

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

3 (460)

JULY – SEPTEMBER 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, PhD докторы, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (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: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

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

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

АГАБЕКОВ В ладимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«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: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

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

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

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

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

ROSS Samir, Ph.D., professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D., pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

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: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2024

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224–5286

Volume 3, Number 460 (2024), 53–67

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.236>

УДК 664.143.66

B.I. Dikhanbaev¹, A.B. Dikhanbaev^{2*}, K.T. Baubekov¹, S.B. Ybray¹, 2024.

¹Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan;

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: arystan.d74@gmail.com

CREATION OF AN ENERGY-EFFICIENT UNIT FOR CLINKER PROCESSING AT ACHISAI MINE

Dikhanbayev Bayandy Ibragimovich is a Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan E-mail: otrar_kz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2666-5484>;

Dikhanbayev Arystan Bayandievich is a PhD, senior teacher at the Department of Thermal Power Engineering, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan E-mail: arystan.d74@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6602-4230>;

Baubekov Kuat Talgatovich is a Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan E-mail: baubekov52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5640-8660>;

Sultan Ybray is a senior teacher, Department of Thermal Power Engineering, Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan E-mail: sultanybray@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5262-2149>.

Abstract. The industrial dumps of the Republic of Kazakhstan contain about 20 billion tons of waste. In the metallurgical workshop of the Achpolimetall plant alone, 4–5 million tons of clinker, from the Waelz processing of zinc oxide ore, have been accumulated. Cost-effective extraction of valuable clinker components requires twice as much energy as production from “rich” ores. The research aims to create a melting unit that reduces specific fuel consumption by 3–4 times compared to its analogs. The novelty of the work is the discovery of a new phenomenon, which shows: that in the melt layer, there are two reactions opposite in direction and intensity, (1) – slow reactions of decomposition of complex components (Zn_2SiO_4 , $ZnFe_2O_4$) into simple molecules (ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3) and (2) – rapid reactions of the formation of complex components from simple molecules; the dominance of one of the two reactions affects the degree of zinc extraction from the melt. Based on this phenomenon, a new generation melting unit was created, as a combination of a melting reactor with a tubular furnace, which reduces specific fuel consumption by 3–4 times compared to the existing Waelz kiln. Calculation of the technical and economic indicators of the unit, with a productivity of 25 t/h, shows that the project’s payback period would be 4–5 years.

Keywords: slag, zinc, a combination of “ideal” mixing and “ideal” displacement modes, reactor inversion phase-rotary kiln

Б. И. Диханбаев¹, А.Б. Диханбаев^{2*}, К.Т. Баубекөв¹, С.Б. Ыбрай¹

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: arystan.d74@gmail.com

АЩЫСАЙ КЕНІШНІҢ КЛИНКЕРІН ӨНДЕУ ҮШІН ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕЙТІН ҚОНДЫРҒЫНЫ ҚҰРУ

Диханбаев Баянды Ибрагимович – техника ғылымдарының докторы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық Зерттеу Университетінің «Жылуэнергетика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Астана, Қазақстан E-mail: otrar_kz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2666-5484>;

Диханбаев Аыстан Баяндыевич – Ph.D. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, «Жылуэнергетика» кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан E-mail: arystan.d74@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6602-4230>;

Баубекөв Қуат Талғатұлы – техника ғылымдарының докторы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық Зерттеу Университетінің «Жылуэнергетика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Астана қ, Қазақстан E-mail: baubekov52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5640-8660>;

Ыбрай Сұлтан Барлымбайұлы – С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық Зерттеу Университетінің «Жылуэнергетика» кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан E-mail: sultanybray@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5262-2149>.

Аннотация. Қазақстан Республикасының өнеркәсіптік үйінділерінде 20 млрд тоннаға жуық қалдық бар. Бір ғана «Ачполиметалл» зауытының металлургиялық цехында, мырыш оксиді кенін Waelz өңдеуден, 4–5 миллион тонна клинкер жинақталған. Бағалы клинкер компоненттерін үнемді өндіру оларды «бай» рудалардан өндіруге қарағанда екі есе көп энергияны қажет етеді. Зерттеудің мақсаты – аналогтарымен салыстырғанда отынның меншікті шығынын 3–4 есе азайтатын балқыту қондырғысын құру. Жұмыстың жаңалығы мынаны көрсететін жаңа құбылыстың ашылуы болып табылады: балқыма қабатында бағыты мен қарқындылығы бойынша қарама-қарсы екі реакция, (1) – күрделі компоненттердің (Zn_2SiO_4 , $ZnFe_2O_4$) баяу ыдырау реакциялары арқылы қарапайым молекулаларға айналуы (ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3) және (2) – қарапайым молекулалардан күрделі компоненттер түзетін жылдам реакциялар; екі реакцияның біреуінің басым болуы балқымадан мырыштың алыну дәрежесіне әсер етеді. Осы құбылыстың негізінде құбырлы пешпен балқыту реакторының қосындысы ретінде жаңа буын балқыту қондырғысы құрылды, ол қолданыстағы Waelz пешімен салыстырғанда отынның меншікті шығынын 3–4 есе азайтады. Өнімділігі 25 т/сағ болатын қондырғының техникалық–экономикалық көрсеткіштерін есептеу жобаның өзін-өзі ақтау мерзімі 4–5 жыл болуы мүмкін екенін көрсетеді.

Түйін сөздер: фазалық инверсиялық реактор – құбырлы пеш, мырыш, шлак, «идеалды» араластыру және «идеалды» ығыстыру режимдерінің үйлесімі.

Б.И. Диханбаев¹, А.Б. Диханбаев^{2*}, К.Т. Баубеков¹, С.Б. Ыбрай¹

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

² Евразийский Национальный Университет имени Г.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан.

E-mail: arystan.d74@gmail.com

СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ КЛИНКЕРА РУДНИКА «АЧИСАЙ»

Диханбаев Баянды Ибрагимович – доктор технических наук, ассоциированный профессор кафедры теплоэнергетики Казахского Агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, E-mail: otrar_kz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2666-5484>;
Диханбаев Арыстан Баяндыевич – PhD кафедры теплоэнергетики Евразийского Национального Университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: arystan.d74@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-6602-4230>;

Баубеков Куат Талгатович – доктор технических наук, ассоциированный профессор кафедры теплоэнергетики, Казахского Агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, E-mail: baubekov52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5640-8660>;

Ыбрай Султан – старший преподаватель кафедры теплоэнергетики Казахского Агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, E-mail: sultanybray@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5262-2149>

Аннотация. В промышленных отвалах Республики Казахстан содержится около 20 миллиардов тонн отходов. Только в металлургическом цехе комбината «Ачполиметалл» накопилось 4–5 миллионов тонн клинкера от вельцевания оксидной цинковой руды. Рентабельное извлечение ценных компонентов клинкера требует 2^х-разовой затраты энергии, чем при их выработке из «богатых» руд. Целью исследования является создание плавильного агрегата, в 3–4 раза сокращающий удельный расход топлива, по сравнению с его аналогами. Новизной работы является открытие нового явления, которое показывает: в слое расплава идет два противоположных по направлению и интенсивностью реакции, (1) – медленные реакции разложения сложных компонентов (Zn_2SiO_4 , $ZnFe_2O_4$) на простые молекулы (ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3) и (2) – быстрые реакции образования сложных компонентов из простых молекул; доминирование одной из двух реакции влияет на степень извлечения цинка из расплава. На основе данного явления создан плавильный агрегат нового поколения, как комбинация плавильного реактора с трубчатой печью, в 3–4 раза сокращающий удельный расход топлива, по сравнению с действующей вельц-печью. Расчет технико-экономических показателей агрегата, производительностью 25 т/ч, показывает, что срок окупаемости проекта может составить 4–5 лет.

Ключевые слова: реактор инверсии фаз, трубчатая печь, цинк, шлаки, комбинация режимов «идеальное» смешение и «идеальное» вытеснение

Введение

В отвалах горнометаллургической отрасли Республики Казахстан содержится около 20 миллиардов тонн отходов (Болатбаев, 2001: 91–93). Только в металлургическом цехе комбината «Ачполиметалл», накопилось около 4.5 миллионов тонн клинкера от вельцевания оксидной цинковой руды.

С истощением богатых оксидных рудных запасов содержание цинка в руднике «Ачисай» снизилось до 10–12%. После офлюсовки руды, концентрация цинка в шихте не повысилась выше 6–7 %. Низкое содержание цинка, сопровождаемой дороговизной кокса, привело к полной остановке производства. **Массовая доля компонентов** клинкере, %: Cu (0.85–1.20), Zn (1.37–5.00), Pb (0.11–0.38), Fe_(общ) (13.88–30.30), SiO₂ (29.06–38.11), CaO (9.03–19.03), Al₂O₃ (7.13–11.64), MgO (1.52–2.56), MnO (1.11–1.27), Na₂O (0.03–1.13), S_{общ} (2.37–2.55), Au_(г/т) (1.8–3.7), Ag_(г/т) (65.0–117.0), C (4.2–15).

Учитывая, что прогнозируемый срок исчерпания богатого по ценным компонентам полиметаллического сырья Республики Казахстан составляет 30–35 лет (Даукеев, 2003: 11), то, в недалеком будущем, производство металлов из техногенных отходов и «бедных» руд может оказаться приоритетным. Однако, по данным авторов (Hansson, 2009: 15–24; Koizhanova, 2012: 843–846), при выработке металлов из техногенных отходов удельный расход топлива повышается в ~ 2 раза, по сравнению с их выработкой из «богатого» сырья традиционными методами. Предметом данной работы является разработка энергосберегающего плавильного агрегата, 3–4 раза сокращающий удельный расход топлива при переработке клинкера от вельцевания цинковой руды, и прогноз его рентабельности.

Новизной работы является:

– открытие нового явления: в слое расплава идет два противоположных по направлению и интенсивностью реакции, (1) – медленные реакции разложения сложных компонентов (Zn₂SiO₄, ZnFe₂O₄) на простые молекулы (ZnO, SiO₂, Fe₂O₃) и (2) – быстрые реакции образования сложных компонентов из простых молекул; доминирование одной из двух реакции влияет на степень извлечения цинка из расплава;

– новый эффект, комбинация режимов ««идеальное» смешение - «идеальное» вытеснение», повышающий степень извлечения цинка с 30 % до 70 %, при непрерывном процессе, получивший название слой расплава с инверсией фаз;

– комбинация реактора инверсией фаз с трубчатой печью, с регенеративным использованием высокотемпературных газов реактора, для нагрева в печи исходного материала, сокращающей удельный расход топлива в 3–4 раза по сравнению с действующими аналогами;

– создание кессонов испарительного охлаждения с гарниссажной футеровкой, исключаящее использование малонадежных огнеупорных футеровок или дорогостоящих водоохлаждаемых медных элементов на проточно-водяном охлаждении (Dikhanbaev, 2021: 101003; Dikhanbaev, 2019: 23388; Sultan, 2023: 127817; Dikhanbaev, 2024: 130978);

– создание новой методики расчета расхода топлива, для прогнозирования технологических параметров реактора инверсии фаз;

– использование метода аффинного моделирования при пересчете характеристик пилотной установки на промышленный образец (Dikhanbaev, 2021: 101003; Dikhanbaev, 2019: 23388; Sultan, 2023: 127817; Dikhanbaev, 2024: 130978; Weidong Xie 2023: 127591).

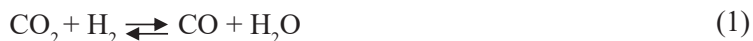
Метод исследования

Альтернативным способом достижения цели является методология предельного энергосбережения (Ключников, 1986: 3-7; Диханбаев, 2011: 74-77). Одним из ее принципов является разработка энергосберегающего способа, создание на его основе пилотной установки по комплексной переработке отходов, проведение экспериментов и перерасчет характеристик пилотной установки на промышленный образец методом аффинного моделирования.

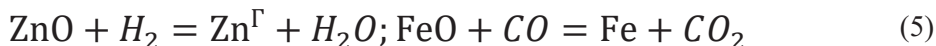
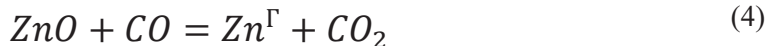
Методика расчета расхода топлива на плавильный реактор.

Состав отходящих реакторных газов вычисляют базируясь на следующей упрощенной физико–химической модели процесса в слое расплава: в газовой фазе и на границе газ–шлак равновесие устанавливается мгновенно; продукты сгорания топлива при входе в слой мгновенно охлаждаются до температуры расплава; в исходных продуктах сгорания в слое расплава содержатся H_2 , H_2O , CO , CO_2 , N_2 , что справедливо для процесса переработки шлаков происходящего при температуре ниже $1600^\circ C$.

Последнее условие позволяет определить состав продуктов сгорания по равновесию только одной реакции:



Проходя сквозь слой цинксодержащего расплава, газы взаимодействуют с закисью железа и окисью цинка по следующим реакциям:



Особенностью восстановления цинка из шлаковых расплавов продуктами конверсии природного газа является слабое развитие реакции (2), с образованием металлического железа, которое в условиях слоя инверсии фаз успевает расходоваться по реакции (4). В этих условиях процесс характеризуется преимущественно протеканием реакции (5), которая находится в диффузионной области реагирования. Поэтому в качестве расчетной принимается реакции (1) и (5), для которых константа равновесия и температурная зависимость константы равновесия записываются в следующем виде:

$$K = y \cdot w / x \cdot q, \quad (7)$$

$$K = 10 \exp \left(\frac{-1640}{T} + 1,5 \right) \quad (8)$$

Здесь: x, y, w, q – число молей $\text{CO}_2, \text{CO}, \text{H}_2\text{O}, \text{H}_2$ в отходящих реакторных газах на один моль исходного природного газа (например, моль CO_2 /моль природного газа).

Из материального баланса для углерода, водорода и кислорода, с учетом восстановленного из расплава цинка, выводим систему для определения состава отходящих реакторных газов:

$$x + y = B; q + w = C; x + 0,5(w + y - Z) = E \quad (9)$$

Здесь: B, C – число молей углерода, водорода в природном газе, – число молей кислорода в окислителе, Z – число молей ZnO вступившее в реакцию на один моль природного газа.

Из совместного решения уравнений (7) и (8) получим систему:

$$(K - 1)x^2 + [K(B + C - Z - 2E) + Z + 2E]x - B(2E + Z - B) = 0;$$

$$y = B - x; w = Z + 2E - B - x; q = c - w; \quad (10)$$

Суммарное число молей полученных продуктов:

$D = A + B + C$, здесь A – число молей азота, вступившего в реакцию.

$$A = \alpha \beta \Sigma \left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n + m_{N_2}^0; B = \Sigma(m) C_m H_n + m_{CO_2}^0;$$

где: $C = \Sigma \left(\frac{n}{2} \right) C_m H_n + d\alpha(1 + \beta) \Sigma \left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n;$

$$E = \alpha \Sigma \left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n + m_{CO_2}^0 + 0,5d\alpha(1 + \beta) \cdot \Sigma \left(m + \frac{n}{4} \right) C_m H_n \quad (11)$$

Здесь: $C_m H_n - \text{CH}_4, \text{C}_2\text{H}_6, \text{C}_3\text{H}_8$ и т.д., $m_{N_2}^0, m_{CO_2}^0$ – число молей азота и углекислого газа поступившие с природным газом, – коэффициент расхода окислителя, – отношение мольных долей азота и кислорода в окислителе, – влажосодержание одного моля окислителя.

В(12) выведена эмпирическая зависимость расхода топлива от технологических параметров плавки шлаков в реакторе. Предварительно задаваясь температурой процесса, при заданном значении производительности реактора P , совместно решая уравнения (9) и (11) определяют число молей « Z » и расход топлива на процесс « B »:

$$B = \frac{P[C_{\text{ш}}(t_p - t_{\text{ш}}) + q_{\text{пл}} + q_{\text{энд}} - (\Delta C_Z + \Delta C_f)c_{\text{ш}}t_{\text{ш}}] + F_{OC} \cdot q_{OC}}{Q_{\text{H}}^P + \alpha v_{\text{B}}^0 c_{\text{B}} t_{\text{B}} - (D + z)c_{\text{O}} t_{\text{O}} - [CO \cdot q_{CO} + H_2 q_{H_2} + Z \cdot q_{Zn}]} \quad (12)$$

Здесь: F_{oc} – огневая поверхность реактора, P – расход шлага на реактор, $C_{ш}$ – удельная теплоемкость шлага, t_m – температура шлага поступающего в реактор, t_p – температура расплава на выходе из реактора, $q_{пл}$ – теплота плавления шлага, $q_{энд}$ – теплота эндотермической реакции восстановления цинка из шлаков q_{co} , q_{H_2} , q_{zn} , – теплота сгорания (окисления) CO , H_2 и Zn , ΔC_Z – удельный тепловой поток через ограждающую поверхность реактора, α – коэффициент расхода окислителя, Q_H^P – низшая теплота сгорания природного газа, α – коэффициент расхода окислителя, U_B^0 – теоретический необходимый удельный расход окислителя, C_B – удельная теплоемкость окислителя, t_B – температура окислителя C_{or} , t_{or} – теплоемкость и температура отходящих газов с реактора. Методом аффинного моделирования описанной в (Dikhanbaev, 2021: 101003) выполнен расчет теплотехнических характеристик промышленного образца реактора инверсии фаз, некоторые результаты которых представлены в таблице 1. В основу расчета заложены результаты экспериментальных данных по получению из шлаков углеродистого железа и силикатного расплава пригодного для производства строительных материалов (Büyükkamber, 2023: 127666; Dongseong, 2023: 127603; Zhongbei, 2023: 127621; Cheng, 2023: 127524; Outokumpu HSC Chemistry for Windows; Диханбаев, 2022: 74-92).

Таблица 1 – Прогнозные технологические характеристики «реактор инверсии фаз–трубчатая печь»

1	Производительность реактора по клинкеру, т/ч	5,0	12.0	25.0	30
2	Производительность реактора по содержанию Fe–Zn ~ 2 5 % (Fe–20 % – Zn–5 %)	1.25 (1 т/ч Fe, 0.25 т/ч Zn)	3.0 (2.4 т/ч Fe, 0.6 т/ч Zn)	6.25 (5 т/ч Fe, 1.25 т/ч Zn)	7.5 (6 т/ч Fe, 1.5 т/ч Zn)
3	Удельный расход условного топлива кг у.т./т Zn	2790	2020	1620	1550
4	Поверхность охлаждения реактора, м ²	23	40.5	67.7	78
5	Удельный расход условного топлива относительно поверхности охлаждения реактора, кг у.т./м ²	30.43	29.92	29.91	29.94
6	Внутренний диаметр трубчатой печи, м, при скорости газа 5 м/с и $t=1050$ °C:	2.0	2.3	3.00	3,3
7	Длина трубчатой печи, м		3.4	4.5	5,0

Из рассмотрения таблицы 1 можно заключить, что с ростом производительности с 5 т/ч до 30 т/ч, удельный расход условного топлива на реактор сокращается в 1,8 раза. Удельный расход топлива относительно поверхности охлаждения реактора остается постоянным ~30 кг у.т./м².

При производительности установки «реактор инверсии фаз–трубчатая печь» (РИФ–ТП) 30 т/ч удельный расход условного топлива составляет 1550 (см. Табл. 1). Согласно (Dikhanbaev, 2021: 101003), при переработке гранулированного

шлака со степенью извлечения цинка $E=75-80\%$ на вельц–печи Лениногорского полиметаллического комбината (Казахстан), при производительности шлака 31 т/ч, удельный расход условного топлива составил 5800–6000 кг у.т./тZn. Из сравнения приведенных данных можно заключить, что переработка шлаков в РИФ–ТП по сравнению с вельц–печью сократит удельный расход топлива в 3–4 раза.

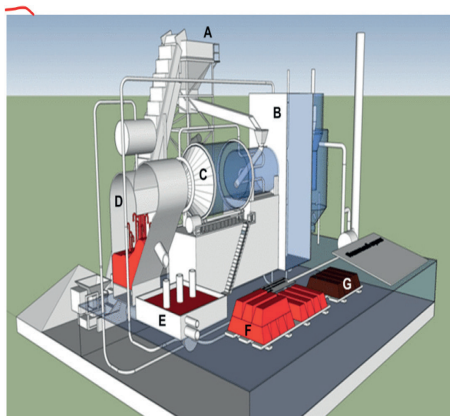
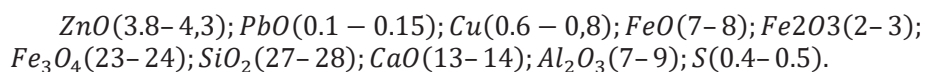
Результаты экспериментов

С целью дальнейшего совершенствования техники и технологии переработки отвальных шлаков, было спроектирована и построена пилотная установка производительностью 1,5 т/ч по шлаку (Dikhanbaev, 2021: 101003).

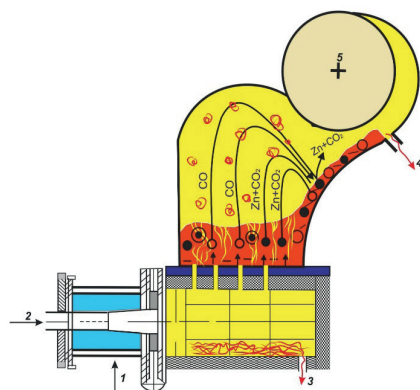
Принцип работы установки следующий (см. рис 1–3). Отвальный шлак непрерывно загружается в трубчатую печь С, нагревается отходящими газами плавильного реактора D, и вдувается в тот же реактор D. В реакторе шлак плавится и возгоняются из него цинк и германий в газовую фазу. Расплав, пригодный для производства строительной продукции, выпускается из реактора. Отходящие газы трубчатой печи нагревают дутьевой воздух в воздухоподогревателе В. Возгоны цинка и германия отделяются в скруббере от уходящих газов.

Рис.1. Общий вид пилотной установки

В период проведения экспериментов в режиме «плавка–восстановление» было переработано ~ 250 т «бедного» шлака состава:



А–бункер для шлаков, В–воздухоподогреватель–скруббер, С–трубчатая печь, D–реактор инверсии фаз, E–электроотстойник, F–углеродистое железо, G–камнелитные изделия
Рисунок 2. Макет установки «реактор инверсии фаз–трубчатая печь»

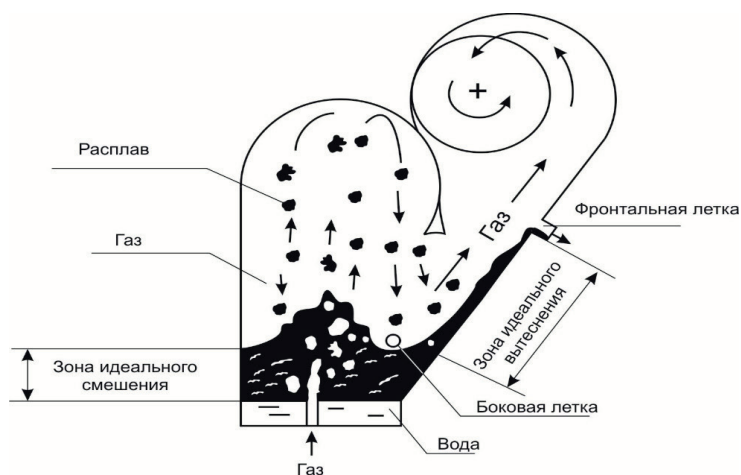


1–воздух, 2–топливо, 3–шлак, 4–расплав, 5–газы
Рисунок 3. Конструктивная схема реактора инверсии фаз (сверху) с топкой для газообразного и твердого топлива (снизу)

Эксперименты на установке проводились непрерывным способом, в трех режимах продувки и для двух методов выпуска расплава из реактора. За меру оценки интенсивности продувки принят отношение импульса газов у сопел продувочной решетки к весу ванны расплава – I_c/G_B .

Режимы: 1) **режим барботажного слоя**, в пределах интенсивности продувки $I_c/G_B = 0,036-0,09$; 2) **режим «идеального» смешения** в пределах $I_c/G_B = 0,091 - 0,19$; 3) **режим «идеального» вытеснения** в пределах $I_c/G_B = 0,191 - 0,42$.

Методы выпуска расплава из леток (см. рис.4): 1) боковая летка (с вертикального кессона); 2) фронтальная летка (с наклонного кессона).



На вертикальном кессоне-боковая летка, на наклонном фронтальная-летка.

Рисунок 4. Схема расположения выпускных леток кессонов

Таким образом, усредненные результаты экспериментов показывают:

1) в режиме **барботажного слоя** $I_c/G_B = 0,036-0,09$, с выпуском расплава с **бокового кессона**, извлечение цинка не превышает 30 %.

2) в режиме «**идеальное смешение**» $I_c/G_B = 0,091 - 0,19$, и в режиме за пределами «идеального» смешения $I_c/G_B = 0,42$, с выпуском расплава с летки **вертикального кессона**, степень извлечения цинка не более 40 %.

3) в режиме «**идеальное смешение-идеальное вытеснение**» $I_c/G_B = 0,19 - 0,42$, и только при выпуске расплава с наклонной части реактора, степень извлечения цинка достигает 70 %.

В таблице 2 приведены результаты экспериментов. Условные обозначения: P – производительность установки по шлаку, M_B – масса ванны расплава в реакторе, V_{O_2} – расход кислорода, $B_{пгр}$ – расход природного газа, $W_{э}$ – расход электроэнергии, $G_{пар}$ – выработка пара, $Zn^{нач}, Zn^{кон}$ – начальное и конечное содержание цинка в шлаке, E – степень извлечения цинка, «в» - удельный расход

природного газа на тонну цинка, I_c/G_B – отношение импульса газов в соплах продувочной решетки к весу ванны расплава, $I_c \cdot m_r \cdot W_c$, где m_r – массовый расход газа в соплах продувочной решетки, W_r – скорость газов в сопловой решетке, $G_B = M_B \cdot g$, где g – ускорение свободного падения.

Таблица 2. Сравнительные результаты экспериментов

Способы обработки расплава	P, кг/ч	M _B , кг	I_c/G_B	V_{O_2} , нм ³ /ч	$V_{ПРГ}$, нм ³ /ч	Zn ^{нат} , %	Zn ^{кон} , %	E, %	W _э , кВтч	G _{пар} , кг/ч	$\frac{V}{T \cdot Zn}$, нм ³ ПРГ/т Zn
1 Барботажный слой расплава $I_c/G_B \leq 0,09$	1300	670	0,064	103	288	4,3	3,01	30	235	~1500	17173
2 Слой «идеального» смешения $I_c/G_B = 0,09-0,19$		400	0,099-0,26	108	305-319	4,3	2,32	42	230	~1500	12640
3 Комбинация слоя «идеальное» смешение-«идеальное» вытеснение» $I_c/G_B = 0,19-0,42$	1400	130	0,26	105	319	4,3	0,8	70	230	~1500	7272

Данные таблицы 2 демонстрируют, что при смене способов обработки от барботажного слоя до комбинации слоя «идеальное» смешение – «идеальное» вытеснение», степень возгонки цинка «E» растет в 2,33 раза, а удельный расход топлива «v» уменьшается в 2,36 раза.

Обсуждение результатов экспериментов

В процессе опытов, при выпуске расплава с вертикального кессона, в режиме барботажного слоя с $I_c/G_B = 0,091$, слоя «идеального» смешения с $I_c/G_B = 0,09-0,19$, и за пределами слоя «идеальное» смешение с $I_c/G_B = 0,42$, степень извлечения цинка не повысилась выше E=40 %. Так как, выпуск расплава с вертикального кессона в вышеуказанных диапазонах продувок определяется режимом идеального смешения, то из этого можно заключить, что возможности роста извлечения цинка в слое «идеальное» смешение, только за счет повышения интенсивности продувки имеет некоторый предел, обусловленный внутренними физико-химическими процессами.

После проведения экспериментов, с выпуском расплава с **наклонной летки**, с **фронтального кессона**, (условно назовем режимом идеального вытеснения), при том же значении $I_c/G_B = 0,42$, было достигнуто удовлетворительное значение степени возгонки цинка - E=70 %. Таким образом, перед экспериментатором встает естественный вопрос, какова роль **наклонного кессона** в повышении степени извлечения цинка?

Цинк в отвальных шлаках находится в форме сложных соединений, как силикат

цинка (Zn_2SiO_4), феррит цинка ($ZnFe_2O_4$) и т.п. Прежде чем восстановить цинк из таких сложных соединений потребуется их разложение на простые молекулы (см. табл. 3 пункты 1 и 2), и потом только происходит возгонка цинка в газовую фазу (см. табл. 3 пункт 3).

Таблица 3 – Термодинамические характеристики реакций при $t=1400$ °C

№	Реакций	ΔG , кДж	K
1	$Zn_2SiO_4 = 2ZnO + SiO_2$	35.73	0.077
2	$ZnFe_2O_4 = ZnO + Fe_2O_3$	32.37	0.097
3	$ZnO + CO = Zn^{r+} + CO_2$	-9.5	1.977
4	$2ZnO + SiO_2 = Zn_2SiO_4$	-35.73	13.062
5	$ZnO + Fe_2O_3 = ZnFe_2O_4$	-32.37	10.256

Как следует из таблицы 3, характер изменения энергии Гиббса образования сложных компонентов Zn_2SiO_4 и $ZnFe_2O_4$ из простых молекул – ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3 отрицательный, а характер изменения энергии Гиббса у реакции распада силиката (Zn_2SiO_4) и феррита цинка ($ZnFe_2O_4$) на простые молекулы (ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3) положительный. Среднее значение константы равновесия (K) реакции образования сложных компонентов из простых молекул (см. табл. 3 п.4, 5), на два порядка (~ 100 раз), больше, чем у реакции распада сложных компонентов на простые молекулы (п.1, 2). Поэтому, с большей вероятностью можно ожидать, что в режиме «идеальное» смешение, в слое расплава идет два противоположных по направлению и интенсивностью реакции: (1) – медленные реакции разложения сложных компонентов на простые молекулы и (2) – быстрые реакции образования сложных компонентов из простых молекул.

Из последнего можно заключить, что в упомянутом выше режиме «идеальное» смешение ($I_c/G_B=0,091$, $I_c/G_B=0,42$), с выпуском расплава с боковой летки, из-за доминирования быстрых реакции образования сложных компонентов (Zn_2SiO_4 , $ZnFe_2O_4$) из простых молекул (ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3), над медленными реакциями разложения сложных компонентов на простые молекулы, рост извлечения цинка не наблюдалось. И, наоборот, при выпуске расплава с фронтальной летки, из-за уменьшения смешения элементарных струек расплава, произошло торможение реакции образования сложных компонентов из простых молекул. Последнее обстоятельство привело к росту скорости реакции (п.3), соответственно к повышению степени возгонки цинка до 70 %.

Способ выпуска расплава с **наклонной летки** реактора, (**фронтальный кессон**, см. рис. 4), нами был условно назван режимом «идеальное» вытеснение. Так как, в наклонном слое расплава также идет процесс разложения сложных молекул, и каждая элементарная струйка в нем движется параллельно друг другу, то вероятность смешения простых молекул – ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3 , соответственно вновь образования из них сложных компонентов – Zn_2SiO_4 , $ZnFe_2O_4$, уменьшается, и степень восстановления цинка по формуле $ZnO + CO = Zn^{r+} + CO_2$ возрастает.

Таким образом, в результате экспериментов открыто новое явление: в слое расплава идет два противоположных по направлению и интенсивностью реакции, (1) – медленные реакции разложения сложных компонентов (Zn_2SiO_4 , $ZnFe_2O_4$)

на простые молекулы (ZnO , SiO_2 , Fe_2O_3) и (2) – быстрые реакции образования сложных компонентов из простых молекул; доминирование одной из двух реакций влияет на степень извлечения цинка из расплава; на основе нового явления создана комбинация способов «идеальное» смешение-«идеальное» вытеснение, названный слоем инверсии фаз; последний повысил степень возгонки цинка с 40 % до 70 %, и снизил удельный расход топлива в 2,36 раза по сравнению с традиционным методом барботажного слоя.

Рассчитана экономическая эффективность предлагаемой установки, результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов срока окупаемости инвестиции на установку производительностью 25 т/ч по клинкеру

При производстве только цинковых возгонов (Пессимистический сценарий)			При производстве цинковых возгонов и камнелитных изделий (Оптимистический сценарий)		
Цена продукции Цпр, тенге/год	Срок окупаемости τ , лет	Ожидаемая прибыль, тенге/год	Цена продукции Цпр, тенге/год	Срок окупаемости τ , лет	Ожидаемая прибыль, тенге/год
4 605 552 000	4.64	2 018 649 600	7 316 265 600	2.24	4 187 220 480

При степени извлечения цинка из клинкера 70 %, общее количество цинковых возгонов будет ~157 000 т. В случае стоимости товарных клинкерных возгонов \$800/т, наименьший рыночный потенциал Ачисайского отвального клинкера составит ~\$125 600 000.

Капитальные затраты $K = 9\,362\,965\,500$ тг; себестоимость продукции $C_{пр} = 2\,082\,240\,000$ тг/год; Цена камнелитных плит, 22680/ тг/т; $\tau = \frac{K}{(Цпр - C_{пр}) * 0,8}$;

Выводы

1. Низкое содержание цинка (6–7 %), сопровождавшееся с высокой стоимостью кокса, привело к полной остановке рудника Ачисай; в его металлургическом цехе накоплено около 4,5 млн тонн клинкера с рыночным потенциалом ~ \$125,6 млн. Однако экономически эффективное извлечение металлов из руд и клинкера требует в ~ 2 раза больше удельной энергии, чем их производство из богатых руд.

2. Создан плавильный агрегат с применением **нового** способа непрерывной плавки «идеальное» смешение; его замена на традиционный **барботажный** способ повысило извлечение цинка с 30 % до 40 %; однако дальнейшее повышение интенсивности продувки не дало эффекта.

3. **Новизной** работы является создание, на основе нового явления, комбинации способов «идеальное» смешение - «идеальное» вытеснение, названный слоем инверсии фаз; последний повысил степень возгонки цинка с 40 % до 70 %, и снизил удельный расход топлива в 2,36 раза по сравнению с традиционным методом барботажного слоя.

4. Создан плавильный агрегат **нового** поколения, как комбинация реактора

инверсией фаз с трубчатой печью, с регенеративным использованием высокотемпературных газов реактора для нагрева исходного материала в печи, в 3–4 раза сокращающей удельный расход топлива по сравнению с действующей вельц-печью.

5. Создана новая методика расчета расхода топлива в реакторе с использованием метода аффинного моделирования; на ее основе пересчитаны характеристики промышленной установки для переработки клинкера; результаты расчетов установки производительностью 25 т/ч по клинкеру показывают, что при пессимистическом сценарии срок окупаемости составит 4–5 лет.

Исследования проводились в рамках научно-технической программы **ИРН АР23489509** «Создание плавильного реактора для энергоэффективной утилизации золо- и шлакоотвалов»

Перспективы

Авторы планируют коммерциализацию плавильного агрегата «реактор инверсии фаз-трубчатая печь», для переработки золоотвалов тепловых электростанций, шлаков фьюмингования, клинкера вельцевания, «бедных» цинковых руд, хвостов обогащения и других отходов металлургии.

Конфликт интересов

От имени авторов корреспондент автор заявляет, что конфликта интересов нет.

Литература

Болатбаев К. Состояние, проблемы и резервы технологии обогащения полиметаллического сырья. // Промышленность Казахстана. – 2001. – № 1(8) – С.91-93.

Даукеев С.Ж. Минерально-сырьевые ресурсы Казахстана - возможности научно-технического развития. // Вопросы комплексной переработки сырья Казахстана: Труды Первой Международной Конференции. – Алматы. Казахстан. 2003. – С.11 (457с).

Диханбаев Б. Диханбаев А.Б. Метод решения задач ресурсоэнергосбережения в системе переработки свинцово-цинкового сырья// Промышленность Казахстана. –Алматы. 2011. 6(69). – С. 74-77.

Диханбаев А.Б., Диханбаев Б.И., Ыбрай С.Б., Бекишева Ж.Т. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series chemistry and technology ISSN 2224-5286 volume 2. number 451 (2022). Pp. 74-92. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.104>. Разработка безотходной технологии переработки золоотвалов электростанций с полной декарбонизацией отходящих газов.

Диханбаев Б.И., Диханбаев А.Б., Кошумбаев М.Б., Бекишева Ж.Т. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology ISSN 2224-5286 volume 1. № 458 (2024). Pp. 70-86. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.104>. Экологические проблемы энергетического комплекса Казахстана и декарбонизация тепловой угольной энергетики с переходом на безотходные технологии.

Dikhanbaev B., Dikhanbaev A., Chandima G. Design and implementation of an energy-saving melting reactor. International journal Case Studies in Thermal Engineering. London, August 2021. Vol.26. 101003. - journal homepage: www.elsevier.com/locate/cs/site.

Dikhanbaev Bayandy, Dikhanbaev Arystan, Koshumbayev Marat, Ybray Sultan, Mergalimova Almagul, Georgiev Aleksandar. On the issue of neutralizing carbon dioxide at processing coal in boilers of thermal power plants. Energy 295. 2024. 130978.

Dikhanbaev B, Gomes C, Dikhanbaev AB. Energy efficient system for galena concentrate processing. IEEE Access 2019. 7. 23388–95.

Dongseong Kang, Jaewon Byun, Jee-hoon Han. Environmental impact analysis of steelmaking off-gases on methanol production. *Energy Volume 277*. 15 August 2023. 127603.

Hansson R., Holmgren H. and Lehner T. "Recovery of recycled zinc by slag fuming at the Rönnskär smelter". *Journal of Metallurgy*. 2009. - Pp. 15-24.

Ключников А.Д. Метод предельного энергосбережения как методологическая основа для формирования энерго-материалосберегающих и экологически совершенных теплотехнологических систем. // Сборник научных трудов. Москва. Энергетический институт. 1986. - №105. - С. 3-7.

Kaan Büyükkamber, Hanzade Haykiri-Acma, Serdar Yaman. Calorific value prediction of coal and its optimization by machine learning based on limited samples in a wide range. *Energy. Volume 277*. 15 August 2023. 127666.

Koizhanova A.K., Osipovskaya L.L., Erdenova M.B. Study of precious metals extraction recovery from technogenic wastes. 12th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference DSGEM. 2012. June. Vol. 1. Pp. 843-846, 2012.

Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Equilibrium Software with Extensive Thermochemical Database. Version 5.1. October 31. 20012.

Cheng Ma, Yuzhen Zhao, Tingting Lang, Chong Zou, Junxue Zhao, Zongcheng Miao. Pyrolysis characteristics of low-rank coal in a low-nitrogen pyrolysis atmosphere and properties of the prepared chars. *Energy Volume 277*. 15 August 2023. 127524.

Sultan Ybray, Arystan Dikhanbaev, Bayandy Dikhanbaev, Almagul Mergalimova, Aleksandar Georgiev. Development of a technology for the production of hydrogen-enriched synthesis gas with waste-free processing of Ekibastuz coal. *Energy 278*. 2023. 127817.

Weidong Xie, Hua Wang, Veerle Vandeginste, Si Chen, Huajun Gan, Meng Wang, Zhenghong Yu. Thermodynamic and kinetic affinity of CO₂ relative to CH₄ and their pressure, temperature and pore structure sensitivity in the competitive adsorption system in shale gas reservoirs. *Energy Volume 277*. 15 August 2023. 127591.

Zhongbei Li, Ting Ren, Xiangchun Li, Yuanping Cheng, Xueqiu He, Jia Lin, Ming Qiao, Xiaohan Yang. Full-scale pore structure characterization of different rank coals and its impact on gas adsorption capacity: A theoretical model and experimental study. *Energy Volume 277*. 15 August 2023. 127621.

References

Bolatbaev K. Status, problems and reserves of polymetallic raw material enrichment technology. // *Industry of Kazakhstan*. – 2001. –No. 1(8)– P.91-93. (in Russ).

Cheng Ma, Yuzhen Zhao, Tingting Lang, Chong Zou, Junxue Zhao, Zongcheng Miao. Pyrolysis characteristics of low-rank coal in a low-nitrogen pyrolysis atmosphere and properties of the prepared chars. *Energy Volume 277*. 15 August 2023. 127524.

Daukeev S.Zh. Mineral raw materials resources of Kazakhstan - opportunities for scientific and technical development. // *Issues of complex processing of raw materials of Kazakhstan: Proceedings of the First International Conf.* – Almaty. Kazakhstan. 2003. – P. 11 (457p) (in Russ).

Dikhanbaev A. B., Dikhanbaev B. I, Ybray S. B., Bekisheva Zh. T. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology. ISSN 2224-5286 volume 2. number 451 (2022). 74-92. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.104>. Development of waste-free technology for processing ash dumps of power plants with complete decarbonization of waste gases. (in Russ).

Dikhanbaev B. Dikhanbaev A, B. Method for solving problems of resource-energy saving in the system of processing lead-zinc raw materials // *Industry of Kazakhstan*. – Almaty. 2011. 6 (69). P. 74-77. (in Russ).

Dikhanbaev B.I., Dikhanbaev A.B., Koshumbaev M.B., Bekisheva Zh.T. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology ISSN 2224-5286 volume 1. number 458 (2024). Pp. 70-86. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.104>. Environmental problems of the energy complex of Kazakhstan and decarbonization of thermal coal energy with the transition to waste-free technologies. (in Russ).

Hansson R., Holmgren H., and Lehner T. "Recovery of recycled zinc by slag fuming at the Rönnskär smelter". *Journal of Metallurgy*. 2009. - Pp. 15-24.

Dikhanbaev B., Dikhanbaev A., Chandima G. Design and implementation of an energy-saving melting reactor/ International journal Case Studies in Thermal Engineering. London. August 2021. Vol.26. 101003. - journal homepage: www.elsevier.com/locate/csite.

Dikhanbaev Bayandy, Dikhanbaev Arystan, Koshumbayev Marat, Ybray Sultan, Mergalimova Almagul, Georgiev Aleksandar. On the issue of neutralizing carbon dioxide at processing coal in boilers of thermal power plants. *Energy* 295. 2024. 130978.

Dikhanbaev B., Gomes C., Dikhanbaev A.B. Energy efficient system for galena concentrate processing. *IEEE Access* 2019. 7. 23388–95.

Dongseong Kang, Jaewon Byun, Jee-hoon Han. Environmental impact analysis of steelmaking off-gases on methanol production. *Energy* Volume 277. 15 August 2023. 127603.

Kaan Büyükkamber, Hanzade Haykiri-Acma, Serdar Yaman. Calorific value prediction of coal and its optimization by machine learning based on limited samples in a wide range. *Energy*. Volume 277. 15 August 2023. 127666.

Klyuchnikov A.D. The method of extreme energy saving as a methodological basis for the formation of energy-material-saving and environmentally advanced heat-technological systems. // Collection of scientific papers, Moscow, Energy Institute, 1986. № 105. P. 3-7. (in Russ).

Koizhanova A.K., Osipovskaya L.L., Erdenova M.B. Study of precious metals extraction recovery from technogenic wastes. 12th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference DSGEM. 2012. June. Vol. 1. Pp. 843-846. 2012.

Outokumpu HSC Chemistry for Windows. Chemical Reaction and Equilibrium Software with Extensive Thermochemical Database. Version 5.1. October 31, 20012.

Weidong Xie, Hua Wang, Veerle Vandeginste, Si Chen, Huajun Gan, Meng Wang, Zhenghong Yu. Thermodynamic and kinetic affinity of CO₂ relative to CH₄ and their pressure, temperature and pore structure sensitivity in the competitive adsorption system in shale gas reservoirs. *Energy* Volume 277. 15 August 2023. 127591.

Ybray Sultan, Dikhanbaev Arystan, Dikhanbaev Bayandy, Mergalimova Almagul, Georgiev Aleksandar. Development of a technology for the production of hydrogen-enriched synthesis gas with waste-free processing of Ekibastuz coal. *Energy* 278. 2023. 127817.

Zhongbei Li, Ting Ren, Xiangchun Li, Yuanping Cheng, Xueqiu He, Jia Lin, Ming Qiao, Xiaohan Yang. Full-scale pore structure characterization of different rank coals and its impact on gas adsorption capacity: A theoretical model and experimental study. *Energy* Volume 277. 15 August 2023. 127621.

CONTENTS

CHEMISTRY

K.Sh. Akhmetova, B.K. Kenzhaliev, S.V. Gladyshev*, N.K. Akhmadieva, L.M. Imangalieva
GLOBAL INNOVATIONS IN EXTRACTIVE METALLURGY OF TITANIUM.....5

O.K. Beisenbayev, B.M. Smailov, S.A. Sakibayeva, A.B. Issa, A.Sh. Kydyralieva
PRODUCTION AND RESEARCH OF HIGH-STRENGTH STRUCTURED FERTILIZERS BASED ON TECHNOGENIC WASTE.....27

A.S. Dautbayev, K.A. Kadirbekov, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina
APPLICATION OF ULTRAFLOCCULATION METHOD FOR PURIFICATION OF RECYCLING SOLUTIONS IN URANIUM MINING INDUSTRIES.....42

B.I. Dikhanbaev, A.B. Dikhanbaev, K.T. Baubekov, S.B. Ybray
CREATION OF AN ENERGY-EFFICIENT UNIT FOR CLINKER PROCESSING AT ACHISAI MINE.....53

N.B. Zhumadilda, N.G. Gemejiyeva, A.O. Sapieva, Zh.Zh. Karzhaubekova, N.A. Sultanova
LIPOPHILIC COMPONENTS OF HEDYSARUM SONGORICUM BONG. HERBS.....68

B. Imangaliyeva, B. Dossanova, B. Torsykbayeva, I. Nurlybaev, N. Sultanov
SYNTHESIS OF GLYCYRRHIZIC ACID FROM THE ROOTS OF THE PLANT "RED LICORICE" AND THE STUDY OF CHEMICAL PROPERTIES.....83

L.M. Kalimoldina, S.O. Abilkasova, M.A. Kozhaisakova, Zh.R. Syrymova, A.A. Sultanayeva
THE PROSPECT OF USING POLYMER BITUMEN TO IMPROVE THE QUALITY AND SAFETY OF ROAD INFRASTRUCTURE.....101

Zh.S. Kassymova, N.N. Berikbol, V.I. Markin, L.K. Orazzhanova, A.S. Seitkan
PRODUCTION OF SODIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE FROM PINE WOOD WASTE AND INVESTIGATION OF ITS PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES.....113

B.K. Kenzhalyiev, A.K. Koizhanova, T. A. Chepushtanova, A.O. Mukangaliyeva, D.R. Magomedov
INNOVATIVE METHODS FOR PROCESSING COPPER ORES IN KAZAKHSTAN: A COMPREHENSIVE APPROACH TO ENHANCING THE EFFICIENCY OF VALUABLE COMPONENT EXTRACTION.....124

M.M. Mataev, A.M. Madiyarova, G.S. Patrin, M.R. Abdraimova, M.A. Nurbekova SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF A NEW COMPLEX FERRITE.....	137
N. Merkhatuly, A.N. Iskanderov, S.B. Abeuova, A.N. Iskanderov, S.K. Zhokizhanova, N.G. Atamkulova INCLUSION OF AZULENE STRUCTURAL UNITS IN THE BASIS OF CONJUGATED POLYMERS: IMPROVEMENT OF PROTON SENSITIVITY AND FLUORESCENCE.....	147
A.N. Nefedov, A.K. Akurpekova, A.T. Taiekenova, S.A. Kurguzikova, D.K. Beisenbaev DETERMINATION OF AMINE CONCENTRATION BY POTENTIOMETRIC AND CONDUCTOMETRIC TITRATION METHODS.....	160
M. Toktarbek, G.A. Seitimova, G.Sh. Burasheva OPTIMISATION METHOD FOR OBTAINING A BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM THE PLANT PETROSIMONIA BRACHIATA.....	175
M.T. Turdiyev, B.K. Kasenov, A. Nukhuly, Zh.I. Sagintaeva, Sh.B. Kasenova, E.E. Kuanyshbekov, M. Stoev SYNTHESIS AND RADIOGRAPHY OF NEW ZIRCON-MANGANITES OF LANTHANUM AND ALKALINE EARTH METALS AND CALCULATION OF THEIR THERMODYNAMIC PROPERTIES.....	186

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ

- К.Ш. Ахметова, Б.К. Кенжалиев, С.В. Гладышев, Н.К. Ахмадиева, Л.М. Имангалиева**
 ТИТАН МЕТАЛЛУРГИЯСЫНДАҒЫ ӘЛЕМДІК ИННОВАЦИЯЛАР.....5
- О.К. Бейсенбаев, Б.М. Смайлов, С.А. Сакибаева, А.Б. Иса, А.Ш. Кыдырәлиева**
 ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАР НЕГІЗІНДЕГІ ЖОҒАРЫ БЕРІКТІ ҚҰРЫЛЫМДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....27
- Ә.С. Дәулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилқасова, Л.М. Калимолдина, А.Д. Алтынбек**
 УРАН ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚАЙТАРЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДІ ТАЗАЛАУ ҮШІН УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИЯЛЫҚ ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ.....42
- Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, К.Т. Баубекөв, С.Б. Ыбрай**
 АЩЫСАЙ КЕНІШНІҢ КЛИНКЕРІН ӨНДЕУ ҮШІН ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕЙТІН ҚОНДЫРҒЫНЫ ҚҰРУ.....53
- Н.Б. Жұмаділда, Н.Г. Гемеджиева, А.О. Сәпиева, Ж.Ж. Қаржаубекөва, Н.А. Сұлтанова**
HEDYSARUM SONGORICUM BONG. ӨСІМДІГІНІҢ ЛИПОФИЛЬДІ ҚҰРАМДАС БӨЛІКТЕРІ.....68
- Б. Имангалиева, Б. Досанова, Б. Торсықбаева, И. Нурлыбаев, Н. Сұлтанов**
 “ҚЫЗЫЛ МИЯ” ӨСІМДІГІНІҢ ТАМЫРЫНАН ГЛИЦИРРИЗИН ҚЫШҚЫЛЫН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....83
- Л.М. Калимолдина, С.О. Әбілқасова, М.А. Қожайсақова, Ж.Р. Сырымова, А.Ә. Сұлтанәева**
 ЖОЛ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ПОЛИМЕР БИТУМЫН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ.....101
- Ж.С. Касымова, Н.Н. Берікбол, В.И. Маркин, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейтқан**
 ҚАРАҒАЙ АҒАШЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЩЕЛЛЮЛОЗА АЛУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....113

- Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.А.Чепуштанова, А.Ө. Мұқанғалиева, Д.Р. Магомедов**
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МЫС КЕҢДЕРІН ӨҢДЕУДІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӨДІСТЕРІ: ҚҰНДЫ КОМПОНЕНТТЕРДІ АЛУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУҒА КЕШЕНДІ КӨЗҚАРАС.....124
- М.М. Матаев, А.М. Мадиярова, Г.С. Патрин, М.Р. Абдраймова, М.А. Нурбекова**
ЖАҢА КҮРДЕЛІ ФЕРРИТТІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....137
- Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, С.К. Жокижанова, Н.Г. Атамкулова**
ҚОСАРЛАНҒАН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ НЕГІЗІНЕ АЗУЛЕНДІК ҚҰРЫЛЫМДЫҚ БІРЛІКТЕРДІ ҚОСУ: ПРОТОНҒА СЕЗІМТАЛДЫҚ ПЕН ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯНЫ ЖАҚСARTУ.....147
- А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайекенова, С.А. Кургузикова, Д.К. Бейсенбаев**
ПОТЕНЦИОМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНДУКТОМЕТРИЯЛЫҚ ТИТРЛЕУ ӨДІСТЕРІМЕН АМИН КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ.....160
- М. Тоқтарбек, Г.А. Сейтимова, Г.Ш. Бурашева**
PETROSIMONIA BRACHIATA ӨСІМДІГІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ӨДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....175
- М.Т. Турдиев, Б.Қ. Қасенов, А. Нұхұлы, Ж.И. Сағынтаева, Ш.Б. Қасенова, Е.Е. Қуанышбеков, М. Стоев**
ЖАҢА ЛАНТАН ЖӘНЕ СІЛТІЛІ-ЖЕР МЕТАЛДАРЫ ЦИРКОН МАНГАНИТТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ МЕН РЕНТГЕНОГРАФИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЕСЕПТЕУ.....186

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

К.Ш. Ахметова, Б.К. Кенжалиев, С.В. Гладышев, Н.К. Ахмадиева, Л.М. Имангалиева
МИРОВЫЕ ИННОВАЦИИ ЭКСТРАКТИВНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ТИТАНА.....5

О.К. Бейсенбаев, Б.М. Смайлов, С.А. Сакибаева, А.Б. Иса, А.Ш. Кыдыралиева
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ.....27

А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, А.Д. Алтынбек
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ В УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННОСТЯХ.....42

Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, К.Т. Баубеков, С.Б. Ыбрай
СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ КЛИНКЕРА РУДНИКА «АЧИСАЙ».....53

Н.Б. Жумадильда, Н.Г. Гемеджиева, А.О. Сапиева, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.А. Султанова
ЛИПОФИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТРАВЫ HEDYSARUM SONGORICUM BONG.....68

Б. Имангалиева, Б. Досанова, Б. Торсыкбаева, И. Нурлыбаев, Н. Султанов
СИНТЕЗ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ КОРНЕЙ РАСТЕНИЯ «КРАСНАЯ СОЛОДКА» И ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....83

Л.М. Калимолдина, С.О. Абилкасова, М.А. Кожайсакова, Ж.Р. Сырымova, А.А. Султанаева
ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО БИТУМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....101

- Ж.С. Касымова, Н.Н. Берикбол, В.И. Маркин, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейткан**
ПОЛУЧЕНИЕ НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....113
- Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.А.Чепуштанова, А.О. Муқанғалиева, Д.Р. Магомедов**
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ РУД В КАЗАХСТАНЕ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ.....124
- М.М. Матаев, А.М. Мадиярова, Г.С. Патрин, М.Р. Абдраймова, М.А. Нурбекова**
СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО СЛОЖНОГО ФЕРРИТА.....137
- Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, С.К. Жокижанова, Н.Г. Атамкулова**
ВКЛЮЧЕНИЕ АЗУЛЕНОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ В ОСНОВУ СОПРЯЖЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ: УЛУЧШЕНИЕ ПРОТОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ.....147
- А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайкенова, С.А. Кургузикова, Д.К. Бейсенбаев**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АМИНОВ МЕТОДАМИ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО И КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ.....160
- М. Токтарбек, Г.А. Сейтимова, Г.Ш. Бурашева**
СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЯ *PETROSIMONIA BRASILIATA*.....175
- М.Т. Турдиев, Б.К. Касенов, А. Нухулы, Ж.И. Сагинтаева, Ш.Б. Касенова, Е.Е. Куанышбеков, М. Стоев**
СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОГРАФИЯ НОВЫХ ЦИРКОНО-МАНГАНИТОВ ЛАНТАНА И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И РАСЧЕТ ИХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....186

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 сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 30.09.2024.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.