

# ПРОМЫШЛЕННЫЙ СЕРВИС

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№3(64)  
2017

## Главный редактор

Б. П. ТУМАНЯН – д.т.н., проф.

## Научно-редакционный совет:

С. В. ДЕЙНЕКО – к.т.н. доцент,

В. И. ИВАНОВ – д.т.н., проф.,

А. Ю. КОПЫЛОВ – д.т.н., проф.,

Е. А. ЛУКАШЕВ – д.т.н., проф.,

Л. А. МАГАДОВА – д.т.н., проф.,

Е. А. МАЗЛОВА – д.т.н., проф.,

М. Л. МЕДВЕДЕВА – д.т.н.,  
проф.,

А. З. МИРКИН – к.т.н.,

С. А. СИНИЦИН – к.х.н., доцент,

Ю. П. СТЕПИН – д.т.н., проф.,

Ф. М. ХУТОРЯНСКИЙ – д.т.н.,  
проф.

## Редакция:

В. С. ДМИТРИЕВА (редактор,  
ответственный секретарь),

О. В. ЛЮБИМЕНКО (редактор),

В. В. ЗЕМСКОВ (оформление  
и верстка)

## СОДЕРЖАНИЕ

### АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ, ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Д. Э. Василейко

ВОЗМОЖНЫЕ НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ  
МАСШТАБНОГО ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ..... 3

### ОБОРУДОВАНИЕ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ

С. С. Круглов (мл.), А. В. Вишнеvский,

С. С. Круглов (ст.), Т. В. Прокофьева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ДИСКОВОГО КРИСТАЛЛИЗАТОРА

МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ..... 7

Е. И. Зоря, И. В. Орехова, А. С. Черезова

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА

ПОТЕРЬ ЛЕГКИХ ФРАКЦИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

ИЗ РЕЗЕРВУАРОВ ХРАНЕНИЯ ..... 12

### ИССЛЕДОВАНИЯ

С. Е. Шуляка, С. А. Синицин

ОБЕССЕРИВАНИЕ ТЯЖЕЛОГО НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ

ОКИСЛИТЕЛЬНЫМ КАТАЛИТИЧЕСКИМ ТЕРМОЛИЗОМ ..... 18

### СЕРВИСНЫЕ НЕФТЕГАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А. В. Дунаев

УГЛУБЛЕННЫЙ СЕРВИС МАШИН

НЕТРАДИЦИОННЫМИ ПРИЕМАМИ ..... 26

### ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР

В. М. Дозорцев

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ

И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ..... 35

### ЭКОЛОГИЯ

О. А. Куликова, Е. А. Мазлова

ИЗУЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

СИНТЕТИЧЕСКОГО СОРБИРУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ..... 44

# INDUSTRIAL SERVICES

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

№3(64)  
2017

Head editor:

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci.,  
prof.

Editorial board:

S. V. Deineko – Cand. Eng. Sci.,  
associate prof.,

V. I. Ivanov – Dr. Eng. Sci., prof.,

A. Yu. Kopylov – Dr. Eng. Sci., prof.,

E. A. Lukashov – Dr. Eng. Sci., prof.,

E. A. Mazlova – Dr. Eng. Sci., prof.,

L. A. Magadova – Dr. Eng. Sci., prof.,

M. L. Medvedeva – Dr. Eng. Sci., prof.,

A. Z. Mirkin – Dr. Eng. Sci., prof.,

S. A. Sinitsin – Cand. Chem. Sci.,  
associate prof.,

Yu. P. Stepin – Dr. Eng. Sci., prof.,

F. M. Khutoryansky – Dr. Eng. Sci.,  
prof.

## CONTENTS

### ANALYTICAL REVIEW, RUSSIAN AND FOREIGN EXPERIENCE

D. E. Vasileyko

POSSIBLE NEGATIVE CONSEQUENCES  
OF LARGE-SCALE INTRODUCTION

OF ALTERNATIVE ENERGY TECHNOLOGIES..... 3

### EQUIPMENT AND IMPLEMENTATION

S. S. Kruglov Jn., A. V. Vishnevskiy, S. S. Kruglov, T. V. Prokofieva

DETERMINATION OF THERMOTECHNICAL CHARACTERISTICS  
OF A DISK-TYPE CRYSTALLIZER

BY THE NUMERICAL SIMULATION METHOD ..... 7

E. I. Zorya, I. V. Orekhova, A. S. Cherezova

THE COMPARATIVE ANALYSIS OF METHOD OF CALCULATION  
OF LOSSES OF EASY FRACTIONS

OF HYDROCARBONS FROM STORAGE TANKS..... 12

### RESEARCH

S. E. Shulyaka, S. A. Sinitcin

HEAVY OIL DESULFURIZATION BY CATALYTIC THERMOLYSIS..... 18

### SERVICE OIL AND GAS TECHNOLOGIES

A. V. Dunaev

IN-DEPTH SERVICE MACHINES IN TERMS OF THEIR OILS..... 26

### INDUSTRIAL SAFETY

V. M. Dozortsev

COMPUTER-BASED SIMULATORS

AND NEW CHALLENGES IN INDUSTRIAL SAFETY ..... 35

### ENVIRONMENTAL PROTECTION

O. A. Kulikova, E. A. Mazlova

STUDY OF PERFORMANCE CHARACTERISTICS  
OF SYNTHETIC SORBENT MATERIAL

FOR OIL CONTAMINATION, CONTAINMENT AND LIQUIDATION ..... 44

#### Адрес редакции:

111116, Москва, ул. Авиамоторная, 6.

Тел./факс: (499) 507-80-45.

e-mail: [tpps@list.ru](mailto:tpps@list.ru)

Интернет: [www.nitu.ru](http://www.nitu.ru)

При перепечатке любых материалов ссылка на журнал  
«Промышленный сервис» обязательна.

Материалы авторов не возвращаются.

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

Издатель — Международный центр науки  
и технологий «ТУМА ГРУПП»

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

о регистрации ПИ № ФС77-44240 от 17.03.2011 г.

ISSN 2224-9656

Журнал включен в перечень изданий  
Высшей аттестационной комиссии Министерства  
образования и науки РФ.

Тираж 1000 экз.

Отпечатано ООО «Стринг»

E-mail: [String\\_25@mail.ru](mailto:String_25@mail.ru)

## **Возможные негативные последствия масштабного внедрения технологий альтернативной энергетики**

*Д. Э. Василейко*

*МГИМО МИД РФ,*

E-mail: diana\_vasileiko@mail.ru

*Современное общество крайне заинтересовано в постоянном информировании и скорейшем разрешении, так называемой, энергетической проблематики. Это понятно, поскольку проблемы энергетики сегодня из чисто экономических и технологических превращаются в проблемы социальные и принимают уже явный глобальный характер. В обществе начинает доминировать ожидание скорейшего перехода к производству и потреблению «чистой» энергии. Что может ожидать нас в итоге подобного перехода и каковы возможные побочные эффекты данной энергетической трансформации?*

**Ключевые слова:** традиционная энергетика, «чистая» энергия, альтернативная энергетика, атомная энергетика, парижское соглашение по климату.

D. E. Vasileyko

MGIMO Russian Foreign Ministry

### **Possible Negative Consequences of Large-Scale Introduction of Alternative Energy Technologies**

*Modern society is extremely interested in constant informing and the fastest solution to a so-called “power perspective”. It is understood because today power problems turn from purely economic and technological into social problems and are already of global character. Society expects the fastest transition to production and “green” energy to dominate. What can we expect as a result of such a transition and what are the possible side effects of this power transformation?.*

**Key words:** traditional power, green energy, alternative power generation, nuclear power, Parisian agreement on climate.

## **Определение теплотехнических характеристик дискового кристаллизатора методом численного моделирования**

*С. С. Круглов (мл.), А. В. Вишневский, С. С. Круглов (ст.), Т. В. Прокофьева*

*РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина,*

*Статья посвящена вопросам исследования дискового кристаллизатора, который является наиболее перспективным кристаллизационным аппаратом в области оборудования, применяемого в традиционных процессах депарафинизации и обезмасливания. Рассмотрена задача, связанная с определением зависимостей коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи в дисковом кристаллизаторе с применением компьютерных методов инженерного анализа. Для исследования теплообмена в кристаллизаторе разработана компьютерная модель, адекватно воспроизводящая гидро- и теплодинамический режимы работы аппарата на промышленной установке. Моделирование сопряженного теплообмена в аппарате с учетом эффекта перемешивания производилось в специализированном программном комплексе SolidWorks FlowSimulation, основанном на численном методе конечных объемов. В качестве основных результатов*

*в работе представлены формулы, позволяющие вычислить неизвестные значения средних коэффициентов теплоотдачи и определить на их основе полный средний коэффициент теплопередачи дискового кристаллизатора с точностью, не превышающей 15% по отношению к данным промышленных испытаний.*

**Ключевые слова:** кристаллизатор, дисковый кристаллизатор, депарафинизация, обезмасливание, вычислительная гидродинамика, сопряженный теплообмен, коэффициент теплоотдачи, коэффициент теплопередачи, компьютерное моделирование, численные методы, метод конечных объемов.

S. S. Kruglov Jr., A. V. Vishnevskiy, S. S. Kruglov, T. V. Prokofieva

Gubkin Russian State Oil and Gas University

### **Determination of Thermotechnical Characteristics of a Disk-Type Crystallizer by the Numerical Simulation Method**

*This article is devoted to the disk-type crystallizer research, which is the most promising type of apparatus for crystallization among equipment using in the conventional oil dewaxing and wax deoiling processes. The problem connected with the determination of heat convection and heat transfer coefficients dependences in a disk-type crystallizer with using computer methods of engineering analysis is considered. To study the heat transfer in the crystallizer, a computer model adequately simulating hydro- and thermodynamic operation modes of the apparatus at an industrial unit was developed. Conjugate heat transfer simulation in the apparatus with taking into account stirring effect was performed in the specialized software complex SolidWorks FlowSimulation based on the numerical finite-volume method. The main results of the research are equations that allow to calculate unknown values of average heat convection coefficients and to determine on their basis the total average heat transfer coefficient of a disk-type crystallizer with an accuracy not exceeding 15% with respect to industrial test data.*

**Key words:** crystallizer, disk-type crystallizer, dewaxing, deoiling, computational fluid dynamics (CFD), conjugate heat transfer, heat convection coefficient, heat transfer coefficient, computer simulation, numerical methods, finite-volume method.

### **Сравнительный анализ методик расчета потерь легких фракций углеводородов из резервуаров хранения**

*Е. И. Зоря, И. В. Орехова, А. С. Черезова*

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина,

E-mail: zorya.ru@gmail.com

*В статье проведено сопоставление российской и зарубежной методик учета потерь нефтепродуктов вследствие «малых дыханий» из вертикальных стальных резервуаров. Рассмотрена методика из стандартов Американского института нефти API 42, применяемая для учета потерь нефтепродуктов в США, и методика, разработанная Н. Н. Константиновым. Полученные значения сравниваются с действующими на сегодняшний день в России нормами естественной убыли нефтепродуктов при хранении. Также рассматривается применение этих методик к конкретному хранимому нефтепродукту в резервуаре в течение одного месяца.*

**Ключевые слова:** потери нефтепродуктов от испарения, малые дыхания, естественная убыль нефтепродуктов, методики расчеты потери нефтепродукта от испарения из резервуара вертикального стального.

E. I. Zorya, I. V. Orekhova, A. S. Cherezova

Gubkin Russian State Oil and Gas University

### **The Comparative Analysis of Method of Calculation of Losses of Easy Fractions of Hydrocarbons from Storage Tanks**

*In article comparison of the Russian and foreign techniques of the accounting of losses of oil products owing to “small breathings” from vertical steel tanks is carried out. The technique from standards of the American Petroleum Institute AP42 applied to the accounting of losses of oil products in the USA and the technique developed by N. N. Konstantinovy is considered. The received values are compared to the norms of natural losses of oil products operating today in the Russian Federation in case of storage. Also application of these techniques to specific storable oil product in the tank within one month is considered.*

**Key words:** losses of oil products from evaporation, small breath, natural losses of oil products, techniques calculations of loss of oil product from evaporation from the tank of vertical steel.

### **Обессеривание тяжелого нефтяного сырья окислительным каталитическим термолизом**

С. Е. Шуляка, С. А. Синицин

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

E-mail: ofrolovik@rambler.ru

*Сделан обзор методов обессеривания нефти и оценка их применимости для сероочистки тяжелого нефтяного сырья (ТНС), рассмотрены такие способы, как гидродесульфуризация, экстракционная сероочистка, окислительное обессеривание и другие. Лишь немногие из методов применимы и/или эффективны для сероочистки ТНС из-за большего по сравнению с легкими нефтями содержания серы, высокой вязкости, высокой температуры кипения и термической стойкости соединений серы. Наилучшие результаты обнаруживает десульфуризация тяжелой нефти окислением с последующим термическим разложением окисленной тяжелой нефти или обессеривание гидроочисткой после окисления. Исследован процесс жидкофазного окисления нефтяного сырья с целью снижения содержания серы и уменьшения вязкости котельных топлив в присутствии кобальтмарганцевого катализатора кислородом воздуха. Исследование проводили в барботажном реакторе периодического действия. В результате вязкость катализата возросла, что говорит о процессах окислительной полимеризации и применимости метода для получения кокса.*

**Ключевые слова:** термолиз, тяжелое нефтяное сырье, окислительный термолиз, жидкофазное окисление, кобальт, марганец, сера, вязкость.

S. E. Shulyaka, S. A. Sinitcin

Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia

### **Heavy Oil Desulfurization by Catalytic Thermolysis**

*The review of methods for heavy oil desulfurization and the assessment of applicability were made. The desulfurization methods include hydrodesulfurization, extractive desulfurization, oxidative desulfurization and others. Few of these methods are applicable and / or effective for desulfurization of heavy oil stock due to the higher sulfur content, than light oils have, high viscosity, high boiling point, refractory nature of the sulfur compounds. Autoxidation followed by thermal decomposition of the oxidized heavy oil detects the best results. The process of aerobic liquid-phase oxidation and catalytic thermolysis of heavy oil, catalyzed by cobalt stearate and manganese stearate was investigated. The investigation of kinetics was carried out in a batch reactor. As a result, the viscosity of the oil increased, indicating oxidative polymerization processes and the applicability of the method to produce coke.*

**Key words:** heavy oil stock, liquid phase oxidation, cobalt, manganese, hydrodesulfurization, sulfur, viscosity.

## **Углубленный сервис машин нетрадиционными приемами**

*А. В. Дунаев*

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ,

E-mail: dunaev135@mail.ru

*В статье обобщен 10-летний опыт комплексного углубленного сервиса автотракторных дизелей с контролем их масел. Показано, что показатели масел дают возможность определять место неисправности, назначать меры по предотвращению ускоренного, аварийного изнашивания агрегатов, предотвращать преждевременную или запоздалую смену масла, существенно повысить ресурс дизелей с высокой технико-экономической, эффективностью комплексного химмотологического и спектрального анализа масел. Основным этапом углубленного сервиса является устранение неисправностей агрегатов, а особенно, повышение их работоспособности и эксплуатационного ресурса традиционными и нетрадиционными приемами.*

**Ключевые слова:** комплексный сервис, масло, капельная проба, моющие свойства, щелочное число, загрязненность, обводненность, концентрации металлов, триботехнический состав.

A. V. Dunaev

FSBSI "FNAC VIM"

## **In-Depth Service Machines in Terms of Their Oils**

*The article summarizes 10 years of experience in comprehensive in-depth service automotive diesel engines to control their oils. It is shown that the properties of oils make it possible to determine the location of the fault, assign measures to prevent accelerated wear of the emergency units, to prevent accelerated or delayed an oil change, to significantly increase the resource of diesel engines with high technical-economic efficiency of work of the laboratory complex hematological and spectral analysis of oils.*

**Key words:** full service, oil, drip test, detergency, base number, pollution, water content, concentration of metals.

## **Компьютерные тренажеры и новые вызовы промышленной безопасности**

*В. М. Дозорцев*

*АО «Хоневелл»,*

E-mail: Victor.Doziertsev@honeywell.com

*Анализируется проблема практического снижения требований к компьютерному тренингу операторов, ведущая к повышению производственных рисков на фоне роста аварийности в нефтегазовой отрасли.*

*Описываются лучшие мировые практики, максимизирующие вклад компьютерного тренинга в обеспечение промышленной безопасности. Обсуждаются практические шаги, направленные на преодоление сложившихся негативных тенденций в использовании тренажеров.*

**Ключевые слова:** компьютерный тренинг, компьютерный тренажер, промышленная безопасность, консольные и полевые операторы, модель технологического процесса, интерфейс оператора, лучшие практики.

V. M. Doziertsev

JSC Honeywell, Moscow

**Computer-Based Simulators and New Challenges in Industrial Safety***Practical lowering of requirements for operator computer-based training is analyzed, leading to an increase in production risks against the risen accidents in the oil and gas industry. The best world practices that maximize the contribution of computer-based training to industrial safety are described. Practical steps aimed at overcoming the negative trends in the simulators' use are discussed.*

**Key words:** computer-based training, computer-based simulator, industrial safety, console and field operators, technological process models, operator interface, best practices.

## **Изучение эксплуатационных характеристик синтетического сорбирующего материала для локализации и ликвидации нефтяных загрязнений**

*О. А. Куликова, Е. А. Мазлова*

*РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина,*

E-mail: mazlovaea@gmail.com

*Процессы добычи, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов связаны с рисками аварийных разливов и утечек. Для локализации и ликвидации таких разливов используют различные методы, выбор которых зависит от географии, климата района загрязнения, масштаба разлива и доступности технических средств и необходимых материалов. Наибольшее распространение для локализации разливов на водные поверхности имеют боновые заграждения. В работе исследованы эксплуатационно-технические характеристики нового нетканого синтетического бонового материала СОСИСТЕМ, проведены испытания упаковочных боновых тканей. Рассмотрены способы утилизации синтетического сорбирующего материала с учетом требований экологической безопасности*

**Ключевые слова:** разлив нефти, ликвидация разлива нефти, предупреждение разливов, боны, боновые материалы, боновые заграждения, сорбирующий бон, экологическая безопасность, утилизация.

O. A. Kulikova, E. A. Mazlova

Gubkin Russian State Oil and Gas University

**Study of Performance Characteristics of Synthetic Sorbent Material  
for Oil Contamination, Containment and Liquidation**

*Oil production, transportation and processing are associated with accidental oil and oil products spills.*

*Contamination area geography, climate, spill extent and technical facilities and necessary materials availability determine the method of oil spill containment and liquidation. The most exploited technology for water spills is containment booms. The investigation of operational and technical characteristics of the new synthetic oil-spill boom material COSYSTEM and bagging fabrics was conducted. Synthetic sorbent material utilization methods taking into account the requirements of ecological safety are considered.*

**Key words:** oil spill, oil spill response, prevention of spill incidents, containment boom, oil-spill booms, sorbent boom, ecological safety, utilization.