

Химия и технология топлив и масел

1 (653) '2026

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1

Научно-технический журнал
Издается с 1956 года
Выходит один раз в два месяца

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-82547.
Выдано 18 января 2022 г.
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций

Издатель —
Международный центр науки и технологий
«ТУМА ГРУПП»

Издается в США фирмой
«Springer Science + Business Media, Inc.»

Английская версия включена в ведущие
мировые реферативные базы данных

Главный редактор
Б. П. Туманян – д.т.н., проф.

Редакционная коллегия
С. Н. Волгин – д.т.н., проф.
И. Б. Грудников – д.т.н., проф.
В. Л. Лашхи – д.т.н., проф.
А. Лукса – д.т.н., проф. (Польша)
А. М. Мазгаров – д.т.н., проф.
К. Б. Рудяк – д.т.н., проф.
Е. П. Серегин – д.т.н., проф.
Сунь Тэнфэй – проф. (Китай)

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

Содержание

ТЕХНОЛОГИИ

А. А. Путинцев, А. В. Зуйков. 3
Комплексные методы повышения рекуперации тепла на установках
атмосферно-вакуумной перегонки нефти

Д. Р. Калаушин, А. В. Остроухов, Б. П. Туманян. 8
Применение концепции «умного завода» для достижения
оптимальной переработки C_4 -фракций
с установок каталитического крекинга

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. Р. Везиринов, У. Р. Везиринов, Э. Г. Теляшев, 14
Р. Р. Везиринов, Р. Н. Салахов.
Перспективные конструкции струйных аппаратов вакуумсоздающих систем

В. А. Вагарин, В. В. Павленко, Н. Н. Кисленко. 19
Механизм расчета мембранного газоразделения для проектирования
и эксплуатации мембранных установок

ХИММОТОЛОГИЯ

В. И. Демиров, Е. М. Вижанков, С. Н. Волгин, В. А. Митягин. 24
Модифицированный метод оценки высокотемпературной
стабильности охлаждающих низкотемпературных жидкостей

ЭКОЛОГИЯ

Д. С. Климов, А. Н. Дроздов. 28
Анализ производственных затрат технологий улавливания CO_2
на объектах промышленного и энергетического комплекса

ИССЛЕДОВАНИЯ

Ю. Г. Борисова, К. Д. Замахина, Р. М. Султанова, 37
Д. Е. Бугай, С. С. Злотский.
Ингибиторы сероводородной коррозии на основе аминов
и аммонийных солей, содержащих циклоацетальный фрагмент

М. Б. Ярахмедов, А. П. Семенов, В. А. Винокуров, А. С. Стопорев. 41
Влияние модификации целлюлозы на образование гидрата метана

Р. Р. Кантюков, Д. Н. Запевалов, Р. К. Вагапов. 45
Развитие способов оценки коррозионных процессов
на объектах переработки газа

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

В. А. Иктисанов, Ф. Д. Шкруднев. 51
Нерешенные проблемы по геологии и разработке
нефтяных месторождений

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

1 (653) '2026

Head Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

S. N. Volgin – Dr. Eng. Sci., prof.

I. B. Grudnikov – Dr. Eng. Sci., prof.

V. L. Lashkhi – Dr. Eng. Sci., prof.

A. Luksa – Dr. Eng. Sci., prof. (Poland)

A. M. Mazgarov – Dr. Eng. Sci., prof.

K. B. Rudyak – Dr. Eng. Sci., prof.

E. P. Seregin – Dr. Eng. Sci., prof.

Sun Tengfei – prof. (China)

Publisher— ICST «TUMA Group» LLC

Редактор

В. С. Дмитриева

Ответственный секретарь

О. В. Любименко

Графика и верстка

В. В. Земсков

Подготовка материалов

С. О. Бороздин,

А. Д. Остудин,

В. Ю. Попова

Адрес редакции:

105318, г. Москва,

Измайловское шоссе, д. 20-1Н

e-mail: htm@list.ru

Материалы авторов не возвращаются.

Редакция не несет ответственности

за достоверность информации

в материалах, в том числе

рекламных, предоставленных

авторами для публикации.

Формат 60 × 84 1/8.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 7.

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»

424006, Республика Марий Эл,

г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

Contents

TECHNOLOGIES

A. A. Putinstev, A. V. Zuykov. 3
Comprehensive Methods for Enhancing Heat Recovery
in Crude Oil Atmospheric-Vacuum Distillation Units

D. R. Kalaushin, A. V. Ostroukhov, B. P. Tumanyan. 8
Some Features of Optimal Processing C₄-Fractions
from Catalytic Cracking Units in Terms
of Application the "Smart Plant" Concept

CHEMICAL ENGINEERING AND EQUIPMENT

I. R. Vezirov, U. R. Vezirov, E. G. Telyashev, 14
R. R. Vezirov, R. N. Salahov.
Promising Designs of Jet Devices for Vacuum-Creating Systems

V. A. Vagarin, V. V. Pavlenko, N. N. Kislenko. 19
Calculation Mechanism for Membrane Gas Separation
for the Design and Operation of Membrane Plants

CHEMMOTOLOGY

V. I. Demirov, E. M. Vizhankov, S. N. Volgin, V. A. Mityagin. 24
Modified Method for Assessing the High-Temperature Stability
of Low-Freezing Coolants

ECOLOGY

D. S. Klimov, A. N. Drozdov. 28
Analysis of Production Costs and Process Economics
for CO₂ Capture Technologies at Industrial and Energy Facilities

RESEARCH

Yu. G. Borisova, K. D. Zamahina, R. M. Sultanova, 37
D. E. Bugai, S. S. Zlotsky.
Hydrogen Sulfide Corrosion Inhibitors Based on Amines
and Ammonium Salts Containing a Cycloacetal Fragment

M. B. Yarakhmedov, A. P. Semenov, V. A. Vinokurov, A. S. Stoporev 41
Effect of Cellulose Modification on Methane Hydrate Formation

R. R. Kantyukov, D. N. Zapevalov, R. K. Vagapov. 45
Development of Methods for Assessing Corrosion Processes
at Gas Processing Facilities

CURRENT PROBLEMS

V. A. Iktissanov, F. D. Shkrudnev. 51
Unsolved Problems in Geology and Development of Oil Fields

А. А. Путинцев, А. В. Зуйков

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

putinczew2012@yandex.ru

**Комплексные методы повышения рекуперации тепла на установках
атмосферно-вакуумной перегонки нефти**

В работе представлен всесторонний анализ современных и перспективных технологий повышения степени рекуперации тепла на установках атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Детально рассмотрены принципы действия, области эффективного применения, ограничения, технико-экономические показатели и проблемы внедрения следующих методов: глубокая оптимизация теплообменных сетей на основе пинч-анализа, применение конденсаторов-испарителей в ректификационных колоннах, утилизация тепла отходящих дымовых газов печей, интеграция тепловых насосов различных типов и использование тепловых аккумуляторов. Особое внимание уделено синергетическому эффекту от комбинации методов и необходимости системного подхода при проектировании и модернизации установок атмосферно-вакуумной перегонки нефти. Приведены расчетные оценки потенциала энергосбережения и экономической эффективности.

Ключевые слова: установка атмосферно-вакуумной перегонки нефти, рекуперация тепла, энергоэффективность, пинч-анализ, теплообменная сеть, утилизация дымовых газов, тепловой насос, низкопотенциальное тепло.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-3-7

A. A. Putinstev, A. V. Zuykov.

Gubkin University

**Comprehensive Methods for Enhancing Heat Recovery
in Crude Oil Atmospheric-Vacuum Distillation Units**

This article presents a comprehensive analysis of modern and emerging technologies for improving the degree of heat recovery in atmospheric-vacuum distillation units. It details the operating principles, effective application areas, limitations, techno-economic indicators, and implementation challenges of the following methods: comprehensive optimization of Heat Exchanger Networks based on pinch analysis, application of condenser-evaporators in fractionation columns, utilization of waste heat from furnace flue gases, integration of various types of heat pumps, and the use of thermal energy storage systems. Particular attention is paid to the synergistic effects of combining methods and the necessity of a systems approach in designing and modernizing atmospheric-vacuum distillation units. Calculated estimates of energy-saving potential and economic efficiency are provided.

Key words: atmospheric-vacuum distillation unit, heat recovery, energy efficiency, pinch analysis, heat exchanger network, flue gas heat recovery, low-grade heat.

Д. Р. Калаушин, А. В. Остроухов, Б. П. Туманян

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

danya.kalaushin@mail.ru

Применение концепции «умного завода» для достижения оптимальной переработки

C₄-фракций с установок каталитического крекинга

В работе представлен системный анализ роли и практического применения современных систем управления — от базового уровня (ПИД-регулирование) до интеллектуальных решений (Advance Process Control, Real-Time Optimization, цифровые двойники) — в достижении оптимальной работы установок по переработке C₄-фракций. Показано, что ключевым фактором эффективности является не только выбор технологии, но и способность системы управления адаптироваться к изменчивому составу сырья, компенсировать возникающие возмущения и обеспечивать точное соблюдение оптимальных режимных параметров в реальном времени. Обосновывается необходимость перехода от локального стабилизирующего управления к интегрированным адаптивным системам, способным реализовать концепцию «умного завода».

Ключевые слова: C₄-фракция, каталитический крекинг, бутан-бутиленовая фракция, системы управления, Advance Process Control, Real-Time Optimization, оптимизация, цифровой двойник, нефтепереработка.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-8-13

D. R. Kalaushin, A. V. Ostroukhov, B. P. Tumanyan.

Gubkin University

Some Features of Optimal Processing C₄-Fractions

from Catalytic Cracking Units in Terms of Application the “Smart Plant” Concept

The article provides a systematic analysis of the role and practical application of modern control systems — from the basic level (PID regulation) to smart solutions (Advance Process Control (APC), Real-Time Optimization (RTO), digital twins) – in achieving optimal operation of C₄-fraction processing plants. It is shown that the key factor of efficiency is not only the choice of technology, but also the ability of the control system to adapt to the changing composition of feed, compensate for emerging disturbances and ensure accurate compliance with optimal operating parameters in real time. The necessity of transition from local stabilizing control to integrated adaptive systems capable of realizing the concept of a "smart refinery".

Key words: C₄-fraction, catalytic cracking, butane-butylene fraction, management systems, Advance Process Control, Real-Time Optimization, optimization, digital twins, refinery.

И. Р. Везилов, У. Р. Везилов, Э. Г. Теляшев, Р. Р. Везилов, Р. Н. Салахов

Уфимский государственный нефтяной технический университет,

ivezirov@yandex.ru

Перспективные конструкции струйных аппаратов вакуумсоздающих систем

В статье рассмотрен современный уровень развития газовых и жидкостных струйных аппаратов. Показана принципиальная схема современного многосоплового парового струйного аппарата. Обоснованы, экономическая целесообразность и срок окупаемости современных паровых вакуумсоздающих систем, использующих пар низкого давления в качестве рабочей среды. Описана схема жидкостного струйного аппарата усовершенствованной конструкции, обеспечивающей меньшее гидродинамическое сопротивление и снижение энергозатрат, а также форсунки с центробежным распылом вязкой рабочей жидкости. Доказана

необходимость применения внутренних встраиваемых фильтрующих элементов в струйных аппаратах, показана их наиболее надежная конструкция.

Ключевые слова: вакуумсоздающая система, струйный аппарат, насыщенный пар низкого давления, вязкая рабочая жидкость, центробежный распыл, защита от загрязнений.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-14-18

I. R. Vezirov, U. R. Vezirov, E. G. Telyashev, R. R. Vezirov, R. N. Salahov.

Ufa State Petroleum Technical University

Promising Designs of Jet Devices for Vacuum-Creating Systems

The article considers the current level of development of gas and liquid jet devices. A schematic diagram of a modern multi-layer steam jet apparatus is shown. The economic feasibility and payback period of modern steam vacuum-generating systems using low-pressure steam as a working medium are substantiated. The scheme of a liquid jet device of an improved design, providing lower hydrodynamic resistance and reduced energy consumption, as well as nozzles with a centrifugal spray of viscous working fluid, is described. The necessity of using internal embedded filter elements in inkjet devices is proved, and their most reliable design is shown.

Key words: vacuum-generating system, jet unit, saturated low-pressure steam, viscous working fluid, centrifugal spray, protection against contamination.

V. A. Vagarin, V. V. Pavlenko, N. N. Kislenko

ООО «Газпром проектирование»

nkislenko@proektirovanie.gazprom.ru

Механизм расчета мембранного газоразделения для проектирования и эксплуатации мембранных установок

В настоящее время выявлены направления использования мембранной технологии для извлечения целевых компонентов природного газа, в том числе, гелия, диоксида углерода, водорода, сероводорода и др. Совместно с профильными институтами и компаниями проводятся исследования, направленные на снижение содержания азота в добываемом газе. Разработка проектов указанных установок, а также находящихся на стадии исследований невозможна без создания математического аппарата для разработки схемных решений и расчета материально-компонентных балансов по всей технологической цепочке. В данной работе на примере создания установки мембранного выделения гелиевого концентрата показаны основные принципы разработки математической модели, используемой как на стадии проектирования, так и мониторинга работы мембранных газоразделительных установок.

Ключевые слова: мембраны, газоразделение, математическая модель, очистка природного газа, установка мембранного выделения гелиевого концентрата, установка очистки газа от диоксида углерода.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-19-23

V. A. Vagarin, V. V. Pavlenko, N. N. Kislenko.

Gazprom Proektirovanie LLC

Calculation Mechanism for Membrane Gas Separation

for the Design and Operation of Membrane Plants

Currently, areas of membrane technology use have been identified for extracting such target components of natural gas as helium, carbon dioxide, hydrogen, hydrogen sulfide, etc. Research aimed at reducing the nitrogen content in the produced gas is being conducted jointly with specialized institutes and companies. The development of projects for these units, as well as those at the research stage, is impossible without creating a mathematical apparatus for developing circuit solutions and calculating material-component balances (MCB) along the entire process chain. In this article, using the example of the creation of the UMVGK, the main principles of developing a mathematical model used both at the design stage and in monitoring the operation of membrane gas separation units are shown.

Key words: membranes, gas separation, mathematical model, natural gas purification, membrane helium concentrate separation unit, carbon dioxide gas purification unit.

V. I. Demirov¹, E. M. Vizhankov², S. N. Volgin², V. A. Mityagin²

¹Управление ракетного топлива и горючего Департамента ресурсного обеспечения Минобороны России,

² ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»

25gosniihim@mil.ru

Модифицированный метод оценки высокотемпературной стабильности охлаждающих низкотемпературных жидкостей

Разработан метод испытания охлаждающих низкотемпературных жидкостей с целью определения стабильности в условиях высоких (до 150°C) температур. По результатам испытаний товарных охлаждающих низкотемпературных жидкостей установлено, что неорганические ингибиторы коррозии характеризуются низкой физической стабильностью в отличие от органических ингибиторов коррозии на основе солей щелочных металлов карбоновых (дикарбоновых) кислот.

Ключевые слова: охлаждающая низкотемпературная жидкость, высокотемпературная стабильность, ингибиторы коррозии, дикарбоновая кислота.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-24-27

V. I. Demirov¹, E. M. Vizhankov², S. N. Volgin², V. A. Mityagin².

¹Department of Rocket Fuel and Fuel of Resource Support, Ministry of Defence of the Russian Federation,

² Federal Autonomous Enterprise "The 25th State Research Institute of Chemmotology, Ministry of Defence of the Russian Federation"

Modified Method for Assessing the High-Temperature Stability of Low-Freezing Coolants

A test method for low-freezing coolants has been developed to determine their stability at high temperatures (up to 150°C). Testing of commercial low-freezing coolants revealed that inorganic corrosion inhibitors are characterized by low physical stability, unlike organic corrosion inhibitors based on alkali metal salts of carboxylic (dicarboxylic) acids.

Key words: low-freezing coolant, high-temperature stability, corrosion inhibitors, dicarboxylic acid.

Д. С. Климов^{1,2}, А. Н. Дроздов^{2,3,4}

¹Институт проблем нефти и газа Российской академии наук,

²Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,

³РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина,

⁴Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе

klimov_ds@ipng.ru

Анализ производственных затрат технологий улавливания CO₂ на объектах промышленного и энергетического комплекса

Перспективным направлением минимизации углеродного следа представляется оптимизация эксплуатационных характеристик промышленных и энергетических объектов параллельно с внедрением передовых технологий секвестрации и утилизации диоксида углерода. В рамках данного исследования особое внимание уделено анализу современных методов и технологических решений по декарбонизации в контексте подземного хранения или подземной закачки углекислого газа для применения водогазовых методов увеличения нефтеотдачи. Рассматриваются действующие и перспективные способы улавливания углерода, сравниваются их технологические особенности, преимущества и недостатки. Дан анализ производственных затрат на улавливание и предотвращение выбросов CO₂ и дымовых газов в различных отраслях промышленности и на объектах энергетического комплекса: оценка экономической эффективности, стоимости, энергопотребления, затрат на технологические процессы.

Ключевые слова: CCUS, технологии улавливания CO₂, водогазовые методы увеличения нефтеотдачи, декарбонизация промышленных выбросов, капитальные затраты, эксплуатационные расходы, себестоимость улавливания.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-28-36

D. S. Klimov^{1,2}, A. N. Drozdov^{2,3,4}

¹ Oil and Gas Research Institute Russian Academy of Sciences,

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba,

³ Gubkin University,

⁴ Sergo Ordzhonikidze Russian State University of Geological Prospecting

Analysis of Production Costs and Process Economics for CO₂ Capture Technologies at Industrial and Energy Facilities

A promising approach to minimizing the carbon footprint involves optimizing the operational performance of industrial and energy facilities while simultaneously deploying advanced carbon dioxide sequestration and utilization technologies. This study focuses on analyzing modern methods and technological solutions for decarbonization, particularly in the context of underground storage or injection of carbon dioxide for water-alternating-gas enhanced oil recovery. Current and prospective carbon capture techniques are examined, with a comparative assessment of their technological features, advantages, and limitations. The study includes an analysis of production costs associated with CO₂ and flue gas capture and emission mitigation across various industrial sectors and energy facilities: evaluating economic efficiency, cost structures, energy consumption and process-related expenditures.

Key words: *carbon capture utilization and storage, CO₂ capture technologies, water-alternating-gas enhanced oil recovery, industrial decarbonization, power generation, capital expenditures, operational expenditures, CO₂ capture cost.*

Ю. Г. Борисова, К. Д. Замахина, Р. М. Султанова, Д. Е. Бугай, С. С. Злотский

Уфимский государственный нефтяной технический университет

yulianna_borisova@mail.ru

Ингибиторы сероводородной коррозии на основе аминов и аммонийных солей, содержащих циклоацетальный фрагмент

Синтезированы вторичные и третичные амины, а также четвертичные аммонийные соли, содержащие циклоацетальные фрагменты. Для полученных соединений определена ингибиторная активность

на углеродистой стали марки Ст3 в 3%-ном водном растворе хлорида натрия в сравнении

с распространенными в нефтегазовой отрасли реагентами «Нефтехим НС» и «Нефтехим 1М».

Установлено, что наибольшую степень защиты проявляет третичный амин N-(1,3-диоксан-4-илметил)-N-гексилпроп-2-ен-1-амин (82%), что ненамного ниже показателей ингибиторов сравнения (94–98%), и это свидетельствует о перспективности дальнейшего поиска эффективных соединений данного класса в качестве основы новых реагентов.

Ключевые слова: амины, четвертичные аммонийные соли, 1,3-диоксациклоалканы, коррозия стали, ингибиторная способность, защитный эффект, коэффициент торможения.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-37-40

Yu. G. Borisova, K. D. Zamahina, R. M. Sultanova, D. E. Bugai, S. S. Zlotsky.

Ufa State Petroleum Technical University

Hydrogen Sulfide Corrosion Inhibitors Based on Amines and Ammonium Salts Containing a Cycloacetal Fragment

Secondary and tertiary amines, as well as quaternary ammonium salts containing cycloacetal fragments, were synthesized. The inhibitory activity of the resulting compounds on St3 carbon steel in a 3% aqueous sodium chloride solution was determined, compared with the reagents «Neftekhim NS» and «Neftekhim 1M», commonly used in the oil and gas industry. It was found that the tertiary amine N-(1,3-dioxan-4-ylmethyl)-N-hexylprop-2-en-1-amine exhibited the highest degree of protection (82%), which is slightly lower than the performance of the reference inhibitors (94–98%). This indicates the potential for further research into effective compounds of this class as the basis for new reagents.

Key words: *amines, quaternary ammonium salts, 1,3-dioxacycloalkanes, steel corrosion, inhibitory ability, protective effect, inhibition coefficient.*

М. Б. Ярахмедов¹, А. П. Семенов¹, В. А. Винокуров¹, А. С. Стопорев^{1,2}

¹РГУ нефти и газа (НИУ) им. И. М. Губкина,

²Московский физико-технический институт, Национальный
исследовательский университет, г. Долгопрудный,
a.stoporev@mipt.ru

Влияние модификации целлюлозы на образование гидрата метана

В данной работе проводилось сравнение конверсии и скорости связывания газа при формировании гидрата метана из воды, распределенной по поверхности карбоксилированной нановолокнистой целлюлозы (CNC), модифицированной поли(2-гидроксиэтилакрилатом), альгинатом кальция, 3-(триметоксисилил) пропилом метакрилатом, полиметилметакрилатом или путем нейтрализации H^+ -формы CNC водным раствором аммиака. Полученные данные показывают, что модификация целлюлозы хотя и снижает целевые параметры процесса, но позволяет варьировать их в широком диапазоне.

Ключевые слова: гидрат метана, материалы на основе целлюлозы, метакрилаты, рост гидрата.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-41-44

M. B. Yarakhmedov,¹ A. P. Semenov¹, V. A. Vinokurov¹, A. S. Stoporev^{1,2}

¹ Gubkin University,

² Moscow Institute of Physics and Technology, National Research University, Dolgoprudny,

Effect of Cellulose Modification on Methane Hydrate Formation

This study compares the conversion and gas binding rate during the formation of methane hydrate from water distributed on the surface of carboxylated nanofibrillar cellulose (CNC) modified with poly(2-hydroxyethyl acrylate), calcium alginate, 3-(trimethoxysilyl) propyl methacrylate, polymethyl methacrylate, or by neutralizing the CNC H^+ -form with an aqueous ammonia solution. The data obtained show that although cellulose modification reduces the target parameters of the process, it allows them to be varied over a wide range.

Key words: methane hydrate, cellulose-based materials, methacrylates, hydrate growth.

P. P. Кантюков, Д. Н. Запечалов, Р. К. Ваганов

ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Санкт-Петербург

R_Vaganov@vniigaz.gazprom.ru

Развитие способов оценки коррозионных процессов на объектах переработки газа

В статье рассмотрено исследование состава и свойств продуктов сероводородной и углекислотной коррозии с помощью методов рентгеновской дифракции и электронной микроскопии для оценки опасности процессов внутренней коррозии. Определены отличия структуры осадков сульфида железа, получаемых при сероводородной коррозии в водной и газовой фазах. Проанализировано воздействие состава эксплуатационных сред на образование и защитные свойства сидеритов стехиометрического и нестехиометрического составов, являющихся продуктом углекислотной коррозии. Для получения осадков использованы новые способы коррозионных испытаний, имитирующие условия эксплуатации на объектах переработки газа. Приведены примеры использования характеристик кристаллической структуры сидеритов по результатам обработки и анализа результатов замеров методом рентгеновской дифракции для определения степени опасности локальной коррозии на стали.

Ключевые слова: сероводородная коррозия, углекислотная коррозия, продукты коррозии, анализ состава отложений, метод рентгеновской дифракции.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-45-50

R. R. Kantyukov, D. N. Zapevalov, R. K. Vagapov.

Gazprom VNIIGAZ LLC

Development of Methods for Assessing Corrosion Processes at Gas Processing Facilities

The article considers the study of the composition and properties of hydrogen sulfide and carbon dioxide corrosion products using X-ray diffraction and electron microscopy to assess the danger of internal corrosion processes. The differences in the structure of iron sulfide deposits obtained during hydrogen sulfide corrosion in the aqueous and gas phases are determined. The effect of the composition of operating environments on the formation and protective properties of stoichiometric and non-stoichiometric siderites, which are products of carbon dioxide corrosion, is analyzed. New corrosion testing methods simulating operating conditions at gas processing facilities are used to obtain deposits. Examples of using the characteristics of the crystalline structure of siderites based on the results of processing and analysis of X-ray diffraction measurements to determine the degree of danger of localized corrosion on steel are given.

Key words: hydrogen sulfide corrosion, carbon dioxide corrosion, corrosion products, deposit composition analysis, X-ray diffraction method.

В. А. Иктисанов, Ф. Д. Шкруднев

НП «Русское научно-техническое общество», г. Санкт-Петербург

iktissanovv@yandex.ru

Нерешенные проблемы по геологии и разработке нефтяных месторождений

Для описания процесса восполнения запасов нефти и прогноза на будущее создана и апробирована математическая модель. Расчеты показали, что по мере исчерпания извлекаемых запасов скорость образования нефти сравнивается с уровнем добычи нефти, и данная тенденция может продолжаться сотни лет. Предложен метод расчета коэффициента извлечения нефти с учетом естественного процесса восполнения запасов. Показано, что большая часть дополнительно добытой нефти обуславливается природными факторами, а не воздействием человека на пласт.

Ключевые слова: происхождение нефти, восполнение запасов, нефтеподводящие каналы.

DOI: 10.32935/0023-1169-2026-653-1-51-56

V. A. Iktissanov, F. D. Shkrudnev.

NCP «Russian Scientifically - Technical Society»

Unsolved Problems in Geology and Development of Oil Fields

A mathematical model was created and tested to describe the process of replenishment of reserves and the scenario for the future. Calculations have shown that as recoverable reserves are depleted, the rate the origin of oil is compared with the level of oil production, and this trend can continue for hundreds of years. A method for calculating

oil recovery factor taking into account the natural process of reserve replenishment is proposed. It has been shown that most of the additional oil is caused by natural factors, and not by EOR and IOR impact.

Key words: *origin of hydrocarbons, replenishment of reserves, oil delivery channel.*