

Химия и технология топлив и масел

1 (599) '2017

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

А. И. Владимиров – к.т.н., проф.

Зам. главного редактора

Б. П. Туманян – д.т.н., проф.

Редакционная коллегия

С. Н. Волгин – д.т.н., проф.

И. Б. Грудников – д.т.н., проф.

Ю. Л. Ищук – д.т.н., проф. (Украина)

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.

Е. Д. Радченко – 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

ХИММОТОЛОГИЯ

А. В. Яковлева, С. В. Бойченко, К. Лейда, О. А. Вовк, Х. Кужевский. 3
Исследование противоизносных свойств топлив
для воздушно-реактивных двигателей
на растительно-минеральной основе

А. Г. Гасанов, А. Г. Азизов, А. М. Мамедова, И. Г. Аюбов. 9
Получение синтонов для синтетических масел
с высокими вязкостными характеристиками

*А. С. Новиков, Л. С. Яновский, В. М. Ежов,
А. А. Молоканов, К. В. Шаранина.* 12
Оценка влияния вспениваемости смазочных масел
на работу маслосистем авиационных газотурбинных двигателей

ИССЛЕДОВАНИЯ

*И. М. Борисов, И. С. Файзрахманов,
И. Е. Алехина, Р. И. Файзрахманов.* 17
Кинетика накопления сульфонов при катализированном
пероксидном окислении нефтяных сульфоксидов

*А. Д. Бадикова, Ф. Х. Кудашева, М. А. Цадкин,
Е. С. Мортиков, Р. А. Ялалова.* 20
Комплексное технологическое решение по переработке
отработанной серной кислоты процесса алкилирования
изобутана олефинами

А. А. Морев, А. Н. Мракин, А. А. Селиванов. 25
Моделирование процесса полукоксования
сернистых горючих сланцев
в реакторе псевдоожиженного слоя

*Т. А. Яркова, Ж. К. Каирбеков, Ж. Т. Ешова,
Е. А. Аубакиров, А. Ж. Каирбеков, А. М. Гюльмалиев.* 30
Термодинамика процесса газификации органической массы
бурого угля при различных составах окислителя

Го Пин, Ту Ханьминь, Е Аньпин, Ван Чжоухуа. 35
Прогнозирование зависимости коэффициента
газожидкостной диффузии от капиллярного давления
в пористой среде

Ян Чжаопэн, Ян Хао, Чэнь Хэпин, Чжан Хунцян. 42
Новый метод оценки чувствительности породы к напряжению
для низкопроницаемых плотных газовых коллекторов

МЕТОДЫ АНАЛИЗА

*А. Р. Габитова, С. В. Мазанов, Р. А. Усманов,
З. И. Зарипов, Ф. М. Гумеров, И. М. Абдулагатов.* 47
Вискозиметрия как метод определения концентрации
этиловых эфиров жирных кислот в биодизельном топливе

ЭКОЛОГИЯ

Ма Чао, Чжан Суолэй, Лю Юлун, Чжао Линь. 52
Восстановление грунтовых вод с помощью композиции,
полученной пиролизом нефтешлама

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

1 (599) '2017

Head Editor

A. I. Vladimirov – Cand. Eng. Sci., prof.

Associate Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

S. N. Volgin – Dr. Eng. Sci., prof.

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

Yu. L. Ishchuk – Dr. Eng. Sci., prof.

(Ukraine)

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.

E. D. Radchenko – 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

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 ООО «Стринг»

E-mail: String_25@mail.ru

Contents

CHEMMOTOLOGY

A. V. Yakovleva, S. V. Boichenko, K. Leida,
O. A. Vovk, and Kh. Kuzhevskii. 3

Study of Antiwear Properties of Plant-Mineral Based Fuels
for Airbreathing Jet Engines

A. G. Gasanov, A. G. Azizov, A. M. Mamedova, and I. G. Ayubov. 9

Production of Synthons For Synthetic Oils
Having High-Viscosity Properties

A. S. Novikov, L. S. Yanovskii, V. M. Ezhov,
A. A. Molokanov, and K. V. Sharanina. 12

Effect of Lubricating-Oil Foamability on Oil-System Operation
in Aviation Gas-Turbine Engines

RESEARCH

I. M. Borisov, I. S. Faizrakhmanov,
I. E. Alekhina, and R. I. Faizrakhmanov. 17

Kinetics of Sulfone Accumulation upon Catalyzed Peroxide Oxidation
of Petroleum Sulfoxides

A. D. Badikova, F. Kh. Kudasheva, M. A. Tsadkin,
E. S. Mortikov, and R. A. Yalalova. 20

Comprehensive Technological Scheme for Reprocessing
Spent Sulfuric Acid from Alkylation of Isobutane by Olefins

A. A. Morev, A. N. Mrakin, and A. A. Selivanov. 25

Modeling of Low-Temperature Carbonization
of Sulfur-Bearing Oil Shales in Fluidized-Bed Reactor

T. A. Yarkova, Zh. K. Kairbekov, Zh. T. Eshova, E. A. Aubakirov,
A. Zh. Kairbekov, and A. M. Gyul'maliev. 30

Thermodynamics of Gasification of Organic Matter of Brown Coal
Using Oxidants of Various Compositions

Guo Ping, Tu Hanmin, Ye Anping, Wang Zhouhua. 35

Predicted Dependence of Gas—Liquid Diffusion Coefficient
on Capillary Pressure in Porous Media

Yang Zhaopeng, Yang Hao, Chen Heping,
and Zhang Hongqiang. 42

A New Method of Studying Stress Sensitivity
for Low-Permeability Tight Gas Reservoirs

METHODS OF ANALYSIS

A. R. Gabitova, S. V. Mazanov, R. A. Usmanov, Z. I. Zaripov,
F. M. Gumerov, and I. M. Abdulagatov. 47

Viscometry as a Method for Determining Concentration
of Fatty Acid Ethyl Esters in Biodiesel Fuel

ECOLOGY

Ma Chao, Zhang Suo-lei, Liu Yu-long, Zhao Lin. 52

Groundwater Remediation
Using a Pyrolysis Oily Sludge Composite

Исследование противоизносных свойств топлив для воздушно-реактивных двигателей на растительно-минеральной основе

А. В. Яковлева, С. В. Бойченко, К. Лейда, О. А. Вовк, Х. Кужевский

E-mail: pinchuk_anya@ukr.net

Экспериментально исследованы противоизносные свойства топлив для воздушно-реактивных двигателей трех видов биоконпонентов, полученных из рапсового масла и их смесей. Установлено, что смазывающая способность биоконпонентов значительно выше по сравнению с традиционным нефтяным топливом для ВРД. Проведенные исследования показали, что добавление биоконпонентов в состав авиационного топлива приводит к упрочнению граничного слоя и, таким образом, улучшает противоизносные свойства топливных смесей. Установлено, что дополнительное модифицирование биоконпонентов позволяет повысить их смазывающую способность по сравнению со стандартными биоконпонентами, полученными из рапсового масла.

Ключевые слова: топливо для ВРД, альтернативное топливо, противоизносные свойства, биоконпоненты, смазывающая способность, нагрузка задира.

Study of Antiwear Properties of Plant-Mineral Based Fuels for Airbreathing Jet Engines

A. V. Yakovleva, S. V. Boichenko, K. Leida, O. A. Vovk, and Kh. Kuzhevskii

The antiwear properties of fuels for airbreathing jet engines (AJE) and three types of biocomponents derived from rapeseed oil and their blends are studied experimentally. It is shown that the lubricating capacity of the biocomponents is much higher than those of conventional petroleum fuels for AJE. The studies disclosed that addition of biocomponents to aviation fuel strengthens boundary layers and thereby improves the antiwear properties of the fuel blends. It is demonstrated that additional modification of the biocomponents enhances their lubricating capacity vis-à-vis standard components derived from rapeseed oil.

Keywords: AJE fuel, alternative fuel, antiwear properties, biocomponents, lubricating capacity, scoring load, friction.

Получение синтонов для синтетических масел с высокими вязкостными характеристиками

А. Г. Гасанов, А. Г. Азизов, А. М. Мамедова, И. Г. Аюбов

E-mail: aqasanov@mail.ru

Проведено алкилирование циклопентадиена одноатомными спиртами C_6-C_{10} в присутствии щелочного катализатора. Исследовано влияние мольного соотношения циклопентадиен : спирт, продолжительности и температуры реакции на выход соответствующих диалкилциклопентадиенов нормального строения. На примере диоктилциклопентадиена установлено, что его гидрированием можно получить соответствующий диалкилциклопентан с высокими вязкостными характеристиками, который может быть использован в качестве синтетического масла, а также добавки к минеральным маслам.

Ключевые слова: синтоны, циклопентадиен, алкилирование, наноразмерный щелочной катализатор, индекс вязкости.

Production of synthons for synthetic oils having high-viscosity properties

A. G. Gasanov, A. G. Azizov, A. M. Mamedova, and I. G. Ayubov

Cyclopentadiene is alkylated by C₆–C₁₀ monoatomic alcohols in the presence of an alkali catalyst. The influence of cyclopentadiene to alcohol molar ratio, reaction time, and temperature on the yield of respective normal dialkyl cyclopentadienes is studied. It is shown by the example of dioctyl cyclopentadiene that its hydrogenation yields the respective dialkyl cyclopentane with high viscosity properties, which can be used as a synthetic oil and an additive to mineral oils.

Keywords: synthons, cyclopentadiene, alkylation, nano-sized alkali catalyst, viscosity index.

Оценка влияния вспениваемости смазочных масел на работу маслосистем авиационных газотурбинных двигателей

A. С. Новиков, Л. С. Яновский, В. М. Ежов, А. А. Молоканов, К. В. Шаранина

E-mail: yanovskiy@ciam.ru

Приведены результаты экспериментальных исследований пенообразующих свойств смазочных масел для авиационных газотурбинных двигателей. Установлены зависимости вспениваемости авиационных масел от расхода воздуха и температуры. Представлены дополнения к стандартной методике ГОСТ 21058-75 для более точного определения вспениваемости авиационных масел. Показано, что изменение пенообразующих свойств масел приводит к изменению рабочих характеристик маслосистемы.

Ключевые слова: авиационные масла, вспениваемость, пенообразующие свойства.

Effect of Lubricating-Oil Foamability on Oil-System Operation in Aviation Gas-Turbine Engines

A. S. Novikov, L. S. Yanovskii, V. M. Ezhov, A. A. Molokanov, and K. V. Sharanina

The foaming properties of lubricating oils for aviation gas-turbine engines were studied experimentally. The dependences of the aviation oil foamability on the air flow and temperature were found. Addenda to the standard method of GOST 21058-75 for more accurate determination of aviation oil foamability were presented. It was shown that the oil-system operating characteristics changed if the oil foaming properties changed.

Keywords: aviation oils, foamability, foaming properties

Кинетика накопления сульфонов при катализированном пероксидном окислении нефтяных сульфоксидов

И. М. Борисов, И. С. Файзрахманов, И. Е. Алехина, Р. И. Файзрахманов

E-mail: ilshatsf@yandex.ru

Проведен кинетический анализ предлагаемой схемы образования сульфонов при окислении нефтяных сульфоксидов под воздействием пероксида водорода и катализатора — оксида молибдена (VI). Теоретически и экспериментально показано, что на начальных стадиях реакции концентрация сульфонов линейно зависит от квадрата времени. Определена эффективная энергия активации процесса $E_{act} = (31 \pm 7)$ кДж/моль.

Ключевые слова: нефтяные сульфоксиды, сульфоны, каталитическое окисление, оксид молибдена (VI).

Kinetics of sulfone accumulation upon catalyzed peroxide oxidation of petroleum sulfoxides

I. M. Borisov, I. S. Faizrahmanov, I. E. Alekhina, and R. I. Faizrahmanov

Kinetic analysis of the proposed scheme of sulfone production by oxidation of petroleum sulfoxides under the action of hydrogen peroxide and molybdenum (VI) oxide catalyst is performed. It is shown theoretically and experimentally that at the initial stages of the reaction sulfone concentration depends linearly on the square of time. The effective activation energy of the process is found to be $E_{act} = (31 \pm 7)$ kJ/mole.

Keywords: petroleum sulfoxides, sulfones, catalytic oxidation, molybdenum (VI) oxide.

Комплексное технологическое решение по переработке отработанной серной кислоты процесса алкилирования изобутана олефинами

А. Д. Бадикова, Ф. Х. Кудашева, М. А. Цадкин, Е. С. Мортиков, Р. А. Ялалова

E-mail: badikova_albina@mail.ru

Разработаны технологические основы утилизации отработанной серной кислоты процесса сернокислотного алкилирования изобутана олефинами. Представлен комплекс технологических операций для переработки отработанной серной кислоты, позволяющий использовать моногидрат серной кислоты в процессах получения сульфатов натрия и аммония. Максимальный выход сульфата натрия или сульфата аммония (до 90% мас.) был достигнут экстракцией органических примесей смесью «этиловый спирт : ацетон» (1:1). Полученные сульфат натрия и сульфат аммония удовлетворяют всем требованиям, предъявляемым к товарным продуктам; содержание органических примесей в них не превышает 0,2 % мас. Выделенная органическая составляющая апробирована в составах для нефтевытеснения, сырьевых смесях для производства технического углерода и технических моющих средствах.

Ключевые слова: отработанная серная кислота, алкилирование, олефин.

Comprehensive technological scheme for reprocessing spent sulfuric acid from alkylation of isobutane by olefins

A. D. Badikova, F. Kh. Kudasheva, M. A. Tsadkin, E. S. Mortikov, and R. A. Yalalova

The technological principles for recycling spent sulfuric acid from alkylation of isobutane by olefins were developed. A scheme of technological operations for reprocessing spent sulfuric acid that enabled sulfuric acid monohydrate to be used for production of sodium and ammonium sulfates was presented. The maximum yields of sodium and ammonium sulfates (up to 90 mass%) were obtained by extracting organic contaminants with an EtOH:Me₂CO mixture (1:1). The obtained sodium and ammonium sulfates satisfied all requirements for commercial products. The organic contaminants in them were ≤0.2 mass%. The isolated organic component was certified in oil-displacement formulations and feedstock mixtures for production of technical carbon and detergents.

Keywords: spent sulfuric acid, alkylation, olefins.

Моделирование процесса полукоксования сернистых горючих сланцев в реакторе псевдооживленного слоя

A. A. Морев, А. Н. Мракин, А. А. Селиванов

E-mail: aamorev@gmail.com

Разработана математическая модель процесса полукоксования сернистого горючего сланца в реакторе псевдооживленного слоя, учитывающая особенности гидродинамики и теплообмена при термическом разложении сланца, а также кинетику термодеструкции органического вещества. Приводятся блок-схема алгоритма расчета и результаты численного эксперимента, выполненного по разработанной математической модели. Показано влияние характеристик сернистого сланца и условий процесса полукоксования на параметры реактора псевдооживленного слоя.

Ключевые слова: горючий сланец, кинетическое моделирование, полукоксование, псевдооживленный слой, теплообмен

Modeling of low-temperature carbonization of sulfur-bearing oil shales in fluidized-bed reactor

A. A. Morev, A. N. Mrakin, and A. A. Selivanov

A mathematical model of the process of low-temperature carbonization of sulfur-bearing oil shales in a fluidized-bed reactor, which takes account of the characteristics of hydrodynamics and heat exchange in the thermal shale decomposition process as well as the kinetics of thermal degradation of the organic matter, is developed. A block diagram of the calculation algorithm and the results of numerical experiment based on the developed mathematical model are presented. It is shown that the properties of the sulfur-bearing shale and the conditions of the low-temperature carbonization process affect the parameters of the fluidized-bed reactor.

Keywords: oil shale, kinetic modeling, low-temperature carbonization, fluidized-bed, heat exchange.

Термодинамика процесса газификации органической массы бурого угля при различных составах окислителя

Т. А. Яркова, Ж. К. Каирбеков, Ж. Т. Ешова, Е. А. Аубакиров, А. Ж. Каирбеков, А. М. Гюльмалиев
E-mail: tat77203@list.ru

Приведены результаты термодинамических расчетов температурной зависимости равновесного состава продуктов газификации бурого угля месторождения Киякты (Республика Казахстан) при различном составе исходного сырья. Показано, что методом термодинамического моделирования можно прогнозировать состав продуктов газификации с заданным соотношением $CO : H_2$, что необходимо при получении синтез-газа, который может быть использован в качестве сырья для органического синтеза или топлива.

Ключевые слова: газификация угля, термодинамический расчет, равновесный состав, синтез-газ.

Thermodynamics of gasification of organic matter of brown coal using oxidants of various compositions

T. A. Yarkova, Zh. K. Kairbekov, Zh. T. Eshova, E. A. Aubakirov, A. Zh. Kairbekov, and A. M. Gyul'maliev

The results of thermodynamic calculations of temperature dependence of equilibrium composition of products of gasification of brown coal from the Kiyakty field (Kazakhstan) using feedstock of various compositions are reported. It is shown that the composition of the gasification products with a fixed $CO:H_2O$ ratio, required for producing synthesis gas that can be used as a feedstock for organic synthesis or fuel, can be predicted by thermodynamic modeling.

Keywords: coal gasification, thermodynamic calculation, equilibrium composition, synthesis gas.

Прогнозирование зависимости коэффициента газожидкостной диффузии от капиллярного давления в пористой среде

Го Пин, Ту Ханьминь, Е Аньпин, Ван Чжоухуа

E-mail: t.hanmin@yahoo.com

Описаны теоретические и экспериментальные исследования изменения коэффициента диффузии в пористой среде. Выведены математические уравнения для расчета коэффициента диффузии в нефтяной и газовой фазах. Эксперименты проводили как в PVT-камере, так и в образце реального керна посредством метода падения давления. Выявлено, что пористость среды значительно влияет на падение давления в системе, значения коэффициента диффузии в PVT камере на два порядка превышают значения в керне. Исследована зависимость коэффициента диффузии от проницаемости и пористости породы. Установлено, что пористость, является основным фактором, влияющим на коэффициент диффузии, в то время как влиянием проницаемости можно пренебречь.

Ключевые слова: диффузия в порах, коэффициент диффузии, проницаемость породы, керн.

Predicted dependence of gas—liquid diffusion coefficient on capillary pressure in porous media

P. Guo, H. Tu, A. Ye, and Z. Wang

Theoretical and experimental studies of the change of diffusion coefficient in porous media are reported. Mathematical equations were derived for calculating the diffusion coefficient in oil and gas phases. Experiments were conducted by measuring pressure decline in both a PVT-cell and a sample of actual core. The medium porosity was found to have a significant effect on the system pressure decline. The diffusion coefficient in the PVT-cell was two orders of magnitude greater than that in the core. The diffusion coefficient was studied as a function of rock permeability and porosity. It was found that the porosity was the main factor affecting the diffusion coefficient whereas the permeability could be neglected.

Keywords: diffusion in pores, diffusion coefficient, rock permeability, core

Новый метод оценки чувствительности породы к напряжению для низкопроницаемых плотных газовых коллекторов

Ян Чжаопэн, Ян Хао, Чэнь Хэпин, Чжан Хунцянь

E-mail: yanghao@cugb.edu.cn

Классические методы определения чувствительности породы к воздействию напряжений, при которых варьируют горное давление, а поровое давление поддерживают на постоянном уровне, не подходят для условий низкопроницаемых плотных газовых коллекторов. В данной работе исследован метод оценки посредством изменения порового давления при постоянном горном давлении. Для установления фактических пластовых давлений применяли метод синхронного увеличения горного и порового давлений. Выведено уравнение зависимости продуктивности газовой скважины от чувствительности коллектора к напряжению, доказана адекватность разработанной модели.

Ключевые слова: низкопроницаемый плотный газовый коллектор, эффективное напряжение, коэффициент эффективного напряжения, эффективное горное давление, коэффициент чувствительности к напряжению.

A new method of studying stress sensitivity for low-permeability tight gas reservoirs

Yang Zhaopeng, Yang Hao, Chen Heping, and Zhang Chongqiang

Conventional methods of determination of rock sensitivity to stresses at which the confining pressure changes, but the pore pressure remains unchanged, are not suitable for low-permeability tight gas reservoirs. In this work, a new method of determination is proposed, where the pore pressure is varied, but the confining pressure is kept constant. For determining the actual formation pressures, the method of synchronous elevation of confining and pore pressures was applied. An equation correlating gas reservoir productivity with reservoir stress sensitivity is derived and the adequacy of the developed simulation method is proved.

Keywords: low-permeability tight gas reservoir, effective stress, effective stress coefficient, confining pressure, pore pressure, stress sensitivity coefficient.

Вискозиметрия как метод определения концентрации этиловых эфиров жирных кислот в биодизельном топливе

А. Р. Габитова, С. В. Мазанов, Р. А. Усманов, З. И. Зарипов, Ф. М. Гумеров, И. М. Абдулагатов
E-mail: agabitova@inbox.ru

Экспериментально исследована реакция переэтерификации рапсового масла в среде этанола в сверхкритических флюидных условиях в диапазоне температур 320–380°C, давлении 30 МПа, мольных отношениях этиловый спирт : рапсовое масло (6–20):1. Получены зависимости кинематической вязкости продукта реакции от температуры, мольного отношения исходных реагентов и длительности проведения реакции. Предложена корреляционная зависимость, позволяющая вычислять содержание этиловых эфиров жирных кислот в продукте реакции переэтерификации на основании экспериментальных данных о значениях кинематической вязкости продукта реакции.

Ключевые слова: переэтерификация, рапсовое масло, этанол, биодизель, этиловые эфиры жирных кислот.

Viscometry as a method for determining concentration of fatty acid ethyl esters in biodiesel fuel

A. R. Gabitova, S. V. Mazanov, R. A. Usmanov, Z. I. Zaripov, F. M. Gumerov, and I. M. Abdulagatov

The reaction of transesterification of rapeseed oil in ethanol under supercritical fluid conditions in the 320-380°C range, 30 MPa pressure, ethyl alcohol to rapeseed oil molar ratio (6-20):1 is studied experimentally. Dependencies of kinematic viscosity of the reaction product on the temperature, molar ratio of the original reagents, and duration of reaction implementation are obtained. A correlative dependence that allows calculation of the content of ethyl esters of fatty acids in the transesterification product is proposed using experimental data on the kinematic viscosity values of the reaction product.

Keywords: transesterification, rapeseed oil, ethanol, biodiesel, ethyl esters of fatty acids.

Восстановление грунтовых вод с помощью композиции, полученной пиролизом нефтешлама

Ма Чао, Чжан Суолэй, Лю Юлун, Чжао Линь

E-mail: machao2020@outlook.com

Абсорбционная способность остатка пиролиза нефтешлама реализована для приготовления композиций, освобождающих кислород, с целью восстановления грунтовых вод. Определены физические свойства остатка пиролиза нефтешлама: удельная площадь поверхности составляет 13,936 м²/г, основная доля пор имеет размеры порядка нанометров. Остаток пиролиза не токсичен и не вызовет вторичного загрязнения грунтовых вод. Проанализированы скорость потери массы

пероксида кальция и скорость высвобождения кислорода в воде. Предложена выделяющая кислород композиция, содержащая 35% пероксида кальция, 15% остатка пиролиза нефтешлама, 30% речного песка, 10% известковой бентонитовой почвы, 10% деионизированной воды. Добавление к композиции нефтешлама приводит к закупориванию части выделяющей кислород поверхности и замедляет скорость выделения кислорода. Непрерывное осаждение CaCO_3 на поверхности и в порах композиции также снижает скорость выделения кислорода на начальном этапе и обеспечивает медленное выделение кислорода.

Ключевые слова: пиролиз нефтешлама, восстановление грунтовых вод, выделяющая кислород композиция, бентонит.

Groundwater remediation using a pyrolysis oily sludge composite

C. Ma, S. Zhang, Y. Liu, and L. Zhao

The absorption capacity of pyrolysis oily sludge residue was utilized to prepare oxygen-releasing composites for groundwater remediation. The physical properties of the pyrolysis oily sludge residue were specific surface area 13.936 m²/g and main pore size of the order of nanometers. The pyrolysis residue was nontoxic and would not cause secondary contamination of groundwater. The rate of mass loss of calcium peroxide and the oxygen release rate in water were analyzed. An oxygen-releasing composite containing 35% calcium peroxide, 15% pyrolysis oily sludge residue, 30% fluvial sand, 10% calcium-based bentonite soil, and 10% deionized water was proposed. Addition of oily sludge to the composite plugged the parts of the surface releasing oxygen and slowed the rate of oxygen release. Continuous precipitation of CaCO_3 on the surface and in the pores of the composite also reduced the initial oxygen release rate and slowed it.

Keywords: oily sludge pyrolysis, groundwater remediation, oxygen-releasing composite, bentonite.