these areas bottom sediment and temperature difference influence the stress-strain state greatly, with the stresses becoming even higher as the wall gets thinner.*

**Key words:** stress-strain state, oil tank, residual fuels, bottom sediments, sedimentation.