



**XII
МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА»**

**26-30 сентября 2022 года,
Томск, Россия**

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

«ИНСТИТУТ ХИМИИ НЕФТИ»

ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА

XII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

26–30 сентября 2022 года

Томск, Россия

Материалы

Томск

Издательство ИОА СО РАН

2022

УДК 665.6 + 622.276

ББК 35.514 + 33.36

X46

Химия нефти и газа : материалы XII Международной конференции (26–30 сентября 2022 года, Томск, Россия). — Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2022. — 370 с. — 18,4 Мб.
X46 — 1 CD-ROM. — 500 экз. — Систем. требования: Intel 1,3 ГГц и выше; дисковод CD-ROM; мышь; ОС Microsoft Windows; Acrobat Reader 4.0 и выше. — Загл. с экрана. — ISBN 978-5-94458-192-1.

Издание содержит материалы докладов XII Международной конференции «Химия нефти и газа», проведенной Институтом химии нефти Сибирского отделения Российской Академии наук в 2022 году. В сборнике отражены различные подходы к решению широкого круга задач, возникающих в области химии нефти и газа. Рассмотрены вопросы увеличения нефтегазоотдачи, подготовки и транспорта нефти и газа. Обсуждены научные и технологические аспекты термических и термокаталитических процессов превращения углерод- и углеводородсодержащего сырья, альтернативных методов переработки традиционного и нетрадиционного сырья, в том числе добываемого на месторождениях, расположенных в Северных и Арктических регионах Российской Федерации.

Книга адресована научным сотрудникам, специалистам научно-исследовательских учреждений, предприятий нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслей, преподавателям, аспирантам и студентам учебных заведений соответствующего профиля.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Ответственный редактор — кандидат химических наук А.Н. Очерedyкo

УДК 665.6 + 622.276

ББК 35.514 + 33.36

Электронное научное издание.

Подписано к использованию 25.10.2022 г. 18,4 Мб. 1 CD-ROM. 500 экз.

Издательство ИОА СО РАН, 634055, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1. Тел. 8-3822-492384.

ISBN 978-5-94458-192-1

© Томский государственный университет, 2022

© Институт химии нефти СО РАН, 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международная конференция «Химия нефти и газа» является традиционной и проводится Институтом химии нефти Сибирского отделения Российской Академии наук в городе Томске с периодичностью раз в 2 года. В 2022 году XII Международная конференция «Химия нефти и газа» проводилась с 26 по 30 сентября.

Целью конференции является развитие широкого международного и российского научного сотрудничества, обобщение и распространение опыта применения новых химических и нефтехимических технологий и методов, обсуждение актуальных проблем, подходов, направлений и достигнутых результатов в области химии нефти и газа, увеличения нефтегазоотдачи, подготовки, транспорта и переработки углеводородного сырья. На конференции обсуждаются различные вопросы и рассматриваются разнообразные подходы к решению широкого круга прикладных, технических и экологических задач, возникающих при подготовке и транспорте нефти и газа, при переработке нефтяного и нетрадиционного сырья, в нефте- и газохимии, а также при освоении нефтегазовых месторождений, расположенных в Северных и Арктических регионах Российской Федерации.

Доклады участников конференции были посвящены следующим актуальным темам:

А. Химия нефти и газа.

Нефтяные дисперсные системы. Закономерности распределения углеводородных, гетероатомных и высокомолекулярных соединений в нефтях, газовых конденсатах и органическом веществе пород. Новые методы исследования нефтей, состава и структуры нефтяных компонентов. Каустобиолиты: ресурсы, распределение по стратиграфическим комплексам, особенности состава и свойств. Лабораторное моделирование влияния природных и техногенных факторов на состав и свойства нефтей и других каустобиолитов.

В. Увеличение нефтегазоотдачи, подготовка, транспорт нефти и газа.

Физико-химические, микробиологические и комплексные методы увеличения нефтеотдачи, газо- и конденсатоотдачи, в том числе для месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. Влияние методов увеличения нефтеотдачи на состав извлекаемой нефти. Новые технологии обработки призабойной зоны нефтяных и газовых скважин. Перспективные технологии подготовки и транспорта нефти и газа. Проблемы добычи, подготовки и транспорта высоковязких и высокопарафинистых нефтей. Экологические аспекты рационального освоения нефтегазовых месторождений, в том числе месторождений Арктического региона.

С. Термические и термokatалитические процессы переработки углерод- и углеводородсодержащего сырья.

Термические и термokatалитические способы переработки углерод- и углеводородсодержащего сырья, в том числе газообразных углеводородов. Продукты и материалы, полученные из природных и попутных газов (включая синтез-газ), нефти, природных битумов, горючих сланцев, угля и др. Способы очистки, переработки и утилизации промышленных отходов нефтегазового комплекса.

Д. Альтернативные методы переработки традиционного и нетрадиционного сырья.

Подготовка и переработка нефтяного сырья и других каустобиолитов, а также биологических объектов с применением различных видов экстремального физического воздействия (плазмохимия, фотохимия, радиохимия, механохимия, магнитные и акустические поля и др.). Материалы и вещества, полученные из углерод- и углеводородсодержащего сырья, биологических объектов с использованием методов нетермической активации протекания физико-химических процессов.

Членами Оргкомитета конференции высоко оценена научная и практическая значимость достигнутых результатов, представленных авторами в своих докладах. Полученные данные могут быть использованы для решения актуальных задач нефтегазовой отрасли специалистами научно-исследовательских учреждений, предприятий нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности, а также будут интересны преподавателям, аспирантам и студентам учебных заведений соответствующего профиля.

NOVEL ASPECTS OF UTILIZATION OF MINERAL-RICH LIGNITE AS AN EFFICIENT SORBENT OF HEAVY METALS AND POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS

К. Stojanović¹, I. Kojić²

НОВЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛАМИ БОГАТОГО БУРОГО УГЛЯ (ЛИГНИТА) В КАЧЕСТВЕ ЭФФЕКТИВНОГО СОРБЕНТА ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

К. Стоянович¹, И. Койич²

¹University of Belgrade, Faculty of Chemistry, Serbia, Belgrade, e-mails: ksenija@chem.bg.ac.rs, xenasyu@yahoo.com

²University of Belgrade, Innovation Center of the Faculty of Chemistry, Serbia, Belgrade

In this study low quality, mineral-rich lignite taken from the Kostolac Basin (Serbia), containing 45,36 % of ash, 33,42 % of total organic carbon and having low net calorific value of 9,5 MJ/kg was tested as a sorbent for heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), considering that due to the low maturity (huminite reflectance, 0,30±0,03 %) it contains numerous oxygenic electron-donor functional groups (carboxylic, phenolic, alcoholic) available to complex metal ions, as well as that petrographic analysis indicated a high amount of clays in mineral matter, which have good adsorption properties [1].

Sorption experiment with heavy metals was performed using 0,5 g of lignite, as an sorbent which was treated with 5 cm³ of model solution containing significantly higher concentrations of Cu²⁺, Pb²⁺, Cd²⁺ and Co²⁺ ions in relationship to their maximal allowed concentrations in surface water, groundwater and sediments [2]. Model solution of heavy metals was prepared using corresponding nitrates dissolved in distilled water. The experiment was carried out in cuvettes by ultrasonication (30 minutes) under ambient conditions, followed by centrifugation (3000 rpm, 10 minutes) to separate liquid (supernatant) and solid phases. Treatment with distilled water was used as a blank. The solid phase remained after centrifugation was used for desorption experiment. This experiment was performed in the same way as sorption one using 20 cm³ of ammonium acetate solution (1 mol/dm³). Concentrations of heavy metal ions in initial model solution and supernatants obtained after sorption and desorption experiments were measured using inductively coupled plasma – optical emission spectrometry (ICP-OES).

Sorption experiment with PAHs was performed using 0,5 g of lignite as an sorbent and 60 µL of model solution, represented by Z-014G-R-PAK standard solution [3], containing 17 compounds, concentration of each 2 mg/cm³, dissolved in mixture of dichloromethane and benzene (1:1; V:V). Sorption was simulated in glass Pasteur pipette by adding of the model solution to the top of sorbent (lignite), followed by elution with 1,5 cm³ of *n*-hexane. Simulation of desorption of PAHs adsorbed on lignite in previous experiment was carried out by elution with conventional mixture for separation of aromatic fraction from crude oils and coal/oil shale extracts containing *n*-hexane and dichloromethane (7:3, V:V). Concentrations of PAHs in initial solution, non-sorbed PAHs and desorbed PAHs in corresponding eluates were measured by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS).

The obtained results indicated very efficient sorption of heavy metals on lignite ranged from 87,34 % for Co²⁺ ion to more than 99,40 % for Cu²⁺ and Pb²⁺ ions (Table 1). The slightly lower percent of adsorption of Cd²⁺ ion can be attributed to its order of magnitude smaller concentration in model solution, which however corresponds to generally lower concentration of this very toxic element in natural waste waters. Percent of desorption, simulated by ammonium acetate, was in range from 4,77 % for Cu²⁺ to 24,02 % for Cd²⁺ ion (Table 1).

Percents of adsorption and desorption of individual PAHs from model solution are given in table 2. It clearly shows almost quantitative sorption of PAHs having 3 or more aromatic rings. This is very important considering that toxicity and persistency of PAHs rise with increase of number of condensed aromatic rings. Significantly smaller percent of sorption of low-molecular weight PAHs can be partly attributed to their volatility.

Table 1 – Percents of sorption and desorption of heavy metal ions

Metal ion	Percent of sorption (%)	Percent of desorption (%)
Cd ²⁺	96,73	24,02
Co ²⁺	87,34	17,58
Cu ²⁺	99,41	4,77
Pb ²⁺	99,96	14,98

Low-molecular weight PAHs (naphthalene, acenaphthylene and acenaphthene) have a very low desorption rate (< 0,14 %) because their sorption was also weak. Desorption of compounds with 3 condensed rings (phenanthrene and anthracene) from lignite slightly exceeds 50 %, whereas triaromatic carbazole showed noticeably lower desorption percent (12,69 %), probably due to the presence of nitrogen atom. Considering PAHs with 4 condensed rings, percent of desorption is uniform and relatively high for fluoranthene and pyrene (~ 65 %), whereas it is remarkably lower for chrysene and benz(a)anthracene (20,25 % and 13,90 %, respectively). This leads to the conclusion that the degree of desorption rises with increasing number of angular bonded aromatic rings. The percent of desorption of pentacyclic PAHs is low (< 6 %).

Table 2 – Percents of sorption and desorption of individual PAHs

PAH	Percent of sorption (%)	Percent of desorption (%)
Naphthalene	13,22	0,03
Acenaphthylene	29,72	0,14
Acenaphthene	12,99	0,02
Fluorene	52,97	21,48
Phenanthrene	99,45	55,45
Anthracene	99,83	52,02
Carbazole	99,67	12,69
Fluoranthene	99,92	65,47
Pyrene	99,95	64,66
Benz(a)anthracene	99,95	13,90
Chrysene	98,98	20,25
Benzo(b)fluoranthene	98,57	0,62
Benzo(k)fluoranthene	99,04	1,06
Benzo(a)pyrene	96,89	1,39
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	99,62	4,15
Dibenz(a,h)anthracene	99,68	5,96
Benzo(g,h,i)perylene	99,82	4,42

The obtained results showed that used lignite has good sorption properties against heavy metals, particularly Cu²⁺ and Pb²⁺ ions, as well as PAHs containing 3 or more aromatic rings.

The study was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia (Contract numbers: 451-03-68/2022-14/200168 and 451-03-68/2022-14/200288).

References

- Đoković N., Mitrović D., Životić D., Bechtel A., Sachsenhofer R., Matić V., Glamočanin L., Stojanović K. // International Journal of Coal Geology. 2018. V. 195. P. 139.
- Regulation on limit values of pollutants in surface water, groundwater and sediment, and deadlines for their achievement: 50/2012-10 (Government of Republic of Serbia, 2012). 32 p.
- Specification of PAH mix. URL: <https://www.accustandard.com/prod0004698.html>.



ПРИГЛАШАЕМ ВАС НА
XIII
МЕЖДУНАРОДНУЮ
КОНФЕРЕНЦИЮ
«ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА»

ДО ВСТРЕЧИ!