

Химия и технология топлив и масел

1 (617) '2020

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

А. И. Владимиров – к.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.
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.

Альтернативное сырье

Б. П. Туманян, П. Ю. Щербаков. 3
Возможные рецептуры нефтяных вяжущих
с применением растительного сырья

ТЕХНОЛОГИЯ

С. М. Леденев, Н. В. Шибитова, В. В. Жирнов. 9
Повышение эффективности работы блока газодифракционирования
установки стабилизации бензина

КИНЕТИКА И КАТАЛИЗ

О. К. Ким, Л. Д. Волкова, Н. А. Закарин. 11
Бесцеолитные катализаторы на основе пилларированных железом
монтмориллонитов для крекинга утяжеленного вакуумного газойля

ХИММОТОЛОГИЯ

Ю. М. Пименов, А. Б. Квашнин, А. В. Улитко. 17
Метод исследования в динамических условиях низкотемпературной
прокачиваемости топлив для дизелей наземной техники

ИССЛЕДОВАНИЯ

В. Б. Мельников, Е. Б. Федорова, Э. Б. Гафарова. 23
Сравнительная оценка адсорбентов для осушки природного газа
при производстве сжиженного природного газа

А. М. Гюльмалиев, Х. М. Кадиев, Ф. Г. Жагфаров. 26
Термодинамика синтеза оксигенатов по Фишеру — Тропшу

Yang Hao, Sun Zhe. 30
Влияние низко-флуоресцентной противозадирной смазки
на реологические свойства водных буровых растворов

Lei Zhang, Li Sheng. 35
Классификация эффекта гистерезиса реакции окисления
оксида углерода при получении водорода

Guoqing Feng, Zheng Huang, Haozhe Yang. 40
3D моделирование нелинейных режимов течения
газовой и водной фаз при сверхвысоком давлении
в плотных газовых коллекторах

ЭКОЛОГИЯ

Е. В. Калмыкова, Н. Ю. Петров, 47
А. Ф. Туманян, О. В. Калмыкова.
Особенности почв юга России,
загрязненных тяжелыми металлами

И. А. Арутюнов, А. В. Кулик, Л. А. Хяхин, С. Н. Потапова, 52
Е. В. Королев, Д. В. Светиков.
Переработка отработанного хромсодержащего
катализатора дегидрирования ИМ-2201

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

1⁽⁶¹⁷⁾'2020

Head Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

A. I. Vladimirov – Cand. 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.

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.

Alternative Feedstock

- B. P. Tumanyan, P. Yu. Scherbakov.* 3
Possible Recipes Oil Binders with the Use
of Vegetable Raw Materials

TECHNOLOGIES

- S. M. Ledenev, N. V. Shibitova, V. V. Zhirnov.* 9
Improving the Efficiency of the Gas Fraction
Block Unit Operation of Gasoline

KINETICS AND CATALYSIS

- O. K. Kim, L. D. Volkova, N. A. Zakarina.* 11
Zeolite Free Catalysts Based on Iron Pillared Montmorillonites
in the Cracking of Weighted Vacuum Gas Oil

CHEMOTOLGY

- Yu. M. Pymenov, A. B. Kvashnin, A. V. Ulitko.* 17
Method of Testing Low Temperature Pumping Ability
of Vehicles' Diesel Engines in Dynamic Conditions

RESEARCH

- V. B. Mel'nikov, E. B. Fedorova, E. B. Gafarova.* 23
Comparative Evaluation of Adsorbents
for Natural Gas Dehydration in Production of Liquefied Natural Gas

- A. M. Gulmaliev, H. M. Kadiev, F. G. Zhagfarov.* 26
Thermodynamics of Oxygenate Synthesis
in Fischer — Tropsch Process

- Yang Hao, Sun Zhe.* 30
Effect of Low-Fluorescence Anti-Seize Lubricant
on Rheological Properties of Water-Based Drilling Fluid

- Lei Zhang, Li Sheng.* 35
Classification of the Hysteresis Phenomena
of CO Oxidation in Hydrogen Production

- Guoqing Feng, Zheng Huang, Haozhe Yang.* 40
A 3D Gas and Water Simulator Considering No-Linear Flow Behaviors
for Abnormal High Pressure Tight Gas Reservoirs

ECOLOGY

- E. V. Kalmykova, N. Yu. Petrov,* 47
A. F. Tumanyan, O. V. Kalmykova.
Features of Soils of the South of Russia,
Polluted with Heavy Metals

- I. A. Arutyunov, A. V. Kulik, S. N. Potapova,* 52
E. V. Korolev, D. V. Svetikov.
Processing of Spent Chromium-Containing
Dehydrogenation Catalyst IM-22011

Б. П. Туманян, П. Ю. Щербаков

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

bortum@mail.ru

Возможные рецептуры нефтяных вяжущих с применением растительного сырья

Изучено влияние растительного масла на структурно-механические характеристики нефтяных вяжущих, содержащих серу и нефтеполимерную смолу. Получены вяжущие, удовлетворяющие требованиям стандартов на дорожные битумы. Отмечена высокая эффективность растительного масла в качестве модификаторов свойств битумов. На примере образцов содержащих нефтеполимерную смолу, серу и растительное масло показана динамика изменения некоторых показателей качества битумов: пенетрация, дуктильность, температура размягчения. Показана принципиальная возможность модифицирования свойств нефтяных вяжущих за счет совместного использования побочных продуктов переработки нефти и растительных масел, и как следствие расширения ресурсной базы для производства дорожных битумов за счет вовлечения альтернативных источников сырья.

Ключевые слова: битум, модификаторы, растительные масла, нефтеполимерная смола.

B. P. Tumanyan, P. Yu. Scherbakov.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Possible recipes oil binders with the use of vegetable raw materials

The effect of sulfur, polymeric petroleum resin and castor oil on the structural and mechanical characteristics of petroleum-based bitumen binders has been studied. On the basis of tar, binders were obtained that meet the requirements for road bitumen. It was noted, that vegetable oil is highly effective as modifying agents of bitumen properties. In samples containing petroleum resin, sulfur and vegetable oil, the changes in some characteristics of bitumen is shown: penetration, ductility, softening temperature. The fundamental possibility of modifying the properties of oil binders through the use of cheap oil products and vegetable oil, and as a result, the increase of hydrocarbon resource base for production of road bitumen through the involvement of alternative sources of raw materials, is shown.

Key words: bitumen, modifying agent, vegetable oil, polymeric petroleum resin.

С. М. Леднев, Н. В. Шибитова, В. В. Жирнов

Волгоградский государственный технический университет

ledenev@vstu.ru

Повышение эффективности работы блока газофракционирования установки стабилизации бензина

Предложен способ повышения эффективности блока газофракционирования за счет увеличения выхода пропановой и бутановой фракций, с сохранением их качества, в результате проведения процесса деэтаннизации в системе двух колонн и использования вместо стационарных переливных устройств, переливные устройства подвешенного типа. Инструментом для исследования являлась программа PRO-II SIMSCI, для расчетов использовался термодинамический метод NRTL.

Ключевые слова: газофракционирование, деэтаннизатор, депропанизатор, пропан, бутан, стабилизация бензина.

S. M. Ledenev, N. V. Shbitova, V. V. Zhirnov

Volgograd State Technical University

Improving the Efficiency of the Gas Fraction Block Unit Operation of Gasoline

A method is proposed for increasing the efficiency of a gas fractionation unit by increasing the yield of propane and butane fractions, while maintaining their quality, as a result of the process of deethanization in a system of two columns and using overflow devices of a suspension type instead of stationary overflow devices. The research tool was the PRO-II SIMSCI program, and the thermodynamic NRTL method was used for calculations.

Key words: gas fractionation, deethanizer, depropanizer, propane, butane, gasoline stabilization.

O. K. Kim, L. D. Volkova, N. A. Zakarina

Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского, г. Алматы, Казахстан

kimolya82@mail.ru

Бесцеолитные катализаторы на основе пилларированных железом монтмориллонитов для крекинга утяжеленного вакуумного газойля

Приведены данные по крекингу вакуумного газойля на пилларированных железом монтмориллонитах — FeNaHMM и FeCaHMM. Определены физико-химические характеристики и кислотности композитов. Показана повышенная активность катализаторов в образовании легкого газойля. Методом Мессбауэровской спектроскопии показано участие водорода, образующегося в процессе крекинга в реакции восстановления трехвалентных форм железа в двухвалентные в пилларированных материалах.

Ключевые слова: каталитический крекинг, утяжеленный вакуумный газойль, пилларированный железом монтмориллонит.

O. K. Kim, L. D. Volkova, N. A. Zakarina.

Institute of Fuel, Organic Catalysis and Electrochemistry after D. V. Sokolsky

Zeolite Free Catalysts Based on Iron Pillared Montmorillonites in the Cracking of Weighted Vacuum Gas Oil

The data on the cracking of vacuum gas oil on iron pillared montmorillonites — FeNaHMM and FeCaHMM are presented. The physicochemical characteristics and acidity of the composites are determined. The increased activity of the catalysts in the formation of light gas oil was shown. The participation of hydrogen formed in the process of cracking in the reaction of reduction of trivalent forms of iron to divalent in pillared materials is shown by the method of Mössbauer spectroscopy.

Key words: catalytic cracking, weighted vacuum gas oil, iron pillared montmorillonite.

Ю. М. Пименов, А. Б. Квашинин, А. В. Улитко

25 Государственный научно-исследовательский институт химмотологии Минобороны России

25gosniihim@mail.ru

Метод исследования в динамических условиях низкотемпературной прокачиваемости топлив для дизелей наземной техники

Предложен оперативный малозатратный метод исследования низкотемпературной прокачиваемости топлив для дизелей наземной техники, позволяющий моделировать процесс подачи в динамических условиях в зависимости от определяющих этот процесс факторов, устанавливать количественные закономерности влияния состава и условий применения на прокачиваемость топлив.

Ключевые слова: дизельные топлива, низкотемпературная прокачиваемость, методы исследования, дизельный двигатель, подобие, моделирование, эксперимент, интегральная оценка.

Yu. M. Pumenov, A. B. Kvashnin, A. V. Ulitko.

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

Method of Testing Low Temperature Pumping Ability of Vehicles' Diesel Engines in Dynamic Conditions

The article is devoted to efficient and cost-effective method of testing low temperature pumping ability of vehicles' diesel engines, which enables to simulate the process of fuel injection in dynamic conditions depending on relevant factors. This method also allows to establish numerical regularities between compounds, application environment and fuels' pumping ability.

Key words: diesel oils, low temperature pumping ability, methods of testing, diesel engine, similarity, simulation, experiment, integral estimation.

В. Б. Мельников, Е. Б. Федорова, Э. Б. Гафарова

РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

v.mel@mail.ru

Сравнительная оценка адсорбентов для осушки природного газа при производстве сжиженного природного газа

Адсорбционная осушка газа играет важную роль при производстве сжиженного природного газа (СПГ). Основной задачей данного исследования является повышение эффективности адсорбционной осушки газа при его подготовке к сжижению. В статье изложены результаты сравнительной оценки и определения оптимальных термобарических параметров процесса адсорбционной осушки природного газа при использовании силикагеля типа КСМГ и цеолитсодержащего адсорбента типа NaA-БС. Показано, что снижение температуры потока природного газа, поступающего на адсорбционную осушку, позволяет уменьшить массу загрузки адсорбента, металлоемкость адсорбера, снизить расход газов регенерации и охлаждения, а также снизить расход топливного газа. Даны рекомендации по размещению установки осушки после этапа предварительного охлаждения с целью снижения капитальных и эксплуатационных затрат. Полученные результаты имеют важное значение при проектировании и модернизации технологических процессов производства СПГ.

Ключевые слова: сжиженный природный газ, адсорбционная осушка газа, цеолиты, силикагель, низкотемпературная адсорбция.

V. B. Mel'nikov, E. B. Fedorova, E. B. Gafarova.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Comparative Evaluation of Adsorbents for Natural Gas Dehydration in Production of Liquefied Natural Gas

Natural gas dehydration with adsorbents plays an important role in LNG production. The main task of this research is an increasing the efficiency of adsorption gas dehydration during gas treatment. The article presents the results of a comparative assessment and determination of the optimal thermobaric parameters of the process of natural gas dehydration with KSMG type of silica gel and NaA-BS type of zeolite-containing adsorbent. It has been shown that reducing the temperature of the natural gas before dehydration reduces the mass of adsorbent loading, the mass of adsorber, the consumption of regeneration gas, cooling gases, and fuel gas for heating regeneration gas.

Recommendations on the dehydration unit placement after pre-cooling stage in order to reduce capital and operating costs are given at the end of the article. The results are important in the design and modernization of technological processes of LNG production.

Key words: *liquefied natural gas, adsorption gas dehydration, zeolites, silica gel, low-temperature adsorption.*

A. M. Gюльмалиев¹, X. M. Кадиев¹, Ф. Г. Жагфаров²

¹Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН,

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

Gyulmaliev@ips.ac.ru

Термодинамика синтеза оксигенатов по Фишеру — Тропшу

Проведен термодинамический анализ реакций синтеза низкомолекулярных оксигенатов по Фишеру — Тропшу, определены температурные зависимости их термодинамических функций (энтальпии, энтропии и энергии Гиббса). Показано, что при различных значениях соотношения H₂/CO в составе синтез-газ, давления и температуры максимальная равновесная концентрация различных классов оксигенатов в продуктах реакции проявляются в различных областях термодинамических параметров: насыщенные спирты образуются при низких температурах, ароматические — при более высоких.

Ключевые слова: синтез-газ, оксигенаты, термодинамические функции реакции синтеза, равновесный состав реакции синтеза оксигенатов.

A. M. Gulmaliev¹, H. M. Kadiev¹, F. G. Zhagfarov².

¹A.V.Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, RAS,

²Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Thermodynamics of Oxygenate Synthesis in Fischer — Tropsch Process

The thermodynamic analysis of low-molecular-weight oxygenates synthesis in Fischer — Tropsch process was carried out, the temperature dependence of thermodynamic functions (enthalpy, entropy and Gibbs energy) was calculated. At different pressures, temperatures and H₂/CO ratios in the synthesis gas the maximum equilibrium concentration of oxygenates in the reaction products occur in different areas of thermodynamic parameters: the saturated alcohols are formed at low temperatures, aromatics — at higher temperatures.

Key words: *catalytic cracking, weighted vacuum gas oil, iron pillared montmorillonite.*

Yang Hao, Sun Zhe

School of Engineering and Technology, China University of Geosciences, Beijing, China

2009010018@cugb.edu.cn

Влияние низко-флуоресцентной противозадирной смазки на реологические свойства водных буровых растворов

Водные буровые растворы как правило характеризуются высокими значениями трения и крутящего момента. Для снижения трения применяются смазки. В данной работе исследовано влияние низко-флуоресцентной противозадирной смазки на реологические свойства водных буровых растворов при высоких температурах. Реологические параметры образцов измеряли по стандартным методикам американского нефтяного института (API). Результаты экспериментов показывают, что реологические свойства водных буровых растворов меняются в присутствии смазочной присадки JXFQ-6 в диапазоне концентраций от 1 до 10% мас. при температуре 150°C.

Ключевые слова: буровой раствор, реологические свойства, смазка, термическая стабильность, кажущаяся вязкость

Yang Hao, Sun Zhe

School of Engineering and Technology, China University of Geosciences, Beijing, China

Effect of Low-Fluorescence Anti-Seize Lubricant on Rheological Properties of Water-Based Drilling Fluid

Water-based drilling fluids generally may cause high friction and torque values. Lubricants are usually chosen as friction reducers. In this paper we investigate the effect of a low-fluorescence anti-seize lubricant JXFQ-6 on rheological properties of the water-based drilling fluid at high temperatures. Rheological properties of different samples are evaluated according to the American Petroleum Institute (API) standards. The experimental results show that rheological behavior of the water-based drilling fluids is maintained in the presence of JXFQ-6 ranging from 1 wt% to 10 wt% at a temperature as high as 150°C.

Key words: drilling fluids, rheological property, lubricant, thermal stability, apparent viscosity.

Lei Zhang^{1,2}, Li Sheng^{1*}

¹MIIT Key Laboratory of Critical Materials Technology for New Energy Conversion and Storage, School of Chemistry and Chemical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, China,

²Pharmaceutical College, Heilongjiang University of Chinese Medicine Institution, Harbin, China

shengli@hit.edu.cn

Классификация эффекта гистерезиса реакции окисления оксида углерода при получении водорода

В работе сделана попытка суммировать результаты экспериментальных и численных методов исследования эффекта бистабильности и гистерезиса в реакции окисления CO на металлическом катализаторе платиновой группы. Предложено детализированное описание процесса окисления CO на катализаторе Pd(111) как проблемы классификации функции гистерезиса. Такой подход к проблеме позволяет детально классифицировать режимы гистерезиса, разделяя их на несколько типов, с использованием математического аппарата распознающих конечных автоматов. Математический подход к классификации необходим для лучшего понимания режимов гистерезиса в реакции окисления CO на катализаторе Pd(111).

Ключевые слова: окисление оксида углерода, гистерезис, водородная энергия.

Lei Zhang^{1,2}, Li Sheng^{1*}

¹MIIT Key Laboratory of Critical Materials Technology for New Energy Conversion and Storage, School of Chemistry and Chemical Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, China,

²Pharmaceutical College, Heilongjiang University of Chinese Medicine Institution, Harbin, China

shengli@hit.edu.cn

Classification of the Hysteresis Phenomena of CO Oxidation in Hydrogen Production

The study is motivated by a review of experimental and numerical evidences for the existence of bistability and hysteresis in CO oxidation on platinum group metals. In this paper, a detailed taxonomy of CO oxidation on Pd(111) is achieved by considering it as a classification problem of hysteresis functions. This consideration offers a way of classifying the hysteresis behaviors into several types using the mathematics of finite state automata, and in this way a thorough classification is achieved. The classification can provide a global framework for understanding hysteresis behaviors of CO oxidation reaction on Pd(111).

Key words: CO oxidation, hysteresis, hydrogen engery.

Guoqing Feng¹, Zheng Huang², Haozhe Yang³

¹State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Southwest Petroleum University, Chengdu, China,

²Production division of Henan oilfield company, Sinopec, Nanyang, China,

³Fengcheng Oil Production Plant of Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay, China

drfenggq@vip.163.com

3D моделирование нелинейных режимов течения газовой и водной фаз при сверхвысоком давлении в плотных газовых коллекторах

Течение флюида в плотных газовых коллекторах под сверхвысоким давлением как правило подчиняется нелинейному режиму. Математическое описание режимов течения необходимо для построения модели течения. В данной работе предложена математическая модель для описания влияния предельного градиента давления и деформации породы на течение газа в плотном коллекторе. Метод конечных элементов применялся для построения полностью неявной 3D-модели существования фаз воды и газа.

На основе принципов программного инжиниринга предложена 3D-модель существования газовой и жидкой (водной) фаз. Модель может найти применение в исследованиях механизма нелинейного течения и моделировании сверхвысокого давления в газовых коллекторах. Предложенная модель обладает достаточно хорошей надежностью в сравнении с коммерческими программными продуктами, и была успешно опробована на примере газового коллектора М.

Ключевые слова: плотный газовый коллектор, сверхвысокое давление, предельный градиент давления, деформация породы, численное моделирование.

Guoqing Feng¹, Zheng Huang², Haozhe Yang³

¹State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Southwest Petroleum University, Chengdu, China,

²Production division of Henan oilfield company, Sinopec, Nanyang, China,

³Fengcheng Oil Production Plant of Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, Karamay, China

drfenggq@vip.163.com

A 3D Gas and Water Simulator Considering No-Linear Flow Behaviors for Abnormal High Pressure Tight Gas Reservoirs

Fluids flow in tight gas reservoir with abnormal high pressure presents non-linear behaviors. Mathematical description of these behaviors is essential for establishing of the flow model. In this study, a mathematical model is presented that describes the effect of threshold pressure gradient and rock deformation on gas flow parameters in a tight gas reservoir. A fully implicit 3D gas and water phase numerical model was derived using finite difference method. Based on the software engineering principles, a 3D gas and water simulator was developed, which can be used in research of non-linear flow mechanism and flow simulation in abnormal high pressure gas reservoir. The simulator was proved to be reliable through the comparison with a commercial simulator and it was used successfully for prediction of gas production in M reservoir.

Key words: *tight gas reservoir, abnormal high pressure, threshold pressure gradient, rock deformation, numerical simulator.*

E. V. Kalmykova¹, N. Yu. Petrov², A. F. Tumanyan³, O. V. Kalmykova²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
г. Волгоград,

²Волгоградский государственный аграрный университет,

³Российский университет дружбы народов,

kalmykova.elena-1111@yandex.ru

Особенности почв юга России, загрязненных тяжелыми металлами

В статье приведены данные экспериментальных испытаний о содержании в орошаемых почвах тяжелых металлов и определен класс токсичности опытной почвы. Источниками загрязнения почв тяжелыми металлами на юге России являются комплексы химических, нефтеперерабатывающих, нефтехимических, металлообрабатывающих и других заводов. Установлена достоверная прямая зависимость содержания кальция в почве и концентрации свинца-210 в ней (коэффициент корреляции 0,97). Это свидетельствует о том, что в нерастворимой форме свинец-210 включается в карбонатные соединения. Было также установлено, что содержание в почве загрязняющих веществ оказывало прямое воздействие на морфологические признаки растений томата сорта Геркулес. Динамика высоты наземной части растений показала следующую зависимость: с увеличением токсичности почвы длина ростков была минимальной и наблюдалась в зоне I супесчаных почв юга России (II класс токсичности).

Ключевые слова: загрязнение тяжелыми металлами, свинец-210, фитотоксичность почв, всхожесть, семена томата.

E. V. Kalmykova¹, N. Yu. Petrov², A. F. Tumanyan³, O. V. Kalmykova².

¹All-Russian Scientific Research Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd,

²Volgograd State Agrarian University, Volgograd,

Features of Soils of the South of Russia, Polluted with Heavy Metals

The article presents experimental data on the content of heavy metals in irrigated soils and the toxicity class of the experimental soil is determined. Sources of soil pollution by heavy metals in the south of Russia are complexes of chemical, oil refining, petrochemical, metal processing and other plants. A reliable direct dependence of the calcium content in the soil and the concentration of lead-210 in it was found. This indicates that in insoluble form lead-210 is included in carbonate compounds. It was also found that the content of contaminants in the soil had a direct effect on the morphological features of Hercules tomato plants. The dynamics of the height of the surface part of the plants showed the following dependences: with increasing soil toxicity, the length of the sprouts was minimal and was observed in I zone of sandy loamy soils (toxicity class II).

Key words: heavy metal pollution, lead-210, phyto-toxicity of soils, germination, tomato seeds.

И. А. Арутюнов, А. В. Кулик, Л. А. Хахин, С. Н. Потанова, Е. В. Королев, Д. В. Светиков

ООО «Объединенный центр исследований и разработок»

PotapovaSN@rn-rdc.ru

Переработка отработанного хромсодержащего катализатора дегидрирования ИМ-2201

В процессе дегидрирования алкановых углеводородов образуется отработанный хромовый катализатор ИМ-2201, содержащий высокотоксичный Cr (VI). Традиционным способом его утилизации является складирование в земляных или бетонированных картах, большая часть которых исчерпала свой ресурс, что приводит к загрязнению окружающей среды токсичными хромсодержащими отходами. Кроме того, строительство новых полигонов требует значительных инвестиций, в связи с чем, актуальна переработка хромсодержащих отходов с целью его последующего использования для производства различных материалов. В статье рассмотрены известные в литературе способы переработки хромсодержащего катализатора и рассмотрены результаты лабораторных исследований по перспективным направлениям переработки отработанного хромсодержащего катализатора дегидрирования.

Ключевые слова: хромсодержащий катализатор, переработка, строительные материалы.

I. A. Arutyunov, A. V. Kulik, S. N. Potapova, E. V. Korolev, D. V. Svetikov.

Processing of Spent Chromium-Containing Dehydrogenation Catalyst IM-2201

A spent chromium catalyst IM-2201 containing highly toxic Cr (VI) is formed during the process of dehydrogenation of paraffinic hydrocarbons. The traditional way of its utilization is the storage in earthen or concrete landfill areas, most of which have exhausted their resource, which leads to contamination of groundwater, soil, plants and animals with toxic chromium-containing waste. The construction of new landfills requires significant investments exceeding 100 million rubles. In this regard, the actual problem is processing of chrome-containing wastes for the purpose of its subsequent use for the production of various materials. Methods of processing chromium-containing catalysts known in the literature are reviewed in the article and the results of laboratory studies on the promising directions of processing the spent chromium-containing dehydrogenation catalyst are examined.

Key words: chromium-containing catalyst, processing, construction material.