

ASH-SLAG WASTE AS A TECHNOGENIC SOURCE OF GERMANIUM AND RARE EARTH ELEMENTS

Karshiboyev Sh.¹, Yormatov D.², Kayirbayev I.¹

¹Almalyk State Technical Institute, Almalyk, Uzbekistan

²Termez State University of Engineering and Agrotechnologies, Termez, Uzbekistan

Abstract. Published data on germanium and rare earths in coal and its combustion waste (fly ash, slag) were analysed to assess ash-slag waste as their technogenic source. Germanium reaches 65–220 g/t in world coal ash (17.2 g/t on average in Uzbekistan) and is recovered as a by-product by sorption leaching (up to 93 %); rare earths reach 404–447 g/t in fly ash, with light elements (Ce, La, Nd, Y) dominant. Ash-slag waste is a promising source of both.

KUL-SHLAK CHIQINDILARI — GERMANIY VA NODIR YER ELEMENTLARINING TEXNOGEN MANBAI

Karshiboyev Sh.¹, Yormatov D.², Kayirbayev I.¹

¹Olmalik davlat texnika instituti, Olmalik, O'zbekiston

²Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Termiz, O'zbekiston

Annotatsiya. Ko'mir va uning yonish chiqindilarida (kul, shlak) germaniy hamda nodir yer elementlari (NYE) miqdori nashr ma'lumotlari asosida tahlil qilinib, kul-shlak chiqindilarining ularga texnogen manba sifatidagi imkoniyati baholandi. Germaniy jahon ko'mir kulida 65–220 g/t (O'zbekistonda o'rtacha 17,2 g/t) bo'lib, sorbsion yuvishda 93 % gacha ajratiladi; NYE uchuvchi kulda 404–447 g/t, yengil elementlar (Ce, La, Nd, Y) ustun. Kul-shlak chiqindilari germaniy va NYE ning istiqbolli manbaidir.

ЗОЛОШЛАКОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ТЕХНОГЕННЫЙ ИСТОЧНИК ГЕРМАНИЯ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Каршибоев Ш.¹, Ерматов Д.², Кайирбаев И.¹

¹Алмалыкский государственный технический институт, Алмалык, Узбекистан

²Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий, Термез,
Узбекистан

Аннотация. По опубликованным данным проанализировано содержание германия и редкоземельных элементов (РЗЭ) в угле и отходах его сжигания

(зола, шлак) для оценки золошлаковых отходов как их техногенного источника. Германий в мировой угольной золе 65–220 г/т (в среднем 17,2 г/т в Узбекистане) извлекается сорбционным выщелачиванием (до 93 %); РЗЭ в золе уноса 404–447 г/т, преобладают лёгкие (Ce, La, Nd, Y). Золошлаковые отходы — перспективный источник обоих.

Kirish. Germaniy va nodir yer elementlari (NYE) yarimoʻtkazgichlar, optik tolalar, doimiy magnitlar va katalizatorlar uchun strategik xomashyodir [1, 3]. Germaniy tarqoq element boʻlib (klark 1,5 g/t), asosan rux rudalari va koʻmir kulidan yoʻldosh mahsulot sifatida olinadi [1]. NYE taʼminotining 70–95 %i Xitoyga toʻgʻri kelgani ularni tanqidiy material qiladi [3]. Kul-shlak chiqindilari germaniy va NYE ga boyligi bilan istiqbolli texnogen manba boʻlib, maqsad — nashr maʼlumotlari asosida ularning miqdorini baholashdir [2, 4].

Usul. Tahlil nashr ishlarida XRF, ICP-MS va kimyoviy usullar bilan aniqlangan germaniy va NYE miqdoriga asoslandi [2, 4, 5]. NYE Seredin–Dai tasnifi boʻyicha tanqidiy (Nd, Eu, Tb, Dy, Y, Er), notanqidiy va ortiqcha guruhlarga ajratildi [3].

Natijalar. Germaniy va NYE miqdori jadvalda keltirilgan.

Jadval 1. Koʻmir va kuyindi kulida germaniy va NYE miqdori

Komponent	Miqdori, g/t	Manba
Germaniy — klark (yer poʻsti)	1,5	[1]
Germaniy — jahon koʻmir kuli	65–220	[2]
Germaniy — Oʻzbekiston (oʻrtacha)	17,2	[2]
NYE — koʻmir	68	[4]
NYE — kuyindi kuli	404–447	[3, 4]

Germaniy klarki past (1,5 g/t) boʻlsa-da, koʻmir yonganda kulda toʻplanib jahon miqyosida 65–220 g/t, Oʻzbekistonda 17,2 g/t ga — klarkdan oʻnlab marta yuqori qiymatga yetadi [2]. U sorbsion yuvish orqali 93 % gacha yoʻldosh mahsulot sifatida ajratiladi [5]. NYE miqdori kulda (404–447 g/t) koʻmirnikidan (68 g/t) ~6 marta yuqori; yengil elementlar ~85 %, kritik elementlar 30–38 % [3, 4]. Shunday qilib, kul-shlak ham germaniy, ham NYE ning birlashgan manbai sifatida iqtisodiy ahamiyatga ega.

Xulosa. 1) Ko'mir yonishi chiqindilarida germaniy 65–220 g/t (O'zbekistonda 17,2 g/t), NYE 404–447 g/t miqdorda uchraydi. 2) Germaniy sorbsion yuvishda 93 % gacha ajratiladi, NYE da yengil elementlar ustun. 3) Kul-shlak chiqindilari germaniy va NYE ning istiqbolli texnogen manbai bo'lib, keyingi bosqichda O'zbekiston issiqlik elektr stansiyalari kullarida ularning miqdorini aniqlash maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar

1. Patel M., Karamalidis A.K. Germanium: a review of its US demand, uses, resources, chemistry, and separation technologies // Separation and Purification Technology. 2021. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586621006912>
2. Шодиев А.Н., Каршибоев Ш.Б., Ёрматов Д.А. Перспективы добычи и технологии извлечения германия в Узбекистане // Universum: технические науки. 2025. № 2(131). <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19235>
3. Franus W., Wiatros-Motyka M.M., Wdowin M. Coal fly ash as a resource for rare earth elements // Environmental Science and Pollution Research. 2015. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4111-9>
4. Abaka-Wood G.B., Addai-Mensah J., Skinner W. The concentration of rare earth elements from coal fly ash // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. 2022. Vol. 122, № 1. P. 21–28. <https://doi.org/10.17159/2411-9717/1654/2022>
5. Shodiyev A.N., Qarshiboyev Sh.B., Yormatov D.A. Germaniy ajratib olish bo'yicha qidiruv tadqiqotlarni o'rganishning tahlili // Sanoatda raqamli texnologiyalar. 2024. 2(4-1). 17–21. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.2.4-1.2024.10>
+998 93 695 13 55, dostonyormatov@gmail.com