



## RUX ISHLAB CHIQRISH TEXNOGEN CHIQINDISI - KLINKERNI QAYTA ISHLASH

**Toshqodirova Rano Erkinjonovna**, Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, PhD, "Metallurgiya" kafedrası dotsenti v.b.

**Annotatsiya:** Hozirgi kunda dunyo miqiyosida rangli va qora metallurgiya sanoatida hosil bo'lgan ko'plab texnogen chiqindilar ishlab chiqarishga jalb qilish yuzasidan ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Shu texnogen chiqindilardan biri – rux ishlab chiqarish chiqindisi klinker bo'lib, tarkibida ko'plab qimmatli komponentlarni jamlab olgan. Klinkerni qayta ishlash uchun olib borilgan ko'plab ilmiy tadqiqotlar hali ham ishlab chiqarishga joriy qilinmaganligi, joriy qilingani esa komponentlarni to'liq ajratib olish imkonini bermaganligi sababli klinkerni qayta ishlash muammosi hali ham dolzarb bo'lib qolmoqda. Ushbu maqolada klinkerni boyitish uchun olib borilgan tadqiqotlar sharhi hamda olib borilgan tadqiqot natijalari jamlangan bo'lib, tadqiqot natijasida klinker tarkibidan temir alohida mahsulot sifatida ajratib olinadi va temir konsentrati ko'rinishida keyingi qayta ishlashga yuboriladi.

**Kalit so'zlar:** kek, velslash, klinker, magnitli boyitish, magnitli fraksiya, separatsiya, elektromagnit boyitish, komponent, cho'ktirish.

## ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ЦИНКА - ПЕРЕРАБОТКА КЛИНКЕРА

**Ташкодирова Рано Эркинжоновна**, доктор PhD, доцент кафедры "Металлургия" Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического университета

**Аннотация:** В настоящее время во всем мире проводятся научные исследования по вовлечению многих техногенных отходов цветной и черной металлургии в промышленность. Одним из таких техногенных отходов является клинкер цинкового производства, который содержит много ценных компонентов. Проблема переработки клинкера по-прежнему актуальна, так как многие научные исследования по переработке клинкера еще не внедрены в производство, а внедренные не позволяют полностью разделить компоненты. В данной статье обобщены результаты исследований по обогащению клинкера и также результаты исследований в результате которых, железо отделяется от клинкера в отдельный продукт и в виде железного концентрата направляется на дальнейшую переработку.

**Ключевые слова:** kek, вельцевание, клинкер, магнитное обогащение, магнитная фракция, сепарация, электромагнитное обогащение, компонент, осаждение.

## RUX ISHLAB CHIQRISH TEXNOGEN CHIQINDISI - KLINKERNI QAYTA ISHLASH

**Toshqodirova Rano Erkinjonovna**, Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali, PhD, "Metallurgiya" kafedrası dotsenti v.b.

**Abstract:** Currently, all over the world, scientific research is being carried out on the involvement of many man-made waste of non-ferrous and ferrous metallurgy into industry. One of such industrial waste is zinc production clinker, which contains many valuable components. The problem of clinker processing is still relevant, since many scientific studies on clinker processing have not yet been introduced into production, and the implemented ones do not allow the components to be completely separated. This article summarizes the results of studies on enrichment of clinker and also the results of studies as a result of which iron is separated from clinker into a separate product and in the form of iron concentrate is sent for further processing.

**Key words:** cake, Waelz, clinker, magnetic beneficiation, magnetic fraction, separation, electromagnetic beneficiation, component, sedimentation.



**Kirish.** Jahonda qora va rangli metallarni ishlab chiqarish ehtiyojlarini qondirish uchun har yili 10 milliard tonnaga yaqin foydali qazilmalar qazib olinadi. Shu bilan birga, boy va oson ochiladigan ruda konlarining kamayishi rudali-mineral xom ashyo va temir-tersak chiqindilari va kon-metallurgiya sanoati texnogen chiqindilari ko'rinishidagi ikkilamchi xom ashyodan kompleks foydalanishni oshirishga alohida e'tibor qaratish zarurligini ko'rsatmoqda.

Rux ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan texnogen chiqindilardan biri - bu ruxli keklarni velslash natijasida ajralib qolgan klinker hisoblanadi. Klinker – ko'p metalli, murakkab tarkibli, tarkibida o'nlab rangli metallardan tashqari nodir va kimyob metallar ham jamlangan texnogen chiqindidir.

Klinkerni qayta ishlash bo'yicha olib borilgan ilmiy ishlarning tahlilidan kelib chiqib shuni ta'kidlash kerakki, rux ishlab chiqarish chiqindisi klinkeridan metallarni ajratib olish uchun kompleks tadqiqotlar (gravitatsion, elektromagnit, flotatsion boyitish jarayonlari, gidro- va pirometallurgik jarayonlar) o'tkazilgan va turli usullar ishlab chiqilgan. SHu bilan bir qatorda klinkerdan metallarni turli xil erituvchilarda tanlab eritish jarayonlari ham tadqiq qilingan, lekin ular hali sanoat miqiyosida qo'llanilmagan. Ko'rinib turibdiki, klinker tarkibidagi metallarni kompleks ajratib olish va ularni qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish masalalari hali hal etilmagan. Bu asosan klinker tarkibidan qimmatli komponentlarni ajratib olishning murakkabligi bilan bog'liq.

Klinkerni qayta ishlash ustida olib borilgan izlanishlardan birida klinkerdan koks va og'ir fraksiya boyitish usullari (cho'ktirish, magnitli separatsiya va flotatsiya) bilan ajratilgan. Material yirik fraksiyasining kamayishi magnit fraksiyasida mis konsentrasiyasining pasayishiga olib keldi. Misning taxminan 70%i magnit separatsiya qoldiqlariga o'tdi. Biroq, klinker tarkibining bir hil bo'lmaganligi tufayli magnit ajratish ijobiy natija bermadi [1].

Magnitli saralash mahsulotini cho'ktiruvchi modda sifatida ishlatish imkoniyati o'rganildi. Mostovich usuliga ko'ra [2] magnit konsentrat mis rudalarini boyitishda sementlash vositasi sifatida ishlatilishi mumkin. Ushbu usulni qo'llash cho'ktiruvchini yanchish jarayonini takomillashtirdi va misni ajratib olishni 84% gacha oshirdi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, konsentratsiya stollarida cho'ktirish va boyitish paytida yirikligi 6 mm gacha bo'lgan klinker bilan yaxshi natijalarga erishiladi. Misning dastlabki tarkibi 1,11% bo'lganda tarkibida 1,31% mis bo'lgan konsentrat olingan, konsentratga ajratib olinishi 93,5% ni tashkil etdi,. Uglerod dastlabki 20,7% dan 16,5%i ajratildi. Cho'ktirish qoldiqlarida uning miqdori 84% ni tashkil etdi. Birlashtirilgan sxemalar (cho'ktirish, magnitli boyitish yoki flotatsiya) yordamida rangli, nodir va kamyob metallarga boy konsentrat olish mumkin. Flotatsiya yordamida rangli metallar miqdorini ko'paytirish mumkin, ammo bunda mos ravishda nodir metallarni ajratib olish kamayadi [1].

Ishda klinkerning 60-90%i zarracha kattaligi  $-0,074$  mm gacha bo'lgan sinfga qadar yanchilgan va standart sharoitda nam magnit saralashdan o'tkazilgan. Olingan magnit fraksiya sulfat kislotasi eritmasi bilan klinkerdagi 1 kg temirga 0,4 - 2,4 kg sarflanib tanlab eritiladi. Qoldiqni ajratib yuvilgandan keyin mis konsentratini olindi. Fe (II) sulfati tarkibli filtratdan kristalli temir sulfat ajratib olindi [1].

Klinkerni magnit saralash, magnitli fraksiyani tanlab eritish va magnit bo'lmagan fraksiyani flotatsiya qilish orqali qayta ishlash bo'yicha tadqiqotlar olib borildi. Ushbu usul "Rux ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlash usuli" deb patentlangan va quyidagilarni o'z ichiga olgan: 1-5 mm gacha yanchilgan klinker magnitli saralashdan o'tkazilgan. Magnitli fraksiya uyumda tanlab eritildi. Tanlab eritish uchun eritma 40 g / l  $H_2SO_4$ , 50 g / l faol xlor, sorbent sifatida sirt faol moddadan iborat edi. Mahsulotli eritmadan jarayonda 3-5 marta foydalangandan keyin ulardan foydali komponentlar ajratib olindi. Tanlab eritishdan qolgan kek nodir metallarni to'liqroq ajratib olish uchun pechda eritilgan [3].



Bizning fikrimizcha, usulning kamchiliklari ko'p bosqichli, ya'ni uni amalga oshirish uchun bir nechta usullar kerak bo'ladi va natijada uyumda tanlab eritishdan keyin qolgan keklar pechda eritiladi.

Kazzintex fabrikasida klinkerni magnitli va flotatsion boyitish usullari bilan qayta ishlash amalga oshirilgan. Uch bosqichli magnitli separatsiya qo'llanilgan. Boyitish natijasida uchta mahsulot: magnitli, magnit bo'lmagan va oraliq mahsulot olingan. Magnitli mahsulot temir tarkibi bo'yicha tovar konsentrati sifatida ishlatsa bo'ladi. Oraliq mahsulot chiqishi 40-70% tashkil qiladi va keyin yanchilib, flotatsiya usulida boyitiladi. Magnit bo'lmagan mahsulot tarkibida koks mavjud [4].

Bizning fikrimizcha, usulning kamchiligi shundaki, misni flotatsiya qilish jarayoni ikkita asosiy, nazorat va tozalash operatsiyalarini o'z ichiga olib, texnogen oqovalar chiqadi va ularni yana qayta ishlash kerak.

A.I.Okuney, L. S. Shugol, F. I. Nagirnyak, E. S. Gagarin va S. E. Fridman klinkerni bevosita elektromagnit boyitish usulini o'rganishdi. Mualliflar klinkerdagi mis va temir asosan metall holatda ekanligini aniqladilar. Boshlang'ich klinkeridagi mis miqdori 4,4% va minus 0,15 mm gacha yanchishdan magnitli konsentrat (6,2% Cu) olindi, bunda misni ajratib olish 47% bo'ldi va qoldiqdan (3,5% Cu) mis ajratib olish 53 %; magnitli konsentratga temir ajratib olish 82% ni tashkil etdi. Shuni nazarda tutish kerakki, nodir metallar magnit va magnit bo'lmagan fraktsiyalar o'rtasida taxminan teng nisbatda taqsimlangan [1].

"Mexanobr" instituti xodimlarining tadqiqotlari shuni ko'rsatdiki, klinkerni elektromagnit boyitish bo'yicha eng yaxshi natijalarga zarracha kattaligi -2 mm bo'lganda erishildi. Bunda klinkerdagi misning dastlabki miqdori (2,35 dan 6,7% gacha) bo'lganida mis miqdori 8 - 14,2% bo'lgan konsentrat (magnit fraktsiya) olingan bo'lib, ajratib olish 80 - 89% ni tashkil qildi. Natijada mis miqdori 0,57 - 1,32% texnogen oqovalar olinib, ularda ajratib olish darajasi 19,5 - 11% tashkil qildi. Klinkerda temirning miqdori 28% bo'lganida, magnitli mahsulotga 50,6% li temir konsentrati (ajratib olish 84%) olindi. Tarkibida 1,07% Cu bo'lgan klinkerni magnitli saralash natijasida tarkibida mis miqdori 2,22% bo'lgan mis konsentrati (ajratib olish 50,5%) va mis miqdori 0,7% bo'lgan oqovalar (ajratib olish 50,5%) olindi. Ishda nodir metallar va uglerodning o'zini tutishi haqidagi ma'lumotlar keltirilmagan bo'lib, bunda boyitish mahsulotlarining rasional qo'llanilishi to'g'risida hulosalar qilish imkoni yo'q. Mualliflar boyitish natijasida olingan klinker va magnitli boyitmani shlaklarni fyuminglashda cho'ktiruvchi qo'shimcha, shunugdek oksidlangan rudalarni boyitishda va kon suvlaridan misni cho'ktiruvchi sifatida qo'llashni taklif qilishgan [1].

**Tadqiqot qismi.** Biz tadqiqot o'tkazgan rux ishlab chiqarish chiqindisi klinkerning kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

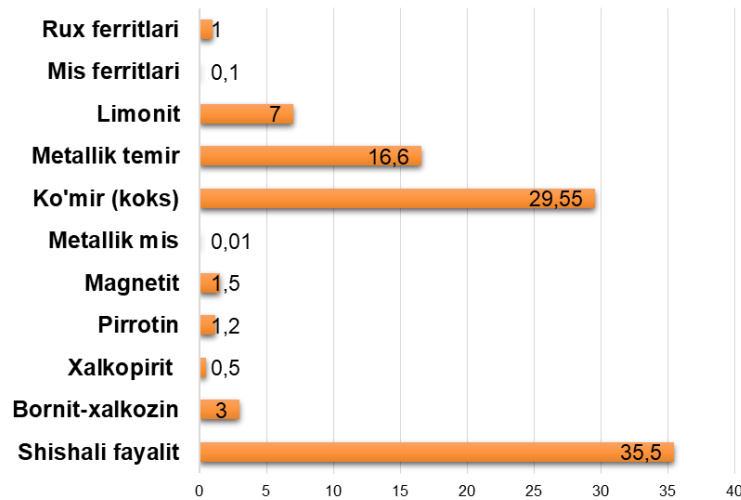
1-jadval

**Klinkerning kimyoviy tarkibi, %**

Element, birikma nomi	Cu	Pb	Zn	Fe <sub>umu</sub> m	S <sub>umu</sub> m	C	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Miqdori	2,2	0,51	2,1	19,53	8,39	29,55	6,06	4,08	16,42
Element, birikma nomi	MgO	Cd	As	TiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ba	Au	Ag
Miqdori	2,72	<0,01	0,155	0,21	0,6	0,47	2,3	3,2 g/t	260,27 g/t

Kimyoviy tahlil natijalariga ko'ra rux ishlab chiqarish klinkeri tarkibida Cu (2,2 %), Zn (2,1 %), Pb (0,51 %), 19,53 Fe, Ag (260,27 g/t), Au (3,2 g/t) va koks (29,55 %) kabi qimmatli komponentlar mavjudligi aniqlandi [7].

Bundan tashqari klinkerning mineralogik (1-rasm) va granulometrik (2-jadval) tarkibi o'rganildi. Klinkerning mineral tarkibi asosan shishali-fayalit (35,5 %), ko'mir (29,55 %) va metallik temirdan (16,6 %) iborat. Asosan klinker tarkibida uglerod va temir juda ko'p miqdorda bo'ladi va qimmatli komponentlarni ajratib olishga to'sqinlik qiladi.



1-rasm. Klinkerning mineralogik tarkibi

2-jadval

**Klinkerning granulometrik tarkibi**

Nanuna raqami	Fraksiyalarning taqsimlanishi										
	Fraksiyaning yirikligi, mm	+20	-20+10	-10+6	-6+2	-2+1	-1				Jami
1	Miqdori, %	20,5	20,3	25,4	17,7	14,3	1,5				100
	Fraksiyaning yirikligi, mm	+20	-20+10	-10+6	-6+3	-3+2	-2+1	-1+0,5	-0,5		Jami
2	Miqdori, %	22,5	21,6	25,2	11,3	2,5	13,5	1,9	1,5	100	
	Fraksiyaning yirikligi, mm	+20	-20+10	-10+6	-6+3	-3+2	-2+1	-1+0,5	-0,5	Jami	

Granulometrik tarkib tahlili natijalariga ko'ra yirik fraksiyalar 20-23 %, o'rta sinf 11,3-17,7 %, mayda sinf 2,5-14,3 % tashkil qilib, klinkerni qayta ishlashdan oldin yanchish kerakligini ko'rsatdi.

Termodinamik tahlil bilan klinker komponentlari sulfat kislota eritmasida yaxshi erimasligi aniqlandi, sulfidlar va metallar ferritlari kuchsiz kislotali eritmalarda erimaydi. Bu eritmaga metallarni ajratib olishni kamayishiga olib keladi. Sulfat kislotasi konsentratsiyasining kamayishi va tanlab erish jarayoni haroratining ko'tarilishi silikat kislota (H<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>) hosil bo'lishi va boshqa salbiy reaksiyalarning kechishiga olib keladi, bu esa fazalarni keyingi ajralishni murakkablashtiradi.

Klinker komponentlarining xlorli eritmalarda o'zini tutishi o'rganilganda, klinkerni tarkibini tashkil qiluvchi qimmatli komponentlar rux, mis, qo'rg'oshin, oltin va kumushlarning hammasi xlor va uning birikmalari bilan ta'sirlashib, suvda eruvchi birikmalar hosil qiladi degan xulosaga kelish mumkin.

Klinker tarkibidagi temir miqdori boshqa komponentlarga qaraganda ko'proq, shuningdek temir elektrmanfiyligi yuqoriroq element bo'lib, xlorning katta qismi bilan ta'sirlashadi. Bu nomaqbul deb hisoblanadi, chunki boshqa elementlarning elektrmanfiyligi pastroqdir. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun temirni klinker tarkibidan elektrxlordashdan oldin temir konsentrati sifatida olib tashlash kerak [8-9].



Ma'limki flotokonsentratlarda zarrachalarning yirikligi 0,074 mm tashkil qiladi, tabiiyki tanlab eritishdan olingan keklar ham shu yiriklikka ega. Ammo, rux keklarini velslash natijasida zarrachalar 100 mm gacha o'zaro bir-biri bilan birikib yopishishi natijasida yiriklashadi. Ularni bir-biridan mexanik ajratish uchun albatta -1,0 mm yiriklikkacha yanchish zarur bo'ladi. Klinkerni janchish bo'yicha tadqiqotlar amalga oshirilgan bo'lib, ularning natijasi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

**Klinkerni 1,0 soat davomida janchish natijalari (1 kg klinker:6 kg shar)**

No	Sinf, mm	Chiqish, %
1	-2+1	2,3
2	-1+0,5	87,5
3	-0,5-00	10,2

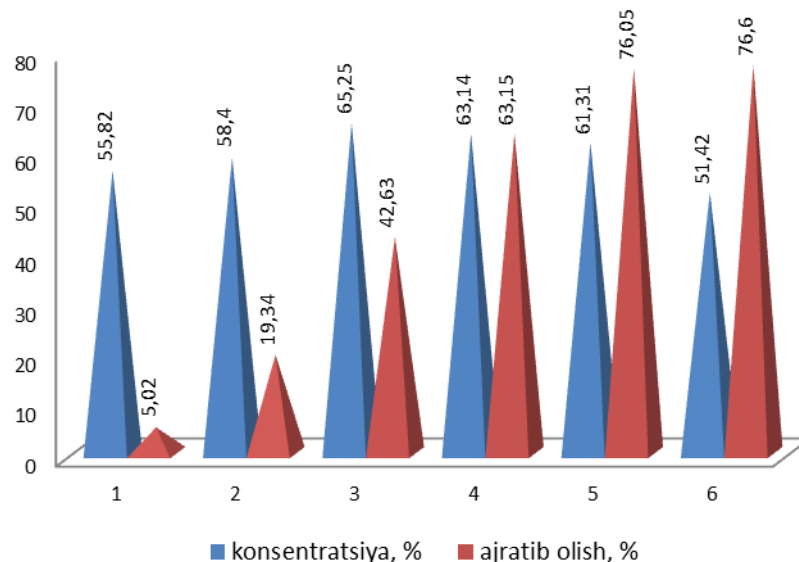
Klinkerni boyitib temirni alohida konsentratga ajratib olish bo'yicha tadqiqotlar olib borildi. Klinker tarkibidan temirni ajratib olish uchun quruq magnitli separatsiya o'tkazildi. Tok kuchi kattaliklarining temir konsentratsiyasiga va magnitli fraksiyaga ajratib olinishiga bo'g'liqligi o'rganildi. Natijalar 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

**Klinkerni magnitli boyitish natijalari**

No	Tok kuchi J, A	Qarshilik U, b	Konsentrat chiqishi		Temir konsentratsiyasi, %	Temirni konsentratga ajratib olish, %
			grammda	% da		
1	0,125	95	3,42	1,71	55,82	5,02
2	0,25	140	12,6	6,30	58,40	19,34
3	0,31	180	24,8	12,40	65,25	42,63
4	0,38	210	38,1	19,05	63,14	63,15
5	0,45	255	47,3	23,65	61,31	76,05
6	0,50	295	56,6	28,30	51,42	76,60

Tadqiqot natijalari ko'rsatishicha tok kuchi 0,31A bo'lganda temir konsentratsiyasi 65,25% temir ajratib olish esa 42,63% tashkil qildi. Tok kuchini keyingi ko'paytirish temir ajratib olishni ko'paytirmaydi. Eng yuqori ajratib olish 76,6% tashkil qilib unda foydalanilgan tok kuchi 0,5 A va qarshilik 295 V bo'ldi, ammo tahlil natijalariga ko'ra temir konsentratsiyasi 51,42% gacha kamayib ketgan. Eksperiment natijasida olingan ma'lumotlarni tahlil qilib optimal tok kuchi 0,45A va qarshilik 295 V deb topildi, ushbu ko'rsatkichlarda temir konsentratsiyasi 61,31%, ajratib olish esa 76,05% tashkil qildi (2-rasm).



**2-rasm. Klinker tarkibidagi temirni magnitli boyitish usuli bilan ajratib olishning tok kuchiga bo'g'liqligi**

**Xulosa.** Olingan tadqiqot natijalari klinkerdan temirni magnitli boyitish usuli bilan ajratib olish va 60% ga yaqin temir tarkibli konsentrat olish mumkinligini ko'rsatdi. Magnitli fraksiyani yuvish orqali temir boyitmasi tarkibidagi temir miqdorini mos ravishda 66% gacha oshirish mumkin. Olingan tozalangan temir boyitmasi keyingi qayta ishlashga mos va ist'emo'lchiga yuborilishi mumkin.

#### Adabiyotlar ro'yxati:

1. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. – Ташкент.: Изд-во Фан АНРУз. 2009. - 404 с.
2. Основы металлургии 1 том часть 1, под редакцией Н.С.Грейвера и др. – Москва. 1961. – 656 с.
3. Патент на изобретение №2356960. Способ переработки отходов цинкового производства. – 15.11.2006 г.
4. Букульбаева Н.С., Эдилканова М.Э., Кокаева Г.А. Обзор технологий переработки клинкера вельц печей // Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева.
5. Кляйн С.Э., Козлов П.А., Набойченко С.С. Извлечение цинка из рудного сырья. - Екатеринбург. УГГУ-УПИ 2009. 492 с.
6. Абдурахмонов С.А., Ахтамов Ф.Э., Хўжакулов Н.Б. Исследование возможности переработки лежалого медного клинкера // Горный Вестник Узбекистана. – Навои, 2009 – № 1. – С. 77-78.
7. Тошқодирова Р.Э., Абдурахмонов С. Переработка клинкера – техногенного отхода цинкового производства // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. 11(80). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10966> (дата обращения: 26.11.2020).
8. Абдурахмонов С., Тошқодирова Р.Э. Исследования по переработке клинкера - отхода цинкового производства // Вестник науки и образования. №10 (88) часть 1. С.22-26.