

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

**«МЕТАЛЛУРГИЯ» КАФЕДРАСЫНЫҢ
40-ЖЫЛДЫҒЫНА ОРАЙ ӨТЕТІН
«МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ: ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ПРАКТИКА»
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
ПОСВЯЩЕННОЙ 40-ЛЕТИЮ
ОБРАЗОВАНИЯ КАФЕДРЫ «МЕТАЛЛУРГИЯ»
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ
ОТРАСЛИ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА»**

**ПАВЛОДАР
2023**

ӘОЖ 669
КБЖ 34.3
П78

Редакция алқасының бас редакторы:

Садықов Е. Т., э.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ
Басқарма Төрағасы – Ректор

Жауапты редактор:

Ержанов Н. Т., б.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ
ғылыми жұмыс және халықаралық ынтымақтастық жөніндегі Басқарма
мүшесі-проректоры

Редакция алқасының мүшелері:

Абишев К. К., Жунусов А. К., Қрыкбаева М. С., Исенова Б. К., Омарова
А. Р., Ибраева А. Д.

Жауапты хатшылар:

Қуандықов А. Б.

А66 «Металлургия саласының мәселелері мен перспективалары: теория
және практика»: Халықаралық ғылыми конференциясының
материалдары. – Павлодар : Toraighyrov University, 2023. – 352 б.

ISBN 978-601-345-365-1

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ. 2023 ж. 31 мамырында
«Металлургия» кафедрасының 40-жылдығына орай өткен «Металлургия
саласының мәселелері мен перспективалары: теория және практика»
атты Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы жинағында
келесі ғылыми бағыттар бойынша ұсынылған мақалалар енгізілген: Қара
және түсті металдар өндірісінің ғылыми негіздері мен технологиялары,
металлургиялық процестер және қайта өңдеу, Инженериядағы заманауи
технологиялар.

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.
Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 669
КБЖ 34.3

ISBN 978-601-345-365-1

© Торайғыров университеті, 2023

**«ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ
БАСҚАРМА ТӨРАҒАСЫ-РЕКТОР
Е. Т. САДЫҚОВТЫҢ АЛҒЫ СӨЗІ**

Сәлеметсіздер ме құрметті қатысушылар!

Құрметті конференцияға қатысушылар: қонақтар,
профессорлық-оқытушылық құрам, студенттер, магистранттар,
сіздерді «МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ: ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ПРАКТИКА» атты
Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясында қарсы
алуға қуаныштымын! Біздің конференцияға назар аударып,
қызығушылық танытқандарыңызға рахмет. Конференция аралас
форматта өтеді. Қатыса алмайтын қатысушылар онлайн түрде
қатыса алады. Бұл формат Қазақстанның әр өңірінен және
көршілес елдерден қатысушыларды біріктіреді. Конференцияға
деген дәстүрлі жоғары қызығушылық бұл шараның маңыздылығы
мен өзектілігін көрсетеді. Біздің университетіміз дәстүрлі түрде
ғылым және зерттеу орталығы болып табылады. Бүгін біздің алаңда
жетекші қазақстандық және шетелдік білім беретін жоғары оқу
орындарының, ғылыми орталықтардың ғалымдары осы салалардағы
аса маңызды мәселелерді талқылау бойынша диалог жүргізу үшін
ғалымдар мен өнекәсіп маманалары практиктер жиналды.

Уважаемые гости, коллеги и участники конференции
международной научно-практической конференции «Проблемы
и перспективы металлургической отрасли: теория и практика»,
посвященной 40 – летию образования кафедры «Металлургия» в
нашем университете!

Сегодня на конференции присутствуют гости из России
(УрО РАН), Химико-металлургического института (г. Караганда),
Карагандинского технического университета (г. Караганда),
Карагандинского индустриального университета (г. Темиртау),
Восточно-Казахстанского технического университета (г. Усть-
Каменогорск), Актыбинского регионального университета (г.
Актобе), наших предприятий-партнеров: ТОО «KSP Steel»,
ТОО «Casting», Группы ERG, АО «Алюминий Казахстана»,
АО «Казахстанский электролизный завод», Аксусский завод
ферросплавов, ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод», ТОО
«Анисимов ключ» и других.

Горно-металлургический комплекс Республики Казахстан является второй по значимости отраслью экономики после нефтегазовой.

По данным Бюро национальной статистики в Казахстане насчитывается:

- 1601 предприятие в сфере ГМК;
- задействовано более 200 тысяч работников;
- доля в ВВП РК составляет 13 %.

Как известно, ГМК РК сконцентрирован в четырех основных регионах, где выплавляется большая часть базовых металлов – Карагандинской, Восточно-Казахстанской, Павлодарской и Актыубинской областях.

В экономике Павлодарской области ГМК является ведущей с удельным весом в общем объеме промышленности - 39,3 %, удельный вес металлургической отрасли в обрабатывающей промышленности составляет 70,4 %.

Данная отрасль представлена следующими крупными предприятиями: АО «Алюминий Казахстана» (глинозем) и АО «Казахстанский электролизный завод» (алюминий в чушках), Аксуским заводом ферросплавов – филиала АО ТНК «Казхром» (ферросплавы), ТОО «KSP Steel» (стальные бесшовные трубы), ПФ ТОО «Кастинг» (стальное литье, прокат), ТОО «Проммашкомплект» (производство заготовок ж/д колес), ТОО «ERG Service» (производство литых изделий).

Средние и мелкие металлургические предприятия представлены: ТОО «GissenHaus», ТОО «Вектор Павлодар», АО «Казэнергокабель» (производство легированного алюминия, алюминиевых автомобильных колесных дисков, литье алюминиевой катанки); ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод» (производство стальных сварных труб для ЖКХ); ТОО «Format Mash Company», ТОО «СНН», ТОО «Технологические линии», ИП «Пархоменко» и др. (производство стального, чугуна литья).

При всей успешности развития металлургии в Казахстане есть большие вызовы на пути ее дальнейшего развития. В первую очередь это такие проблемы, как:

1) Истощение запасов сырья. По данным, озвученным Министерства Экологии РК, коэффициент выполняемости запасов по твердым полезным ископаемым составляет 0,13.

2) Введение норм углеродного регулирования в странах – импортерах казахстанского металла, и в целом проблема экологии и переработки образующихся отходов.

3) Необходимость дальнейшей цифровизации металлургического производства;

4) Углубление переработки базовых металлов, получаемых на предприятиях Казахстана.

Уверен, что наша конференция позволит раскрыть пути решения данных проблем!

Всем желаю плодотворной работы на конференции!

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ ЗЕРНИСТЫХ ФИЛЬТРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПЕРВИЧНОГО АЛЮМИНИЯ

КУАНДЫКОВ А. Б.

магистр, Торайгыров университет, г. Павлодар

БЫКОВ П. О.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

В Павлодарской области (республика Казахстан) функционируют крупнейшие предприятия по производству алюминия. В настоящее время мировая практика показывает использование менее качественного сырья для производства анодов, так необходимых электролизным предприятиям [1].

Основным источником загрязнения в данном случае являются асфальтеновые соединения. В асфальтенах концентрируются большое содержание вредных примесей (V, Fe, Si, Ni, Ti и пр.), которые содержатся в анодах, применяемых на электролизных заводах. Одной из таких примесей является ванадий, который значительно снижает электропроводность алюминия при концентрации около 2 ppm [1, 2, 3].

В Казахстане для производства обожженных анодов алюминиевых электролизеров частично используется местный кокс ТОО «УПНК-ПВ» (г. Павлодар, Республика Казахстан) с повышенным содержанием ванадия и других примесей.

Флюсы применяемые на предприятии АО «КЭЗ» изготовлены на основе криолита, фторидов алюминия, хлорида натрия, не удаляют вышеупомянутые трудно-извлекаемые примеси, в том числе ванадия [1].

В ряде работ [4, 5, 6] предложены способы очистки первичного алюминия от примесей ванадия, не нашедшие широкого промышленного применения.

В работе [7] исследована технология рафинирования первичного алюминия от примесей ванадия борсодержащим сплавом Al-B вне электролизной ванны. Исследования показали [7]:

- снижение содержания ванадия в среднем на 78 % в массе металла, с увеличением его содержания в нижней части ковша (объем до 5 – 10 % вместимости ковша);
- переход значительного количества ванадия в интерметаллид;
- сложность разделения интерметаллидов ванадия и рафинированного алюминия в ковше традиционными методами

(отстаивание в течение 4–7 часов не дало положительного результата)

В работе проведены экспериментальные исследования по комплексной обработке первичного алюминия флюсовой обработкой борной кислотой (H₃BO₃) и дальнейшей фильтрационной очисткой расплава через зернистые фильтры.

В таблице 1 приведен химический состав первичного алюминия до рафинирования, отобранного из электролизеров АО «Казахстанский электролизный завод» с установленными анодами, полученного с использованием прокаленного кокса ТОО «УПНК-ПВ» (г. Павлодар, Республика Казахстан) с повышенным содержанием примесей ванадия.

Таблица 1 – Химический состав первичного алюминия до рафинирования, %

Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ni	Cr	Ti	V
96,1299	3,2557	0,4105	0,0071	0,0032	0,0239	0,0115	0,001	0,0323	0,0132

Были проведены две серии экспериментальной очистки расплавленного алюминия. Каждая серия включала в себя два этапа.

В первой серии, на первом этапе в лабораторной индукционной печи выплавляли первичный алюминий, вводили H₃BO₃ при температуре 850 °С из расчета 1,2–2 кг/т алюминия-сырца, затем расплав выдерживали 15 мин и проводили химическую обработку, состав рафинированного первичного алюминия определяли на оптико-эмиссионном спектрометре ДФС 500.

На втором этапе проводили фильтрационную очистку обработанного борной кислотой первичного алюминия через зернистый фильтр. При выборе параметров зернистых фильтров учитывались рекомендации следующих работ [8 – 10].

Экспериментальная установка (рис. 1) состояла из фильтрующего блока 1, фильтрующего зерна 2 и кристаллизатора 3, в нижней части которого имелось отверстие для истечения отфильтрованного металла в ковш, закрытое огнеупорной сеткой.

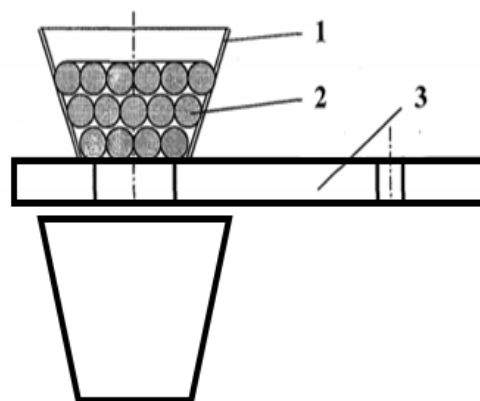


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В результате поиска оптимального материала для очистки первичного алюминия от примесей тяжелых металлов было решено использовать золу экибастузского угля (рис. 2), с содержанием Al_2O_3 около 30–32 %. Оксид алюминия является наиболее предпочтительной основой для химических реакций, протекающих в системе Al – Ti – В при извлечении примесей тяжелых металлов.



Рисунок 2 – Зёрна фильтра

Определение химического состава первичного алюминия после обработки флюсом H_3BO_3 и последующей фильтрацией через зернистый фильтр на оптико-эмиссионном спектрометре ДФС-500 показало снижение содержания примесей. Степень удаления примесей приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Степень удаления примесей из первичного алюминия после обработки флюсом H_3BO_3 , %

V	Si	Cu	Mn	Mg
47,7	97,9	17,6	50,0	47,5

Вторая серия экспериментов состояла также из двух этапов.

На первом этапе в лабораторной индукционной печи выплавляли первичный алюминий, а также был предварительно очищен и подготовлен переливочный (промежуточный) ковш. Ковш нагревали в муфельной печи до температуры расплавленного алюминия.

На втором этапе производили обработку «зёрен» борной кислотой (рисунок 3). Данный шаг позволил сократить время обработки первичного алюминия за счет объединения стадий рафинирования и фильтрации, а также удалить трудно-извлекаемые примеси переходных соединений в системе Al-Ti-B-V-Fe-Zn.



Рисунок 3 – Активные зёрна фильтра

Определение химического состава первичного алюминия после фильтрационной обработки показал снижение содержания примесей. Степень удаления примесей приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Степень удаления примесей из первичного алюминия после применения активного фильтра, %

V	Si	Cu	Mn	Mg
53,3	97,1	19,8	51,7	49,6

Выводы

Результаты исследований показывают, что комплексная технология очистки алюминия-сырца от ванадия с использованием активных фильтров снижает содержание примесей цветных металлов в первичном алюминии.

Лабораторные исследования показали снижение содержания ванадия на 53,3 %, меди на 19,8 %, магния на 49,6 %, марганца на 51,7 % и кремния на 97,1 % в первичном алюминии при использовании метода очистки активными фильтрами.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 A.T. Ibragimov, R.V. Pack. Aluminum electrometallurgy. Kazakhstan Electrolysis Plant, Pavlodar : House of the press (2009) 263 pages.
- 2 E.S. Gorlanov, A.A. Batrachenko, B.S. Smailov, A.Y. Morozov, Role of Vanadium in Aluminum Electrolyzer Melts, Metallurgist, Vol. 62(9-10), (2019) 1048-1053.
- 3 E.S. Gorlanov, A.A. Batrachenko, B.S. Smailov, A.P. Skvortsov, Testing Baked Anodes with an Increased Vanadium Content, Metallurgist, Vol. 62(1-2) (2018) 62-69.
- 4 A. Khaliq, M. A. Rhamdhani, G. A. Brooks, F. John, Grandfield, Removal of Vanadium from Molten Aluminum-Part I. Analysis of VB2 Formation, Metallurgical and Materials Transactions B volume 45, (2014) 752–768.
- 5 A. Khaliq, G. Brooks, F. John, M. A. Rhamdhani, Removal of Vanadium from Molten Aluminum-Part II. Kinetic Analysis and Mechanism of VB2 Formation, Metallurgical and Materials Transactions B, (2013) 769-783.
- 6 A. Khaliq, M. A. Rhamdhani, G. A. Brooks, J. F. Grandfield, Removal of Vanadium from Molten Aluminum—Part III. Analysis

of Industrial Boron Treatment Practice, Metallurgical and Materials Transactions B, (2013) 769–783.

7 P.O. Bykov, A.B. Kuandykov, A.K. Zhunusov. Refining of Primary Aluminum from Vanadium // Defect and Diffusion Forum, 2021, 410DDF. – P. 405 – 410.

8 S.E. Shipilov, E.B. Ten, Z.D. Zholdubayeva, S.S. Shipilova, E.V. Yurchenko. Refining of metal melts by filtration method / Metallurgija. – Volume 58, Issue 3-4. (2019),303-306.

9 B.K. Shayakhmetov, B.M. Kimanov, E.B. Ten, Z.D. Zholdubayeva, D.A. Issagulova. Gravimetric and dilatometric research of elements action on three dimensional filter by thermal effects / Metallurgija, 53(1) (2014), 44-66.

10 E.B. Ten, B.M. Kimanov, E.M. Rakhuba. Deposition of nonmetallic phases at filter surfaces / Steel in Translation, 42(5) (2012), 411–414.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ КИСЛОТНОМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭКСТРАКЦИОННОЙ ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

ҚАРШЫҒА З. Б.

Ph.D ведущий научный сотрудник, Satbayev University,
АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы
УЛЬТАРАКОВА А. А.

к.т.н., заведующая лабораторией титана и редких тугоплавких металлов,
Satbayev University, АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы

НАЙМАНБАЕВ М. А.

к.т.н., ведущий научный сотрудник, Satbayev University,
АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы

СИЛАЧЁВ И. Ю.

к.т.н., ведущий научный сотрудник,
РГП «Институт ядерной физики», г. Алматы

ОРЫНБАЕВ Б. М.

Ph.D докторант, ведущий инженер, Satbayev University,
АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы

Редкоземельные металлы (РЗМ) являются одним из важнейших видов сырья, обеспечивающего развитие современных наукоемких производств. РЗМ необходимы для таких высокотехнологичных отраслей, как космическая, авиационная и атомная, радиоэлектроника. В связи с увеличением потребности в редких землях в различных

**«МЕТАЛЛУРГИЯ» КАФЕДРАСЫНЫҢ
40-ЖЫЛДЫҒЫНА ОРАЙ ӨТЕТІН
«МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНЫҢ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН
ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ: ТЕОРИЯ ЖӘНЕ ПРАКТИКА»
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

Техникалық редактор: А. Р. Омарова
Корректор: Д. А. Кожас
Компьютерде беттеген: З. С. Искакова, З. Ж. Шокубаева
Басуға 31.05.2023 ж.
Өріп түрі Times.
Пішім 29,7 × 42 ¹/₄. Офсеттік қағаз.
Шартты баспа табағы 20,25. Таралымы 500 дана.
Тапсырыс № 4097

«Toraighyrov University» баспасы
«Торайғыров университеті» КЕ АҚ
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.