

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы «Жанармай,
катализ және электрохимия институты» АҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
АО «Институт топлива, катализа и
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis
and electrochemistry»

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

2 (446)

MARCH – APRIL 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Б а с р е д а к т о р ы
х.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі
М.Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Ағабеков В.Е. проф., академик (Белорус)
Башов А.Б. проф., академик (Қазақстан)
Бүркітбаев М.М. проф., академик (Қазақстан)
Воротынцев М.А. проф., академик (Ресей)
Газалиев А.М. проф., академик (Қазақстан)
Жармағамбетова А.К. проф. (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Қырғыстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Қазақстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Рахимов К.Д. проф., академик (Қазақстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Стрельцов Е. проф. (Белорус)
Тельтаев Б.Б. проф., академик (Қазақстан)
Тулеуов Б.И. проф., академик (Қазақстан)
Фазылов С.Д. проф., академик (Қазақстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Әзірбайжан)
Халиков Д.Х. проф., академик (Тәжікстан)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ66VPY00025419 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *химия және жаңа материалдар технологиясы саласындағы басым ғылыми зерттеулерді жариялау.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219, 220 бөл.; тел.: 272-13-19; 272-13-18,
<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arithiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д. В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail:orgcat@nursat.kz

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д.х.н., проф., академик НАН РК
М.Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

Агабеков В.Е. проф., академик (Беларусь)
Баешов А.Б. проф., академик (Казахстан)
Буркитбаев М.М. проф., академик (Казахстан)
Воротынец М.А. проф., академик (Россия)
Газалиев А.М. проф., академик (Казахстан)
Жармагамбетова А.К. проф. (Казахстан), зам. гл. ред.
Жоробекова Ш.Ж. проф., академик (Кыргызстан)
Иткулова Ш.С. проф. (Казахстан)
Манташян А.А. проф., академик (Армения)
Рахимов К.Д. проф., академик (Казахстан)
Рудик В. проф., академик (Молдова)
Стрельцов Е. проф. (Беларусь)
Тельтаев Б.Б. проф., академик (Казахстан)
Тулеуов Б.И. проф., академик (Казахстан)
Фазылов С.Д. проф., академик (Казахстан)
Фарзалиев В. проф., академик (Азербайджан)
Халиков Д.Х. проф., академик (Таджикистан)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *публикация приоритетных научных исследований в области химии и технологий новых материалов.*

Периодичность: 6 раз в год.
Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219, 220; тел. 272-13-19; 272-13-18,
<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M.Zh. Zhurinov

Editorial board:

Agabekov V.Ye. prof., academician (Belarus)
Bayeshov A.B. prof., academician (Kazakhstan)
Burkitbayev M.M. prof., academician (Kazakhstan)
Vorotyntsev M.A. prof., academician (Russia)
Gazaliyev A.M. prof., academician (Kazakhstan)
Zharmagambetova A.K. prof. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Zhorobekova Sh.Zh. prof., academician (Kyrgyzstan)
Itkulova Sh.S. prof. (Kazakhstan)
Mantashyan A.A. prof., academician (Armenia)
Rakhimov K.D. prof., academician (Kazakhstan)
Rudik V. prof., academician (Moldova)
Streltsov Ye. prof. (Belarus)
Teltaev B.B. prof., akademik (Kazakhstan)
Tuleuov B.I. prof., akademik (Kazakhstan)
Fazylov S.D. prof., akademik (Kazakhstan)
Farzaliyev V. prof., academician (Azerbaijan)
Khalikov D.Kh. prof., academician (Tadjikistan)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *publication of priority research in the field of chemistry and technology of new materials*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19; 272-13-18,
<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str., Almaty.

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 2, Number 446 (2021), 105 – 109

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1491.34>

UDC 661.183

A.E. Ilyassov¹, A.O. Baikonurova¹, B.N. Surimbayev^{2,3}¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;²State Scientific-Industrial Association of Industrial Ecology «Kazmekhanobr», Almaty, Kazakhstan;³Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: a.ilyassov@stud.satbayev.university, a.baikonurova@satbayev.university, surimbaev@gmail.com

**INVESTIGATION OF THE SORPTION CHARACTERISTICS
OF ACTIVATED CARBONS**

Abstract. The article presents the results of a comparison of the sorption characteristics for gold of crushed activated carbon of the foreign Haycarb brand, obtained from expensive raw materials - coconut shells, and crushed activated carbon of the domestic Shubarkol brand, obtained from relatively cheap raw materials - low-ash coking coal. The activated carbon Shubarkol crushed to a class of -3.6+1.0 mm, was produced in Kazakhstan from coking coal by Shubarkolkomir JSC. To test the crushed coal Shubarkol, industrial crushed coal Haycarb, made from coconut shells, was used as a reference sample. This coal is widely used in gold mining enterprises for the sorption of dissolved gold from cyanide solutions and pulps. For research, a productive solution of the process of heap leaching of gold from oxidized ore of one of the deposits of Kazakhstan was used with the composition, mg/L: gold 0.82; silver 0.44; copper 8.34; pH 11.05. Determination of the sorption characteristics of coals was carried out by the method of saturation with gold when changing solutions. The results of changes in the gold content in the mother solution, its extraction and saturation of coals with precious metal after each sorption cycle from the productive heap leaching solution using crushed coals of the Shubarkol and Haycarb brands are presented. It follows from the obtained data that Shubarkol activated carbon has similar sorption characteristics compared to Haycarb activated carbon. The working capacity for gold of Shubarkol coal was 2.28 kg/ton of sorbent, and of Haycarb coal - 2.57 kg/ton. Thus, crushed coal Shubarkol, obtained from relatively cheap raw materials, can be successfully used at industrial facilities instead of foreign sorbent.

Key words: activated carbon, sorption, sorption capacity of coal, sorbent, gold.

Introduction. The sorption capacity of coal was first noticed at the end of the 18th century. The fact that activated carbon can extract precious metals from solutions was first noted by Lazovsky in 1847 [1]. The use of active carbons for the sorption of gold and silver from cyanide solutions was patented in the USA in 1894 by Johnson [2, 3]. The extraction of gold from cyanide solutions by activated carbons was used in many small factories. Then this method was transferred to the USA and other countries [3, 4].

The analysis of research works [3-13] indicates an established trend of widespread use of activated carbons for the extraction of precious metals from cyanide solutions and pulps. For the sorption of gold from solutions, both pulverized activated carbons (with a particle size of less than 0.1 mm) and granular coals with a fineness of more than 0.2 mm are used. For the sorption of gold from pulps, granular coals with a particle size of more than 0.63 mm are often used. Coals differ only in the way they are produced. The following are used as raw materials for the production of activated carbons: bones, peat, fruit pits, bituminous and brown coals, coconut and nuts shells, wood, sugar, etc. Currently, different brands of activated carbons from different materials are used, such as Haycarb, Carbon, Norit, UAF, etc.

The widespread use of activated carbons for the extraction of precious metals from cyanide media is caused by their high sorption and kinetic properties and high selectivity with respect to the gold cyanide complex during sorption from multicomponent cyanide media containing, along with gold, cyanide compounds of metal impurities, such as copper and zinc [14, 15].

It was of interest to study the sorption characteristics of Shubarkol activated carbon during the processing of a productive solution of heap leaching of gold- containing raw materials in comparison with the Haycarb activated carbon widely used in industry.

Object and method of research. To determine the comparative sorption characteristics of coals, crushed coal Shubarkol and activated carbon Haycarb were used.

The activated carbon Shubarkol crushed to a class of -3.6+1.0 mm, was produced in Kazakhstan from coking coal by Shubarkolkomir JSC. To test the crushed coal Shubarkol, industrial crushed coal Haycarb, made from coconut shells, was used as a reference sample. This coal is widely used in gold mining enterprises for the sorption of dissolved gold from cyanide solutions and pulps. It has high mechanical properties and sorption characteristics in relation to the cyanide compound of gold [16-19].

For the research, we used a productive solution obtained by heap leaching of gold from oxidized ore from one of the deposits of Kazakhstan. The solution is characterized by the following composition, mg/L: gold 0.82; silver 0.44; copper 8.34; pH 11.05.

Method of research. The determination of sorption characteristics was carried out by the method of saturation of coals with gold when changing solutions. According to this method, the Shubarkol and Haycarb activated carbons weighing 0.5 g each were mixed in a bottle agitator for 24 hours with 0.25 L of a productive solution obtained by heap leaching of gold from oxidized ore. The gold content in the productive solution was 0.82 mg /L. After mixing the coals with the solution for 24 hours, the coals were separated from the solution by decantation, poured with the next portion of the solution and stirred for 24 hours. Such operations were continued 12 times (12 cycles). The solutions after each operation were analyzed for gold content. The activated carbons after the completion of the sorption cycles were also analyzed for gold content. The total time of mixing the coal with the solution in the process of determining the sorption characteristics was 288 hours.

Results and discussion. Figures 1-3 show graphs of changes in the content of gold in the mother liquor, its extraction and saturation of coals with a precious metal after each sorption cycle from a productive solution of heap leaching using crushed coals Shubarkol and Haycarb.

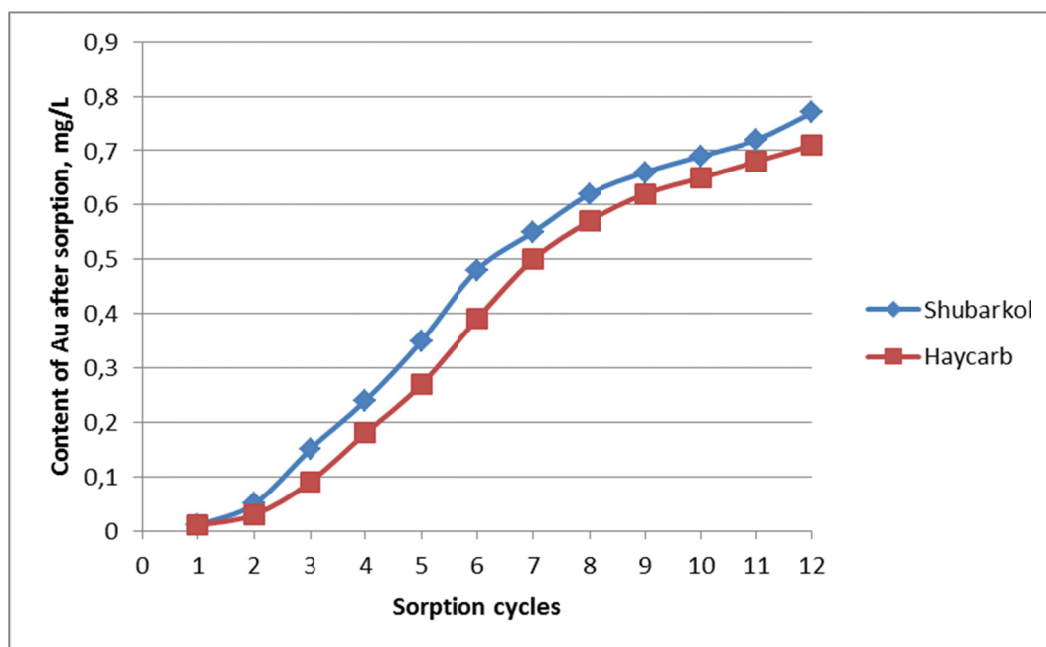


Figure 1 – Changes in the content of gold in the mother liquor after each sorption cycle

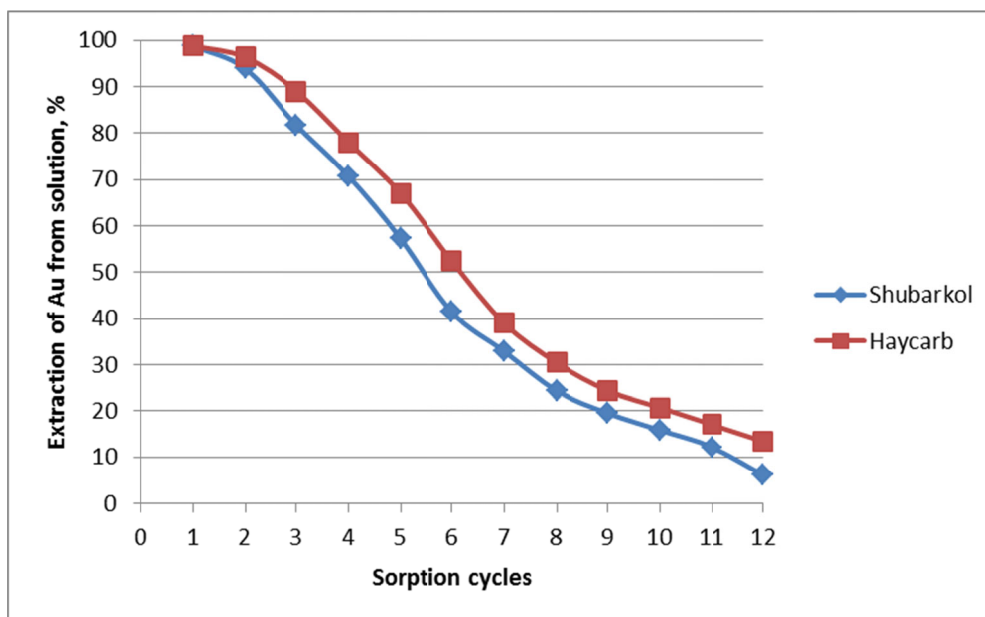


Figure 2 – The degree of gold extraction from solution after each sorption cycle

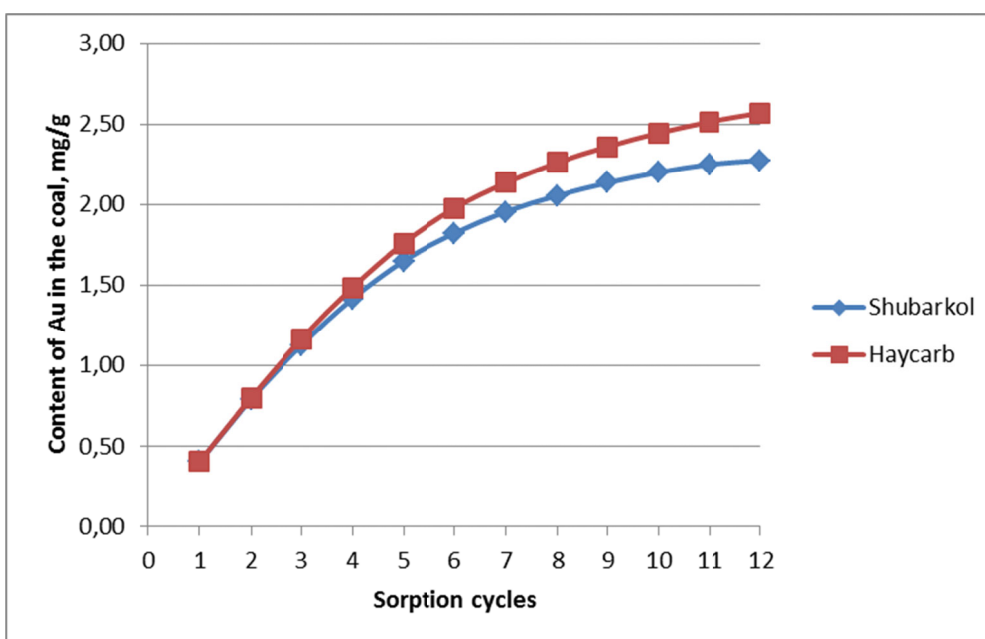


Figure 3 – Saturation of coals with gold by sorption cycles

Figures 1-3 show that the activated carbon Shubarkol has similar sorption characteristics with the activated carbon Haycarb. The working capacity of Shubarkol coal for gold was 2.28 kg/ton of coal, Haycarb coal – 2.57 kg/ton.

The crushed activated carbon Shubarkol obtained from relatively cheap raw materials - low-ash coking bituminous coals, is quite suitable for extracting gold from productive heap leaching solutions and can be used at industrial facilities instead of the crushed activated carbon Haycarb obtained from expensive raw materials - coconut shells.

Conclusion. The positive results obtained in the study of the sorption characteristics of activated carbon of Shubarkolkomir JSC in comparison with Haycarb activated carbon make it possible to recommend the domestic product for industrial testing at an operating gold mining enterprise for the sorption of gold from productive heap leaching solutions.

А.Е. Ильясов¹, Ә.Ө. Байқоңырова¹, Б.Н. Сүрімбаев^{2,3}

¹Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан;

²«ҚР МШКҚӨ ҰО» РМК «Қазмеханобр» мемлекеттік өнеркәсіптік экология ғылыми-өндірістік бірлестігі» филиалы, Алматы, Қазақстан;

³Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

БЕЛСЕНДІРІЛГЕН КӨМІРДІҢ СОРБЦИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада қымбат шикізат - кокос жаңғағының қабығынан алынған Haусarb маркалы белсендірілген көмірі мен арзан шикізат - аз зольды кокстелетін көмірден алынған Шұбаркөл белсендірілген көмірлерінен алтынды алу бойынша алынған нәтижелері салыстырмалы түрде көрсетілген. Көмірлердің салыстырмалы сорбциялық сипаттамаларын анықтау үшін Шұбаркөл ұсақталған көмірі және Haусarb белсендірілген көмірі қолданылды. -3,6+1,0 мм класына дейін ұсақталған Шұбаркөл белсендірілген көмірі Қазақстанда «Шұбаркөл Көмір» АҚ кокстелетін көмірден өндіріледі. Ұсақталған Шұбаркөл көмірін сынақтан өткізу үшін анықтамалық үлгі ретінде кокос қабығынан дайындалған өнеркәсіптік ұсақталған Haусarb көмірі пайдаланылды. Бұл көмір алтын өндіретін кәсіпорындарда цианид ерітінділері мен пульпалардан еріген алтынды сорбциялау әдісі үшін кенінен қолданылады. Зерттеу жүргізу үшін Қазақстандағы тотыққан кен орындарының бірінде алтынды үйінді шаймалау әдісінен алынған жұмыс ерітіндісі қолданылды. Ерітінді қарапайым құрамымен сипатталады, мг/л: алтын 0,82; күміс 0,44; мыс 8,34; рН 11,05. Сорбциялық сипаттамаларын анықтау үшін көмірді алтынмен қанықтыру әдісі қолданылды. Аналық ерітіндідегі алтын құрамын өзгерту, оны алу және ұсақталған Шұбаркөл мен Haусarb көмірлерін қолдану арқылы үйінді шаймалау өнімді ерітіндісінен сорбцияның әрбір циклінен кейін асыл металмен қанықтыру нәтижелері келтірілген. Алынған мәліметтер бойынша, Шұбаркөл белсендірілген көмірі Haусarb белсендірілген көмірімен салыстырғанда ұқсас сорбциялық сипаттамаларға ие болды. Шұбаркөл көмірінің алтынға арналған сорбциялық сыйымдылығы 2,28 кг/т, Хайқарб көмірі – 2,57 кг/т құрады. Осылайша, салыстырмалы түрде арзан шикізаттан алынған ұсақталған Шұбаркөл көмірі шетелдік сорбенттің орнына өнеркәсіптік объектілерде пайдаланылу мүмкін екені анықталды.

Түйін сөздер: белсендірілген көмір, сорбция, көмірдің сорбциялық сыйымдылығы, сорбент, алтын.

А.Е. Ильясов¹, А.О. Байқоңырова¹, Б.Н. Сүрімбаев^{2,3}

¹SatbayevUniversity, Алматы, Казахстан;

²Филиал РГП «НЦ КПМС РК» Государственное научно-производственное объединение промышленной экологии «Казмеханобр», Алматы, Казахстан;

³Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЕЙ

Аннотация. В статье представлены результаты сравнения сорбционных характеристик по золоту дробленного активированного угля зарубежной марки Haусarb, полученного из дорогого сырья – скорлупы кокосовых орехов, и дробленного активированного угля отечественной марки Шубарколь, полученного из относительно дешевого сырья – малозольных коксующихся каменных углей. Активированный уголь Шубарколь, дробленный до класса -3,6+1,0 мм, был произведен в Казахстане из коксующегося каменного угля компанией АО «Шубарколь комир». Для испытания дробленого угля Шубарколь в качестве эталонного образца использован промышленный дробленный уголь Haусarb, изготовленный из скорлупы кокосовых орехов. Данный уголь широко используется на золотодобывающих предприятиях для сорбции растворенного золота из цианидных растворов и пульп. Для проведения исследований был использован продуктивный раствор, полученный при кучном выщелачивании золота из окисленной руды одного из месторождений Казахстана. Раствор характеризуется составом, мг/л: золото 0,82; серебро 0,44; медь 8,34; рН 11,05. Определение сорбционных характеристик было проведено методом насыщения углей золотом при смене растворов. Приведены результаты изменения содержания золота в маточном растворе, его извлечение и насыщение углей благородным металлом после каждого цикла сорбции из продуктивного раствора кучного выщелачивания при использовании дробленных углей марок Шубарколь и Haусarb. Из полученных данных следует, что активированный уголь Шубарколь имеет близкие сорбционные характеристики по сравнению с активированным углем Haусarb. Рабочая емкость угля Шубарколь по золоту составила 2,28 кг/т угля по сравнению с углем Haусarb – 2,57 кг/т. Таким образом, дробленный уголь Шубарколь, полученный из относительно дешевого сырья, может успешно использоваться на промышленных объектах взамен зарубежного сорбента.

Ключевые слова: активированный уголь, сорбция, сорбционная емкость углей, сорбент, золото.

Information about authors:

Ilyassov Asylzhan Erlanovich, Master student, Chair of Metallurgical processes, heat engineering and technology of special materials, Institute of Metallurgy and Industrial Engineering, Satbayev University, a.ilyassov@stud.satbayev.university, ilyassov07@mail.ru;

Baikonurova Aliya Omirkhanovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chair of Metallurgical processes, heat engineering and technology of special materials, Institute of Metallurgy and Industrial Engineering, Satbayev University, a.baikonurova@satbayev.university, a.baikonurova@yandex.kz, <https://orcid.org/0000-0002-1052-3505>;

Surimbayev Bauyrzhan Nurzhanovich, PhD, Senior Researcher, Laboratory of precious metals, The Branch of the RSE «NC CPMS RK» State Scientific-Industrial Association of Industrial Ecology «Kazmekhanobr», Almaty, Kazakhstan; Senior Lecturer, Chair of Analytical, Colloid Chemistry and Technology of Rare Elements, Department of Chemistry and Chemical Technology, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; surimbaev@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3988-8444>

REFERENCES

- [1] Lazowski M. (1848). On Some Properties of Carbon, *Chem. Gaz*, 6: 43.
- [2] Johnson, W. D. (1894). Abstraction of gold and silver from their solution in potassium cyanide. US pat, 522, 260.
- [3] Meretukov M.A. (2007). Active carbons and cyanide process [Aktivnye ugli i cianistyj process], Moscow: «Ore and Metals» Publishing House, 22. ISBN: 978-5-98191-029-6. (In Russian).
- [4] Plaksin I.N. (1958). Metallurgy of precious metals [Metallurgija blagorodnyh metallov], Moscow: «Metallurgizdat» Publishing House, 282-287. (In Russian).
- [5] Marsh, Harry, Francisco Rodríguez Reinoso. (2006). Activated carbon. Elsevier, 554. DOI: 10.1016/B978-0-08-044463-5.X5013-4.
- [6] McDougall, G.J., Hancock, R.D. (1980). Activated carbons and gold. *Minerals Science and Engineering*, 12(2): 85-99. ISSN 0026-4660.
- [7] McDougall, G.J., Hancock, R.D. (1981). Gold complexes and activated carbon. *Gold Bulletin*, 14(4): 138-153.
- [8] Gallagher, N.P., Hendrix, J.L., Milosavljevic, E.B., Nelson, J.H., Solujic, L. (1990). Affinity of activated carbon towards some gold (I) complexes. *Hydrometallurgy*, 25(3): 305-316. DOI: 10.1016/0304-386X(90)90046-5.
- [9] Yalcin, M., Arol, A.I. (2002). Gold cyanide adsorption characteristics of activated carbon of non-coconut shell origin. *Hydrometallurgy*, 63(2): 201-206. DOI: 10.1016/S0304-386X(01)00203-1.
- [10] Foo, K.Y., Hameed, B.H. (2009). An overview of landfill leachate treatment via activated carbon adsorption process. *Journal of Hazardous Materials*, 171(1-3): 54-60. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2009.06.038.
- [11] McCreary, J.J., Snoeyink, V.L. (1980). Characterization and activated carbon adsorption of several humic substances. *Water Research*, 14(2): 151-160. DOI: 10.1016/0043-1354(80)90231-6.
- [12] Hayashi, J.I., Kazehaya, A., Muroyama, K., Watkinson, A.P. (2000). Preparation of activated carbon from lignin by chemical activation. *Carbon*, 38(13): 1873-1878. DOI: 10.1016/S0008-6223(00)00027-0.
- [13] Surimbaev B.N., Kanaly E.S., Akzharkenov M.D., Bolotova L.S., Shalgymbaev S.T. (2019). Comparison of sorption characteristics of sorbents [Sravnenie sorbcionnyh harakteristik sorbentov] // Proceedings of the 10th International Beremzhanov Congress on Chemistry and Chemical Technology [Trudy X mezhdunarodnogo Beremzhanovskogo s'ezda po himii i himicheskoj tehnologii], Almaty, KazNU, 162-163. ISBN 978-601-04-4270-2. (In Russian).
- [14] Pilat B.V., Zajceva V.N., Romanenko A.G. (1983). Methods for the extraction of precious metals from solutions and wastewater [Metody izvlechenija blagorodnyh metallov iz rastvorov i stochnyh vod], Moscow: CNIIvetmet jekonomiki i informacii, 1983, 1: 42. (In Russian).
- [15] Taskin N.I., Bajmahanov M.T., Romanenko A.G. (1979). Current state and prospects of using coal sorption technology in gold hydrometallurgy [Sovremennoe sostojanie i perspektivy primenenija ugol'no-sorbcionnoj tehnologii v gidrometallurgii zolota], Alma-Ata: KazNIINTI, 51. (In Russian).
- [16] Surimbayev B.N., Kanaly E.S., Altynbek Sh.Ch., Bolotova L.S. (2016). The use of crushed activated carbons Shubarkolkomir in heap leaching of gold [Ispol'zovanie droblennyh aktivirovannyh uglej Shubarkol'komir pri kuchnom vyshhelachivanii zolota] // Materials of the International Scientific and Practical Conference «Sustainable scientific and technological development: trends and technologies» [Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Ustojchivoe nauchno-tehnologicheskoe razvitie: trendy i tehnologii»], Almaty, 241-245. ISBN 978-601-7146-29-0. (In Russian).
- [17] Altynbek Sh.Ch., Kanaly E.S., Mambetzhanova A.M., Bolotova L.S. (2016). Study of sorption characteristics of powdered activated carbon for gold Shubarkolkomir [Issledovanie sorbcionnyh harakteristik po zolotu poroshkovogo aktivirovannogo uglja Shubarkol'komir] // Materials of the International Scientific and Practical Conference «Sustainable scientific and technological development: trends and technologies» [Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Ustojchivoe nauchno-tehnologicheskoe razvitie: trendy i tehnologii»], Almaty, 126-129. ISBN 978-601-7146-29-0. (In Russian).
- [18] Baikonurova A.O., Ilyassov A.E., Surimbayev B.N., Bolotova L.S. (2019). Research on the treatment of industrial wastewater from a concentration plant with activated carbons [Issledovanija po ochistke promyshlennyh stochnyh vod obogatitel'noj fabriki aktivirovannyimi ugljami] // Materials of the International XIX Baikonur readings «The role of innovations in the transformation of modern society» [Materialy Mezhdunarodnyh XIX Bajkonurovskih chtenij «Rol' innovacij v transformacii sovremenogo obshhestva»], Zhezkazgan, 54-57. ISBN 978-601-7271-01-4. (In Russian).
- [19] Ilyassov A.E., Baikonurova A.O., Surimbayev B.N. (2020). Comparison of the mechanical resistance of crushed activated carbon [Sravnenie mehanicheskoj stojkosti droblennyh aktivirovannyh uglej] // International scientific and practical conference «SATPAYEV READINGS – 2020» [Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «SATPAEVSKIE CHTENIJA – 2020»], Almaty, 1: 496-498. ISBN 978-601-323-209-6. (In Russian).

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации
в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)

Редакторы: *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Д. А. Абдрахимовой*

Подписано в печать 12.04. 2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,2 п.л. Тираж 300. Заказ 2.