

## Rux Ishlab Chiqarish Oraliq Mahsulotlari va Chiqindilari Tarkibidan Noyob Metallarni Ajratib Olishni Tadqiq Etish

<sup>1</sup>Abduraxmonov S.A., <sup>2</sup>Toshqodirova R.E., <sup>3</sup>Shokirova O.A., <sup>4</sup>Ziyodullayeva S.I.

*Olmaliq davlat texnika instituti Metallurgiya kafedrası professori, texnika fanlari doktori<sup>1</sup>*

*Olmaliq davlat texnika instituti Metallurgiya kafedrası dotsenti, texnika fanlari falsafa doktori (PhD)<sup>2</sup>*

*Olmaliq davlat texnika instituti Metallurgiya kafedrası magistranti<sup>3</sup>*

*Olmaliq davlat texnika instituti Metallurgiya kafedrası magistranti<sup>4</sup>*

**Annotatsiya:** Rux ishlab chiqarish texnologiyasida hosil bo'ladigan chiqindilar tarkibida noyob metallar mavjud. Ushbu maqolada oraliq mahsulotlari, klinker tarkibidagi indiy, gallyi, germaniy, kadmiy mavjudligi o'rganilgan va ularni ajratib olish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan.

**Kalit so'zlari:** Rux chiqindilarini qayta ishlash, klinkeri, vels pechi, noyob metallar, gidrometallurgiya, pirometallurgiya, magnit separatsiya, ekstraksiya, indiy, germaniy, gallyi.

### Research on the Separation of Precious Metals from Zinc Production by-Product and Waste

**Abstract:** The waste generated in the zinc production technology contains rare metals. This article studies the presence of indium, gallium, germanium, and cadmium in the intermediate products and clinker, and considers the possibilities of their extraction.

**Keywords:** Zinc waste processing, clinker, well furnace, rare metals, hydrometallurgy, pyrometallurgy, magnetic separation, extraction, indium, germanium, gallium.

**Kirish:** Zamonaviy metallurgiya sanoatida foydali qazilmalar va rangli metallarga talabning ortishi texnogen chiqindilar, xususan rux ishlab chiqarish chiqindisi bo'lgan keklar va kekni vels pechlarida pirometallurgik qayta ishlash natijasida hosil bo'lgan klinkerni ko'payishiga sabab bo'lmoqda. Klinker ko'p komponentli va murakkab fazaviy tarkibga ega bo'lib, unda indiy, titan, vanadiy, molibden, volfram va oltin kabi noyob va qimmatbaho metallar mavjud. Dunyoda olib borilgan tadqiqotlar klinkerdan ushbu metallarni ajratib olish imkoniyatlarini tasdiqlagan bo'lib, optimal qayta ishlash parametrlarini aniqlash uchun qo'shimcha izlanishlar zarur. Tadqiqotchilar klinker tarkibini tahlil qilib, laboratoriya sharoitida kamyob metallarni ekstraksiya usullarini sinab ko'rgan [1].

Rux keklarini qayta ishlashning getit, yarazit va gematit usullari qiyoslanib, afzalliklari va kamchiliklari keltirilgan. Ushbu maqolada asosiy e'tibor gidrometallurgik jarayonlarini soddalashtirishga qaratilgan va velslash jarayonining kamchiliklari ko'pligi sababli bu jarayondan voz kechish taklif qilingan. [2]

Rux keki tarkibida noyob va qimmatbaho metallar (%): 18-23 Zn, 4,8-11,7 Pb, 0,25-1,28 Cu, 0,08-0,2 Cd, 23-32 Fe, 4,7-10 S va 170-425 g/t Ag; 1,0-2,0 g/t Au. Rux keki tarkibida rux,

qo'rg'oshin va uning birikmalari, noyob metallarning oksidlari (kadmiy, indiy, talliy, germaniy, tellur) dan tashkil topgan uchirma olinadi. Rux kekini gidrometallurgik qayta ishlash hozirgi paytda keng tarqalgan jarayon va bu usullardan asosan getit, yarazit va gematit jarayonlari qo'llanilmoqda. Ushbu maqolada tahlil natijalariga ko'ra rux kekini tanlab eritishning optimal sharoitlari aniqlandi. Unga ko'ra, sulfat kislotaning konsentratsiyasi 180-190 g/l, harorat 90-95C, jarayon 4 soat davom etadi. Rux ajralish darajasi 97-98,5%, kadmiy 78-80% ,temir 72,5-75,3 % ga yetadi [3]. Qattiq qoldiq klinker tarkibida ham qimmatbaho va noyob metallar qolib ketadi. Ularni ajratib olish ustida ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Hozirgi vaqtda Olmaliq kon-metallurgiya kombinati rux ishlab chiqarish korxonasi keklarni qayta ishlash jarayoni asosan pirometallurgik usulga asoslangan holda, ya'ni yuqori harorat sharoitida olib boriladi. Bu texnologiya orqali kek tarkibidagi asosiy metallar — rux va qo'rg'oshin samarali ravishda ajratib olinadi. Kek tarkibida mavjud bo'lgan boshqa qimmatbaho hamda nodir metallar to'liq ajratib olinmaydi. Ularning katta qismi qayta ishlash natijasida hosil bo'ladigan klinker tarkibida to'planib qoladi. Natijada bu komponentlardan to'liq foydalanish imkoniyati cheklanadi va ishlab chiqarish samaradorligi ma'lum darajada pasayadi[4]

Klinkerning kimyoviy, fazaviy, mineralogik va granulometrik tarkibi o'rganilish natijasida, kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

### 1-jadval

#### Klinkerning kimyoviy tarkibi

Metall nomi	Cu	Zn	Fe	Si	C	As	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Au g/t	Ag g/t	Li g/t	In g/t	Ge g/t
%	1,93	0,1-0,24	24,3	3,3	7,82	0,12	35,1	8,4	5,26	3,5	260	0,0008	0,01	0,0011

Ushbu maqola mualliflari zamonaviy rux ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo'ladigan chiqindilar va yarim tayyor mahsulotlar tarkibidan kadmiy, galliy, germaniy va skandiy kabi noyob metallarni ajratib olishni tadqiq qildi. Tadqiqot natijasida iqtisodiy ko'rsatgichlar o'sishi bilan bir qatorda atrof-muhitga barqarorlashiga erishildi. Bu ishdan asosiy maqsad rux chiqindilari va yarim mahsulotlardan kamyob metallarni ajratib olish. Dastlab tahlil o'tkazilib natijalar muhokama qilindi. Natijalar asosida mualliflar skandiyni ajratib olishni taklif qilishgan. Sababi u rudalarda uchramaydi, yondosh element sifatida keladi, uni ajratib olish chuqur o'rganilmagan, ammo ajratib olish imkoniyati mavjud. Ular taklif qilayotgan aynan skandiyni ajratib olish ko'rsatilgan.5]

Ushbu ilmiy maqola egalari asosiy e'tiborni tadqiqot obyektiga ya'ni klinker rux ishlab chiqarish chiqindilariga qaratgan. Ular qayta ishlash mumkin bo'lgan usullarni asosiyga qo'yishgan. Maqolada pirometallurgik usulda va avtogen eritish yordamida klinker tarkibida qimmatbaho metallarni ajratib olish samarasiz ekanligini takidlashgan. Sababi pirometallurgik usulda klinkerni eritish uchun yuqori harorat kerakligi hamda gaz, chang, shlak chiqindilari atrof-muhitga katta zarar yetkazadi. Avtogen eritish yordamida klinkerdan qimmatbaho metallarni ajratib olish ham muvaffaqiyatsiz kechadi. Sababi chang yig'ish va gaz tozalash uchun qo'shimcha xarajatlar sarflangan. Ular o'tkazgan termodinamik tahlillar natijasida sulfat eritmalaridagi metallarning sulfidlari va ferritlar kuchsiz kislotalarda erimaydi. Natijada eritmada metallarning ekstraksiyasi pasayadi va sulfat kislota ishlatilganda fazalar ajratish murakkablashgan. Ular natriy xloridning elektrolizi natijasida olingan

xlorid eritmalari kislotalarga qaraganda arzon va eritish va elektroliz jarayoni bira vaqtda bo'lishini hulosa qilishgan. Tahlillar asosida xlorning asosiy temir uchun sarflanganligi sababli elektrolizlashgan avval klinkerdan temirni olib tashlashni taklif qilishgan.[6]

Tadqiqotchilar klinkerdan og'ir fraksiyani (magnit ajratish va flotatsiya) va koksni ajratib olishdi. Materialning zarrachalar hajmini kamaytirish magnit fraksiyadagi mis konsentratsiyasining pasayishiga olib keldi, ammo klinkerning tarkibiy geterogenligi tufayli magnit ajratish muvaffaqiyatsiz deb hisoblandi. [7]

Bolgariyada klinker magnit separatsiya usuli bilan boyitiladi, undan keyin magnitlangan fraksiya elektr pech yoki shaxta pechida eritiladi. Bolgariyalik ilmiy xodimlar gidrometallurgik usulda klinkerni qayta ishlash texnologiyasini chuqur o'rganganlar. Jarayon ikki bosqichdan iborat: boshlang'ich bosqichda klinker sulfat kislota eritmasida eritiladi, ikkinchi bosqichda  $H_2SO_4$  va  $HNO_3$  kislotalari aralashmasida  $90^{\circ}C$  haroratda bir soat davomida qayta eritiladi. Natijada mis va kumushni o'z ichiga olgan eritma hamda erimaydigan birikmalar kekni hosil bo'ladi. Kekdan uglerodni ajratish uchun flotatsiya qo'llaniladi. Elektr energiyasi sarfi har tonna shlak uchun 780–880 kVt·soatga yetadi. Xom ashyo va mis miqdorini hisobga olgan holda, agregatlanmagan klinkerni shaxta pechda eritish Qorabash mis eritish zavodi, Mednogorsk mis-oltingugurt zavodi va Ust-Kamenogorsk qo'rg'oshin-rux zavodida sinovdan o'tkazilgan.[8]

Magnit ajratish yordamida klinkerni qayta ishlash usullari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, 8-7% Fe va 3,5% Cu gacha bo'lgan magnit konsentratni ajratib olish mumkin. Ushbu konsentratning hosildorligi asl mahsulotning 73% ni tashkil qiladi. Chiqindilardagi mis miqdori, ya'ni 67% hosildorlik konsentratdagi bilan bir xil. Kazzinctech zavodida klinker magnit va flotatsiya boyitish usullari yordamida qayta ishlandi va uch bosqichli magnit ajratish qo'llanildi. Uchta mahsulot olindi: magnit, magnit bo'lmagan va oraliq. Ushbu usulning kamchiligi shundaki, u ikkita asosiy operatsiyani - nazorat qilish va tozalashni talab qiladi, natijada qo'shimcha qayta ishlash kerak bo'ladi.[9]

Ushbu tadqiqot rux klinkerini samarali qayta ishlashga qaratilgan bo'lib, mualliflar past haroratli sulfatlash orqali kuydirish va ammiakli eritib olishning yangi usulini taklif etdilar. Jarayonda metallar eritma ichida tanlab ammiak komplekslari shaklida ajratiladi. Bu esa mis (Cu) va rux (Zn) ni yuqori darajada tiklash imkonini beradi. Temir (Fe) va qo'rg'oshin (Pb) ning asosiy qismi esa kek (cho'kma)da qolib, ajratishni osonlashtiradi. Usulning samaradorligi eritmada Cu va Zn tiklanish darajasi 90–95% ni tashkil etishi bilan tasdiqlangan. Eritmadan mis va ruxni ajratish uchun fraksiyali kristallanish usuli qo'llaniladi, bu jarayonni yanada aniq va iqtisodiy qiladi.[10]

#### **Maqolalar tahlilidan olingan xulosa va natijalar:**

Klinker tarkibidagi noyob metallarni ajratib olish uchun gidrometallurgiya (sulfat/xlorid eritmalariga asoslangan ekstraksiya) va pirometallurgiya yo'llari ko'rib chiqilgan. Rux oraliq mahsulotidan noyob metallarni ajratib olish samaradorligini pasaytirib yuboradigan temirni magnitniy separatsiya yordamida ajratib olinadi. Bu usul yordamida 73% gacha temirni ajratib olish mumkin. Maqolalar o'rganish natijasida noyob metallarni ajratib olish boticha gidrometallurgik usullar (sulfat yoki xlorit eritish) samarali natijalar berishi mumkin. Tiklanish 90-99% atrofida bo'lishi

mumkin. Gidrometallurgik usulni soddalashtirib, velslash jarayonining kamchiliklari ko'pligi sababli voz kechish taklif qilindi.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Qayumov O.A Uzoqov SH.Z Velslash jarayonida hosil bo'lgan klinkerni qayta ishlashni ishlash usullarini tadqiq qilish <https://cyberleninka.ru/article/n/velslash-jarayonida-hosil-bo-lgan-klinkerni-qayta-ishlash-usullarini-ishlab-chiqish-uchun-tadqiq-qilish/viewer>
2. Abdurahmonov S, Toshqodirova R, Turoпова M, Ro'ziqulov Q. Rux keklarini qayta ishlash usullarining qaiyosiy tahlili <https://share.google/AuRmFmnzw7BOGq0ZL>
3. Xoliqulov D.B, Xaydaraliyev X.R, Qarshiyev H.K "Olmaliq KMK" AJ Rux ishlab chiqarish zavodi sharoitida rux keklarini gidrometallurgik qayta ishlash imkoniyatlarini tahlil qilish <https://cyberleninka.ru/article/n/olmaliq-kmk-aj-rux-ishlab-chiqarish-zavodi-sharoitida-rux-keklarini-gidrometallurgik-qayta-ishlash-imkoniyatlarini-tahlil-qilish/viewer>
4. Toshqodirova R.E., Jalolov B.A., Abdukarimov N. <https://cyberleninka.ru/article/n/olmaliq-kmk-aj-rux-zavodida-rux-kekini-velslash-jarayonini-organish/viewer>
5. Ахтамов Фозил Эркинович, Тошев Ойбек Элмуродович, Масидиков Эльяр Мирсодиқович, Исаева Сурайё Собиржоновна, & Эркинов Фарход Фозилович (2021). термопарообработка-как метод переработки сульфидных руд и концентратов. Universum: технические науки, (11-2 (92)), 5-8.
6. Toshqodirova R.E Abdurahmonov S Zamonaviy rux ishlab chiqarish jarayonlarida noyob metallarni ajratib olishning ilmiy asoslari <https://cyberleninka.ru/article/n/zamonaviy-rux-ishlab-chiqarish-jarayonlarida-noyob-metallarni-ajratib-olishning-ilmiy-asoslari>
7. Abdurahmonov S., Turoпова M.S., Abdukarimov N. Rux ishlab chiqarishda chiqindilarini qayta ishlash tadqiqotining tahlillari
8. Букульбаева Н.С., Эдилканова М.Э., Кокаева Г.А. Обзор технологий переработки клинкера вельц печей // Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева
9. Bisserka Lucheva, Peter Iliev, K.Draganova, V.Stefanova. Recovery copper and silver from waelz clinker wasted from sinc production // Journal of Chemikal Tehnology and Metallurgy/ Sofiya. Bolgariya/ 49/1/2014/-pp/12-15 <https://www.sdbullis.com/solutions/zincoxideproductionline>
10. Патент на изобретение №2356960. Способ переработки отходов цинкового производства <https://patenton.ru/patent/RU2356960C2.pdf>
11. Паньшин А.М. Комплексная переработка клинкера ОАО «Электроцинк»// <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-pererabotka-klinkera-oao-elektrotsink>
12. Abdurahmonov S.A., Masidiqov E.M., & Nurmatov M.A. (2021). sulfidli kollektiv boyitmani suv bug'i bilan ishlov berib, gidrometallurgik qayta ishlashga tayyorlash. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 1 (4), 173-185.