

UO‘K: 66.974.434

 10.5281/zenodo.13736513

ALYUMINIY ERITISH JARAYONIDA HOSIL BO‘LGAN CHIQUINDI SUVLARIDAN GALLIY AJRATIB OLIISH JARAYONINI TAHLIL QILISH



Shodiyev Abbas Ne'mat o'g'li

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti
Konchilik ishi kafedrasida mudiri, DSc, dotsent, Qarshi, O'zbekiston



Abdiazizov Asliddin Adham o'g'li

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti "Konchilik ishi"
kafedrasida assistenti, Qarshi, O'zbekiston
ORCID ID: 0009-0001-4958-6052

Anotatsiya. Ushbu maqolada O'zbekiston rangli metallurgiya sanoatida mahalliy mineral xomashyo resurslaridan foydalangan holda rangli, nodir va qimmatbaho metallarni ajratib olish texnologiyalarining rivojlanishi va ularning amaliy qo'llanilishi keng tahlil qilingan. Ayniqsa, gallyi kabi nodir va qimmatbaho metallarning ajratib olinishi alohida diqqatga sazovor bo'lib, ushbu jarayonning texnologik afzalliklari va murakkabliklari batafsil o'rganilgan. Maqolada alyuminiy eritish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindi suvlaridan gallyini ajratib olish usullari chuqur tahlil qilinib, bu jarayonning iqtisodiy jihatdan samaradorligi va ekologik xavfsizligi haqida fikr yuritiladi. Chiqindi suvlarni qayta ishlash orqali gallyini ajratib olishning O'zbekiston sanoatidagi ahamiyati ko'rib chiqilgan, bu esa nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki atrof-muhitni muhofaza qilishga ham katta hissa qo'shadi. Shuningdek, maqolada bu texnologik jarayonning sanoat ishlab chiqarishida qo'llanilishi, uning energetik samaradorligi va atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirish usullari, shuningdek, texnologiyani yanada takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: elementlar, qimmatbaho metallar, rangli metallar, gallyi, alyuminiy, qayta ishlash, texnologik sxemalar, alyuminiy birikmalari, gallyi oksidi, alyuminiy oksidi, konsentratsiya.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ГАЛЛИЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ПЛАВКИ АЛЮМИНИЯ

Шодиев Аббас Неъмат угли

Қаришинский инженерно-экономический институт
Заведующий кафедрой горного дела, доктор технических
наук, доцент, Қариши, Узбекистан

Абдазизов Аслиддин Адхам угли

Ассистент кафедры «Горное дело», Қаришинский инженерно-
экономический институт, Қариши, Узбекистан

Аннотация. В данной статье подробно проанализированы технологии извлечения цветных, редких и драгоценных металлов из местных минеральных сырьевых ресурсов Узбекистана, а также их практическое применение. Особое внимание уделено извлечению таких редких и ценных металлов, как галлий, и исследованы технологические преимущества и сложности данного процесса. В статье также

рассматриваются методы извлечения галлия из сточных вод, образующихся в процессе плавки алюминия, с акцентом на экономическую эффективность и экологическую безопасность этого процесса. Анализируется значение переработки сточных вод для извлечения галлия в контексте промышленности Узбекистана, что не только приносит экономическую выгоду, но и вносит значительный вклад в охрану окружающей среды. В статье также рассматриваются вопросы применения данной технологической процедуры в промышленном производстве, её энергетическая эффективность, способы минимизации негативного воздействия на окружающую среду, а также даны рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологий.

Ключевые слова: элементы, драгоценные металлы, цветные металлы, галлий, алюминий, переработка, технологические схемы, соединения алюминия, оксид галлия, оксид алюминия, концентрат.

ANALYSIS OF THE PROCESS OF EXTRACTING GALLIUM FROM WASTEWATER GENERATED DURING THE ALUMINUM SMELTING PROCESS

Shodiev Abbas

Karshi Engineering-Economics Institute
Head of the Department of Mining, Doctor of Technical Sciences,
Associate Professor, Karshi, Uzbekistan

Abdazizov Asliddin

Assistant Professor, Department of Mining, Karshi Engineering-
Economics Institute, Karshi, Uzbekistan

Abstract. This article provides a detailed analysis of the development and practical application of technologies for extracting non-ferrous, rare, and precious metals from Uzbekistan's local mineral raw materials. Special attention is given to the extraction of rare and valuable metals such as gallium, and the technological advantages and challenges of this process are thoroughly studied. The article examines the methods of extracting gallium from wastewater generated during the aluminum smelting process, focusing on the economic efficiency and environmental safety of this process. The significance of processing wastewater to extract gallium in the context of Uzbekistan's industry is highlighted, showing that it not only brings economic benefits but also contributes significantly to environmental protection. The article also discusses the application of this technological process in industrial production, its energy efficiency, methods of minimizing its negative impact on the environment, and provides recommendations for further technological improvements. The importance of applying these technologies based on local resources for strengthening the national economy and ensuring environmental safety in Uzbekistan is emphasized.

Keywords: elements, precious metals, non-ferrous metals, gallium, aluminum, processing, technological schemes, aluminum compounds, gallium oxide, aluminum oxide, concentrate.

Kirish. O'zbekiston o'z yer osti | yerda mashhur Mendeleev davriy boyliklari bilan haqli suratda faxrlanadi – bu | jadvalining deyarli barcha elementlari

topilgan. Hozirga qadar 2,7 mingdan ziyod turli foydali qazilma konlari va ma'dan namoyon bo'lgan istiqbolli joylar aniqlangan. Ular 100 ga yaqin mineral-xomashyo turlarini o'z ichiga oladi. Shundan 60 dan ortig'i ishlab chiqarishga jalb etilgan. 900 dan ortiq kon qidirib topilgan bo'lib, ularning tasdiqlangan zahiralari 970 milliard AQSH dollarini tashkil etadi [1-2].

G'oyat muhim strategik manbaalar – qimmatbaho metallar bo'yicha 40 dan ortiq, rangli, nodir va radioaktiv metallar bo'yicha 40 ta, konchilik-kimyxo xomashyosi bo'yicha 15 ta kon qidirib topilgan.

O'zbekistonda rangli metallurgiya mahalliy mineral xomashyo resurslari negizida XX asrning 30-yillaridan rivojlandi. Respublikada rangli, nodir va qimmatbaho metallar (oltin, mis, qo'rg'oshin, rux, volfram, molibden, simob va boshqalar) konlari, Qoramozor mis-qo'rg'oshin-rux koni, Obirahmat, Burchmulla, Oqtuz, Takob, Ingichka, Qo'ytosh, Langar rangli metallar, Chodak, Zarmitan, Marjonbuloq, Kauldi, Kukpatos, Qizilolmalisoy oltin, Qo'rg'oshinkon, Oltintopgan qo'rg'oshin-rux, Qalmoqqir mis konlari va boshqalar topilib sanoat miqyosida o'zlashtirilishi bilan rangli metallurgiya shakllandi [4].

Adabiyot tahlil va metodlar. Rudalardan metallarni sof holda olish ishi texnikada qaytarish, termik parchalash, almashinish jarayonlari natijasida metallurgiyaning turli tarmoqlari (pirometallurgiya, gidrometallurgiya va elektrometallurgiya)da amalga oshiriladi.

Galliy alyuminiy, rux, germaniy rudalari va mineral xom ashyolarini qayta ishlash jarayonida qo'shimcha mahsulot sifatida qazib olinadi. Rux ishlab chiqarish chiqindilaridan galliy olish galliyning kamligi va ularning tarkibining murakkabligi tufayli

ko'pchilik bilan bog'liq qiyinchilik tug'diradi va metallning yuqori narxini keltirib chiqaradi.

Galliy va vanadiyga talab va iste'mol butun dunyoda o'sib bormoqda, bu esa ularni yuqori sur'atlarda ishlab chiqarishni amalga oshirishni talab qiladi.

Galliy - bu kimyoviy element, uning belgisi Ga va atom raqami 31. Bu yumshoq, kumush-oq rangli metall bo'lib, xona haroratida suyuq holatda bo'ladi. Galliy tabiatda erkin holda uchramaydi, lekin alyuminiy, sink va qo'rg'oshin rudalarida topiladi [2].

Galliyning asosiy xususiyatlari:

Yumshoqlik: Galliy juda yumshoq metall bo'lib, uni pichoq bilan kesish mumkin.

Suyuqlik: Galliy xona haroratida suyuq bo'lgan kam sonli metallardan biridir. Uning erish nuqtasi 29,76°C (85,57°F).

Galliy qotishmalarini ishlab chiqarishda ishlatiladi, bu qotishmalar yuqori erish nuqtasi va korroziyaga chidamliligi bilan ajralib turadi. Galliy - bu juda foydali metall bo'lib, turli sohalarda qo'llaniladi. Uning noyob xususiyatlari uni zamonaviy texnologiyalar uchun muhim qiladi. Umuman olganda, galliyning yarimo'tkazgichlar ishlab chiqarishdagi ahamiyati juda katta. Uning noyob xususiyatlari uni zamonaviy elektronika va optik qurilmalar uchun juda muhim sanaladi [3-4].

Natijalar va muhokama. Alyuminiy eritish jarayonida hosil bo'lgan chiqindi suvlaridan galliyning ajratib olish murakkab kimyoviy va texnologik jarayon bo'lib, turli tahliliy yondashuvlarni talab etadi. Quyida bu jarayonning asosiy bosqichlari va tahliliy yechimlari keltirilgan:

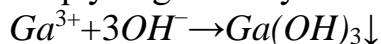
Chiqindi suvlarning tarkibi va galliyning holati

Alyuminiy eritish jarayonida hosil bo'lgan chiqindi suvlarida turli metallar va aralashmalar bo'lishi mumkin, lekin bizning asosiy maqsadimiz – **galliy (Ga³⁺)** ionlarini ajratib olish. Chiqindi suvlar tarkibidagi asosiy elementlar:

Komponent	Kimyoviy formulasi	Konsentratsiya (mg/L)
Galliy	Ga ³⁺	0.1–1.0
Alyuminiy	Al ³⁺	100–300
Natriy	Na ⁺	200–500
Sulfat	SO ₄ ²⁻	500–1000
Xlorid	Cl ⁻	200–600

Kimyoviy cho'ktirish usuli

Galliy suvda Ga³⁺ ionlari shaklida bo'ladi. Galliy gidroksid (Ga(OH)₃) past pH darajasida cho'kadi. Kimyoviy cho'ktirish usulida quyidagi reaksiya sodir bo'ladi:

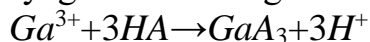


Ushbu reaksiya sodir bo'lishi uchun pH 4-6 oralig'ida bo'lishi kerak. Galliy gidroksidi cho'kishi bilan u ajratib olinadi.

pH darajasi	Galliy gidroksidining cho'kish samaradorligi (%)
3.0	10%
4.0	50%
5.0	85%
6.0	95%

Suyuq ekstraksiya usuli

Galliy suyuqlikdan organik erituvchi yordamida ajratib olinishi mumkin. Bu usulda **di-(2-etilheksil) fosfor kislotasi (D2EHPA)** ishlatiladi. Ekstraksiya quyidagi reaksiyaga ko'ra amalga oshiriladi:



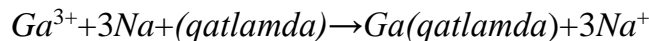
Bu yerda HA – D2EHPA, GaA₃ esa organik fazaga o'tgan galliy kompleksidir.

Ekstraktantning konsentratsiyasi	Galliy ajratish samaradorligi (%)
0.5 M	70%
1.0 M	85%
1.5 M	95%

Ion almashinuvi usuli

Galliy ionlarini ajratish uchun **ion almashinuvi qatlamlari** ishlatiladi. Bu

usulda **kationli almashinuvi qatlamlari** orqali Ga³⁺ ionlari ajratib olinadi. Ion almashinuvi jarayonida galliy va boshqa ionlar almashadi:



Ion almashinuvi samaradorligi qatlamning turi va eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq.

Ion almashinuvi qatlam	Galliy ajratish samaradorligi (%)
Kationli qatlam (turi A)	90%
Kationli qatlam (turi B)	95%

Nano-filtratsiya va membran texnologiyalari

Nano-filtratsiya texnologiyasi suv tarkibidagi galliy ionlarini filtr membranalar yordamida ajratishga asoslangan. Galliy ionlari suv molekullari bilan ta'sir etib, membranadan o'ta olmaydi, natijada ajratiladi.

Membrana turi	Ajratish samaradorligi (%)
Nano-filtratsiya (NF)	85%
Ultrafiltratsiya (UF)	90%

Plazma texnologiyasi

Plazma texnologiyasida galliy va boshqa metall ionlari suvdan elektr maydon yordamida ajratiladi. Ushbu jarayon **oksidlanish-qaytarilish** reaksiyalariga asoslangan bo'lib, galliy ionlarini parchalash orqali ajratishga yordam beradi.

Jarayon parametri	Galliy ajratish samaradorligi (%)
Plazma quvvati	80%
Reaksiya vaqti	90%

Ekologik va iqtisodiy tahlil

Jarayonni ekologik va iqtisodiy jihatdan baholashda quyidagi omillar hisobga olinadi:

Jarayon turi	Energiya sarfi (kWh)	Iqtisodiy samaradorlik	Ekologik xavfsizlik
Kimyoviy cho'ktirish	5	Yuqori	O'rtacha
Suyuq	8	Yuqori	Yuqori

ekstraksiya			
Ion almashinuvi	10	Yuqori	Yuqori
Nano-filtratsiya	6	O'rtacha	Yuqori
Plazma texnologiyasi	12	O'rtacha	Yuqori

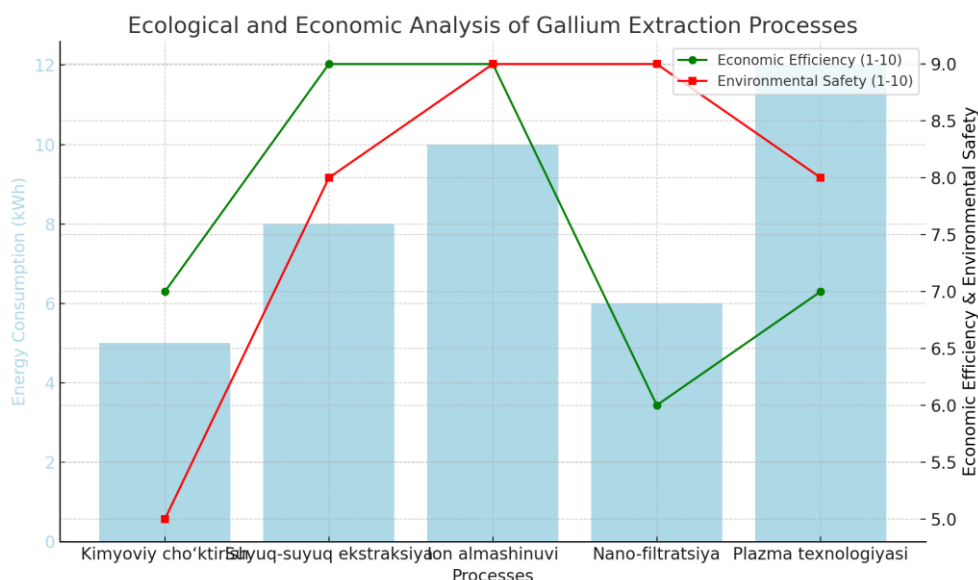
Jarayonni optimallashtirish va takomillashtirish

Galliyni ajratib olish texnologiyasining samaradorligini oshirish uchun [3,4,7]:

- ✓ pH darajasini optimallashtirish,
- ✓ yuqori samarador ekstraktantlar va katalizatorlarni qo'llash,
- ✓ energiya tejamkor usullarni kiritish talab etiladi.

sarfi esa kimyoviy cho'ktirishda (5 kWh).

- Iqtisodiy samaradorlik:** Iqtisodiy samaradorlik 1 dan 10 gacha bo'lgan shkalada baholangan. Suyuq ekstraksiya va ion almashinuvi eng yuqori iqtisodiy samaradorlikka ega (9 ball).
- Ekologik xavfsizlik:** Texnologiyalarning atrof-muhitga ta'siri 1 dan 10 gacha bo'lgan shkalada baholangan. Ion almashinuvi va nano-filtratsiya ekologik xavfsizlik nuqtayi nazaridan eng yaxshi texnologiyalar (9 ball).



1-rasm. Alyuminiy eritish jarayonida hosil bo'lgan chiqindi suvlaridan galliyni ajratib olishning ekologik va iqtisodiy tahlili.

Yuqoridagi diagramma alyuminiy eritish jarayonida hosil bo'lgan chiqindi suvlaridan galliyni ajratib olishning ekologik va iqtisodiy tahlilini ko'rsatadi. U quyidagilarni yoritadi:

- Energiya iste'moli (kWh):** Har bir texnologiya uchun energiya sarfi ko'rsatilgan. Eng ko'p energiya talab qiladigan texnologiya plazma texnologiyasi (12 kWh), kam energiya

Xulosa. Xulosa o'rnida shuni aytish mumkin yuqori toza va sof holda galliy ajratib olish va metallurgiya sanoatining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Galliyning o'ziga xos xususiyatlari, ehtimol, yanada qimmatli foydalanish imkonini beradi, shuning uchun butun dunyo bo'ylab kimyo muhandisligi dasturlarida uning birikmalari bo'yicha kengroq tadqiqotlar ustuvor bo'lishi kerak. Oxir oqibat, biz galliy

kabi muhim materiallar geosiyosiy tizim orqali u yoki bu mamlakatning raqobatbardoshligi yoki ustunligidan ko'ra ekologik samaradorlik bilan aylanib yuradigan dunyoga intilishimiz kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ершова Я. Ю. Физико-химические основы экстракции галлия и алюминия из щелочно-карбонатных растворов азотсодержащими экстрагентами фенольного типа: Дис. канд.хим. наук. 05.17.02/ Я. Ю. Ершова; МГУ - Москва, 2015. – 132 с.
2. Радионов, Б. К. Галлий в водных растворах / Б. К. Радионов, Г. И. Мальцев. - Saarbrücken : Lambert acad. publ., 2013. – 313 с.
3. Anarbayev X.P “Rux gidrometallurgiyasida indiyi ajratib olish” - Международный научный журнал «Новости образования: исследование в XXI веке» № 4 (100), часть 1 ноябрь, 2022 г.
4. V.N. Sagdiev, O.V. Cheremisina, M.A. Ponomareva and E.S. Zatula - “Process of extraction of gallium from technological solutions with the use of ion exchange resins” *Metallurgist, Vol. 63, Nos. 1-2, May, 2019.*
5. Sulstonov Sh.A, Navotova D.I – “O‘zbekistonda rangli metallarning geografik tarqalishi va foydalanish xususiyatlari” “Экономика и социум” №2(117) 2024.
6. А. Гасанов, А. Наумов – “Промышленное производство галлия и индия: современное состояние и прогнозы Производственные технологии” №4 (00175) 2018.
7. Л.Т. ТАГИЕВА – “Извлечение галлия и ванадия из алунитового остатка (красного шлама) путем сульфатизирующего обжига и выщелачивания” Химия в интересах устойчивого развития 28 (2020) 432–438.