

Химия и технология топлив и масел

3(619)'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
И. А. Арутюнов – д.т.н., проф.
С. Н. Волгин – д.т.н., проф.
И. Б. Грудников – д.т.н., проф.
И. П. Карлин – д.х.н., проф.
В. Л. Лашхи – д.т.н., проф.
А. Лукса – д.т.н., проф. (Польша)
А. М. Мазгаров – д.т.н., проф.
К. Б. Рудяк – д.т.н., проф.
В. А. Рябов – Генеральный
директор Ассоциации
нефтепереработчиков России
Е. П. Серегин – д.т.н., проф.

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

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

Содержание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

*Р. Н. Магомедов, А. В. Припахайло, Д. И. Панюкова,
Л. С. Фотеева, Т. А. Марютина.* 3
Особенности структуры частиц CO₂-асфальтенов гудрона,
осажденных с использованием различных о
рганических разбавителей

ТЕХНОЛОГИЯ

*Р. Э. Болдушевский, Р. Ф. Юзмухаметова, С. А. Антонов,
А. И. Матвеева, П. П. Минаев, А. В. Юсовский,
А. И. Гусева, П. А. Никульшин.* 9
Гидровисбрекинг мазута на инертной насадке ячеистой структуры

Р. Г. Хасанов, Ф. Р. Муртазин. 14
Прогнозирование выходов низших олефинов
при пиролизе углеводородного сырья

ХИММОТОЛОГИЯ

*В. В. Остриков, Д. Н. Афоничев,
В. И. Орбинский, В. И. Балабанов.* 18
Удаление продуктов старения из работающих моторных масел
без их слива из картеров двигателей машин

ИССЛЕДОВАНИЯ

П. В. Кугатов, Б. С. Жирнов. 22
Формованный углеродный адсорбент
на основе активированного гидроксидом калия нефтяного кокса

Ф. В. Юсубов, Э. Ф. Мансуров. 26
Оптимизация процесса выделения диоксида углерода
из дымовых газов

ЭКОЛОГИЯ

*Цу Уаньчжи, Тянь Кайпин, Дэн Мини,
Ван Жен, Пу Цзюнь, Се Ган,* 29
Исследование экологической безопасности антикоррозионных агентов
с различной длиной гидрофобного радикала

*С. А. Антонов, Б. П. Тонконогов,
А. Ю. Килякова, В. А. Дорогочинская.* 35
Технологии получения экологически безопасных
масел-пластификаторов различных типов

А. Ф. Туманян, А. П. Селиверстова, Н. А. Зайцева. 46
Влияние тяжелых металлов на экосистемы

ОБЗОРЫ

И. А. Голубева, Д. С. Худяков, Е. В. Родина. 50
Основные проблемы газопереработки в России

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

3₍₆₁₉₎'2020

Head Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

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

S. N. Volgin – Dr. Eng. Sci., prof.

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

I. P. Karlin – Dr. Chem. Sci., prof.

V. L. Lashkhi – Dr. Eng. Sci., prof.

A. Luksa – Dr. Eng. Sci., prof. (Poland)

A. M. Mazgarov – Dr. Eng. Sci., prof.

K. B. Rudyak – Dr. Eng. Sci., prof.

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

E. P. Seregin – Dr. Eng. Sci., prof.

Publisher— ICST «TUMA Group» LLC

Редактор

В. С. Дмитриева

Ответственный секретарь

О. В. Любименко

Графика и верстка

В. В. Земсков

Подготовка материалов

С. О. Бороздин,

А. Д. Остудин

Адрес редакции:

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

Телефон/факс: (499) 507-80-45

e-mail: htm@list.ru

Материалы авторов не возвращаются.

Редакция не несет ответственности
за достоверность информации
в материалах, в том числе
рекламных, предоставленных
авторами для публикации.

Формат 60 × 84 1/8.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 7.

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в ООО ИПФ «СТРИНГ»
424006, Республика Марий Эл,
г. Йошкар-Ола, ул. Строителей, 95

Contents

CURRENT PROBLEMS

- R. N. Magomedov, A. V. Pripakhaylo, D. I. Panyukova,
L. S. Foteeva, T. A. Maryutina.* 3
Structural Features of CO₂-Asphaltene Particles Precipitated
from Vacuum Residue Using Various Organic Diluents

TECHNOLOGIES

- R. E. Boldushevskii, R. F. Iuzmukhametova, S. A. Antonov,
A. I. Matveeva, P. P. Minaev, A. V. Iusovskii,
A. I. Guseva, P. A. Nikulshin.* 9
Hydrovisbreaking of Atmospheric Residue
under Cellular-Structured Inert
- R. G. Khasanov, F. R. Mutazin.* 14
Prediction of Yields of the Lower Olefins during Pyrolysis
of Hydrocarbon Raw Materials

CHEMMOTOLOGY

- V. V. Ostrikov, D. N. Afonichev,
V. I. Orobinskii, V. I. Balabanov.* 18
Results of Research on Removal of Aging Products from Operating Motor Oils
without Their Drain from Car Engine Carters

RESEARCH

- P. V. Kugatova, B. S. Zhimov .* 22
The Pelletized Carbon Adsorbent
from KOH-Activated Petroleum Coke
- F. V. Yusubov, E. F. Mansurov.* 26
Optimization of Carbon Dioxide Emission from Flue Gases

ECOLOGY

- Yuan-Zhi Qu, Kai-Ping Tian, Ming-Yi Deng,
Ren Wang, Jun Pu, Gang Xie.* 29
Study on Environmental Protection Performance of Anti-collapse Agents
with Different Hydrophobic Chain Lengths
- S. A. Antonov, B. P. Tonkonogov,
A. Yu. Kilyakova, V. A. Dorogochinskaya.* 35
Technologies for Producing Environmentally Friendly
Plasticizer Oils of Various Types
- A. F. Tumanyan, A.P. Seliverstova, N.A. Zaitseva.* 46
Impact of Heavy Metals on Ecosystems

REVIEWS

- I. A. Golubeva, D. S. Khudyakov, E. V. Rodina.* 50
Problems of Gas Processing in Russia

Р. Н. Магомедов, А. В. Припахайло, Д. И. Панюкова, Л. С. Фотеева, Т. А. Марютина

Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН

tetrationat@gmail.com

Особенности структуры частиц CO₂-асфальтенов гудрона, осажденных с использованием различных органических разбавителей

Методом просвечивающей электронной микроскопии проведено исследование структуры частиц CO₂-асфальтенов, выделенных из образца гудрона в процессе GAS (gas anti-solvent) с использованием гептана, толуола и их смеси (гептола) в качестве разбавителей. Показано, что CO₂-асфальтены, несмотря на меньшую ароматичность и полярность по сравнению с C₇-асфальтенами, имеют схожую с ними нерегулярную слоистую внутреннюю структуру, а также близкое распределение числа ароматических слоев и расстояние между слоями в упаковках образующихся кристаллитов. Тип используемого разбавителя гудрона влияет не только на выход и состав осаждаемых в их присутствии CO₂-асфальтенов, но и на степень упорядоченности и размеры слоев полициклических ароматических фрагментов молекул, формирующих их структуру. В этой связи толуол в качестве разбавителя обеспечивает получение CO₂-асфальтенов, которые по своей молекулярной структуре и структурным параметрам сопоставимы с частицами C₇-асфальтенов.

Ключевые слова: асфальтены, гудрон, сверхкритический диоксид углерода, анти-растворитель, просвечивающая электронная микроскопия.

R. N. Magomedov, A. V. Pripakhaylo, D. I. Panyukova, L. S. Foteeva, T. A. Maryutina.

Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Russian Academy of Sciences

Structural Features of CO₂-Asphaltene Particles Precipitated from Vacuum Residue Using Various Organic Diluents

The method of transmission electron microscopy (TEM) was used to study the structure of particles of CO₂-asphaltenes precipitated from a vacuum residue sample in the gas anti-solvent (GAS) process using heptane, toluene and their mixture (heptol) as diluents. It has been shown that CO₂-asphaltenes, despite less aromaticity and polarity compared to C₇-asphaltenes, have a similar irregular layered internal structure, as well as a close distribution of the stacking number and the interlayer spacing. The type of the diluent used affects not only the yield and composition of the precipitated CO₂-asphaltenes, but also the degree of order and the size of layers of aromatic cores in the molecules forming their structure. In this regard, toluene as a diluent provides the formation of CO₂-asphaltenes, which in their molecular structure and structural parameters are comparable to C₇-asphaltenes particles.

Key words: asphaltene, vacuum residue, carbon dioxide anti-solvent, transmission electron microscopy (TEM).

Р. Э. Болдушевский^{1,2}, Р. Ф. Юзмухаметова², С. А. Антонов^{1,2}, А. И. Матвеева²,

П. П. Минаев^{1,2}, А. В. Юсовский^{1,2}, А. И. Гусева^{1,2}, П. А. Никульшин^{1,2}

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

²АО «ВНИИ НП»,

boldushevskii.roman@yandex.ru

Гидровисбрекинг мазута на инертной насадке ячеистой структуры

Исследован процесс гидровисбрекинга прямогонного мазута в реакторе с восходящим потоком сырья в присутствии инертной насадки-турбулизатора с ячеистой структурой, свободный объем которой составляет 65%. При умеренных для такого процесса условиях (температура — 450°C, давление 5 МПа) была достигнута конверсия сырья 55,1%. Конверсия нелетучего остатка, выкипающего выше 540°C составила 90%, глубина деметаллизации — 96%, конверсия смол и асфальтенов достигла 76%.

Основной получаемый в процессе гидровисбрекинга продукт — керосино-газойлевая фракция, выход которой составил 43,6%. Дистиллятные продукты исследованного процесса гидровисбрекинга по качеству схожи с дистиллятами процесса замедленного коксования, за исключением более низкого содержания серы и полного отсутствия кремния. Неконвертированный остаток гидровисбрекинга, полученный после удаления светлых дистиллятов при атмосферном давлении, имеет низкую вязкость, низкую температуру застывания и может использоваться в качестве сырья процесса гидроочистки, направленного на получение малосернистого судового топлива

Ключевые слова: гидровисбрекинг, тяжелая нефть, тяжелое сырье, тяжелый остаток, мазут, судовое топливо, инертный материал.

R. E. Boldushevskii^{1,2}, R. F. Iuzmukhametova², S. A. Antonov^{1,2}, A. I. Matveeva², P. P. Minaev^{1,2}, A. V. Iusovskii^{1,2}, A. I. Guseva^{1,2}, P. A. Nikulshin^{1,2}.

¹Gubkin Russian State University of Oil and Gas,

²All-Russia Research Institute of Oil Refining

Hydrovisbreaking of Atmospheric Residue under Cellular-Structured Inert

The non-catalytic hydrovisbreaking of straight-run atmospheric residue in an upflow reactor filled with cellular-structured inert with free reactor volume about 65% was investigated. Feed conversion up to 55.1 % was observed at moderate for such type of process reaction condition: temperature of 450°C and hydrogen pressure of 5 MPa. Conversion of non-volatile hydrocarbons, boiling higher than 540°C, was up to 90 %, demetallization rate was up to 96 % with asphaltenes and resins conversion was up to 76%. The preliminary product of atmospheric residue conversion is gasoil. Distillate hydrovisbreaking products are similar to coker products, except lower sulfur content and silicon absence. Unconverted residue is low viscous, has a low pour point, and ready for direct hydrotreating for marine fuel production.

Key words: hydrovisbreaking, heavy crude, atmospheric heavy residue, atmospheric residue, marine fuel, inert materia.

Р. Г. Хасанов, Ф. Р. Муртазин

Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салават
ugntu.khas@yandex.ru

Прогнозирование выходов низших олефинов при пиролизе углеводородного сырья

На основе проведенных исследований и литературных данных по процессу пиролиза различного углеводородного сырья разработан метод прогнозирования выхода непредельных углеводородов при пиролизе индивидуальных углеводородов алканового ряда, а также

смешанного углеводородного сырья. Предлагаемый метод является универсальным для любого типа сырья и позволяет предварительно оценить максимально возможный выход целевых продуктов пиролиза как перед началом экспериментальных исследований, так и в ходе промышленной эксплуатации установок пиролиза.

Ключевые слова: пиролиз, олефины, этилен, пропилен, прогнозирование выхода, сырье процесса, равновесные выходы.

R. G. Khasanov, F. R. Mutazin.

Ufa State Petroleum Technical University, Branch of the University in the city of Salavat

Prediction of Yields of the Lower Olefins during Pyrolysis of Hydrocarbon Raw Materials

A method for predicting the yield of unsaturated hydrocarbons during pyrolysis of individual alkane hydrocarbons and mixed hydrocarbons based on the conducted research and on literature data was developed. The proposed method is universal for any type of raw material and allows us to pre-evaluate the maximum possible yield of the target pyrolysis products both before starting experimental researches and during industrial operation of pyrolysis plants.

Key words: *pyrolysis, olefins, ethylene, propylene, yield prediction, process raw materials, equilibrium yields.*

В. В. Остриков¹, Д. Н. Афоничев², В. И. Орбинский², В. И. Балабанов³

¹Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов,

²Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,

³Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева
viitinlab8@bk.ru

Удаление продуктов старения из работающих моторных масел без их слива из картеров двигателей машин

Установлены закономерности изменения содержания загрязнений и щелочного числа моторного масла в процессе его очистки. Определено, что внесение в работающее в двигателе моторное масло смеси гидроксида аммония с карбамидом 1% способствует укрупнению мелкодиспергированных частиц загрязнений. Последующее центрифугирование встроенными в систему смазки средствами очистки позволяет удалить из масла практически все загрязнения. Установлена зависимость содержания нерастворимого осадка и щелочного числа от продолжительности работы в двигателе моторного масла с введенным реагентом. Определено, что периодическая очистка моторного масла предложенным способом позволяет продлить срок его службы до замены и повысить эксплуатационные характеристики двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: моторное масло, загрязнения, коагулянт, реагент, очистка, двигатель.

V. V. Ostrikov¹, D. N. Afonichev², V. I. Orobinskii², V. I. Balabanov³.

¹ All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov

² Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I,

³ Russian State Agrarian University -Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev

Results of Research on Removal of Aging Products from Operating Motor Oils without Their Drain from Car Engine Carters

The dependences of changes in the content of contaminants and the alkaline number of motor oil in the process of refining it are established. It was determined that the introduction of a mixture of ammonium hydroxide with urea 1% into a working engine oil promotes the enlargement of finely dispersed particles of contaminants. Subsequent centrifugation with cleaning agents built into the lubrication system allows you to remove almost all contaminants from the oil. The dependences of changes in the content of insoluble precipitate and alkaline number on the time of its operation in the engine under the action of a reagent are established. It is determined that periodic cleaning of engine oil by the proposed method allows to extend its service life until replacement and to increase the operational characteristics of the internal combustion engine.

Key words: engine oil, pollution, coagulant, reagent, cleaning, engine.

П. В. Кугатов, Б. С. Журнов

Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салават

kugpv@mail.ru

Формованный углеродный адсорбент

на основе активированного гидроксидом калия нефтяного кокса

Предложена методика получения формованного углеродного адсорбента на основе активированного гидроксидом калия сырого нефтяного кокса и нефтяного пека в качестве связующего материала.

На основе приготовленной в различных соотношениях смеси были сформованы гранулы и карбонизованы при температуре около 800 °С. Установлено, что готовый продукт при количестве добавленного пека 30% сохраняет величину эффективной удельной поверхности на уровне 60–65% от поверхности используемого наполнителя (активированного кокса). С учетом прочности гранул на раздавливание рекомендуется количество связующего принимать от 20 до 30%, удельная поверхность гранул при этом составит 600–1100 м²/г.

Ключевые слова: активный уголь, активированный уголь, щелочная активация, гидроксид калия.

P. V. Kugatova, B. S. Zhirnov .

Ufa State Petroleum Technical University, Branch of the University in the city of Salavat

The Pelletized Carbon Adsorbent from KOH-Activated Petroleum Coke

A method for producing a pelletized carbon adsorbent based on crude petroleum coke activated by potassium hydroxide and petroleum pitch as a binder is proposed. On the basis of the mixture prepared in various ratios, granules were formed and carbonized at a temperature of about 800°C. It was found that the finished product with an added pitch of 30% retains the effective BET specific surface area at the level of 60–65% of the surface of the used filler (activated coke). Taking into account the crushing strength of granules, it is recommended that the amount of binder be taken from 20 to 30%, the specific surface of granules will be 600–1100 м²/g.

Key words: activated carbon, alkalina activation, potassium hydroxide.

Ф. В. Юсубов, Э. Ф. Мансуров

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

yusfax@mail.ru

Оптимизация процесса выделения диоксида углерода из дымовых газов

Изучены кинетические закономерности процесса выделения диоксида углерода из дымовых газов.

Разработана математическая модель для регулирования температуры нестационарных турбулентных течений в процессе абсорбции при гомогенном горении. Определено также влияние различных гидродинамических и физико-химических факторов на процесс выделения диоксида углерода из дымовых газов при использовании в качестве абсорбента ДЭА. На основе разработанной математической модели проведена оптимизация процесса выделения диоксида углерода из дымовых газов. В результате найден оптимальный технологический режим проведения процесса. Математическая модель позволяет оптимизировать процесс абсорбции и уменьшить концентрацию диоксида углерода в дымовых газах с 1,2–2,6 до 0,011–0,014%.

Ключевые слова: дымовые газы, диоксид углерода, абсорбция, модель, оптимизация.

F. V. Yusubov, E. F. Mansurov.

Azerbaijan State Oil and Industrial University

Optimization of Carbon Dioxide Emission from Flue Gases

The kinetic dependence of the absorption process of carbon dioxide emission from flue gases were studied. A mathematical model has been developed to control the temperature of unsteady turbulent flows, in the presence of homogeneous combustion and the absorption process, the emission of carbon dioxide from flue gases. The influence of various hydrodynamic and physico-chemical factors on the emission process of carbon dioxide from flue gases with diethanolamine, was also determined. Based on the developed mathematical model, the process of carbon dioxide evolution from flue gases was optimized. As a result, the optimal technological regime of the process was found. After the development of a complete mathematical model and the optimization process of the emission of carbon dioxide from flue gases on its basis, the concentration of CO₂ from 1.2–2.6% decreases in the range of 0.011–0.014%.

Key words: flue gases, carbon dioxide, absorption, model, optimization.

Цу Уаньчжи¹, Тянь Кайпин², Дэн Мини³, Ван Жен¹, Пу Цзюнь², Се Ган^{2*}

¹Научно-исследовательский институт технологии машиностроения компании CNPC, Пекин, Китай

²Государственная ведущая лаборатория геологии и эксплуатации нефтегазовых коллекторов,

Юго-западный университет нефти, Ченду, Китай

201899010129@swpu.edu.cn

Исследование экологической безопасности антикоррозионных агентов с различной длиной гидрофобного радикала

В данной работе экспериментальными методами погружения и линейного расширения исследованы антикоррозионные свойства алкилдиаминов. Результаты экспериментов показали, что алкилдиамины обладают высокими антикоррозионными свойствами, однако при увеличении количества атомов углерода растворимость алкилдиаминов падает и эффект ингибирования выражен слабее. Результаты измерений

показали, что показатель биоразлагаемости алкилдиаминов в качестве антикоррозионных добавок к буровым растворам постепенно увеличивается при увеличении числа атомов углерода, в то время как растворимость и биотоксичность уменьшаются. Таким образом, чем больше длина углеводородной цепочки алифатического радикала диамина, тем лучше экологические характеристики антикоррозионного агента. Результаты исследования могут быть полезны для разработки и синтеза новых антикоррозионных агентов на основе органических аминов.

Ключевые слова: алкилдиамин, длина углеводородной цепочки, антикоррозионный, биоразлагаемость, биотоксичность.

Yuan-Zhi Qu, Kai-Ping Tian, Ming-Yi Deng, Ren Wang, Jun Pu, Gang Xie.

¹CNPC Engineering Technology R&D Company Limited, Beijing, China,

²State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation of Southwest Petroleum University, Chengdu, China

Study on Environmental Protection Performance of Anti-collapse Agents with Different Hydrophobic Chain Lengths

Organic amines are commonly used as anti-collapse agents because of their good anti-collapse properties, in this paper, alkali diamines have been selected as research objects to evaluate the anti-collapse abilities by immersion experiments and linear expansion experiments. The experimental results showed that the alkyl diamines have good anti-collapse abilities. However, with the increase of the number of carbon atoms, the solubility of alkyl diamines decreased, and the inhibition effects became worse. At the same time, the values of COD, BOD, and biotoxic EC50 were detected by the potassium dichromate method, dilution and inoculation method, and luminescent bacteria method. The results showed that the biodegradability of the alkyl diamine anti-collapse agents increased gently as the number of carbon atoms increased, while the solubility and biotoxicity were decreased. Therefore, the longer the alkyl diamine carbon chain length is, the better environmental performance shows. Hence, this research provided a guideline for synthesizing new organic amine anti-collapse agents.

Key words: alkyl diamine, carbon chain length, anti-collapse, biodegradability, biotoxicity.

С. А. Антонов, Б. П. Тонконогов, А. Ю. Киякова, В. А. Дорогощинская

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

antonov_sa@bk.ru

Технологии получения экологически безопасных масел-пластификаторов различных типов

Рассмотрены технологии производства экологически безопасных масел-пластификаторов типа TDAE, TRAE, MES, NAP для резинотехнической и шинной промышленности, представлены их основные физико-химические свойства и конкретные примеры применения. Описано влияние типов масел-пластификаторов на эксплуатационные свойства резинотехнических изделий и шин.

Ключевые слова: масло-пластификатор, экстракт селективной очистки, полициклические ароматические углеводороды, сольват слабой очистки

S. A. Antonov, B. P. Tonkonogov, A. Yu. Kilyakova, V. A. Dorogochinskaya.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Technologies for Producing Environmentally Friendly Plasticizer Oils of Various Types

The production technologies of environmentally friendly plasticizer oils such as TDAE, TRAE, MES, NAP for the rubber and tire industries are considered. Their basic physicochemical properties and specific application examples are presented. The influence of the types of plasticizer oils on the performance properties of rubber products and tires is described.

Key words: process oil, solvent extract, polycyclic aromatic hydrocarbons, mild extract solvate.

A. Ф. Туманян^{1,2}, А. П. Селиверстова², Н. А. Зайцева²

¹Российский университет дружбы народов

²Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН

pniiaz@mail.ru

Влияние тяжелых металлов на экосистемы

Проблема загрязнения окружающей среды является одной из важнейших в области экологии.

Стремительная индустриализация, открытие и разработка новых нефтяных месторождений, современная сельскохозяйственная практика и другие виды антропогенной деятельности вносят в окружающую среду значительное количество токсичных тяжелых металлов. Тяжелые металлы являются одними из основных веществ, которые загрязняют почву, воду и воздух. Загрязнение тяжелыми металлами непрерывно растет и вызывает тяжелое токсическое воздействие на все формы живых организмов, изменяет свойства почвы и ее биологическую активность. Чрезмерное накопление тяжелых металлов в растительных продуктах может серьезно сказаться на качестве и безопасности пищевых продуктов. Потребление таких продуктов представляет собой потенциальный риск для глобальной продовольственной безопасности и здорового образа жизни. В данной статье рассмотрено влияние тяжелых металлов на растения и их ферментативные и метаболические процессы, которое в конечном итоге приводит к снижению общей продуктивности растений.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение, растения, продуктивность, экология.

A. F. Tumanyan^{1,2}, A. P. Seliverstova², N. A. Zaitseva²

¹Peoples' Friendship University of Russia,

²Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of Russian Academy of Sciences

Impact of Heavy Metals on Ecosystems

The Problem of environmental pollution is one of the most important in the field of ecology. Rapid industrialization, the discovery and development of new oil fields, modern agricultural practices, and other anthropogenic activities contribute significant amounts of toxic heavy metals to the environment. Heavy metals are one of the main substances that pollute the soil, water and air. Heavy metal pollution is constantly growing and causes severe toxic effects on all forms of living organisms, changes the properties of the soil and its biological activity. Excessive accumulation of heavy metals in plant products can seriously affect the quality and safety of food. Consumption of such products poses a potential risk to global food security and healthy lifestyles. This article examines the influence of heavy metals on

plants and their enzymatic and metabolic processes, which ultimately leads to a decrease in the overall productivity of plants.

Key words: *heavy metals, pollution, plants, productivity, ecology.*

И. А. Голубева, Д. С. Худяков, Е. В. Родина

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

golubevaia@gmail.com

Основные проблемы газопереработки в России

Газопереработка — самостоятельная, динамично развивающаяся отрасль, роль которой постоянно растет в связи с разведкой и разработкой новых газовых и нефтяных месторождений, увеличением объемов добываемых углеводородов, направляемых на переработку. Для дальнейшего развития отрасли необходимо совершенствование существующих технологий и оборудования, что невозможно без анализа и решения существующих проблем. В статье рассмотрены основные проблемы газоперерабатывающей промышленности России на современном этапе ее развития, предложены пути их решения.

Ключевые слова: *газопереработка, природные газы, газовая сера, аминовая очистка, гелий.*

I. A. Golubeva, D. S. Khudyakov, E. V. Rodina.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

Problems of Gas Processing in Russia

Gas processing is an independent, dynamically developing industry, the role of which is constantly growing in connection with the exploration and development of new gas and oil fields, the volume of produced hydrocarbons for processing is increasing. For further development of the industry it is necessary to improve existing technologies and equipment, which is impossible without solving existing problems. In this regard, the article discusses the main problems of the gas processing industry in Russia at the present stage of its development. The ways of their solutions are proposed.

Key words: *natural gas processing, natural gas, gas sulfur, amine purification, helium.*