



## FLOTATSIYA JARAYONI YAXSHILASH UCHUN MIS SHLAKLARINING KRISTALL HOLATINI $\text{Na}_2\text{CO}_3$ BILAN OPTIMALLASHTIRISHNI TADQIQ QILISH

**Tolibov B.I.** – DSc., Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi yetakchi mutaxassisi, **Axmedov M.S.** - Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti, **Yuldashev S.M** - Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Metallurgiya kafedrasi assistenti

**Annotatsiya:** Shlak tarkidida asosiy metal Cu bo'lib, odatda shlaklar flotatsiya usuli bilan boyitiladi. Shlak tarkibidagi misning kristall holati flotatsiya jarayoni uchun qulay emas, bu Cu ning yaxshi boyitishini cheklaydi. Ushbu tadqiqotda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bilan Cu shlaklarining kristalli holatiga ta'siri va flotatsiya orqali Cu ni yaxshi boyitishi o'r ganildi. Mexanizm termodinamik, yopishqoqlik, rentgen nurlari diffraktsiyasi (RND) tahlillari va skanerlash elektron mikroskopiya (SEM) bilan o'r ganildi. Termodinamik, yopishqoqlik va tahlillari natijalari shuni ko'rsatadiki,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  fayalitni  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  va  $\text{NaFeSi}_3\text{O}_6$  kabi past erish nuqtasi bo'lgan materiallarga aylantirish uchun foydalidir va shu bilan birga Cu shlakining yopishqoqlikni pasaytiradi. Bundan tashqari, SEM natijalari shuni ko'rsatadiki, eritish modifikatsiyasi jarayonida  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  qo'shilishi Cu tarkibidagi mineralarning to'planishiga yordam beradi. Flotatsiya natijalari yuqoridagi xulosalarni tasdiqlaydi, 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  da Cu ni flotatsiyada tiklash eng samaralisdir.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bo'limgan bilan solishtirganda,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan foydalanish Cu darajasining oshishiga olib keldi va mos ravishda 3,544% va 28,94% ga qaytarildi.

**Kalit so'zlar:** Cu shlak; Cu li minerallar; modifikatsiyasi; yopishqoqlik; kristallik holati; flotatsiya; magnetit; fayalet; maydalash; yanchish.

**Аннотация:** основным металлом в шлаке является Cu, и обычно шлаки обогащаются методом флотации. Кристаллическое состояние меди в шлаке неблагоприятно для процесса флотации, что ограничивает хорошее обогащение Cu. В этом исследовании изучалось влияние  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  на кристаллическое состояние шлаков Cu и хорошее обогащение Cu флотацией. Механизм был изучен с помощью термодинамического анализа, анализа вязкости, дифракции рентгеновских лучей (RND) и сканирующей электронной микроскопии (SEM). Результаты термодинамических, вязкостных и анализов показывают, что  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  полезен для превращения фаялита в материалы с низкой температурой плавления, такие как  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  и  $\text{NaFeSi}_3\text{O}_6$ , одновременно снижая вязкость шлака Cu. Кроме того, результаты SEM показывают, что добавление  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  во время модификации плавления способствует накоплению минералов в Cu. Результаты флотации подтверждают вышеизложенные выводы, флотационное восстановление Cu при 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  является наиболее эффективным. По сравнению с не- $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , использование  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  привело к увеличению уровней Cu и восстановлению на 3,544% и 28,94% соответственно.

**Ключевые слова:** Cu шлак; Cu минералы; модификация; вязкость; кристаллическое состояние; флотация; магнетит; фаянс; дробление; дробление.

### Kirish

Cu og'ir rangli metall bo'lib, iqtisodiy rivojlanishda asosiy rol o'yndaydi. Cu ajratib olish texnologiyasi pirometallurgiya va gidrometallurgiyaga bo'linadi. Dunyodagi umumiy Cu ning taxminan 80% pirometallurgik usul yordamida ishlab chiqariladi. Biroq, pirometallurgik usulda ko'p miqdorda Cu shlaki hosil bo'ladi. 1 tonna Cu ishlab chiqarish 2-3 tonna Cu shlakini hosil qiladi. Har yili dunyoda taxminan 30 million tonna Cu shlaki hosil bo'ladi. Mis shlak tarkibida odatda 0,5% dan ortiq Cu ni o'z ichiga oladi, bu qazib olinadigan va ba'zi birlamchi Cu rudalariga qaraganda yuqoridir. Cu zahiralarining kamayishi bilan Cu shlaklari katta rivojlanish salohiyatining ikkinchi darajali resursiga aylandi. Shu bilan birga, Cu shlakining 80% dan ortig'i eritish zavodi yaqinida to'planadi va unumli foydalanilmaydi va atrofdagi tuproq va suv resurslarini ifloslantiradi va Cu resurslarining katta miqdorini yo'qotadi. Demak, atrof-muhit va resurslar nuqtai nazaridan Cu shlakida Cu ni qayta ishlashni yaxshilash uchun mos texnologiyani ishlab chiqish kerak [1,2].

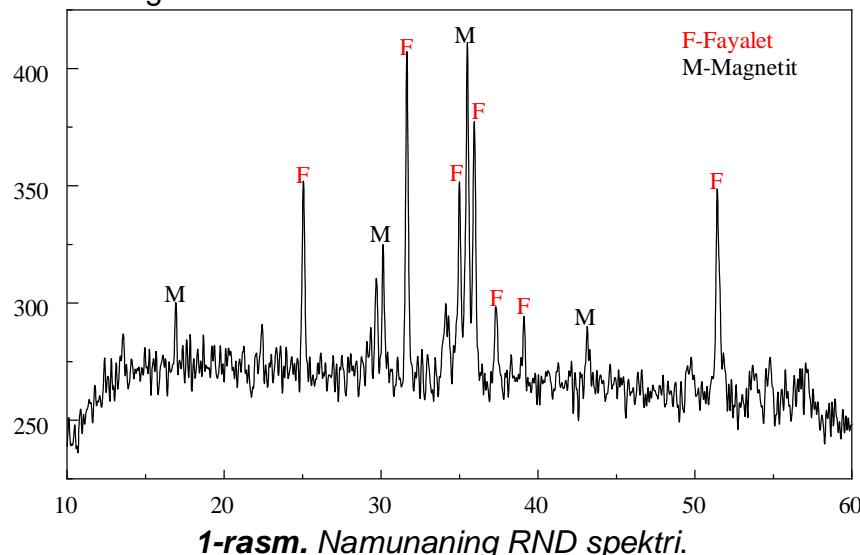
Cu eritish jarayonida turli xil eritish sharoitlari va xom ashyo turli xil xususiyatlarga ega Cu shlakini hosil qiladi. Ko'pgina olimlar Cu shlakining turli xususiyatlariga muvofiq Cu ni qayta tiklashning turli usullarini o'rganmoqdalar. Ularning printsiplariga ko'ra, bu usullarni uchta toifaga, ya'ni pirometallurgiya, gidrometallurgiya va flotatsiyaga bo'lislumumkin. Biroq, pirometallurgiya va gidrometallurgiya Cu shlakini qayta ishlashhning yaxshi usullari hisoblanmaydi, chunki ular mos ravishda yuqori ishlab chiqarish xarajati va uzoq vaqt talab qiladi. Flotatsiya Cu shlakini tozalashda arzonligi, soddaligi va yuqori ishlab chiqarish samaradorligiga asoslanganligi tufayli keng qo'llaniladi [3,4].

Cu shlakining kristall holatini optimallashtirish uchun yopishqoqlikni nazorat qilish kerak. Odatda, eritilgan Cu shlakining yuqori yopishqoqligi shlakda oqayotgan Cu elementini o'z ichiga olgan minerallarning yopishqoqlik qarshiligini oshiradi. Yomon oquvchanlik Cu elementini o'z ichiga olgan minerallarning qiyin agregatsiyasiga olib keladi. Erish modifikatsiyasi, sekin sovitish va yopishqoqlikni nazorat qilish orqali Cu shlakining kristall holatini samarali ravishda optimallashtirishi mumkin [5].

Ushbu tadqiqotda Cu shlakining kristall holatini optimallashtirish va Cu tarkibidagi minerallarning suzuvchanligini yaxshilash uchun Cu shlakini modifikatsiyasining yangi texnologiyasi taklif etilgan. Cu shlakining kimyoviy tarkibini o'zgartirish va shlak tizimining yopishqoqligini kamaytirish uchun va Cu shlakidagi asosiy komponentlar o'rtaсидаги reaksiyani rivojlantirish uchun  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ishlataligan. Cu shlakining kristall holatini optimallashtirishda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning maqsadga muvofiqligi termodinamik, yopishqoqlik, RND va SEM tahlillari orqali tushuntiriladi va  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning modifikatsiya effekti flotatsiya sinovi orqali o'rganiladi [6].

### Materiallar va usullar

Mis shlakining kimyoviy va mineral tarkibi, SEM energiya-dispersiv rentgen spektroskopiyasi (EDS) tahlil natijalari bilan mos ravishda 1-jadval, 1 -rasm, 2 -jadval va 2 -rasmda batafsil ko'rsatilgan.



1-jadval

Namunaning kimyoviy tarkibi.

Element	Cu	Fe	S	Pb	Zn	Mo	Sb	Co	Ni
Tarkibi (%)	1.42	40,75	0,35	0,33	1.83	0,31	0,24	0,09	0,07
Element	Cr	Rb	$\text{SiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{TiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	boshqa
Tarkibi (%)	0,68	0,11	30.15	2.56	1.49	2.28	2.47	2.53	8.02

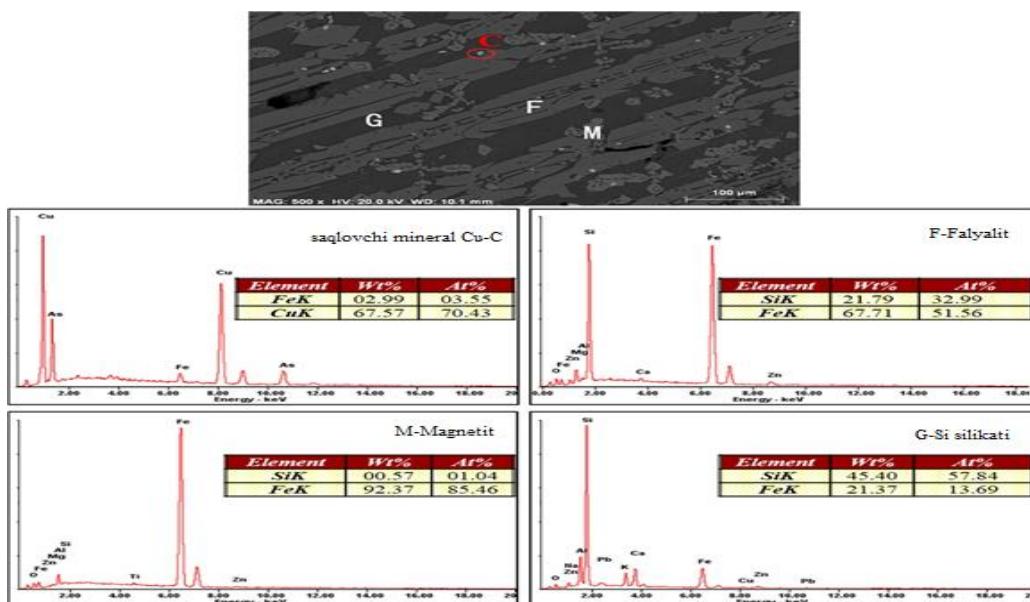
Namunaning mineral tarkibi.

Mineral	Formula	Tarkib (%)
Metall Cu	Cu	0,02
Cu-S minerallari	Cu va S ga boy minerallar	1.09
Cu - minerallar	Cu va As ga boy minerallar	0,51
Magnetit	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	19.96
Fayalit	Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	45.30
Shishasimon silikat	Fe, Al silikat	32.56
Boshqa	—	0,56

Cu shlakining asosiy tarkibiy qismlari Fe (40,75%) va SiO<sub>2</sub> (30,15%), Cu tarkibi esa 1,42% edi (1-jadval). Tarkibning pastligi tufayli Pb, Zn va boshqa elementlarning tiklanishi hisobga olinmaydi.

XRD (1-rasm) va mineral tarkibi (2-jadval) tahlillari natijalari Cu shlakidagi asosiy minerallar fayalit (45,3%), magnetit (19,96%) va amorf shisha silikat (32,56%) ekanligini ko'rsatdi. Bundan tashqari, Cu o'z ichiga olgan minerallar Cu-S minerallari (Cu va S ga boy minerallarga ishora qiladi, 1,09%), Cu-As minerallari (Cu va As ga boy minerallarga ishora qiladi, 0,51%) va metall Cu (0,02) %) [7].

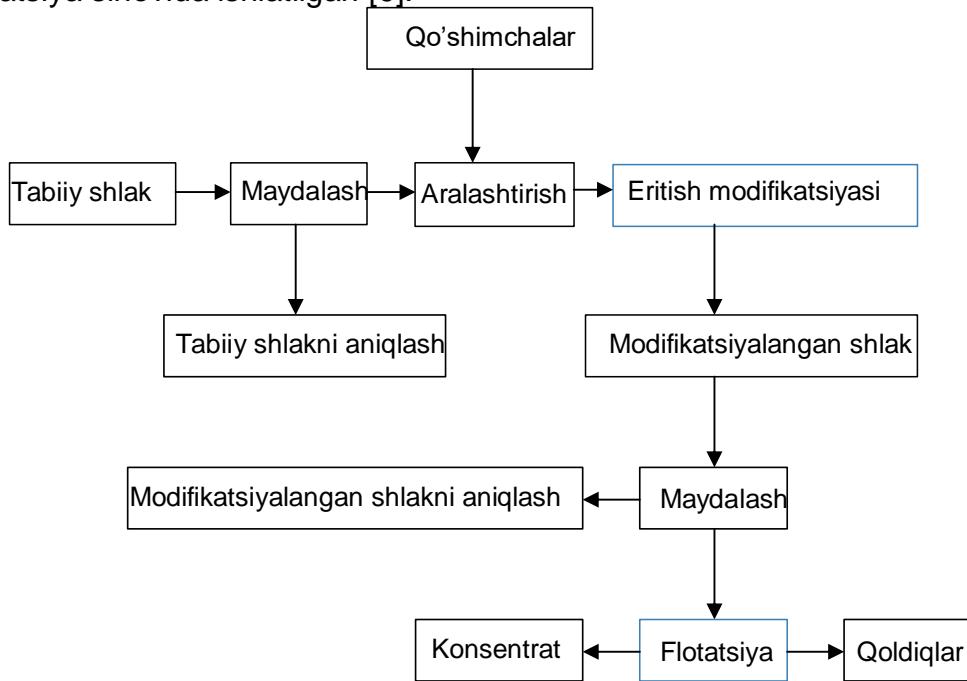
Cu shlakining mikro tuzilishi shlakdagi asosiy minerallar fayalit va magnetit ekanligini tasdiqladi. Kubli minerallarning o'rtacha zarra hajmi 10 mkm dan kam bo'lib, zarralar fayalit, magnetit va shisha silikatda tarqalgan. Ushbu kristall holatda monomer dissotsiatsiyasini amalga oshirish Cu saqlovchi minerallar uchun qiyin edi. Shunday qilib, ko'p miqdorda Cu osongina flotatsiya qoldiqlariga singib ketadi. Shu sababli, Cu shlakining kristalli holati Cu tarkibidagi minerallar monomer dissotsiatsiyasini osonlik bilan amalga oshirishini ta'minlash uchun yaxshilanishi kerak [8].



2-rasm. Namunaning SEM-EDS natijalari (C-Cu-tarkibida minerallar, F-Fayalit, M-Magnetit, G-shisha silikatlar).

### Eksperimental usullar

Ushbu tadqiqotning butun eksperimental jarayoni (3-rasm) ikki bosqichdan iborat, ya'ni tabiiy shlakni eritish modifikatsiyasi va o'zgartirilgan shlakning flotatsiyasi. Birinchi bosqichda tabiiy shlak 0,074 mm dan kamroq yanchilgan. Kimyoviy tahlil uchun bir oz shlak olingandan so'ng, qolgan shlak eritish modifikatsiyasi uchun qo'shimchalar bilan aralashtiriladi. Ikkinci bosqichda o'zgartirilgan shlak ham 2 mm dan kamroq yanchilgan va o'zgartirilgan shlakning bir qismi XRD va SEM tahlillari uchun to'plangan, boshqa qismi esa flotatsiya sinovida ishlatilgan [9].



**3-rasm Cu shlakini eritish modifikatsiyasi – flotatsion sinov sxemasi.**

### Eritish modifikatsiyasi

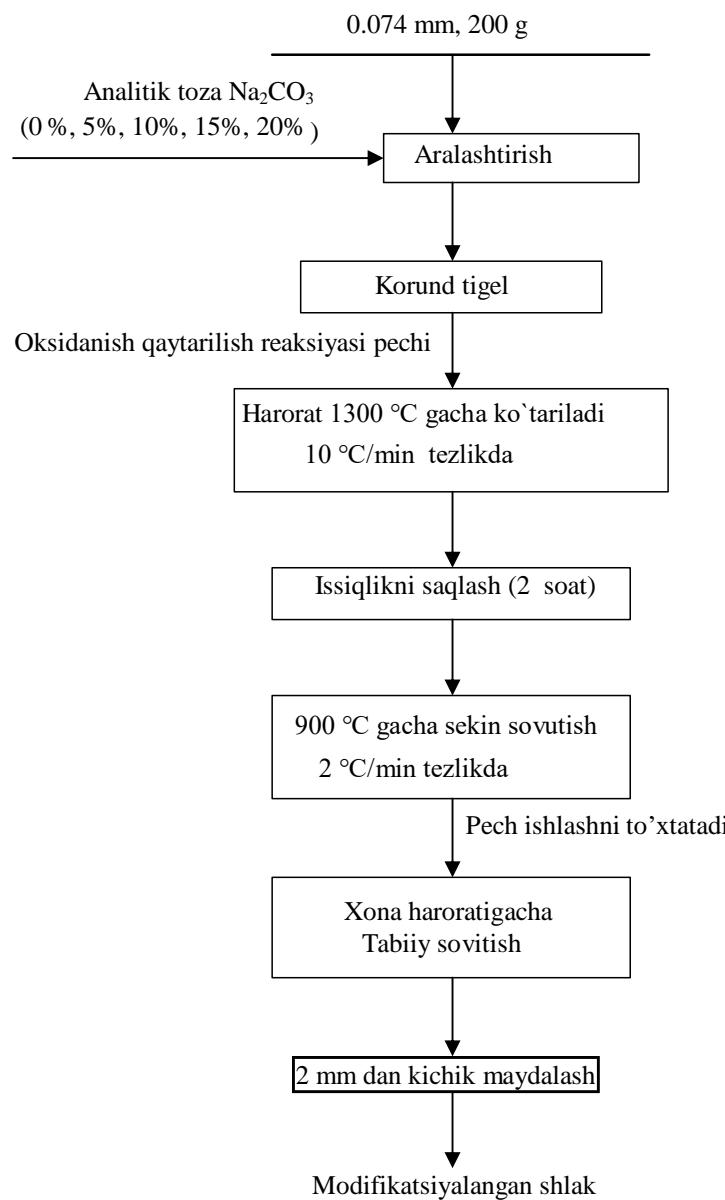
Sxemada tasvirlanganidek, eritishni o'zgartirish jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi. Zarrachalar o'lchami 0,074 mm dan kam bo'lgan Cu shlaki (200g) ma'lum miqdorda (5-20%) analitik toza  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bilan teng ravishda aralashtiriladi va 200 ml korund tigelga qo'yiladi. Bu foizlar  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  massasining tabiiy shlak massasiga nisbatini ifodalaydi. Tigel oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi amalga oshishi uchun pechga joylashtirildi va harorat 10 °C/min tezlikda 1300 °C ga ko'tarildi. Olovli va shlak ichidagi harorat bir xil bo'lishi va barqarorlashishi uchun yetarli vaqtga ega bo'lishi uchun harorat 2 soat davomida saqlanadi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi pechining harorati sekin 2 °C/min tezlikda 900 °C gasovildi. Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi pechidan olingan mahsulot ya'ni korund tigel tabiiy ravishda atrof-muhit haroratiga qadar sovutildi. O'zgartirilgan Cu shlaki qo'lda maydalash yo'li bilan tigeldan ajratilgan, so'ngra keyingi tajribalar uchun vibratsiyali tegirmonidan foydalangan holda 2 mm dan kamroq maydalanadi [10].

### Flotatsiya

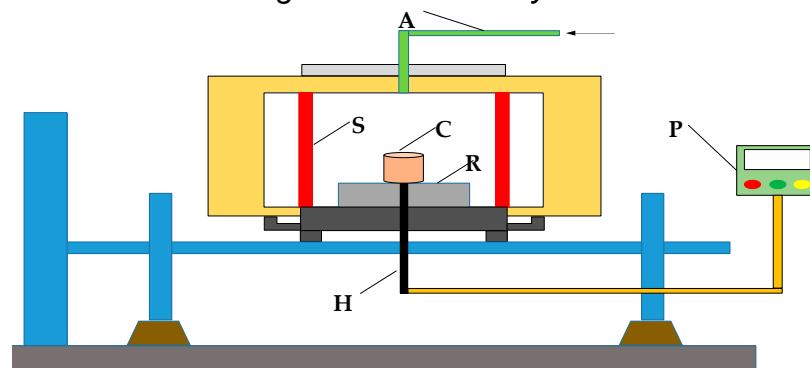
Flotatsiya sinovi ikki bosqichdan iborat. Jami 150 g o'zgartirilgan shlaklar 45 mkm dan kamroq (90% ni tashkil qiladi) yanchilgan, ushbu yanchilgan shlak rasmda ko'rsatilgan protseduralarga muvofiq flotatsiya operatsiyasi uchun ishlatilgan. Flotatsiya jarayonida flotatsiya mashinasining mil tezligi, qirg'ichning tezligi va aeratsiya hajmi mos ravishda

2150 r/min, 1950 r/min va 8 dm<sup>3</sup>/min ni tashkil etdi. Ushbu flotatsiya sinovining natijalari Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ning Cu shlakiga o'zgartirish ta'sirini baholash uchun ishlatalgan [11].

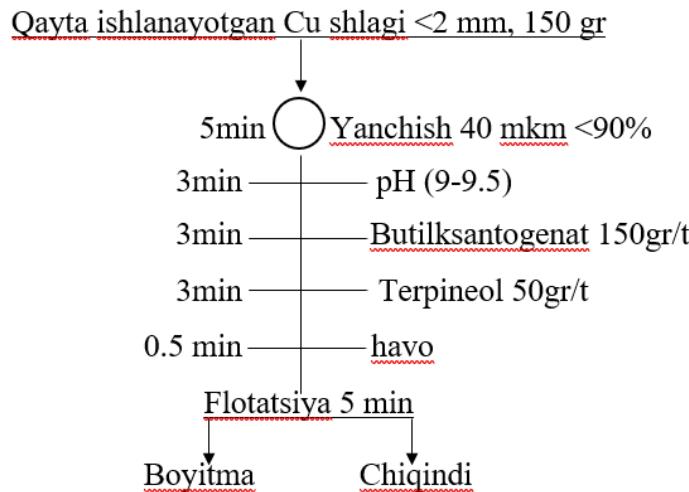
Toza shlak



**4-rasm.** Cu shlakining erish modifikasiyasi sinov sxemasi.



**5-rasm.** Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasi pechining sxemasi (A—Havo olish, S—Kremniy—Molibden bar, C—Korund tigel, R—O'tga chidamli asos, H—Isitish juftligi, P—Programlanadigan mantiqiy boshqaruvchi).



### Baholash ko'rsatkichi

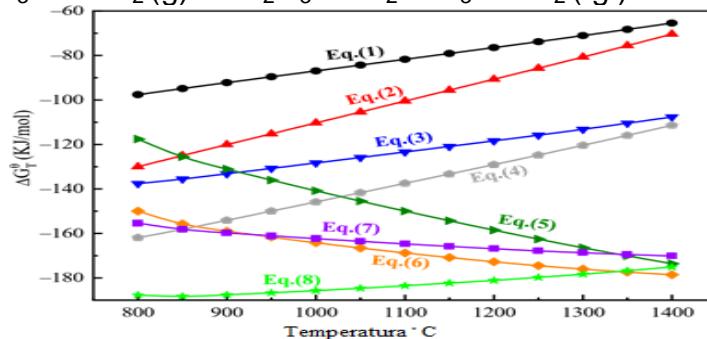
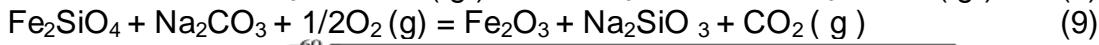
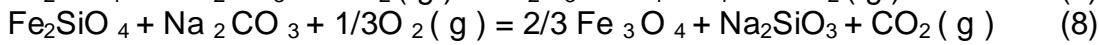
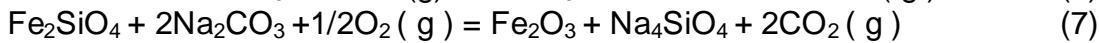
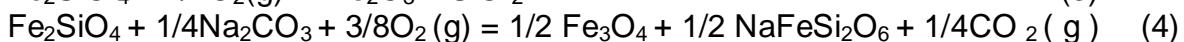
$\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning Cu shlakining erish modifikatsiyasiga ta'siri o'zgartirilgan Cu shlakining flotatsiya indeksi bilan baholandi. Flotatsiya kontsentratida Cu tiklanishi va darajasi qanchalik yuqori bo'lса, eritish modifikatsiyasining ta'siri shunchalik yaxshi bo'ladi. Flotatsiya mahsulotlarining Cu toifasini kimyoviy tahlil orqali olish mumkin va Cu ning qaytalanishini tenglama yordamida hisoblash mumkin.

$$e = \frac{m * \beta}{m_0 * \alpha}$$

Bu yerda  $e$  - flotatsiya mahsulotlarining Cu ga olinishi (%),  $m$  - flotatsiya mahsulotlarining massasi (g),  $m_0$  - flotatsiya uchun o'zgartirilgan shlakning ozuqa massasi (g),  $\beta$  - flotatsiya mahsulotlarining Cu darajasi (%), va  $\alpha$  - flotatsiya uchun o'zgartirilgan shlakning Cu darajasi (%) [12].

### Natijalar va muhokama

Cu shlakini eritish modifikatsiyasi jarayonida Cu shlakining kristall holatini o'zgartirish uchun  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  qo'shiladi.  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  -  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tizimida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan reaksiyalar quyidagicha:



**6-rasm.** (3) – (9) tenglamalar uchun standart erkin energiyaning ( $\Delta G^{\circ f} T$ ) harorat bilan bog'liqligi.

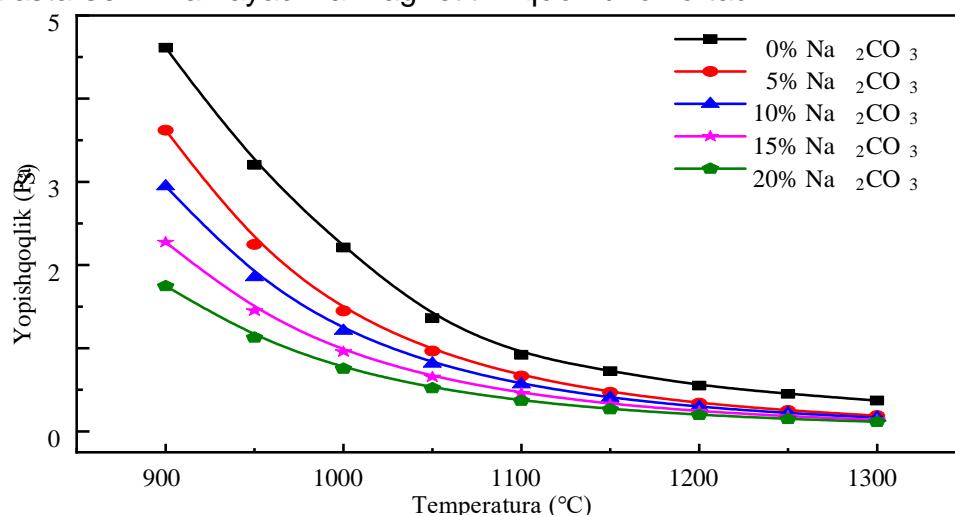
Ta'kidlash joizki,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning miqdori ma'lum qiymatdan oshib ketganda,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ning reaksiyada ishtirok etmaydigan qismi qoladi. Qolgan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tizimni sovutish jarayonida kristallar shaklida cho'kadi. Ushbu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kristallarining mavjudligi flotatsiya jarayonida pH ni tartibga solishga yordam bermaydi va shu bilan flotatsiyaning eritma kimyoviy muhitini yomonlashtiradi. Shuning uchun juda ko'p  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Cu tiklanishini kamaytirishi mumkin [13].

### Yopishqoqlik tahlili

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozasi va haroratining erigan Cu shlakining yopishqoqligiga ta'siri rasmida ko'rsatilgan. Birinchidan, diagramma shlak tizimining yopishqoqligi past haroratda yuqori ekanligini ko'rsatadi. Bu hodisa past haroratda ko'proq yuqori erish nuqtasi bo'lgan materiallarning cho'kishi va kristallanishi bilan bog'liq.  $1100^{\circ}\text{C}$  dan past haroratlarda shlak tizimining yopishqoqligi keskin ko'tariladi, chunki erish nuqtasi  $1100^{\circ}\text{C}$  dan yuqori bo'lgan material tezda kristallanadi va cho'kadi. Shu sababli, shlak tizimining yopishqoqligini kamaytirish uchun shlak tizimidagi yuqori erish nuqtasi moddalarining tarkibini kamaytirish kerak. Ikkinchidan, eritilgan Cu shlakining yopishqoqligi bir xil haroratda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozasini oshirish bilan aniq kamayadi. Bu topilma shuni ko'rsatadiki, Cu shlakini eritish jarayonida  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  qo'shilishi yuqori erish nuqtasi bo'lgan moddalarning past erish nuqtasiga ega bo'lgan moddalarga aylanishiga yordam beradi. Yopishqoqlikni tahlil qilish natijalari 3.1-bo'limga mos keladi, bu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  Cu shlakining yopishqoqligini kamaytirishi va Cu o'z ichiga olgan minerallarning suyuqligini yaxshilashi mumkinligini to'liq ko'rsatadi.

### Mineralogik xarakteristikasi

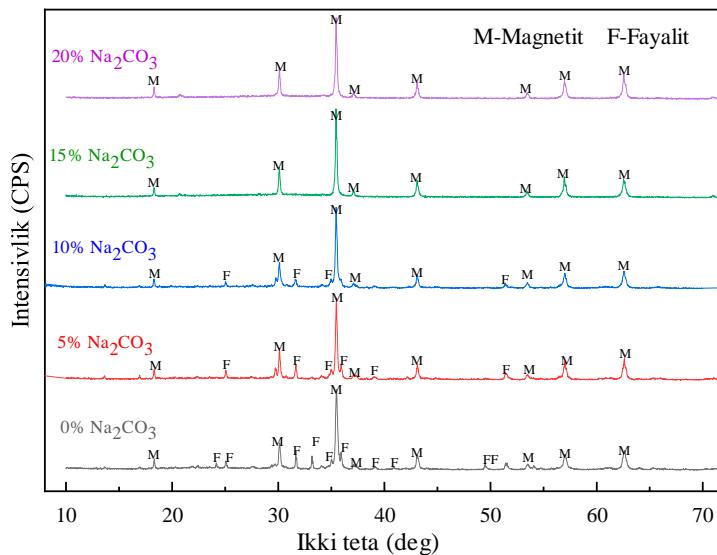
$\text{Na}_2\text{CO}_3$  tarkibidagi o'zgartirilgan Cu shlakdagi faza o'zgarishini o'rganish uchun ishlatalgan. Natijalar pastdagи rasmda ko'rsatilgan.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozasini oshirish fayalitning diffraktsiya cho'qqisini u yo'qolguncha asta-sekin kamaytiradi. Magnetitning diffraktsiya cho'qqisi biroz kuchayadi. XRD printsipiga ko'ra, XRD spektrlaridagi tepalik mayzarralarining nisbati mineral tarkibiga mutanosibdir va bir xil minerallarning diffraktsiya intensivligining o'zgarishi taxminan uning tarkibidagi o'zgarishlarni aks ettireshi mumkin. Shuning uchun,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miqdori 0 dan 20% gacha ko'tarilganda, fayalitning tarkibi yo'qolguncha asta-sekin kamayadi va magnetit miqdori biroz ortadi.



**9-rasm.** Turli xil  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozalari bo'lgan erigan Cu shlakining yopishqoqligi va harorati o'rtaqidagi bog'liqlilik.

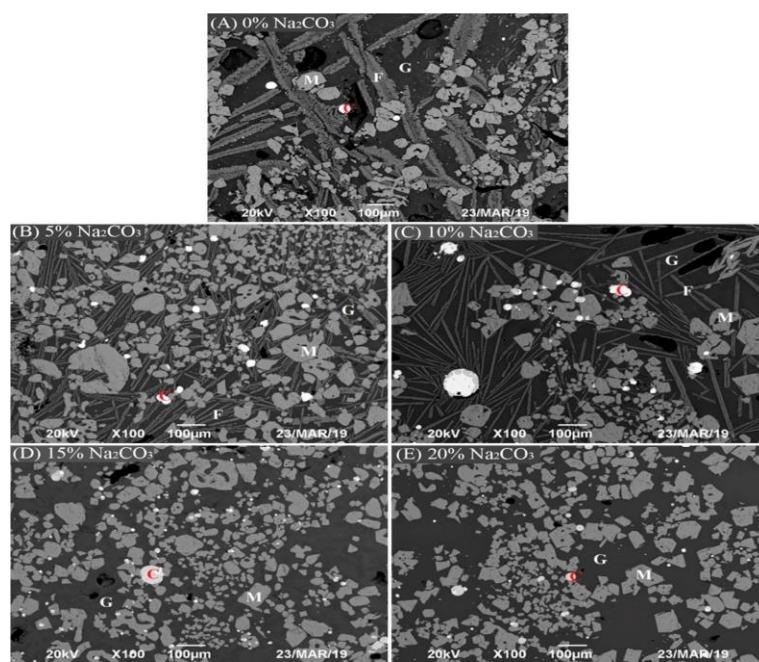
Bu natija (3) – (9) reaksiyalarini oqlaydi. Bundan tashqari, fayalitning diffraktsiya cho'qqilari  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miqdori 15% bo'lganda yo'qoladi, bu shlakdagi fayalitning  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tomonidan to'liq parchalanganligini ko'rsatadi.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miqdori ortib boraversa, ortiqcha

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  reaksiyada ishtirok etmagani uchun Cu shlakini sovutish jarayonida kristall holida cho'kmaga tushadi. Bu natija  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  - $\text{Na}_2\text{CO}_3$  tizimining ikkilik faza diagrammasi bilan yaxshi mos keladi.



**10-rasm.** Turli miqdorda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (CPS - soniyada hisoblash) bo'lgan Cu shlakining XRD spektrlari

Cu li minerallarning tarkibi XRD tahlili bilan aniqlash uchun juda past. Ushbu tadqiqotda Cu shlaklarini eritish modifikatsiyasi jarayonida Cu tarkibidagi minerallarning morfologik o'zgarishlari SEM yordamida qo'shimcha tahlil qilinadi. 11-rasmda turli  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozalarida o'zgartirilgan Cu shlakining morfologiyasi ko'rsatilgan.

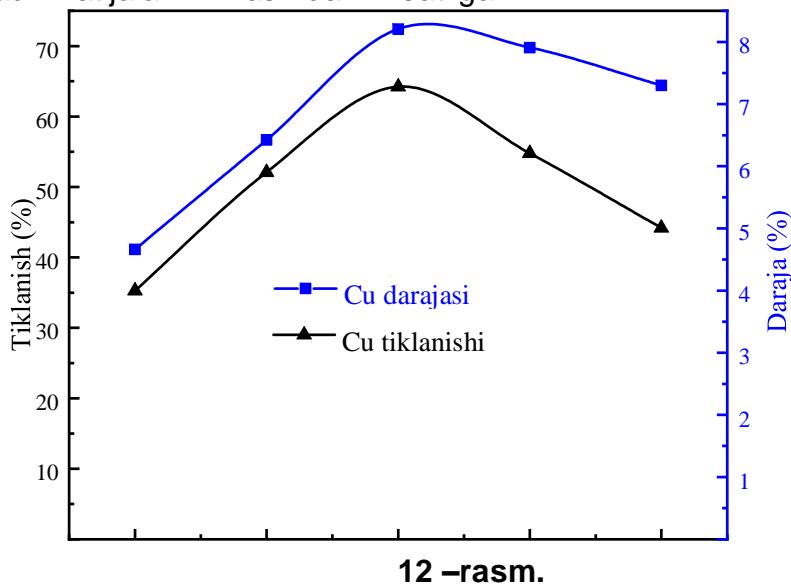


**11-rasm.**  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning o'zgartirilgan Cu shlakining Cu qaytalanishiga ta'siri.

### Flotatsiya tajribasi

3.1-3.3 bo'lmlarda Cu shlakini eritish modifikatsiyasi jarayonida  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning mexanizmi uchta jihatdan, ya'ni termodinamika, yopishqoqlik va mineralogik tavsifdan tahlil qilinadi. Ushbu bo'lmda  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning Cu shlakini eritish modifikatsiyasiga haqiqiy ta'siri

o'zgartirilgan Cu shlakining Cu qayta tiklanishini turli  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozalari bilan solishtirish orqali o'rganiladi. Natijalar 12 -rasmda ko'rsatilgan.



Natijalarga ko'ra,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  qo'shilishi flotatsiya yo'li bilan Cu ning qaytarilishini yaxshilashi mumkin.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miqdori 0% dan 20% gacha ko'tarilganda, Cu flotatsiya kontsentratining Cu darajasi va tiklanishi ortadi va keyin kamayadi. 10%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  da Cu ning tiklanish indeksi optimal qiymatga yetadi. Cu darajasi va Cu kontsentratining tiklanishi mos ravishda 8,26% va 64,21% ni tashkil qiladi, bu mos ravishda 3,544% va 28,94%,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bo'limganlarga qaraganda yuqori.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miqdori yanada oshirilsa, Cu toifasi va Cu kontsentratining tiklanishi kamayadi. Termodinamik tahlilda ortiqcha  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  modifikatsiyalangan Cu shlak flotatsiyasida eritmaning kimyoviy muhitini yomonlashtiradi. Shuning uchun,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  10% dan ortiq bo'lsa, Cu ning tiklanish indeksi pasayish tendentsiyasini ko'rsatadi. Shunisi e'tiborga loyiqliki,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  miqdori 20% bo'lsa, Cu ning tiklanish ko'rsatkichi nisbatan yomon bo'lsada, u  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bo'limganidan ham yuqori. Bu hodisa Cu shlakining  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bilan erishi modifikatsiyasi Cu tiklanish indeksini yaxshilashi mumkinligini ko'rsatadi. Cu toifasi va Cu shlak flotatsiyasi kontsentratining tiklanishi tegishli  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozasida maksimal qiymatga yetishi mumkin.

### Xulosa

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  ning Cu shlakini eritish modifikatsiyasidagi rolini va uning flotatsiya yo'li bilan Cu ni olishiga ta'sirini o'rganish uchun bir qator laboratoriya sinovlari o'tkazildi. *Quyidagi xulosalar chiqariladi:*  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  fayalitning past erish nuqtasi bilan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$  va  $\text{NaFeSi}_3\text{O}_6$  ga aylanishini orqali shlak tizimining yopishqoqligini kamaytirishi mumkin. Cu shlakining kristallanish holati shlak tizimining yopishqoqligi pasayganda aniq yaxshilandi. Cu tarkibidagi minerallarning zarra hajmi sezilarli darajada o'sdi va uning minerallari bilan o'zaro aloqasi ham soddalashtirildi, bu Cu ni flotatsiya orqali qayta tiklashga yordam beradi.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  qo'shilmagan bilan solishtirganda, optimal  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dozasi Cu darajasining oshishiga va Cu flotatsiya kontsentratining mos ravishda 3,544% va 28,94% ga tiklanishiga olib keladi.

Xulosa qilib aytish mumkinki, Cu shlakining kristal holatini optimallashtirish va Cu tarkibidagi minerallarning suzuvchanligini yaxshilash uchun  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan foydalanish nazariy jihatdan maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, ushbu strategiya sanoatda yaxshi qo'llash istiqboliga ega.



**Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

- [1]. A.S. Hasanov, B.I. Tolibov, N.A. Akhatov. Modernization of copper manufacturing technology // International conference. Technical sciences: modern issues and development prospects. -Sheffield, UK 2013, – P106-107.
- [2]. A.S. Khasanov, A.S. Atakhanov, F.R. Ismailova. The history of Uzbekistan's metallurgy and new technologic processes// Shanghai University of China Nation Republic. Papers of scientific seminar meeting or winner of "Istedod", 2005 December. – P. 30-32.
- [3]. Blander M. Molten Salts Chemistry. – New York, Universcience Publishers, 1962. – P. 127-238.
- [4]. Thpma R.E. Molten Salts edited by 6. Mamantov, New York, Marsel, 1969. – p. 81-119.
- [5]. А.А.Юсупходжаев, А.С.Хасанов, Б.И.Толибов, Б.Т.Бердияров. Твердофазное восстановление железа из рафинированных шлаков // Материалы республиканской научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития», - Навои. 15-16 ноября 2016 года. –С102
- [6]. Автогенные процессы в цветной металлургии / Мечев В.В., Быстров В.П. и др. – М.: Москва., 1991. – 413 с.
- [7]. Алентов А.П. Пути увеличения объёмов переработки клинкера от вельцевания цинкосодержащих кеков // Цветные металлы. – М.,1991.–№ 4.–С.65-69.
- [8]. Атлас шлаков / под ред. Куликова И.С. – М.: Металлургия, 1985.
- [9]. Б.И.Толибов, А.С.Хасанов, М.Н.Нурмуродов, Т.Т.Сирожов. Переработка медных шлаков с извлечением цветных и чёрных металлов // Материалы научно-технической конференции 8-9 апреля 2016 года, г. Карши
- [10]. Б.И.Толибов, А.С.Хасанов, У.А.Хасанов. Основные теоретические закономерности термо-гравитационного способа обеднения шлаков // Материалы республиканской научно-технической конференции «Современные проблемы и перспективы химии и химико-металлургического производства», - Навои. 22 ноября 2018 года. –С204.
- [11]. Беспаев Х.А. и др. Техногенное минеральное сырьё рудных месторождений Казахстана / Справочник. – Алматы, 2000. – 240 с.
- [12]. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов. – Киев-Донецк: «Высшая школа», 1978. – 287 с.
- [13]. Вайсбург С.Е., Хейфец В.Л. / Изв.вузов. Черная металлургия. 1959.