

Химия и технология топлив и масел

4₍₆₅₀₎'2025

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4

Научно-технический журнал
Издаётся 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»

Издаётся 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

Д. Стратиев. 3
Обобщение 10-летнего опыта промышленной эксплуатации
установки гидрокрекинга H-Oil

Ю. Х. Усманова, С. М. Петров, Г. П. Каюкова. 10
Взаимосвязь химических типов тяжелых нефтей и природных битумов
со свойствами продуктов их деасфальтизации
и адсорбционной очистки

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

К. В. Шабалин, Л. Е. Фосс, О. А. Нагорнова, 14
Ю. Ю. Борисова, Д. Н. Борисов.
Сорбционная и каталитическая активность ионитов на основе
нефтяных асфальтенов, катионов меди (II) и марганца (II)

ХИММОТОЛОГИЯ

В. А. Митягин, Д. Ю. Глядяев. 21
Особенности формирования дисперсионной среды пластичных смазок
для Арктики и Крайнего Севера

ИССЛЕДОВАНИЯ

Т. И. Столоногова. 26
Изменение функциональных характеристик бензинов
в присутствии смесей этанола и эфира глицерина

М. Ш. Мадыгулов. 31
Образование газового гидрата фреона-12
на основе замороженных водных растворов полиэфира

Д. А. Диаките, С. Т. Шамсутдинова, Ф. С. Тоузаков, 35
А. А. Кучиерская, Д. С. Копицын, А. А. Новиков.
Обледевание гидрофобных кремнеземных покрытий
на металлических подложках

С. Р. Расулов, М. Б. Адыгезалова, Р. Я. Ганиева. 38
Диагностирование структурной устойчивости течения
аномальных систем в нефтесборной сети

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

И. Р. Везилов, У. Р. Везилов, Э. Г. Теляшев, 42
Р. Р. Везилов, Р. Н. Салахов.
Исследование предельной глубины вакуума, достигаемого
одноступенчатыми гидроэжекторными вакуумсоздающими системами

И. Р. Везилов, У. Р. Везилов, Э. Г. Теляшев, 50
Р. Р. Везилов, Р. Н. Салахов.
Оценка технико-экономической эффективности двухступенчатых
гидроэжекторных вакуумсоздающих систем

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

4⁽⁶⁵⁰⁾'2025

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

D. Stratiev. 3
Summary of 10 Years of Experience in Commercial Operation
of H-Oil Hydrocracker

Yu. K. Usmanova, S. M. Petrov, G. P. Kayukova. 10
The Relationship of Chemical Types of Heavy Oils and Natural Bitumen
with the Properties of Their Deasphaltation and Adsorption Purification Products

KINETICS AND CATALYSIS

*K. V. Shabalin, L. E. Foss, O. A. Nagornova,
Yu. Y. u. Borisova, D. N. Borisov.* 14
Sorption and Catalytic Activity of Ionites Based on Petroleum Asphaltenes,
Copper (II) and Manganese (II) Cations

CHEMMOTOLOGY

V. A. Mityagin, D. Yu. Glyadyaev. 21
Dispersion Medium Formation Features for Plastic Geases Purposed
for the Arctic and the Far North

RESEARCH

T. I. Stolonogova. 26
Changes in the Functional Characteristics of Gasoline in the Presence
of Mixtures of Ethanol and Glycerol Ether

M. Sh. Madygulov. 31
Formation of Freon-12 Gas Hydrate Based
on Frozen Aqueous Solutions of Polyester

*D. A. Diakite, S. T. Shamsutdinova, F. S. Touzakov,
A. A. Kuchierskaya, D. S. Kopitsyn, A. A. Novikov.* 35
Icing of Hydrophobic Silica Coatings on Metal Substrates

S. R. Rasulov, M. B. Adygezalova, R. Ya. Ganiyeva. 38
Diagnostics of Structural Stability of Anomalous Flow Systems
in Oil Collection Network

CHEMICAL ENGINEERING AND EQUIPMENT

*I. R. Vezirov, U. R. Vezirov, E. G. Telyashev,
R. R. Vezirov, R. N. Salahov.* 42
Research into the Ultimate Vacuum Depth Achieved
by Single-Stage Hydraulic Ejector of Vacuum Generating Systems

*I. R. Vezirov, U. R. Vezirov, E. G. Telyashev,
R. R. Vezirov, R. N. Salahov.* 50
Evaluation of Technical and Economic Efficiency
of Two-Stage Hydraulic Ejector of Vacuum Generating Systems

Д. Стратиев^{1,2}

¹ ЛУКОЙЛ Нефтохим Бургас, Болгария,

² Институт биофизики и биомедицинской инженерии, Болгарская академия наук,

stratiev.dicho@neftochim.bg

Обобщение 10-летнего опыта промышленной эксплуатации установки гидрокрекинга H-Oil

В статье проанализированы среднегодовые показатели (свойства сырья, продуктов и уровень конверсии) установок гидрокрекинга гудрона H-Oil за период 2015–2025 гг. при переработке 35 сортов нефтей.

Установлено, что при повышении температуры в реакторах на 1°C и снижении нагрузки на 10 т/ч конверсия гудрона увеличивается на 1%. За 10 лет среднегодовой уровень конверсии увеличился с 43,4 в 2015 г. до 86,3% в 2020 г. Осадок при горячей фильтрации атмосферного остатка гидрокрекинга линейно уменьшается с 0,4 до 0,1% мас. при снижении объемной скорости с 0,22 до 0,12 ч⁻¹.

Ключевые слова: гидрокрекинг, вакуумный остаток, конверсия, асфальтены, интеркритериальный анализ, эмпирические корреляции.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-3-9

D. Stratiev^{1,2}

¹ LUKOIL Neftohim Burgas, Burgas, Bulgaria,

² Institute of Biophysics and Biomedical Engineering, Bulgarian Academy of Sciences

Summary of 10 Years of Experience in Commercial Operation of H-Oil Hydrocracker

The article analyzes the average annual performance (properties of feedstock, products and conversion level) of commercial H-Oil vacuum residue hydrocracking unit for the period 2015-2025 at processing of 35 different crude oils. It was found that when the reactor temperature increases by 1°C and the throughput decreases by 10 t/h, the vacuum residue conversion increases by 1%. Over 10 years, the average annual conversion rate increased from 43.4 in 2015 to 86.3% in 2020. The sediment level in hydrocracked atmospheric residue decreases linearly from 0.4 to 0.1 wt% while the liquid hourly space velocity decreases from 0.22 to 0.12 h⁻¹.

Key words: hydrocracking, vacuum residue, conversion, asphaltenes, intercriteria analysis, empirical correlations.

Ю. Х. Усманова, С. М. Петров, Г. П. Каюкова

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Lfm59@mail.ru

Взаимосвязь химических типов тяжелых нефтей и природных битумов со свойствами продуктов их деасфальтизации и адсорбционной очистки

В статье рассмотрены методологические подходы к прогнозной оценке влияния процессов деасфальтизации и адсорбционной очистки тяжелых нефтей и природных битумов, различающихся по химическому типу на выход и качество конечных продуктов, а также возможности их дальнейшего использования в нефтеперерабатывающей промышленности. Установлено, что более 20% массы соединений тяжелых нефтей и природных битумов, присутствующих во фракциях, выкипающих выше 350°C, являются ключевыми компонентами базовых минеральных масел. Эти компоненты характеризуются высокими индексами вязкости и низкими температурами застывания, что делает их ценными для производства смазочных

материалов. Также выявлены корреляционные зависимости, позволяющие прогнозировать основные физико-химические свойства минеральных масел, полученных из различных типов тяжелых нефтей, на основе показателя преломления, который отражает степень их адсорбционной очистки.

Ключевые слова: тяжелые нефти, природные битумы, деасфальтизация, адсорбционная очистка, базовые минеральные масла.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-10-13

Yu. K. Usmanova, S. M. Petrov, G. P. Kayukova.

Kazan National Research Technological University

The Relationship of Chemical Types of Heavy Oils and Natural Bitumen with the Properties of Their Deasphaltation and Adsorption Purification Products

The article discusses methodological approaches to predictive assessment of the impact of de-asphalting and adsorption purification processes of heavy oils and natural bitumen, differing in chemical type, on the yield and quality of final products, as well as the possibility of their further use in the oil refining industry. It has been established that more than 20% of the mass of heavy oils and natural bitumen compounds present in fractions boiling off above 350 °C are key components of base mineral oils. These components are characterized by high viscosity indices and low pour points, which makes them valuable for the production of lubricants. Correlations have also been identified that make it possible to predict the basic physico-chemical properties of mineral oils obtained from various types of petroleum products based on the refractive index, which reflects the degree of their adsorption purification.

Key words: heavy oils, natural bitumen, de-asphalting, adsorption purification, base mineral oils.

К. В. Шабалин, Л. Е. Фосс, О. А. Нагорнова, Ю. Ю. Борисова, Д. Н. Борисов

Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова ФИЦ Казанский научный центр РАН
veritas777999@mail.ru

Сорбционная и каталитическая активность ионитов на основе нефтяных асфальтенов, катионов меди (II) и марганца(II)

Для сульфированных нефтяных асфальтенов, полученных в мягких (Sp-1) и жестких условиях (Sp-2), изучены особенности структурно-группового состава и сорбционная способность по отношению к двухзарядным катионам меди и марганца. Показано, что изотермы сорбции Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина - Радуйкевича и Темкина с высокой степенью достоверности описывают сорбционный процесс. На основании расчета термодинамических параметров сорбции установлено, что процесс является самопроизвольным и носит физический характер. Выяснено, что наибольшим значением полной статической обменной емкости обладают асфальтены Sp-1, которые проявляют сорбционную способность по отношению к катионам меди выше, чем к катионам марганца. Иониты на основе сульфированных асфальтенов с сорбированными катионами меди показали высокую эффективность в качестве гетерогенных катализаторов окисления гидрохинона пероксидом водорода.

Ключевые слова: асфальтены, сульфирование, катионит, ионообменные материалы, изотермы сорбции.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-14-20

K. V. Shabalin, L. E. Foss, O. A. Nagornova, Yu. Yu. Borisova, D. N. Borisov.

Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, FRC Kazan Scientific Center, Russian Academy of Sciences

**Sorption and Catalytic Activity of Ionites Based on Petroleum Asphaltenes,
Copper (II) and Manganese (II) Cations**

For sulfonated petroleum asphaltenes obtained under mild (Sp-1) and harsh conditions (Sp-2), the features of the structural-group composition and sorption capacity with respect to divalent copper and manganese cations were studied. It was shown that the Langmuir, Freundlich, Dubinin-Radushkevich and Temkin sorption isotherms describe the sorption process with a high degree of reliability. Based on the calculation of the thermodynamic parameters of sorption, it was established that the process is spontaneous and has a physical nature. It was found that Sp-1 asphaltenes have the highest value of the total static exchange capacity, which exhibit a sorption capacity with respect to copper cations higher than to manganese cations. Ionites based on sulfonated asphaltenes with sorbed copper cations showed high efficiency as heterogeneous catalysts for the oxidation of hydroquinone with hydrogen peroxide.

Key words: asphaltenes, sulfonation, cationite, ion exchange materials, sorption isotherms.

В. А. Митягин, Д. Ю. Глядяев

ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»

25gosniihim@mil.ru

**Особенности формирования дисперсионной среды пластичных смазок для Арктики
и Крайнего Севера**

Рассмотрены вопросы особенностей применения пластичных смазок в узлах трения подвижных технических средств при их эксплуатации в природно-климатических условиях Арктической зоны. На основании анализа температурных, скоростных и нагрузочных режимов работы пластичных смазок в узлах и агрегатах техники в условиях низких температур и повышенной влажности обоснованы компоненты дисперсионной среды в наибольшей степени удовлетворяющие требованиям, предъявляемые к пластичным смазкам, обеспечивающим надежную эксплуатацию узлов трения различной техники.

Ключевые слова: узлы трения, пластичные смазки, дисперсионная среда, низкотемпературные свойства.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-21-25

V. A. Mityagin, D. Yu. Glyadyaev.

The 25-th State Research Institute of Chemmotology, Ministry of Defence of the Russian Federation

**Dispersion Medium Formation Features for Plastic Greases Purposed
for the Arctic and the Far North**

The issues regarding the dispersion medium composition impact on the low-temperature rheological properties of plastic greases to be applied in friction assembly units of mobile technical equipment, purposed for operation in the natural and climatic conditions of the Arctic zone, have been considered. Application of polysiloxane liquids in a mineral oil mixture in a ratio that meets the requirements for greases and that ensures reliable operation of friction assembly units in various equipment in the Arctic and the Far North, is justified.

Key words: plastic greases, dispersion medium, low-temperature properties.

Т. И. Столоногова

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина,

t.stolonogova@yandex.ru

Изменение функциональных характеристик бензинов в присутствии смесей этанола и эфира глицерина

В статье представлены результаты исследования влияния кислородсодержащего соединения — 1,3-ди-трет-бутилового эфира глицерина, синтезированного алкилированием эпихлоргидрина, на физико-химические и эксплуатационные характеристики автомобильных бензинов. В ходе работы были составлены модельная бензиновая смесь, бензиновые смеси с различным объемным содержанием добавки, а также топливные смеси с этанолом и добавкой, для которых определены основные нормируемые показатели качества автомобильного бензина и проведена оценка эффективности и применимости исследуемых соединений для использования в качестве октаноповышающей добавки. Выявлена наиболее эффективная концентрация 1,3-ди-трет-бутиловый эфир глицерина. Установлено, что исследуемое соединение ввиду своей гидротропности способно повышать фазовую стабильность бензино-этанольных смесей при низкой температуре.

Ключевые слова: бензин, бензиновые смеси, октаноповышающие добавки, 1,3-ди-трет-бутиловый эфир глицерина, этанол, октановые характеристики, гигроскопичность топлива, глицерин.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-26-30

T. I. Stolonogova.

Gubkin University

Changes in the Functional Characteristics of Gasoline in the Presence of Mixtures of Ethanol and Glycerol Ether

The article presents the results of a study of the effect of an oxygen-containing compound, 1,3-di-tert-butyl ether of glycerol (di-TBGE), synthesized by alkylation of epichlorohydrin, on the physico-chemical and operational characteristics of automobile gasoline. In the course of the work, a model gasoline mixture, gasoline mixtures with various volumetric additive contents, as well as fuel mixtures with ethanol and an additive were compiled, for which the main standardized quality indicators of automobile gasoline were determined and the effectiveness and applicability of the studied compounds for its use as an octane-enhancing additive were evaluated. The most effective concentration of 1,3-di-tert-butyl ether of glycerol was revealed. It has been revealed that the studied compound, due to its hydrotropicity, is capable of increasing the phase stability of gasoline-ethanol mixtures at low temperatures.

Key words: gasoline, gasoline mixtures, octane-enhancing additives, 1,3-di-tert-butyl ether of glycerol, ethanol, octane characteristics, hygroscopicity of fuel, glycerin.

М. Ш. Мадыгулов

Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН, г. Тюмень

marat747@gmail.com

Образование газового гидрата фреона-12 на основе замороженных водных растворов полиэфира

Представлены экспериментальные данные по влиянию замороженных водных растворов полиэфира на скорость роста газового гидрата фреона-12, при циклическом изменении температуры образца от 263 до 276 К. По результатам p - V - T измерений выполнена оценка степени превращения образца в газовый гидрат. Установлено, что добавление полиэфира в небольших концентрациях активно влияет на скорость роста газового гидрата.

Ключевые слова: метод p - V - T , замороженные водные растворы, полиэфир, газовые гидраты, термоциклирование.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-31-34

M. Sh. Madygulov.

Institute of Earth Cryosphere, Tyumen Scientific Center, SB, RAS, Tyumen

Formation of Freon-12 Gas Hydrate Based on Frozen Aqueous Solutions of Polyester

Experimental data on the effect of frozen aqueous solutions of polyester on the growth rate of freon-12 gas hydrate are presented, with cyclic changes in sample temperature from 263 to 276 K. Based on the results of p - V - T measurements, an assessment of the degree of sample conversion into gas hydrate is made. It is established that the addition of polyester in small concentrations actively affects the growth rate of gas hydrate.

Key words: method p - V - T , frozen aqua solution, polyester, gas hydrate, thermocycling.

Д. А. Диаките, С. Т. Шамсутдинова, Ф. С. Тоузакоев, А. А. Кучиерская, Д. С. Копицын, А. А. Новиков

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

novikov.a@gubkin.ru

Обледенение гидрофобных кремнеземных покрытий на металлических подложках

Гидрофобные покрытия, получаемые самосборкой микрочастиц кремнезема с одновременной прививкой гидрофобных групп, существенно изменяют смачивание поверхности водой. Важной проблемой является стойкость таких покрытий к многократному обледенению. В данной работе проведено исследование стойкости покрытия к многоциклового замораживанию/размораживанию под слоем воды, а также оценена адгезионная прочность слоя льда, образовавшегося на покрытии.

Ключевые слова: краевой угол смачивания, адгезионная прочность, самосборка, наночастицы.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-35-37

D. A. Diakite, S. T. Shamsutdinova, F. S. Touzakov, A. A. Kuchierskaya, D. S. Kopitsyn, A. A. Novikov.

Gubkin University

Icing of Hydrophobic Silica Coatings on Metal Substrates

Hydrophobic coatings obtained by self-assembly of silica microparticles with simultaneous grafting of hydrophobic groups significantly change the wetting of the surface by water. An important problem is the resistance of such coatings to repeated icing. In this paper, a study was conducted on the resistance of the coating to multi-cycle

freezing/thawing under a layer of water, and the adhesive strength of the ice layer formed on the coating was assessed.

Key words: *contact angle, adhesion strength, self-assembly, nanoparticles.*

C. P. Расулов, М. Б. Адыгезалова, Р. Я. Ганиева

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
rasulovsakit@gmail.com*

**Диагностирование структурной устойчивости течения аномальных систем
в нефтесборной сети**

Реологические исследования различных сортов нефтей, нефтяных смесей и водонефтяных эмульсий показывают, что при определенных условиях может происходить потеря устойчивости их течения, которая, как правило, связана с внутренними структурными изменениями и упругостью системы. Такие системы относятся к реологически неравновесным жидкостям и кривые течения для них в большинстве случаев нелинейны. В работе показана возможность определения коэффициента структурной устойчивости при наличии сдвиговой деформации с учетом аналогии обобщенного реологического уравнения экспоненциального типа с уравнением линейной вязкоупругой жидкости максвелловского типа. Предложена зависимость, которая в случае структурообразующих нефтей позволяет оценить время структурной релаксации, которое соответствует началу потери структурной устойчивости потоков.

Ключевые слова: *структурная устойчивость, время релаксации, реология, кривые течения, неравновесные системы, нефтесборная сеть.*

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-38-41

S. R. Rasulov, M. B. Adygezalova, R. Ya. Ganiyeva.

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Azerbaijan, Baku

**Diagnostics of Structural Stability of Anomalous Flow Systems
in Oil Collection Network**

Rheological studies of various grades of oil, oil mixtures and water-oil emulsions show that under certain conditions there may be a loss of stability of their flow, which is usually associated with internal structural changes and elasticity of the system. Such systems are related to rheologically nonequilibrium liquids and the flow curves for them are nonlinear in most cases. In the work, taking into account that in the presence of shear deformation, the generalized rheological equation of exponential type, taking into account the structural stability of the system, is an analogue of the equation of a linear viscoelastic fluid of Maxwell type and its extrapolation makes it possible to determine the coefficient of structural stability. A dependence is proposed that, in the case of structure-forming oils, allows estimating the time of structural relaxation, which corresponds to the onset of loss of structural stability of flows.

Key words: *structural stability, relaxation time, rheology, flow curves, nonequilibrium systems, oil gathering network.*

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

Уфимский государственный нефтяной технический университет,

ivezirov@yandex.ru

Исследование предельной глубины вакуума, достигаемого одноступенчатыми гидроэжекторными вакуумсоздающими системами

В статье приведено сравнение литературных и практических данных о работе одноступенчатых гидроэжекторных вакуумсоздающих систем (ВСС). Представлены данные о работе вакуумного блока, работающего в режиме «сухой» перегонки. Рассмотрены расчетные и практические данные о влиянии температуры рабочей жидкости на вакуум. Показаны результаты полупромышленных стендовых испытаний, где определена максимально возможная глубина создаваемого вакуума гидроэжекторной ВСС без подачи эжектируемой среды. Представлены и проанализированы существующие методы снижения давления насыщенных паров циркулирующей рабочей жидкости. Определен объем балластного газа, выделяющегося при различном содержании воды в циркулирующей рабочей жидкости. Полученные расчетные и экспериментальные данные сопоставлены с пусковыми и рабочими параметрами вакуумного блока, работающего в режиме «сухой» перегонки. Рассчитана предельная глубина вакуума, достигаемого обычными одноступенчатыми гидроэжекторными ВСС. Установлено, что главным ограничителем глубины вакуума является эмульгированная вода в рабочей жидкости.

Ключевые слова: «сухая» вакуумная перегонка, рабочая жидкость, предельный вакуум, давление насыщенных паров, балластный газ, эмульгированная вода.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-42-49

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

Ufa State Petroleum Technical University

**Research into the Ultimate Vacuum Depth Achieved
by Single-Stage Hydraulic Ejector of Vacuum Generating Systems**

The article presents a comparison of literature and practical data on the operation of single-stage hydraulic ejector vacuum generating systems. Data on the operation of a vacuum unit operating in the "dry" distillation mode is presented. The calculated and practical data on the effect of the temperature of the working fluid on the vacuum are considered. The results of semi-industrial bench tests are shown, where the maximum possible depth of the vacuum created by the hydraulic ejector vacuum generating systems is determined without supplying the ejected medium. The existing methods of reducing the saturated vapor pressure of the circulating working fluid are presented and analyzed. The volume of ballast gas released at different water contents in the circulating working fluid is determined. The calculated and experimental data obtained are compared with the starting and operating parameters of a vacuum unit operating in the "dry" distillation mode. The maximum vacuum depth achieved by conventional single-stage hydraulic ejector vacuum generating systems is calculated. It has been established that the main limiter of the vacuum depth is the emulsified water in the working fluid.

Key words: "dry" vacuum distillation, working fluid, maximum vacuum, saturated vapor pressure, ballast gas, emulsified water.

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

Уфимский государственный нефтяной технический университет,

ivezirov@yandex.ru

**Оценка технико-экономической эффективности двухступенчатых
гидроэжекторных вакуумсоздающих систем**

В статье приведены основные недостатки современных одноступенчатых гидроэжекторных вакуумсоздающих систем (ГВСС). Рассчитаны и приведены сравнительные характеристики двухступенчатых ГВСС, определена наиболее эффективная из них. Показаны характеристики и вакуумного блока одного из российских НПЗ с двухступенчатой ГВСС. Рассчитаны сравнительные технико-экономические показатели одноступенчатых и новой двухступенчатой гидроэжекторных вакуумсоздающих систем. Представлена сравнительная разгонка вакуумного соляра существующих установок с одноступенчатыми ГВСС, работающих в режиме сухой перегонки, а также с подачей водяного пара и установки с двухступенчатой ГВСС. Приведены сравнительные технико-экономические характеристики вакуумных блоков с двухступенчатой и одноступенчатыми ГВСС.

Ключевые слова: гидроэжекторная вакуумсоздающая система, двухступенчатая гидроэжекторная вакуумсоздающая система, вакуумный блок, отбор дистиллятов, удельные затраты.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-650-4-50-56

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

Ufa State Petroleum Technical University

**Evaluation of Technical and Economic Efficiency
of Two-Stage Hydraulic Ejector of Vacuum Generating Systems**

The article presents the main disadvantages of modern single-stage hydraulic ejector vacuum unit. The comparative characteristics of two-stage hot water pumps are calculated and presented, and the most effective of them is determined. The characteristics of the vacuum unit of one of the Russian refineries with two-stage hot water are shown. Comparative technical and economic indicators of single-stage and new two-stage hydraulic ejector vacuum unit are calculated. A comparative acceleration of the vacuum solar system of existing installations with single-stage hot water pumps operating in dry distillation mode, as well as with steam supply and installations with a two-stage hydraulic ejector vacuum unit is shown. Comparative technical and economic characteristics of vacuum units with two-stage and single-stage hot water pumps are given.

Key words: hydro-ejector vacuum unit, two-stage hydro-ejector vacuum unit, vacuum distillation unit, distillate selection, unit costs.