

ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ТОПЛИВ И МАСЕЛ

6(652)'2025

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6

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

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ю. Н. Лебедев.

Исследование гидродинамики и массопередачи
на высокопроизводительных центробежных тарелках

3

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

Р. Г. Теляшев, А. Р. Давлетшин, А. А. Валиева,

С. М. Петров, Н. Ю. Башкирцева.

Сравнительная оценка структуры и катализитической активности
смешанных оксидов никеля и алюминия

7

Ю. Х. Усманова, А. С. Ильменский, С. М. Петров.

Катализитическая активность цеолитсодержащей кремнистой породы
Татарско-Шатрашанского месторождения: исследование
и перспективы применения

13

ЭКОЛОГИЯ

Ф. В. Юсубов, А. А. Раева, А. М. Ярыева.

Численное моделирование процесса адсорбционной очистки
сточных вод от ионов тяжелых металлов

18

ХИММОЛОГИЯ

Ю. М. Пименов.

Элементы теории химмотологических процессов

25

НЕФТЕХИМИЯ

Г. З. Кулешина, Ю. Г. Борисова, Р. М. Султанова,

А. Ф. Ахметов, С. С. Злотский.

Применение новых карбо- и гетероциклических четвертичных
аммонийных солей для снижения испаряемости бензинов

34

ИССЛЕДОВАНИЯ

О. Г. Карчевская, С. Н. Руш, Т. Е. Крон, Г. А. Корнеева,

Ю. Г. Носков, К. Б. Рудяк.

Деаэрирующие свойства огнестойких масел
на основе трет-бутилированных ариловых эфиров
ортофосфорной кислоты

38

Д. С. Колыбельский, Я. В. Порфириев,

Б. П. Тонконогов, Л. Н. Багдасаров.

Анализ термомеханической стабильности пластичных смазок
с разными типами загустителей на основе
высокощелочных детергентов

46

К. А. Овчинников, Э. С. Демиденко, М. А. Ершов.

Реологическое поведение загущенных водорастворимых
базовых масел и пластичных смазок на их основе

50

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

6(652)'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: httm@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.

Contents

CHEMICAL ENGINEERING AND EQUIPMENT

- Yu. N. Lebedev.* 3
High-Performance Centrifugal Trays Hydrodynamics and Mass Transfer Study

KINETICS AND CATALYSIS

- R. G. Telyashev, A. R. Davletshin, A. A. Valieva,
S. M. Petrov, N. Yu. Bashkirtseva.* 7
Comparative Evaluation of the Structure and Catalytic Activity of Mixed Oxides of Ni and Al

- Yu. K. Usmanova, A. S. Ilmensky, S. M. Petrov.* 13
Catalytic Activity of Zeolite-Containing Siliceous Rock of the Tatarsko-Shatashansky Deposit: Research and Application Prospects

ECOLOGY

- F. V. Yusubov, A. A. Rzayeva, A. M. Yariyeva.* 18
Numerical Modeling of Wastewater Treatment by Adsorption of Heavy Metal Ions

CHEMMOTOOLOGY

- Yu. M. Pimenov.* 25
Elements of the Theory of Chemmotological Processes

PETROLEUM CHEMISTRY

- G. Z. Kuleshina, Yu. G. Borisova, R. M. Sultanova,
A. F. Akhmetov, S. S. Zlotsky.* 34
Application of New Carbo- and Heterocyclic Quaternary Ammonium Salts to Reduce the Evaporation of Gasolines

RESEARCH

- O. G. Karchevskaya, S. N. Rush, T. E. Kron,
G. A. Korneeva, Yu. G. Noskov, K. B. Rudyak.* 38
Air-Releasing Properties of Flame-Retardant Oils Derived from Tert-Butylated Aryl Phosphates

- D. S. Kolybel'sky, Ya. V. Porfiriev,
B. P. Tonkonogov, L. N. Bagdasarov.* 46
Analysis of Thermomechanical Stability of Greases with Different Types of Thickeners Based on Highly Alkaline Detergents

- K. A. Ovchinnikov, E. S. Demidenko, M. A. Ershov.* 50
Rheological Behavior of Thickened Water-Soluble Base Oils and Greases Based on Them

Ю. Н. Лебедев

ООО «НПК КЕДР-89»

lebedev@kedr89.ru

Исследование гидродинамики и массопередачи на высокопроизводительных центробежных тарелках

В статье рассмотрены результаты испытаний высокопроизводительной центробежной тарелки на экспериментальной промышленной установке при ректификации смеси толуол – орто-ксилол под давлением 0,15 МПа. Испытания проводились на двух схемах: с полным возвратом флегмы и в режиме циркуляционного орошения. Анализ экспериментальных данных показал, что производительность центробежной тарелки в 2-3 раза выше, чем у любой барботажной тарелки, эффективность разделения в широком диапазоне нагрузок составляет 90–95 %, интенсивность теплообмена на контактный элемент — от 7000 до 20000 ккал/ч·град. Промышленные испытания центробежных тарелок проведены на установках переработки нефти, в абсорберах очистки природного газа от сероводорода и углекислого газа, на установке производства этилена и подтвердили высокую производительность и эффективность разделения.

Ключевые слова: центробежная тарелка, турбулентная диффузия, вихревое взаимодействие газа с жидкостью, тепломассообмен.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-3-6

Yu. N. Lebedev

LLC «R&D Co. KEDR-89»

High-Performance Centrifugal Trays Hydrodynamics and Mass Transfer Study

The article discusses the results of testing a high-performance centrifugal tray at an experimental industrial column during the rectification of a toluene-ortho-xylene mixture under a pressure of 0.15 MPa. The tests were carried out on two regimes: full reflux mode and pump around mode. Experimental data analyses showed that the capacity of a centrifugal tray is 2-3 times higher than that of any bubble tray, the separation efficiency in a wide range of loads is 90-95%, the effectiveness of heat transfer on the contact element is from 7000 to 20000 kcal/h·C. Industrial tests of centrifugal trays were carried out at oil refining units, in absorbers for cleaning natural gas from hydrogen sulfide and carbon dioxide, at an ethylene production unit and confirmed high capacity and separation efficiency.

Key words: centrifugal tray, turbulent diffusion, vortex interaction of gas with liquid, heat and mass transfer.

Р. Г. Теляшев¹, А. Р. Давлетшин², А. А. Валиева³, С. М. Петров^{3,4}, Н. Ю. Башкирцева³

¹ООО «Энерджи энд Инжиниринг»,

²Уфимский государственный нефтяной технический университет,

³Казанский национальный исследовательский технологический университет

⁴Казанский (Приволжский) федеральный университет

Lfm59@mail.ru

Сравнительная оценка структуры и каталитической активности смешанных оксидов никеля и алюминия

В работе представлены результаты сравнительных исследований текстурных и катализитических свойств смешанных оксидов никеля и алюминия в зависимости от соотношения катионов металлов в растворах при синтезе их предшественников. Структура смешанных оксидов изучалась с помощью рентгеноструктурного анализа, адсорбции-десорбции азота. Показано влияние соотношения катионов никеля и алюминия в смешанных оксидах на их катализитические свойства в процессах крекинга линейных алканов и тяжелой нефти. Показано, что при соотношении Ni^{2+}/A^{3+} 2:1 полученный смешанный оксид обладает наибольшей развитой поверхностью, высокой катализитической активностью в процессах крекинга н-алканов, компонентов тяжелой нефти. Смешанные оксиды Ni-Al обладают катализитической активностью в реакциях изомеризации алканов, что предполагает их использование в качестве носителей катализаторов гидроизодепарафинизации среднедистиллятных углеводородных фракций.

Ключевые слова: смешанные оксиды никеля и алюминия, рентгеноструктурный анализ, адсорбция-десорбция азота, катализитический крекинг, тяжелая нефть.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-7-12

R. G. Telyashev¹, A. R. Davletshin², A. A. Valieva³, S. M. Petrov^{3,4}, N. Yu. Bashkirtseva³

¹ OOO "Energy and Engineering",

² Ufa State Petroleum Technological University,

³ Kazan National Research Technological University,

⁴ Kazan (Volga Region) Federal University

Comparative Evaluation of the Structure and Catalytic Activity of Mixed Oxides of Ni and Al

The paper presents the results of comparative studies of the textural and catalytic properties of mixed Ni-Al oxides depending on the ratio of metal cations in solutions during the synthesis of their precursors. The structure of the mixed oxides was studied using X-ray structural analysis and nitrogen adsorption-desorption. The effect of the ratio of Ni and Al cations in mixed oxides on their catalytic properties in the cracking of linear alkanes and heavy oil is shown. It is shown that at a Ni^{2+}/A^{3+} ratio of 2:1, the resulting mixed oxide has the largest developed surface, high catalytic activity in the cracking of n-alkanes, components of heavy oil. Mixed Ni-Al oxides have catalytic activity in alkane isomerization reactions, which suggests their use as catalyst carriers for hydroisodewaxing of middle distillate hydrocarbon fractions.

Key words: mixed oxides Ni-Al, X-ray diffraction analysis, nitrogen adsorption-desorption, catalytic cracking, heavy oil.

Ю. Х. Усманова, А. С. Ильменский, С. М. Петров

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Lfm59@mail.ru

Катализическая активность цеолитсодержащей кремнистой породы Татарско-Шатрашанского месторождения: исследование и перспективы применения

В статье представлены результаты исследования цеолитсодержащей породы, проведенные с целью сравнения ее характеристик с промышленным катализатором FCC. В рамках исследования были определены состав и текстурные свойства образцов. Результаты показали, что удельная поверхность природного

алюмосиликата существенно уступает таковой у промышленного катализатора FCC. Экспериментально установлена оптимальная температура для достижения максимальной конверсии н-алканов $C_{18}-C_{22}$. Определены выходы различных типов углеводородов при варьировании температурных параметров. Обработка природного алюмосиликата соляной кислотой значительно увеличивает количество кислотных центров Бренстеда относительно основных центров Льюиса, что приводит к повышению образования разветвленных алканов и свидетельствует о существенном влиянии кислотной функциональности на реакционную способность катализатора. Полученные данные вносят вклад в понимание физико-химических свойств природных алюмосиликатов и их потенциала в качестве катализаторов для процессов термического облагораживания сверхвязких нефлей.

Ключевые слова: цеолитсодержащая порода, н-алканы, каталитический крекинг, конверсия, каталитическая активность.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-13-17

Yu. K. Usmanova, A. S. Ilmensky, S. M. Petrov.

Kazan National Research Technological University

Catalytic Activity of Zeolite-Containing Siliceous Rock of the Tatarsko-Shatrashansky Deposit: Research and Application Prospects

The article presents the results of a study of zeolite-containing rock, conducted in order to compare its characteristics with an industrial FCC catalyst. The composition and textural properties of the samples were determined. The results showed that the specific surface area of natural aluminosilicate is significantly inferior to that of the FCC industrial catalyst. The optimal temperature for achieving the maximum conversion of $C_{18}-C_{22}$ n-alkanes has been experimentally established. The yields of various types of hydrocarbons with varying temperature parameters have been studied. Treatment of natural aluminosilicate with hydrochloric acid significantly increases the number of Brensted acid centers relative to the main Lewis centers, which leads to an increase in the formation of branched alkanes and indicates a significant effect of acid functionality on the reactivity of the catalyst. The data obtained make a significant contribution to understanding the physico-chemical properties of natural aluminosilicates and their potential as catalysts for the thermal refining of ultra-viscous oils.

Key words: zeolite-containing rock, n-alkanes, catalytic cracking, conversion, catalytic activity.

Ф. В. Юсубов¹, А. А. Рзаева², А. М. Ярыева¹

¹Азербайджанский технический университет, г. Баку, Азербайджан,

²Бакинская высшая школа нефти, г. Баку, Азербайджан

yusfax@mail.ru

Численное моделирование процесса адсорбционной очистки сточных вод

от ионов тяжелых металлов

В работе представлено исследование экологически ориентированных технологий адсорбционной очистки сточных вод предприятий топливно-энергетического комплекса, содержащих токсичные ионы тяжелых металлов — мышьяка, меди и цинка. Целью исследования является разработка эффективного и экологически безопасного метода удаления тяжелых металлов с использованием природных цеолитов и создание

численной модели массообмена для прогнозирования параметров процесса. В качестве адсорбента использован модифицированный природный клиноптилолит, отличающийся высокой термической устойчивостью, удельной поверхностью и доступностью. Разработана численная модель массопереноса с учетом внешней и внутренней диффузии. Показано, что при числе Био ≥ 50 и числе Дамкелера 1000 процесс адсорбции протекает эффективно, а определяющим параметром выступает эффективный коэффициент диффузии. Максимальная адсорбционная емкость модифицированного клиноптилолита составила 29,5 мг/г для мышьяка, 34,9 мг/г для меди и 22,7 мг/г для цинка. Результаты позволяют использовать разработанную модель для инженерных расчётов и оптимизации процессов очистки сточных вод предприятий топливно-энергетического комплекса.

Ключевые слова: топливно-энергетический комплекс, экологическая безопасность, сточные воды, тяжелые металлы, адсорбция, моделирование.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-18-24

F. V. Yusubov¹, A. A. Rzayeva², A. M. Yariyeva¹

1 Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan,

2 Baku Higher Oil School, Azerbaijan

Numerical Modeling of Wastewater Treatment by Adsorption of Heavy Metal Ions

The study presents the results of environmentally oriented technologies of adsorption wastewater treatment of enterprises of fuel and energy complexes containing toxic ions of heavy metals — arsenic, copper and zinc. The aim of the study is to develop an effective and environmentally friendly method for the removal of heavy metals using natural zeolites and to create a numerical mass transfer model for predicting process parameters. Modified natural clinoptilolite, characterized by high thermal stability, specific surface area and accessibility, was used as an adsorbent. A numerical model of mass transfer has been developed taking into account external and internal diffusion. It is shown that when the Bio-Bi number is ≥ 50 and the Damkeler Da number is ≈ 1000 , the adsorption process proceeds efficiently, and the effective diffusion coefficient D_{eff} is the determining parameter. The maximum adsorption capacity of the modified clinoptilolite was 29.5 mg/g for As, 34.9 mg/g for Cu, and 22.7 mg/g for Zn. The results make it possible to use the developed model for engineering calculations and optimization of wastewater treatment processes at fuel and energy complex enterprises. The use of natural zeolites helps to reduce the anthropogenic load, increase environmental safety and implement the principles of sustainable development in the operation of fuel and energy systems.

Key words: fuel and energy systems, environmental safety, wastewater, heavy metals, adsorption, modeling.

Ю. М. Пименов

ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»

25gosniihim@mil.ru

Элементы теории химмотологических процессов

Излагаются отдельные положения и идеи, дающие возможность представить и охарактеризовать совокупность взаимодействующих относительно «простых» физических, химических и физико-химических (элементарных) процессов как идеализированный комплекс «сложных» химмотологических процессов,

протекающих при применении горюче-смазочных материалов (ГСМ) в технике. Рассматриваются возможности, примеры моделирования и обсуждаются закономерности химмотологических процессов в их взаимосвязи с эксплуатационными свойствами ГСМ в химмотологической системе ГСМ – техника – эксплуатация.

Ключевые слова: горюче-смазочные материалы, химмотологический процесс, эксплуатационное свойство, эксперимент, испытание, моделирование.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-25-33

Yu. M. Pimenov.

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

Elements of the Theory of Chemmotological Processes

Some provisions and ideas that give the opportunity to imagine and characterize the totality of interacting relatively «simple» physical, chemical and physico-chemical (elementary) processes as idealized ensemble of «complex» chemmotological processes that are taking place during the use of POL in equipment are set out. Possibilities, examples of modeling are considered as well as patterns of chemmotological processes are discussed in there interrelation with performance properties of POL in chemmotological system «POL – Equipment – Operating Conditions».

Key words: fuels, oils and lubricants (POL), chemmotological process, performance property, experiment, testing, modeling.

Г. З. Кулешина, Ю. Г. Борисова, Р. М. Султанова, А. Ф. Ахметов, С. С. Злотский

Уфимский государственный нефтяной технический университет

guzel.kuleshina@yandex.ru

Применение новых карбо- и гетероциклических четвертичных аммонийных солей для снижения испаряемости бензинов

Синтезированы новые четвертичные аммонийные соли, содержащие гем-дихлорциклопропановый и циклоацетальный фрагменты. Приведены результаты исследований присадок, на основе синтезированных соединений, направленные на снижение испаряемости бензинов при хранении в резервуарах. Карбо- и гетероциклические аммонийные соли получены из доступного сырья и не оказывают отрицательного влияния на свойства бензинов.

Ключевые слова: автомобильные бензины, четвертичные аммонийные соли, 1,3-диоксациклоалканы, гем-дихлорциклопропан.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-34-37

G. Z. Kuleshina, Yu. G. Borisova, R. M. Sultanova, A. F. Akhmetov, S. S. Zlotsky.

Ufa State Petroleum Technological University

Application of New Carbo- and Heterocyclic Quaternary Ammonium Salts to Reduce the Evaporation of Gasolines

New quaternary ammonium salts containing gem-dichlorocyclopropane and cycloacetal fragments have been synthesized. The results of studies of additives based on synthesized compounds aimed at reducing the evaporation of gasoline during storage in tanks are presented. Carbo- and heterocyclic ammonium salts are obtained from available raw materials and do not adversely affect the properties of gasoline.

Key words: motor gasoline, quaternary ammonium salts, 1,3-dioxacycloalkanes, gem-dichlorocyclopropane.

O. Г. Карчевская, С. Н. Руш, Т. Е. Крон, Г. А. Корнеева, Ю. Г. Носков, К. Б. Рудяк

ООО «Объединенный центр исследований и разработок»

KarchevskayaOG@rdc.rosneft.ru

Деаэрирующие свойства огнестойких масел

на основе трет-бутилированных ариловых эфиров ортофосфорной кислоты

Исследована зависимость времени деаэрации от состава огнестойкого масла на основе смешанных фосфатных эфиров фенола и 4-трет-бутилфенола (так называемое трет-бутилированное масло). Время деаэрации определяется соотношением основных компонентов — (трет-бутилфенил)дифенилfosфата (II) и ди(трет-бутилфенил)фенилfosфата (III) — и резко увеличивается с ростом содержания три(трет-бутилфенил)fosфата (IV); трифенилfosфат (I) оказывает минимальное воздействие. Эфиры II–IV выделены в индивидуальном состоянии и охарактеризованы. Показано, что компоненты масла, являясь при комнатной температуре твёрдыми веществами, способны образовывать смеси с температурой застывания минус 17 °C и ниже. Предложена эмпирическая модель, количественно описывающая зависимость времени деаэрации от состава, с учётом которой подобраны составы трет-бутилированных масел, удовлетворяющие по физико-химическим характеристикам отраслевым стандартам России, предъявляемым к огнестойким маслам.

Ключевые слова: огнестойкое масло, трет-бутилированные арилfosфаты, время деаэрации.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-38-45

O. G. Karchevskaya, S. N. Rush, T. E. Kron, G. A. Korneeva, Yu. G. Noskov, K. B. Rudyak.

United Research and Development Center LLC

Air-Releasing Properties of Flame-Retardant Oils Derived from Tert-Butylated Aryl Phosphates

The dependence of the air-release time on the composition of a fire-resistant oil based on mixed phosphate esters of phenol and 4-tert-butylphenol (the so-called tert-butylated oil) was investigated. The air-release time is determined by the ratio of the main components – (tert-butylphenyl)diphenyl phosphate (II) and di(tert-butylphenyl)phenylphosphate (III), it increases sharply when the content of tri(tert-butylphenyl)phosphate (IV) increases; the content of triphenylphosphate (I) has minimal effect. Esters II–IV were isolated in individual state and characterized. It has been shown that the oil components, being solid substances at room temperature, are capable of forming mixtures with a pour point of minus 17 °C and below. An empirical model that quantitatively describes the dependence of the air-release time on the composition of the fire-resistant oils is proposed; it allows to choose the compositions of tert-butylated oils satisfying the physico-chemical characteristics of the industry standards of the Russian Federation for fire-resistant oils.

Key words: fire-resistant oils, tert-butyl arylphosphate, air-release time.

Д. С. Колыбельский, Я. В. Порфириев, Б. П. Тонконогов, Л. Н. Багдасаров

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

kolubelskyds@yandex.ru

Анализ термомеханической стабильности пластичных смазок с разными типами загустителей на основе высокощелочных дегтергентов

Представлены результаты экспериментальных исследований термомеханической стабильности пластичных смазок с загустителями на основе трех типов высокощелочных дегтергентов: сульфонатов, алкилсалцилатов и алкилфенолятов кальция с использованием подшипникового стенда. Как было установлено, салицилатные и фенолятные смазки оказались достаточно стабильными к окислению, при этом в случае салицилатов большое влияние также оказывает состав дисперсионной среды.

Ключевые слова: пластичные смазки, моюще-диспергирующие присадки, антиокислительные присадки, сульфонат кальция, алкилсалцилат кальция, алкилфенолят кальция.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-46-49

D. S. Kolybelsky, Ya. V. Porfiriev, B. P. Tonkonogov, L. N. Bagdasarov.

Gubkin University

Analysis of Thermomechanical Stability of Greases with Different Types of Thickeners Based on Highly Alkaline Detergents

The article presents the results of experimental studies of the thermomechanical stability of greases with thickeners based on three types of highly alkaline detergents: sulfonates, alkyl salicylates and calcium alkylphenolates using a bearing stand. As it was found, salicylate and phenolate lubricants proved to be quite stable to oxidation, while in the case of salicylates, the composition of the dispersion medium also has a great influence.

Key words: lubricants, detergent-dispersant additives, antioxidant additives, calcium sulfonate, calcium alkyl salicylate, calcium alkylphenolate.

К. А. Овчинников¹, Э. С. Демиденко^{1,3}, М. А. Еришов^{2,3}

¹Центр промышленных инноваций «Газпром нефти», г. Санкт-Петербург,

²ООО «Центр мониторинга новых технологий», г. Москва,

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

e1_dzhernon@mail.ru

Реологическое поведение загущенных водорастворимых базовых масел

и пластичных смазок на их основе

Проведено исследование реологических характеристик водорастворимых высокополярных базовых масел с добавкой полимерного загустителя, а также пластичных смазок на их основе. Изучены параметры, определяющие основные эксплуатационные свойства исследованных полиэфирных систем. Установлен ряд ключевых закономерностей реологического поведения этих систем. Показано, что для исследованных

композиций предел прочности, величину эффективной вязкости и реологические свойства определяются концентрацией загустителя и его молярной массой, при этом влияние температуры на предел прочности и величину эффективной вязкости незначительно. Установлено, что с увеличением концентрации загустителя повышается предел прочности смазок. Получен образец с оптимальной концентрацией загустителя, при которой система эффективно сопротивляется деформации сдвига и рассеивает механическую энергию, что проявляется в максимальных значениях предела прочности. Установленные закономерности могут послужить теоретической основой для целенаправленного регулирования реологических характеристик полиэфирных смазочных материалов – как загущенных масел, так и пластичных смазок.

Ключевые слова: высокополярные смазочные системы, пластичные смазки, диссипативные свойства, полиоксиалкенилполиглицерол, реологические свойства, полиэфиры.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-652-6-50-56

K. A. Ovchinnikov¹, E. S. Demidenko^{1,3}, M. A. Ershov^{2,3}.

¹GazpromNeft Industrial Innovation Center

Center for Monitoring New Technologies LLC,

Gubkin University

Rheological Behavior of Thickened Water-Soluble Base Oils

and Greases Based on Them

The rheological characteristics of water-soluble high-polarity base oils containing a polymer thickener, as well as the grease formulations derived from them, were investigated. The parameters governing the key performance properties of the studied polyester systems were examined. A number of fundamental rheological behavior patterns were identified. It was found that in the tested compositions, the yield stress and viscoplastic properties are primarily determined by the thickener concentration and its molar mass, whereas the influence of temperature on the yield stress is negligible. The study demonstrated that increasing the thickener concentration enhances the structural strength of the system. A sample with an optimum thickener concentration was developed, at which the system exhibits efficient energy dissipation. The established patterns can serve as a theoretical foundation for the targeted adjustment of the rheological properties of polyester-based lubricating materials.

Key words: *high-polarity lubricating systems, greases, dissipative properties, polyoxyalkylene polyglycerol, rheological properties, polyesters.*