

Химия и технология топлив и масел

2(624)'2021

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

Свидетельство о регистрации
№ 01441.

Выдано 4 августа 1992 г.
Министерством печати
и информации
Российской Федерации

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

И. А. Арутюнов – д.т.н., проф.
С. Н. Волгин – д.т.н., проф.
И. Б. Грудников – д.т.н., проф.
И. П. Карлин – д.х.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.
В. А. Рябов – Генеральный
директор Ассоциации
нефтепереработчиков России
Е. П. Серегин – д.т.н., проф.

Издается в Российском
государственном университете
нефти и газа им. И. М. Губкина

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

Содержание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Н. В. Холод, В. В. Холод, В. А. Кирий, Ю. П. Ясьян. 3
Рациональное использование энергии перепада давления
природного газа

ТЕХНОЛОГИЯ

Н. Р. Михайлец, С. А. Синицин, Е. А. Данилов. 7
Процесс термополиконденсации и производство нефтяного пека

В. А. Данилов, Т. Н. Гартман, Ф. С. Советин, 12
М. В. Сартаков, К. И. Шаталов.
Сравнение результатов моделирования процесса ректификации
нефтяных фракций с использованием
реальных и псевдокомпонентов

ХИММОТОЛОГИЯ

Ю. М. Пименов, А. В. Улитко, В. А. Середа. 16
Метод управления требованиями к эксплуатационным свойствам
горюче-смазочных материалов

ИССЛЕДОВАНИЯ

Э. А. Александрова, Б. Л. Александров, Ж. Т. Хадисова, 25
Х. Х. Ахмадова, Л. Ш. Махмудова.
Кристаллизация и структурное застывание парафинов
в растворителях различной природы

Н. Р. Демикова, А. В. Поплавский, М. В. Решетина, С. С. Боев, 30
А. О. Пимерзина, А. В. Вутолкина, А. А. Пимерзин, А. П. Готов.
Синтез и исследование физико-химических свойств
и прочностных характеристик носителей на основе алюмосиликатных
нанотрубок галлуазита для катализаторов гидропроцессов

Д. А. Дроздов, Д. И. Мельников. 37
Исследование процесса смешения топлив
при их последовательной перекачке
по сборно-разборным трубопроводам

ЭКОЛОГИЯ

А. Х. Оздоева. 44
Оценка экономической эффективности применения
путного нефтяного газа для технологии GTL

ОБЗОРЫ

С. А. Антонов, Р. В. Бартко, П. А. Никульшин, 50
А. Ю. Киякова, Б. П. Тонконогов, А. М. Данилов
Современное состояние разработок
в области пластичных смазок

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

2(624)'2021

Head Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

I. A. Arutyunov – Dr. Eng. Sci., prof.

S. N. Volgin – Dr. Eng. Sci., prof.

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

I. P. Karlin – Dr. Chem. 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.

V. A. Ryabov – Director General of the Oil Refiners and Petrochemists Association

E. P. Seregin – Dr. Eng. Sci., prof.

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

Адрес редакции:

119991, ГСП-1, Москва, В-296,
Ленинский просп., 65. РГУ нефти и газа
им. И. М. Губкина, редакция «ХТТМ»

Телефон/факс: (499) 507-80-45
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

CURRENT PROBLEMS

N. V. Kholod, V. V. Kholod, V. A. Kiriya, Yu. P. Yasyan. Rational Use of Natural Gas Differential Pressure Energy 3

TECHNOLOGIES

N. R. Mikhailets, S. A. Sinitsin, E. A. Danilov. Thermal Polycondensation Process and Oil Furnace Production 7

V. A. Danilov, T. N. Gartman, F. S. Sometin, M. V. Sartakov, K. I. Shatalov. Comparison the Results of the Efficiency of the Simulation the Rectification Processes Using Real and Pseudocomponents 12

CHEMMOTOLOGY

Yu. M. Pimenov, A. V. Ulit'ko, V. A. Sereda. Method of Fuels and Lubricants Performance Properties Requirements Management 16

RESEARCH

E. A. Aleksandrova, B. L. Aleksandrov, Zh. T. Khadisova, Kh. Kh. Akhmadova, L. Sh. Makhmudova. Crystallization and Structural Solidification of Paraffins in Various Solvents 25

N. R. Demikhova, A. V. Poplavskiy, M. V. Reshetina, S. S. Boev, A. O. Pimerzina, A. V. Vutolkina, A. A. Pimerzin, A. P. Glotov. Synthesis and Investigation of Physicochemical Properties and Mechanical Strength of Natural Aluminosilicate Nanotubes Based Supports for Hydroprocesses Catalysts 30

D. A. Drozdov, D. I. Melnikov. Study of Mixture Formation Process During in Batching for Collapsible Pipelines 37

ECOLOGY

A. Kh. Ozdoeva. Evaluation of the Economic Efficiency of the Associated Petroleum Gas Application for the GTL Technology 44

REVIEWS

S. A. Antonov, R. V. Bartko, P. A. Nikulshin, A. Yu. Kilyakova, B. P. Tonkonogov, A. M. Danilov. Review of Recent Research on Grease 50

Н. В. Холод, В. В. Холод, В. А. Кирий, Ю. П. Ясьян

Кубанский государственный технологический университет

kholodvv@outlook.com

Рациональное использование энергии перепада давления природного газа

В рамках энергосберегающей политики ПАО «Газпром» о повышении энергетической эффективности дочерних обществ и организаций на основе применения инновационных технологий и энергетического оборудования была рассмотрена целесообразность замены дросселирующих устройств, используемых для подготовки газа низкого давления (топливного, пускового) для собственных нужд установок подготовки газа к транспорту на детандерный агрегат. Предложенный способ подготовки топливного газа позволит выработать дополнительное количество экологически чистой, «зеленой» энергии, тем самым сократить эксплуатационные затраты и повысить энергетический КПД всей установки. В работе представлен сравнительный анализ изоэнтальпийного и изоэнтропийного расширения газа с использованием различных устройств. Представленные модели расширения газа выполнены в специализированном программном обеспечении по моделированию химико-технологических систем HYSYS (AspenTech) и позволяют дать количественную оценку энергии перепада давления.

Ключевые слова: природный газ, регулятор давления, эффект Джоуля — Томпсона, изоэнтропийное расширение, энергосбережение.

N. V. Kholod, V. V., Kholod, V. A. Kiriy, Yu. P. Yasyan

Kuban State Technological University

Rational Use of Natural Gas Differential Pressure Energy

As part of PJSC Gazprom's energy-saving policy of increasing energy efficiency of subsidiaries and organizations through the use of innovative technologies and energy equipment, the expediency of replacing throttling devices used for low pressure gas treatment (fuel, starting gas) for own needs of gas treatment units for transportation (GTP) with expander unit was considered. The proposed method of fuel gas preparation will make it possible to generate an additional amount of environmentally clean, "green" energy, thereby reducing operating costs and increasing the energy efficiency of the entire plant. The article presents a comparative analysis of the isoenthalpic and isoentropic gas expansion using different devices. The presented gas expansion models are performed in the specialized chemical engineering systems modeling software HYSYS (AspenTech) and allow to estimate the pressure drop energy.

Key words: natural gas, pressure-control valve, Joule–Thomson effect, isentropic expansion, energy efficiency.

Н. Р. Михайлец¹, С. А. Сеницин¹, Е. А. Данилов²

¹Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева,

²АО «Научно-исследовательский институт конструкционных материалов на основе графита «НИИграфит»
nikitastyle94@gmail.com

Процесс термополиконденсации и производство нефтяного пека

В статье рассмотрены способы получения нефтяного пека термополиконденсации. Основное внимание уделяется характеристикам нефтяного пека, его свойствам, сравнению его с каменноугольным пеком.

Описаны три перспективные технологии производства нефтяного пека: термополиконденсация крекинг-остатка, высокотемпературная термополиконденсация нефтяного сырья и термополиконденсация смолы пиролиза по двухстадийной схеме. Представлены способы получения нефтяного пека в лабораторных условиях, такие как термополиконденсация под давлением и термообработка при пониженном давлении. Подчеркнута актуальность и целесообразность разработок по созданию нефтяного пека и внедрению процессов термополиконденсации в России.

Ключевые слова: каменноугольный пек, нефтяной пек, термополиконденсация.

N. R. Mikhailets¹, S. A. Sinitsin¹, E. A. Danilov²

¹D. I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology,

²JSC “Scientific Research Institute of Graphite-Based Structural Materials “НИИграфит”

Thermal Polycondensation Process and Oil Furnace Production

The article discusses the methods of obtaining petroleum pitch of thermal polycondensation. The main attention is paid to the characteristics of petroleum pitch, its properties, its comparison with coal-tar pitch, the advantages of petroleum pitch in comparison to coal-tar pitch, the processes of production of petroleum pitch by thermal polycondensation are given. Three promising technologies for the production of petroleum pitch have been identified: thermal polycondensation of cracking residue, high-temperature thermal polycondensation of petroleum feedstock and thermal polycondensation of pyrolysis resin according to a two-stage scheme. Methods of obtaining petroleum pitch in laboratory conditions, such as thermal polycondensation under pressure and heat treatment under reduced pressure, are presented. The urgency and feasibility of developments for the creation of petroleum pitch and the introduction of thermopoly-condensation processes in Russia is emphasized.

Key words: coal tar pitch oil pitch, hydrocarbon composition, thermal polycondensation.

В. А. Данилов, Т. Н. Гартман, Ф. С. Советин, М. В. Сартаков, К. И. Шаталов

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

trinitroanilin@gmail.com

Сравнение результатов моделирования процесса ректификации нефтяных фракций с использованием реальных и псевдокомпонентов

Устойчивая работа нефтехимического предприятия и его установок, а также его эффективность во многом зависят от надежной и оптимальной работы технологического оборудования. Очень часто встречается, что комплексы технологического оборудования работают не в оптимальном режиме, несмотря на то что управляются современными системами автоматизированного управления. Если по какой-либо причине произойдет остановка оборудования, то никакие наилучшие технологии или управляющие ими системы не смогут восполнить экономические издержки и потери, которые возникают в случае простоя оборудования. Решением данной проблемы является создание компьютерных моделей, которые позволяют с единых позиций охватить технологическое оборудование и провести ряд необходимых экспериментов, не прибегая к действующему оборудованию. В работе произведен расчет и сравнение результатов компьютерного моделирования процесса разделения углеводородных смесей на базе реальных и псевдокомпонентов с использованием пакета программ CHEMCAD. Компьютерная модель блока

ректификации реализована при моделировании участка технологической схемы производства жидкого топлива установки гидрокрекинга вакуумного газойля.

Ключевые слова: ректификация, нефтепереработка, компьютерное моделирование, гидрокрекинг.

V. A. Danilov, T. N. Gartman, F. S. Sometin, M. V. Sartakov, K. I. Shatalov.

D. I. Mendeleev Russian University of Chemical Technology

Comparison the Results of the Efficiency of the Simulation the Rectification Processes

Using Real and Pseudocomponents

Today the stable work of a petrochemical plant and its installations, as well as its efficiency, mostly depends on the reliable and optimal operation of technological equipment. It is very common that technological equipment complexes do not work in an optimal mode, despite the fact that they are controlled by modern automated control systems. If the equipment is stopped for any reason, then no best technology or management systems can compensate for the economic costs and losses that arise in the event of equipment downtime. The solution to this problem is to create computer models that allow you to cover the technological equipment from a single point of view and conduct a number of necessary experiments without resorting to existing equipment. The computer model of the rectification unit is implemented when modeling the section of the technological scheme for the production of liquid fuel of the vacuum gasoil hydrocracking unit.

Key words: *rectification, oil refining, computer modeling, hydrocracking.*

Ю. М. Пименов, А. В. Улитко, В. А. Серeda

ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»

25gosniihim@mil.ru

Метод управления требованиями к эксплуатационным свойствам горюче-смазочных материалов

Предложен экономичный метод управления требованиями к уровню эксплуатационных свойств горюче-смазочных материалов (ГСМ), включающий установление требований (построение концептуальной и эмпирической моделей) и их количественное выражение через высокоинформативные показатели склонности ГСМ к превращениям, апробацию, спецификацию, реализацию, оценку эффективности и модификацию требований, обеспечивающий повышение эффективности жизненного цикла техники и применения ГСМ. Приведены примеры, иллюстрирующие отдельные положения нового метода применительно к свойствам моторных топлив и гидравлических жидкостей.

Ключевые слова: горюче-смазочные материалы, эксплуатационное свойство, химмотологический процесс, модель, прогнозирование.

Yu. M. Pimenov, A. V. Ulit'ko, V. A. Sereda.

The 25th State Research Institute of Himmotology, Ministry of Defense of the Russian Federation

Method of Fuels and Lubricants Performance Properties Requirements Management

The cost-effective method of fuels and lubricants performance properties requirements management is proposed. Method ensures effectiveness enhancement of equipment and of fuels and lubricants life cycles; it includes

requirements establishment (constructing of conceptual and empirical models of requirements), their quantitative expression through highly informative indicators of fuels and lubricants propensity for transformations, then approbation with the use of laboratory, bench and test stands tests, specification, assessment of realization in real world equipment operational conditions, effectiveness evaluation and modification of requirements. Some illustrations of application of the new method phases with regards to motor fuels and hydraulic fluid are provided.

Key words: *fuels and lubricants, requirements management, performance property, engineering, chemmological process, modeling, forecasting.*

Э. А. Александрова¹, Б. Л. Александров¹, Ж. Т. Хадисова², Х. Х. Ахмадова², Л. Ш. Махмудова²

¹Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина,

²Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М. Д. Миллионщикова
alex2a@yandex.ru

Кристаллизация и структурное застывание парафинов в растворителях различной природы

Исследованы температуры начала кристаллизации и застывания растворов нефтяных и синтетических парафинов разной концентрации в неполярных и слабо полярных углеводородных растворителях различного состава и вязкости. Показано, что парафины, различные по происхождению и углеводородному составу, с близкими значениями температур плавления, имеют мало отличающиеся температуры кристаллизации и застывания в данном растворителе. Установлен температурный диапазон между температурами кристаллизации и застывания изученных растворов парафинов.

Ключевые слова: *нефтяные парафины, синтетические n-алканы, температура плавления, углеводородные растворители, температуры кристаллизации и застывания.*

E. A. Aleksandrova¹, B. L. Aleksandrov¹, Zh. T. Khadisova², Kh. Kh. Akhmadova², L. Sh. Makhmudova².

¹Kuban State Agrarian University Named after I. T. Trubilin,

²Grozny State Oil Technical University Named after academic M. D. Millionshchikov

Crystallization and Structural Solidification of Paraffins in Various Solvents

The temperatures of the beginning of crystallization and solidification of solutions of petroleum and synthetic paraffins of different concentrations in nonpolar and weakly polar hydrocarbon solvents of different composition and viscosity are studied. It is shown that paraffins of different origin and hydrocarbon composition, with similar melting points, have slightly different crystallization temperatures and solidification in this solvent. The temperature range between the temperatures of the beginning of crystallization and solidification of the studied paraffin solutions is established.

Key words: *petroleum waxes, synthetic n-alkanes, melting points, hydrocarbon solvents, crystallization and solidification points.*

**Н. Р. Демихова¹, А. В. Поплавский¹, М. В. Решетина¹, С. С. Боев¹, А. О. Пимерзина²,
А. В. Вутолкина^{1,3}, А. А. Пимерзин^{1,2}, А. П. Глотов¹**

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

²Самарский государственный технический университет,

³Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

glotov.a@gubkin.ru

Синтез и исследование физико-химических свойств и прочностных характеристик носителей на основе алюмосиликатных нанотрубок галлуазита для катализаторов гидропроцессов

Синтезированы носители на основе алюмосиликатных нанотрубок галлуазита с различным содержанием оксида алюминия для катализаторов гидропроцессов и исследованы их текстурные характеристики и кислотные свойства. Изучен компонентный состав и прочностные характеристики алюмосиликатных носителей в форме экструдатов цилиндрической формы и установлено влияние массового содержания бемита, используемого в качестве связующего, на физико-химические свойства материалов. Показано, что по параметру механической прочности на раздавливание характеристики синтезированных носителей на основе алюмосиликатных нанотрубок сопоставимы или превосходят таковые для промышленных аналогов.

Ключевые слова: галлуазит, бемит, носители катализаторов, гидропроцессы, механическая прочность.

*N. R. Demikhova¹, A. V. Poplavskiy¹, M. V. Reshetina¹, S. S. Boev¹, A. O. Pimerzina², A. V. Vutolkina^{1,3},
A. A. Pimerzin^{1,2}, A. P. Glotov¹.*

¹National University of Oil and Gas «Gubkin University»

²Samara State Technical University,

³M. V. Lomonosov Moscow State University

Synthesis and Investigation of Physicochemical Properties and Mechanical Strength of Natural Aluminosilicate Nanotubes Based Supports for Hydroprocesses Catalysts

Supports based on aluminosilicate halloysite nanotubes and alumina of different contents for hydroprocessing catalysts were synthesized and their textural characteristics and acidic properties were investigated. It was shown that the mechanical strength of the support pellets based on aluminosilicate nanotubes and alumina are comparable or superior to those for industrial analogs.

Key words: halloysite, boehmite, supports, hydroprocesses, mechanical strength.

Д. А. Дроздов, Д. И. Мельников

ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»

25gosniihim@mil.ru

Исследование процесса смешения топлив при их последовательной перекачке по сборно-разборным трубопроводам

Рассмотрены вопросы оценки прогнозируемого объема смеси, образующейся при последовательной перекачке топлив различных групп и марок по сборно-разборным трубопроводам. Представлена математическая модель процесса смешения топлив при их последовательной перекачке, основанная на Тейлоровской теории продольной диффузии в турбулентных потоках. Предложены аналитические зависимости для выражения вязкостно-температурных характеристик перекачиваемых топлив. Выполнена оценка объема смеси топлив при их последовательной перекачке по сборно-разборным трубопроводам.

Ключевые слова: сборно-разборные трубопроводы, последовательная перекачка топлив, эффективный коэффициент диффузии, смешение топлив, коэффициент гидравлического сопротивления, кинематическая вязкость топлив.

D. A. Drozdov, D. I. Melnikov

The 25th State Research Institute of Himmotology», Ministry of Defense of Russian Federation

Study of Mixture Formation Process During in Batching for Collapsible Pipelines

The issues of determination mixture volume during in batching for collapsible pipelines of different groups and brands fuels examined. The based on Taylor theory of longitudinal diffusion in turbulent flows a mathematical model of mixture formation process during in batching of fuels was approved. For the fuels viscosity-temperature characteristics analytical presentation proposed dependences. The fuels mixture volume during in batching for collapsible was simulating.

Key words: collapsible pipelines, fuel batching in pipeline, virtual coefficient of diffusion, fuel mixture formation, Darcy friction factor, kinematic viscosity of fuels.

A. X. Ozdоева

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

4305@bk.ru

Оценка экономической эффективности применения попутного нефтяного газа для технологии GTL

Одной из основных проблем нефтедобычи остается высокий процент сжигания попутных нефтяных газов (ПНГ) и, соответственно, невысокий уровень их полезного использования. Кроме того с каждым годом растет объем затрат направленных на разработку технологий по снижению выбросов летучих органических соединений и оксида азота в атмосферу. На основе анализа существующей практики оценены экономические перспективы и сформулированы рекомендации по целевому использованию ПНГ, в том числе с целью сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Рассмотрены технологии уменьшения факельного сжигания, которые применимы на месторождениях трудноизвлекаемых нефтей.

Ключевые слова: попутный нефтяной газ, энергосбережение, переработка газа, жидкие углеводороды, продукция с высокой добавленной стоимостью.

A. Kh. Ozdоеva.

National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Evaluation of the Economic Efficiency of the Associated Petroleum Gas Application for the GTL Technology

The main problem still remains a rather low level of useful use of associated components of oil production and, consequently, a high percentage of combustion of associated hydrocarbon compounds. In addition, companies are increasing the amount of costs aimed at reducing volatile organic compounds and nitrogen oxide every year, which significantly reduces the productivity of equipment. Based on the analysis of existing practices, the economic prospects are evaluated and recommendations

for the targeted use of APG are formulated. The study briefly outlines technologies for reducing on-site flaring that are applicable in hard-to-recover oil fields. Information on technologies is collected and evaluated from a review of previous studies, technical documents, and analysis of open international sources.

Key words: *associated petroleum gas, GTL technology, energy saving, gas processing, liquid hydrocarbons, high value-added products.*

С. А. Антонов^{1,2}, Р. В. Бартко¹, П. А. Никульшин^{1,2}, А. Ю. Кильякова², Б. П. Тонконогов², А. М. Данилов¹

¹АО «ВНИИ НП»,

²РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина

antonovsa@vniinp.ru

Современное состояние разработок в области пластичных смазок

На основании анализа научно-технической и патентной литературы описаны основные направления в области разработки пластичных смазок: сверхщелочные кальциевые смазки для высоконагруженных узлов трения, исследование возможностей наноразмерных частиц как добавок к многофункциональным смазкам, получение низкотемпературных смазок на биоразлагаемых полиэфирных основах. Рассмотрены также особенности смазывания узлов трения электромобилей.

Ключевые слова: *пластичные смазки, нанодобавки к смазкам, графен.*

S. A. Antonov^{1,2}, R. V. Bartko¹, P. A. Nikulshin^{1,2}, A. Yu. Kilyakova², B. P. Tonkonogov², A. M. Danilov¹

¹All-Russian Research Institute of Oil Refining, JSC «VNII NP»

²National University of Oil and Gas «Gubkin University»

Review of Recent Research on Grease

Based on the analysis of scientific, technical, and patent literature, the main directions of the development of greases are described: super-alkaline calcium greases for highly loaded friction units, research into the possibilities of nanosized particles as additives to multifunctional greases, and the production of low-temperature greases on biodegradable polyester bases.

Key words: *greases, nano-lubricants, graphene.*