

Химия и технология топлив и масел

2⁽⁶⁴⁸⁾'2025

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2

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

А. А. Мухамедзянова, Е. В. Грохотова, И. А. Ихсанов. 3
Получение связующих пеков из остаточного
сырья нефтепереработки

С. М. Петров. 8
Низкотемпературный крекинг тяжелой нефти на развитой поверхности
минеральных соединений карбонатных пород

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

И. А. Мустафин, А. Ф. Ахметов, Р. Н. Галиахметов, О. М. Судакова. 13
Термокаталитические превращения тяжелого углеводородного сырья
в присутствии наноразмерных катализаторов на основе никеля и цинка

НЕФТЕХИМИЯ

М. Ю. Доломатов, В. Р. Субханкулов, С. С. Вершинин, 17
О. Л. Рыжиков, В. В. Лазарев.
Плазмохимический пиролиз как способ получения
турбостратного графена из сырья с высоким содержанием углерода

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

И. Н. Куляшова, А. Д. Бадикова, И. М. Борисов, С. Р. Сахибгареев. 20
Исследование состава и физико-химических свойств композиционного
реагента на основе модифицированного лигносульфоната
для гидрогелевых буровых растворов

ИССЛЕДОВАНИЯ

Р. Р. Япеев, Ф. М. Калмыков, А. Ф. Ахметов, В. П. Лосев, 25
Т. С. Огнева, Р. С. Назаров.
Получение нестандартной полимерной композиции для повышения
физико-механических характеристик дорожного битума
и асфальтобетонной смеси на его основе

Р. Ф. Хамадалиев, Т. Р. Просочкина, К. Г. Кичатов, Г. М. Хамадалиева. 33
Разработка технологии получения полиуретанового клея на основе
природного компонента

МЕТОДЫ АНАЛИЗА

М. Ю. Доломатов, В. Р. Субханкулов, М. М. Доломатова, Э. А. Ковалева, 36
С. С. Вершинин, О. А. Белотелов, И. В. Казаев.
Применение электронной феноменологической спектроскопии
как экспресс метода исследования свойств сырья для получения
многофункциональных углеродных материалов

К. Г. Кичатов, Т. Р. Просочкина, Ф. М. Калмыков, 41
А. Ф. Шакиров, В. Н. Гусаков, Ф. Ш. Вильданов.
Спектроскопия комбинационного рассеяния как способ
экспресс-прогнозирования фазовой структуры полиэтилентерефталата

А. Д. Бадикова, Р. Х. Масагутов, Н. А. Бейгул, С. Р. Сахибгареев, 45
И. Н. Куляшова, С. С. Григорьева.
Исследование адсорбционных свойств модифицированного адсорбента
в анализе нефти геохимическим и хеометрическим методами

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. Г. Лаптев, Е. А. Лаптева, А. В. Раков. 51
Определение коэффициентов тепло- и массоотдачи в газовой фазе
в хаотичном и регулярном насадочном слое
при противоточном режиме

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

2⁽⁶⁴⁸⁾'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

A. A. Mukhamedzianova, E.V. Grokhotova, I. A. Ikhsanov.
Preparation of Binding Pitch from Residual Refinery Feedstock 3

S. M. Petrov.
Low-Temperature Cracking of Heavy Oil on the Developed Surface
of Mineral Compounds of Carbonate Rocks 8

KINETICS AND CATALYSIS

I. A. Mustafin, A. F. Ahmetov, R. N. Galiahmetov, O. M. Sudakova.
Thermocatalytic Transformations of Heavy Hydrocarbon Raw Materials
in the Presence of Nanoscale Catalysts Based on Nickel and Zinc 13

PETROLEUM CHEMISTRY

*M. Yu. Dolomatov, V.R. Subkhankulov, S.S. Vershynin,
O.L. Ryzhikov, V.V. Lazarev.*
Plasmachemical Pyrolysis as a Way for Creating Turbostratic Graphene
from Feedstock with High Carbon 17

COLLOID CHEMISTRY

I. N. Kulyashova, A. D. Badikova, I. M. Borisov, S. R. Sahibgareeva.
Investigation of the Composition and Physico-Chemical Properties
of a Composite Reagent Based on Modified Lignosulfonate
for Hydrogel Drilling Fluids 20

RESEARCH

*R. R. Yapaev, Ph. M. Kalmykov, A. F. Akhmetov,
V. P. Losev, T. S. Ogneva, R. S. Nazarov.*
Obtaining a Non-Standard Polymer Composition to Improve
the Physical and Mechanical Characteristics of Road Bitumen
and Asphalt Concrete Mixture Based on It 25

R. F. Khamadaliyev, T. R. Prosochkina, K. G. Kichatov, G. M. Khamadaliyeva.
Development of Polyurethane Adhesive Production Technology
Based on a Natural Component 33

METHODS OF ANALYSIS

*M. Yu. Dolomatov, V. R. Subkhankulov, M. M. Dolomatov,
E. A. Kovaleva, S. S. Vershynin, O. A. Belotelov, I. V. Kazaev.*
Application of Electron Phenomenological Spectroscopy as Quickly Method
of Properties Defenition of Hydrocarbon Feedstock for Production
of Carbon Materials 36

K. G. Kichatov, T. R. Prosochkina, Ph. M. Kalmykov, A. F. Shakirov.
Analysis of Phase Structure of Polymeric Materials by Raman Spectroscopy 41

*A. D. Badikova, R. H. Masagutov, N. A. Beygul,
S. R. Sahibgareev, I. N. Kulyashova, S. S. Grigorieva.*
Investigation of the Adsorption Properties of a Modified Adsorbent
in Oil Analysis Geochemical and Chemometric Methods 45

CHEMICAL ENGINEERING AND EQUIPMENT

A. G. Laptev, E. A. Lapteva, A. V. Rakov.
Determination of Heat and Mass Transfer Coefficients in the Gas Phase
in a Chaotic and Regular Packing Layer in Countercurrent Mode 51

А. А. Мухамедзянова^{1,2}, Е. В. Грохотова², И. А. Ихсанов³

¹Уфимский университет науки и технологий,

²Уфимский государственный нефтяной технический университет

³Фонд перспективных исследований, г. Москва

alf6058@yandex.ru

Получение связующих пеков из остаточного сырья нефтепереработки

Представлены результаты исследования процесса термополиконденсации нефтяных остатков различного происхождения: тяжелых смол пиролиза, тяжелого газойля каталитического крекинга, крекинг-остатков. Для всех выбранных остаточных продуктов переработки нефти подобраны технологические условия и рекомендованы режимы получения (температура и продолжительность изотермической стадии) пеков с температурой размягчения 75 и 110°C. Показано, что из современных остаточных продуктов переработки нефти возможно получение связующих нефтяных пеков.

Ключевые слова: *тяжелые смолы пиролиза, тяжелый газойль каталитического крекинга, крекинг-остаток, термополиконденсация, связующие пеки, электродные пеки, углеродные материалы.*

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-3-7

A. A. Mukhamedzianova^{1,2}, E. V. Grokhotova², I. A. Ikhsanov³

¹ Ufa University of Science and Technology,

²Ufa State Petroleum Technical University,

³ Foundation for Advanced Research

Preparation of Binding Pitch from Residual Refinery Feedstock

The results of studying the process of thermal condensation of oil residues of various origin: heavy pyrolysis tar, heavy catalytic cracking gas oil, cracking residues - and studying the physicochemical properties of the obtained pitch are presented. Process conditions were selected for all selected residual oil products and production modes (temperature and duration of the isothermal stage) of bakes with softening points of 75 and 110°C were recommended. It has been experimentally shown that from modern residual oil products it is possible to obtain binding oil bakes, which are necessary as carbon materials for various purposes.

Key words: *heavy pyrolysis tars, heavy catalytic cracking gas oil, cracking residue, distillate cracking residue, thermopolycondensation, binding pecks, electrode pecks, carbon materials.*

С. М. Петров^{1,2}

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет,

²Казанский (Приволжский) федеральный университет

Lfm59@mail.ru

Низкотемпературный крекинг тяжелой нефти на развитой поверхности минеральных соединений карбонатных пород

В статье определены особенности состава и свойств жидких продуктов низкотемпературного крекинга тяжелой нефти Ашальчинского месторождения на поверхности минеральных карбонатных добавок в интервале температур 250–360°C и давлений до 2 МПа в среде перегретого пара, а также в присутствии

оксидов Al_2O_3 и MnO_2 . Показано, что деструкция смолисто-асфальтеновых компонентов на поверхности минеральных соединений карбонатных пород приводит к увеличению доли легкокипящих, насыщенных и ароматических углеводородов. С повышением температуры крекинга снижается разветвленность и алифатичность жидких продуктов, увеличивается ароматичность. При температуре $250^\circ C$ крекируются спирто-бензольные смолы, при $300^\circ C$ также происходит деструкция бензольных смол. Установлено, что оксид марганца ускоряет распад спиртобензольных смол, оксид алюминия – смолисто-асфальтеновых веществ в целом, содержание асфальтенов в продуктах практически не меняется. Увеличение температуры крекинга до $360^\circ C$ приводит к конверсии асфальтенов до 36% с образованием газообразных продуктов, легкокипящих соединений, насыщенных и ароматических углеводородов.

Ключевые слова: тяжелая нефть, карбонатные минералы, смолисто-асфальтеновые вещества, низкотемпературный крекинг, перегретый пар, бензиновая фракция, насыщенные и ароматические углеводороды.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-8-12

S. M. Petrov^{1,2}

¹ Kazan National Research Technological University,

² Kazan (Volga Region) Federal University

Low-Temperature Cracking of Heavy Oil on the Developed Surface of Mineral Compounds of Carbonate Rocks

The article defines the features of the composition and properties of liquid products of low-temperature cracking of heavy oil from the Ashalchinsky field on the surface of mineral carbonate additives in the temperature range of 250 - $360^\circ C$ and pressures up to 2 MPa in superheated steam, as well as in the presence of Al_2O_3 and MnO_2 oxides. It is shown that the destruction of resinous-asphaltene components on the surface of mineral compounds of carbonate rocks leads to an increase in the proportion of low-boiling, saturated and aromatic hydrocarbons. As the cracking temperature increases, the branching and aliphaticity of liquid products decreases, and the aromaticity increases. At a temperature of $250^\circ C$, alcohol-benzene resins are cracked, and at $300^\circ C$, benzene resins are also destroyed. It was found that manganese oxide accelerates the decomposition of alcohol-benzene resins, aluminum oxide-resinous-asphaltene substances in general, the content of asphaltenes in products practically does not change. An increase in the cracking temperature to $360^\circ C$ leads to the conversion of asphaltenes to 36 % with the formation of gaseous products, low-boiling compounds, saturated and aromatic hydrocarbons.

Key words: heavy oil, carbonate minerals, resinous-asphaltene substances, asphaltenes, low-temperature cracking, superheated steam, gasoline fraction, saturated and aromatic hydrocarbons.

И. А. Мустафин¹, А. Ф. Ахметов¹, Р. Н. Галиахметов², О. М. Судакова²

¹Уфимский государственный технический университет,

²Уфимский университет науки и технологий,

ildaramustafin@yandex.ru

Термокаталитические превращения тяжелого углеводородного сырья в присутствии наноразмерных катализаторов на основе никеля и цинка

Статья посвящена исследованию получения наноразмерных каталитических комплексов металлов в углеводородных средах и их влиянию на процессы термкрекинга тяжелых углеводородов. Основное внимание уделено кластерам переходных металлов, таким как цинк и его устойчивости, и активности при высоких температурах. Рассматривается значимость нанокатализаторов как перспективная альтернатива для катализаторов классических процессов крекинга. Проведены эксперименты по получению ультрадисперсных наносuspензий металлов, таких как никель и цинк, в вакуумных газойлях. Исследованы процессы образования и устойчивости наночастиц при различных температурных режимах. Обнаружено, что наночастицы формируются при кипячении газойля и сохраняют устойчивость при температуре выше 365°C. Результаты показывают возможность использования нанокатализаторов для эффективной переработки тяжелых углеводородов.

Ключевые слова: *каталитические комплексы, наночастицы, никель, термкрекинг, углеводородные среды, ультрадисперсные суспензии, цинк.*

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-8-12

I. A. Mustafin¹, A. F. Ahmetov¹, R. N. Galiahmetov², O. M. Sudakova².

¹Ufa State Petroleum Technological University,

²Ufa University of Science and Technology

Thermocatalytic Transformations of Heavy Hydrocarbon Raw Materials in the Presence of Nanoscale Catalysts Based on Nickel and Zinc

The article is devoted to the study of the production of nanoscale catalytic metal complexes in hydrocarbon media and their effect on the processes of thermal cracking of heavy hydrocarbons. The main focus is on clusters of transition metals such as zinc and its stability and activity at high temperatures. The importance of nanocatalysts as a promising alternative for catalysts of classical cracking processes is considered. Experiments have been carried out to obtain ultrafine nanosuspensions of metals such as nickel and zinc in vacuum gas oils. The processes of formation and stability of nanoparticles under various temperature conditions are investigated. It was found that nanoparticles are formed by boiling gas oil and remain stable at temperatures above 365°C.

The results show the possibility of using nanocatalysts for efficient processing of heavy hydrocarbons.

Key words: *catalytic complexes, nanoparticles, thermal cracking, hydrocarbons.*

М. Ю. Доломатов¹, В. Р. Субханкулов¹, С. С. Вершинин¹, О. Л. Рыжиков¹, В. В. Лазарев²

¹Уфимский нефтяной технический университет,

²Уфимский университет науки и технологий

mdolomatov@bk.ru

Плазмохимический пиролиз как способ получения турбостратного графена из сырья с высоким содержанием углерода

Изучен способ получения турбостратного графена на основе сырья с высоким содержанием углерода — технический углерод (печная сажа) и литейный графит. Показано, что в процессе плазмохимического короткоимпульсного пиролиза (флеш-пиролиза) формируется графеновая сажа, содержащая графен

в количестве 20–25% мас. Реализация процесса позволит получить ценный продукт из дешевого сырья при сравнительно невысоких энергозатратах.

Ключевые слова: плазмохимический пиролиз, графеновая сажа, турбостратный графен, технический углерод, конструкционный графит.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-17-19

M. Yu. Dolomatov¹, V.R. Subkhankulov¹, S.S. Vershynin¹, O.L. Ryzhikov¹, V.V. Lazarev².

¹Ufa State Petroleum Technological University,

²Ufa University of Science and Technology

Plasmachemical Pyrolysis as a Way for Creating Turbostratic Graphene from Feedstock with High Carbon

A way for making turbostratic graphene based on petrol feedstock with high carbon content – technical carbon and metallurgical graphite – was researched. It was shown that in the process of plasmachemical impulse pyrolysis (flash-pyrolysis) the formation of a graphene soot containing 20-25% mass. of graphene occurs. Realization of this process allows production of valuable product using energy-efficient method.

Key words: plasmachemical pyrolysis, graphene soot, turbostratic graphene, technical carbon, construction graphite.

И. Н. Куляшова, А. Д. Бадикова, И. М. Борисов, С. Р. Сахибгареев

Уфимский государственный нефтяной технический университет

irina-0472@yandex.ru

Исследование состава и физико-химических свойств композиционного реагента на основе модифицированного лигносульфоната для гидрогелевых буровых растворов

Исследована возможность получения гидрогелевого композиционного реагента на основе полиэлектролитного комплекса, путем подбора мольных соотношений анионного модифицированного лигносульфоната натрия и катионного крахмала методом импедансометрии, заключающегося в измерение зависимости импеданса электрохимической ячейки от частоты переменного тока. Введение фосфоновых групп в состав лигносульфоната предполагает возможность дополнительных комплексов, что способствует повышению эффективности снижения вязкости и повышения термостойкости бурового раствора при введении модифицированного лигносульфоната. Катионный крахмал формирует основную структуру геля, в то время как модифицированный лигносульфонат улучшает механические и реологические свойства раствора. Это взаимодействие приводит к созданию сетчатой структуры, которая увеличивает вязкость и устойчивость к разрушению внешними воздействиями. Гидрогелевые буровые растворы, создаваемые на основе представленного композиционного реагента, способствуют более эффективному переносу бурового шлама и повышению ингибирующей способности бурового раствора.

Ключевые слова: катионированный крахмал, лигносульфонат натрия, фосфоновые соединения, импедансометрия, ингибирующая способность, степень набухания, гидрогелевый буровой раствор, показатель фильтрации.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-20-24

I. N. Kulyashova, A. D. Badikova, I. M. Borisov, S. R. Sahibgareeva.

Ufa State Petroleum Technological University

**Investigation of the Composition and Physico-Chemical Properties
of a Composite Reagent Based on Modified Lignosulfonate
for Hydrogel Drilling Fluids**

The possibility of obtaining a hydrogel composite reagent based on a polyelectrolyte complex by selecting the molar ratios of anionic modified sodium lignosulfonate and cationic starch by the impedance measurement method, which consists in measuring the dependence of the impedance of an electrochemical cell on the frequency of alternating current. The introduction of phosphonic groups into the composition of lignosulfonate suggests the possibility of additional complexes, which helps to increase the effectiveness of reducing viscosity and increasing the thermal stability of drilling mud with the introduction of modified lignosulfonate. Cationic starch forms the basic structure of the gel, while modified lignosulfonate improves the mechanical and rheological properties of the solution. This interaction leads to the creation of a mesh structure that increases viscosity and resistance to destruction by external influences. Hydrogel drilling fluids created on the basis of the presented composite reagent contribute to more efficient transfer of drilling mud and increase the inhibitory ability of drilling mud.

Key words: cationated starch, sodium lignosulfonate, phosphonic compounds, impedance measurement, inhibitory ability, degree of swelling, hydrogel drilling mud, filtration index.

Р. Р. Янаев, Ф. М. Калмыков, А. Ф. Ахметов, В. П. Лосев, Т. С. Огнева, Р. С. Назаров

Уфимский государственный нефтяной технический университет

seriyjah@gmail.com

**Получение нестандартной полимерной композиции для повышения
физико-механических характеристик дорожного битума и асфальтобетонной смеси на его основе**

В работе изучен процесс получения полимерного композиционного материала на основе отходов и побочных продуктов нефтехимических производств с целью модификации некондиционного товарного битума для повышения его физико-механических характеристик. При этом полученная полимерная композиция, состоящая из пылевидного полиэтилентерефталата, термонестабильного полиэтилена высокого давления и биоразлагаемого поликапролактона, рассматривается в качестве замены традиционным и дорогостоящим термоэластопластам типа бутадиен-стирол. В ходе лабораторных исследований определены основные показатели исходного битума, битума с добавлением пластифицирующей добавки и пластифицированных растворов каждого из полимеров. Описан процесс получения полимерных композитов и их влияние на битумное вяжущее, а также получены образцы асфальтобетонных смесей. Раскрыта возможность вторичного использования (рециклинга) нестандартных полимеров с получением нового материала для улучшением свойств дорожного битума, а также получения на его основе высококачественной горячей асфальтобетонной смеси.

Ключевые слова: нефтяной дорожный битум, полиэтилентерефталат, пылевидный полиэтилентерефталат, полиэтилен высокого давления, поликапролактон, пластифицирующая добавка,

полимерно-битумная композиция, полимерно-битумное вяжущее, асфальтобетонная смесь, горячий асфальт.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-25-32

R. R. Yaraev, Ph. M. Kalmykov, A. F. Akhmetov, V. P. Losev, T. S. Ogneva, R. S. Nazarov.

Ufa State Petroleum Technological University

**Obtaining a Non-Standard Polymer Composition to Improve
the Physical and Mechanical Characteristics of Road Bitumen
and Asphalt Concrete Mixture Based on It**

The paper considers the process of obtaining a polymer composite material based on waste and by-products of petrochemical industries in order to modify substandard commercial bitumen to improve its physical and mechanical characteristics. At the same time, the resulting polymer composition consisting of pulverized polyethylene terephthalate, thermonestable low-density polyethylene and biodegradable polycaprolactone is considered as a replacement for traditional and expensive thermoplastics such as styrene butadiene (used as a comparative sample). In the course of laboratory studies, the authors identified the main indicators of the initial bitumen; bitumen with the addition of a plasticizing additive; further, plasticized solutions of each polymer; The process of obtaining polymer composites and their effect on the bitumen binder is described; and samples of asphalt concrete mixtures are obtained. The authors reveal the possibility of secondary use (recycling) of non-standard polymers to obtain a new material to improve the properties of road bitumen, as well as to obtain a high-quality hot asphalt concrete mixture based on it.

Key words: *petroleum bitumen, polyethylene terephthalate, low-density polyethylene, low-density polyethylene, polycaprolactone, plasticizing additive, polymer-bitumen composition, polymer-bitumen binder, asphalt concrete mixture, hot asphalt.*

Р. Ф. Хамадалиев, Т. Р. Просочкина, К. Г. Кичатов, Г. М. Хамадалиева

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ruslan@khamadaliyev.ru

**Разработка технологии получения полиуретанового клея на основе
природного компонента**

В статье рассмотрена возможность квалифицированного применения побочного продукта целлюлозно-бумажной промышленности — лигносульфоната в качестве компонента полиуретанового клея. На первом этапе разработки технологии получения полиуретанового клея произведена сушка лигносульфоната производства АО «Соликам-Скбумпром» с остаточной влагой 4,824% мас. при оптимальном технологическом режиме (время сушки — 3 ч, температура — 90 °С, скорость подачи сухого воздуха — 125 м³/ч). На втором этапе с помощью осушенного лигносульфоната разработаны рецептуры полиуретанового клея. Показано, что сопоставимые с товарным аналогом ООО «Полихим Системс» физико-механические свойства, достигаются при максимальном содержании лигносульфоната (40% мас.) в составе полиуретанового клея.

Ключевые слова: полиуретан, полиуретановый клей, лигносульфонат, биополиол, изоцианат, моноалкильные эфиры жирных кислот.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-33-35

R. F. Khamadaliyev, T. R. Prosochkina, K. G. Kichatov, G. M. Khamadaliyeva.

Ufa State Petroleum Technological University

Development of Polyurethane Adhesive Production Technology

Based on a Natural Component

The article considers the possibility of qualified application of a by-product of the pulp and paper industry — lignosulfonate as a component of polyurethane adhesive. The lignosulfonate produced by JSC «Solikam-Skbumprom» was dried with a residual moisture of 4.824% by weight. at optimal technological conditions (drying time – 3 hours, temperature – 90°C, dry air supply rate – 125 m³/h) at the first stage of the development of polyurethane adhesive production technology. The compositions of polyurethane adhesive were developed using dried lignosulfonate at the second stage of technology development. It is shown that the physico-mechanical properties comparable to the LLC «Polychem Systems» commercial sample at a maximum content of lignosulfonate (40% by weight) in polyurethane adhesive.

Key words: polyurethane, polyurethane adhesive, lignosulfonate, biopolyol, isocyanate, monoalkyl esters of fatty acids.

М. Ю. Доломатов, В. Р. Субханкулов, М. М. Доломатова, Э. А. Ковалева,

С. С. Вершинин, О. А. Белотелов, И. В. Казаев

Уфимский государственный нефтяной технический университет

mdolomatov@bk.ru

Применение электронной феноменологической спектроскопии как экспресс метода исследования свойств сырья для получения многофункциональных углеродных материалов

Показана возможность применения электронной феноменологической спектроскопии (ЭФС) для экспресс-исследования физико-химических свойств тяжелых нефтяных остатков – сырья для получения углеродных материалов, пеков, коксов и др. С применением ЭФС получены ряд закономерностей, в частности, обнаружена зависимость коксуемости от энергии активации вязкого течения для высокомолекулярных многокомпонентных систем. При использовании методов ЭФС, время одновременного определения физико-химических свойств сырья сокращается до 20–25 мин вместо десятков часов при применении традиционных методов. Метод ЭФС не заменяет стандартные аналитические методы контроля, однако применим для контроля изменения качества остаточного сырья при изменении технологических режимов и качества нефти. Кроме того метод ЭФС применим для быстрой оценки пригодности сырья для получения углеродных материалов в научных и заводских лабораториях и легко поддаются автоматизации.

Ключевые слова: тяжелые нефтяные остатки, электронная феноменологическая спектроскопия, коксуемость, энергия активации вязкого течения.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-36-40

M. Yu. Dolomatov, V. R. Subkhankulov, M. M. Dolomatov, E. A. Kovaleva,

S. S. Vershynin, O. A. Belotelov, I. V. Kazaev.

Ufa State Petroleum Technological University

Application of Electron Phenomenological Spectroscopy as Quickly Method of Properties Defenetion of Hydrocarbon Feedstock for Production of Carbon Materials

The method for using electron phenomenological spectroscopy (EPS) for express definition physico-chemical properties of heavy oil residue. Using the EPS methods relationship between coking number and actvation energy of viscous flow for multicomponent systems with high molecular weight was discovered. Using the methods, based on EPS, the time for definition of many physico-chemical properties reduces from several hours to 20-25 minutes. Developed methods for express definition of properties can be easily automatized. EPS methods are not used as standard methods for quality control but can be used as methods for control of technological processes and also for quick testing of feedstock usability for creation of carbon materials in research and industrial laboratories.

Key words: heavy oil residue, electron phenomenological spectroscopy, coking number, activation energy of viscous flow.

К. Г. Кичатов¹, Т. Р. Просочкина¹, Ф. М. Калмыков¹, А. Ф. Шакиров¹, В. Н. Гусаков², Ф. Ш. Вильданов¹

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет,

²ОСП Институт нефтехимии и катализа УФИЦ РАН

kichatov_k@mail.ru

Спектроскопия комбинационного рассеяния как способ экспресс-прогнозирования фазовой структуры полиэтилентерефталата

Предложена экспресс-методика определения фазового состояния материалов на основе полиэтилентерефталата с применением портативного спектрометра комбинационного рассеяния света.

Предложено рассчитывать степень кристалличности как отношение интенсивности пика, характерного для кристаллических образцов, к сумме интенсивностей пиков кристаллических и аморфных образцов.

Соответствие значений степени кристалличности образцов, определенных по экспресс-методике и методом дифференциальной сканирующей калориметрии, характеризуется коэффициентом детерминации 0,9684.

Ключевые слова: полиэтилентерефталат, кристалличность, аморфность, Vivilen, спектроскопия комбинационного рассеяния, 3D-печать, аддитивные технологии.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-41-44

К. Г. Кичатов¹, Т. Р. Просочкина¹, Ph. М. Kalmykov¹, A .F. Shakirov¹, V. N. Gusakov², F. Sh. Vildanov¹

¹Ufa State Petroleum Technological University,

²Institute of Petrochemistry and Catalysis – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences

Analysis of Phase Structure of Polymeric Materials by Raman Spectroscopy

Express method of determining the phase state of materials based on polyethylene terephthalate using a portable Raman spectrometer is proposed. It is assumed to calculate the degree of crystallinity as the ratio of the crystalline samples peak intensity to the sum of peak intensities of crystalline and amorphous samples. The correspondence

between the values of the degree of crystallinity of the samples determined by the developed express method and the differential scanning calorimetry method is characterized by the coefficient of determination value $R^2 = 0.9684$.

Key words: polyethylene terephthalate, crystallinity, amorphous, Vivilen, Raman spectroscopy, 3D printing, additive technologies.

*A. Д. Бадикова¹, Р. Х. Масагутов^{1,2}, Н. А. Бейгул^{1,3}, С. Р. Сахибгареев¹,
И. Н. Куляшова¹, С. С. Григорьева¹*

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет,

²Академия наук Республики Башкортостан,

³Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека

fohtf@mail.ru

Исследование адсорбционных свойств модифицированного адсорбента в анализе нефти геохимическим и хеометрическим методами

С целью прогнозирования перспективности лицензионных участков недр на нефть и газ предложен к использованию в условиях реальной геохимической съемки модуль-сорбер с термически графитированной сажей, модифицированной фуллереном C_{60} . Методом хромато-масс-спектрометрии идентифицированы извлеченные с помощью данного сорбента посредством пассивной адсорбции углеводородные соединения, в том числе реперные, характерные для залежи нефти пашийского горизонта. Показано наличие в извлеченной смеси алканов, аренов, циклических соединений, альдегидов, спиртов с числом атомов углерода C_5 – C_{19} , а также побочных продуктов и других соединений. На основании данных хроматографического анализа с применением хеометрического метода построена карта поверхности распределения вероятности модели на фрагменте одного из лицензионных участков с указанием областей, отражающих наличие углеводородов в продуктивных пластах и их отсутствие.

Ключевые слова: углеродный адсорбент, модуль-сорбер, пассивная адсорбция, термодесорбция, газовая хромато-масс-спектрометрия, геохимическая съемка.

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-45-50

A. D. Badikova, R. H. Masagutov, N. A. Beygul, S. R. Sahibgariev, I. N. Kulyashova, S. S. Grigorieva.

¹Ufa State Petroleum Technological University,

²Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan,

³Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology,

Investigation of the Adsorption Properties of a Modified Adsorbent in Oil Analysis Geochemical and Chemometric Methods

In order to predict the prospects of licensed subsurface areas for oil and gas, a sorber module with thermally graphitized carbon black modified with fullerene C_{60} has been proposed for use in real geochemical surveying. Using chromatography-mass spectrometry, hydrocarbon compounds extracted using this sorbent by passive adsorption, including reference ones, characteristic of the oil deposits of the Pashyan horizon, have been identified. The presence of alkanes, arenes, cyclic compounds, aldehydes, alcohols with the number of carbon atoms C_5 – C_{19} , as well as by-products and other compounds in the extracted mixture is shown. Based on the data of chromatographic analysis

using the chemometric method, a map of the surface of the probability distribution of the model on a fragment of one of the licensed sites was constructed, indicating the areas reflecting the presence of hydrocarbons in productive formations and their absence.

Key words: carbon adsorbent, sorber module, passive adsorption, thermal desorption, gas chromatography-mass spectrometry, geochemical survey.

A. G. Lanmes¹, E. A. Lanтева¹, A. B. Раков²

¹Казанский государственный энергетический университет,

²ООО Инженерно-внедренческий центр «Инжехим», г. Казань,

tvt_kgeu@mail.ru

Определение коэффициентов тепло- и массоотдачи в газовой фазе в хаотичном и регулярном насадочном слое при противоточном режиме

Рассмотрены стационарные процессы тепло-и массообмена в нерегулярных и регулярных насадочных слоях при пленочном противотоке жидкости с газовым потоком в колонне. Приведены выражения, полученные нами ранее для чисел Шервуда и Нуссельда на основе моделей турбулентного пограничного слоя, для хаотичных насадок без орошения. На основе применения диссипативной модели получено выражение для безразмерного параметра трения на поверхности газ — жидкость, который учитывает наличие жидкой фазы в виде стекающей пленки. Даны примеры расчета чисел Шервуда и Нуссельта, как для сухих, так и для орошаемых нерегулярных насадок и регулярных с интенсификаторами. Показано согласование с экспериментальными данными и с расчетом по эмпирическим выражениям.

Ключевые слова: *тепломассоотдача, насадка, математическая модель, пограничный слой, турбулентный режим, диссипация энергии.*

DOI: 10.32935/0023-1169-2025-648-2-51-56

A. G. Laptev¹, E. A. Lapteva¹, A. V. Rakov².

¹Kazan State Energy University,

² LLC Engineering and implementation center Ingekhim

Determination of Heat and Mass Transfer Coefficients in the Gas Phase in a Chaotic and Regular Packing Layer in Countercurrent Mode

Stationary processes of heat and mass transfer in irregular and regular packing layers with a film counterflow of liquid with a gas flow in a column are considered. The expressions obtained earlier by the authors for the Sherwood and Nusseld numbers based on models of the turbulent boundary layer for chaotic nozzles without irrigation are presented. Based on the application of the dissipative model, an expression is obtained for the dimensionless friction parameter on the gas-liquid surface, which takes into account the presence of a liquid phase in the form of a flowing film. Examples of calculating the Sherwood and Nusselt numbers are given, both for dry and irrigated irregular nozzles and regular ones with intensifiers. Agreement with experimental data and calculation based on empirical expressions is shown.

Key words: *heat and mass transfer, nozzle, mathematical model, boundary layer, turbulent regime, energy dissipation.*