

669.3
M 157

Samadov A.U. Askarova N.M.

MIS ISHLAB CHIQARISH SHLAKLARINI QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH



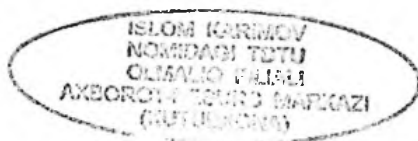
669-3
14.15d.

974

Samadov Alisher Usmanovich
Askarova Nilufar Musurmanovna

**MIS ISHLAB CHIQARISH SHLAKLARINI
QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH**

X № 196/3.
2023.05.01



“Lesson Press”
Toshkent-2021

UO'K: 669.3(575.1)

KBK : 34.33

A. U. Samadov, N. M. Askarova

Mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash texnologiyasini
takomillashtirish– T.: “Lesson Press” nashriyoti, 2021., 96 b.

Monografiyada mis ishlab chiqarish sanoati shlaklarini qayta ishlashning zamonaviy usullari tahlil qilingan. Shlaklardagi ko‘p komponentli silikatli sistemalarini alohida oksidlarga ajratishning asosida yotgan kremniysizlantirish usuli bilan mis, rux, temir va kremniy dioksidini olishda samarali parametrlaridan aniqlash uchun nazariy va tajriba natijalari keltirilgan.

Ushbu monografiya kimyo-metallurg mutaxassisligi yo‘nalishi bakalavr va magistrlar uchun, shuningdek og‘ir rangli metallar sohasida faoliyat yuritayotgan doktorantlar, tadqiqotchilar va mutaxassislar uchun tavsiya etiladi.

ma'sul muharrir:

U.A. Ergashev – texnika fanlari doktori.

Navoiy kon-metallurgiya kombinati
texnologik bo‘lim boshlig‘i.

Taqrizchilar:

N.A. Doniyarov - texnika fanlari doktori, dotsent;

M.A. Mutalova - texnika fanlari doktori, dotsent.

KIRISH

Mis ishlab chiqarishning jahon amaliyotida qimmatbaho komponentlarni ajratib olish va xomashyoni kompleks ishlatish maqsadida zamonaviy metallurgiya jarayonlaridan foydalanish natijasida hosil bo'lgan chiqindi shlaklarni kompleks qayta ishlashga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahon mis ishlab chiqarish tahlili, hozirgi vaqtda mis ishlab chiqarish va iste'molning sezilarli o'sishini ko'rsatadi. Shu bilan birga, boy ruda konlarining kamayishi va atrof-muhitni muhofaza qilish talablarining oshishi xomashyolardan kompleks foydalanishni oshirish va mis ishlab chiqarishning chiqindi shlaklari turidagi texnogen chiqindilardan foydalanib, tejamkor innovatsion texnologiyalardan foydalanishga alohida e'tibor qaratish zarurligini ko'rsatadi. Binobarin, mis shlaklaridan mis ajratib olish bugungi kunda rangli metallurgiyaning eng muhim vazifalaridan biridir.

Dunyoda misni pirometallurgik ishlab chiqarish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar, metallurgik ishlab chiqarish shlaklaridan rangli metallarni asosiy ishlab chiqarishga jalb qilish bilan birgalikda ekologik muammolarni hal qilish orqali qazib olishga yo'naltirilgan. Pirometallurgik mis ishlab chiqarish sanoati eritish pechlarining chiqindi shlaklari ko'rinishida ko'plab texnogen hosilalar shakllanishi bilan bog'liq bo'lib, ularning hajmi bir necha marta tayyor mahsulot hajmidan oshadi. Yuqori samarali avtogen pechlarning rivojlanishi bilan chiqindi shlaklardagi misning tarkibi ortdi va ular xomashyo texnogen chiqindilar darajasiga ko'tarildi. Sanoat chiqindi joylari unumdor yerlarning sezilarli maydonini egallab, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatadi, uni asrab-avaylash haqiqatda muhim vazifadir.

O'zbekiston Respublikasida yalliq qaytaruvchi pech, kislorod-mash'alli eritish pechi, Vanyukov pechi, rux ishlab chiqarish keklari va konverter shlaklari chiqindilari turidagi texnogen chiqindilarini qayta ishlash bo'yicha kompleks tadqiqotlar olib borilmoqda. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi "Sanoatni sifat jihatidan yangi bosqichga ko'tarish, mahalliy xomashyo manbalarini chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulot ishlab chiqarishni

jadallashtirish va texnologiyalarni o'zlashtirish" vazifalarini belgilaydi. Ushbu strategiyaning maqsadlaridan biri qimmatbaho texnogen xom ashyo bo'lgan mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlashdir. Chiqindilar tarkibida rangli metallar mavjud bo'lib, ularni qayta ishlash kombinatga xomashyo bazasini sezilarli darajada kengaytirish imkonini beradi.

Mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash texnologiyasini yaratishda ikki bosqichli sovutilgan shlaklarni maydalash va flotatsiyalash jarayonini o'rganishning yangi ilmiy natijalaridan, shuningdek kremniysizlantirilgan shaklardan gidrometallurgik usul bilan mis va ruxni ajratib olish imkoniyatidan foydalanildi.

Ushbu monografiyada mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan bo'lib, u bir vaqtning o'zida boshqa usullarda bir-birini inkor etuvchi ikkita vazifani hal qilish imkonini beradi: flotatsiya uchun maqbul bo'lgan strukturaning sulfidli suspenziyasini olish va osongina maydalanadigan shlaklarni olish.

"Mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish" monografiyasidan kimyo va metallurgiya mutaxassisliklari bakalavrlari va magistrantlari, shuningdek, og'ir rangli metallar ishlab chiqarish sohasida ishlaydigan doktorantlar, tadqiqotchilar va mutaxassislar foydalanishlari mumkin.

I BOB

MIS ISHLAB CHIQUARISH SANOATI SHLAKLARINI QAYTA ISHLASHNING HOZIRGI KUNDAGI HOLATI

1.1. Mis ishlab chiqarishni chiqindi shlaklarining hozirgi kundagi holati

Respublikaning qazilma xomashyolarni qazib olish korxonalari har yili 180 mln.tonnaga yaqin ishlab chiqarish chiqindilari hosil bo'lishi bilan texnologik jihatdan bog'liq bo'lib, ular foydali qazilmalarni yuzini ochishda olingan jinslar, boyitish chiqindilari, shlaklar va shamlar bilan ifodalanadi. Bir qator texnogen hosilalar o'n yillar oldin shakllangan va ba'zi hollarda chiqindilarda foydali komponentlarning tarkibi hozirgi paytda qazib olinadigan rudalardagi tarkibga teng yoki undan ham yuqori.

Chiqindilarda birlamchi ishlov berishda olinmagan foydali qazilmalar bo'lishi mumkin, lekin ularni qayta ishlashda olish mumkin. Mustaqillik yillarida chiqindilarning umumiy hajmi, hatto eng oddiy hisob-kitoblar bo'yicha kamida o'n barobar oshdi [1, 2, 7].

O'zbekiston Respublikasida texnogen chiqindilari 12 ming gektarga yaqin yerni egallagan bo'lib, ular yaxshi o'zlashtirilgan haydaladigan yerlar, shahar hududi, sug'orilmaydigan yaylov yerlarini o'z ichiga oladi.

Tabiiy landshaft o'zgarib bormoqda va tabiiy muhitga salbiy va zararli ta'sir ko'rsatadigan ko'plab texnogen chiqindilari bilan to'lib ketgan chiqindilar tashlash joyi bilan ifodalangan o'ziga xos relef shakllari shakllanmoqda. Shlak uyumlari hududida tuproqlarning kimyoviy tarkibi o'zgaradi, oson eruvchi birikmalar yuvilib ketadi, yer osti suvlari ifloslanadi va shu tariqa tabiatga tuzatib bo'lmaydigan zarar yetkaziladi. Shlaklarni saqlash va jamg'arishga har yili katta mablag'lar sarflanadi [3, 4].

Olimlar	S.I.Mitrofanov,	Y.V.Shmonin,	M.M.Panfilov,
S.E.Fishkova,	I. N.Duxanin,	A. V.Vanyukov,	V.Y.Zaysev,
Y.P.Kupryakov,	V.A.Bocharov,	I.V.Shadrunkova,	G.I.Gazaleeva,
V.A.Ignatkina,	V.P.Bistrov,	M.M.Lakernik,	R.I.Shabalina,

S.A.Abduraxmonov, K.S.Sanaqulov, A.A.Yusupxodjaev, A.S.Xasanov, M.M.Yakubov, A.U.Samadov, N.Tremeels, Y.K.Makinen, G. Melcher, C.G.Maier, G.D.Yan Arsdale va boshqalar metallurgik ishlab chiqarishining shlaklaridagi foydali komponentlarning miqdorini kamaytirish va ularni qayta ishlash sohasida fan va amaliyotni rivojlantirishga katta hissa qo'shdilar.

Dunyoning yetakchi ilmiy-tadqiqot markazlari va oliy o'quv yurtlarida rangli metallurgiyaning texnogen chiqindilarini qayta ishlash, qimmatbaho komponentlarni kompleks ajratib olish va chiqindisiz, yoki kam chiqindili texnologiyalarni ishlab chiqish maqsadida mavjud texnologik jarayonlarni takomillashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borildi va rivojlantirildi. Ular qimmatbaho komponentlarni ajratib olish maqsadida mis ishlab chiqarish sanoati shlaklaridan foydali komponentlar miqdorini kamaytirish va qayta ishlashni yaxshilashda sezilarli yutuqlarga erishdilar. Ushbu monografiyada mis konsentratini olish maqsadida mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash uchun yanchish jarayoni texnologiyasini tadqiq etish va ishlab chiqarishga bag'ishlangan.

Mis erituvchi zavodlarining shlaklari o'n yillar davomida hosil bo'lgan va ulardagi foydali komponentlarning tarkibi hozirgi kunda qazib olinayotgan rudalar tarkibidan yuqoridir. Shlakda birlamchi jarayonlarda ajratib olinmagan, ammo takroriy qayta ishlash yordamida ajratib olish mumkin bo'lgan foydali komponentlar mavjud.

"Olmaliq kon-metallurgiya kombinati" AJ shlak chiqindisini to'plash joylarida 7 million tonnadan ortiq chiqindi shlaklar yig'ilgan. Har yili chiqindi shlak yig'ish joylariga 350-400 ming tonnagacha KMEP va YaP dan chiqqan shlaklar qabul qilinadi. Ular tarkibida temir miqdori 38-45%, 1% gacha mis, 0,4-0,6 g/t oltin va boshqa qimmatbaho komponentlar mavjuddir.

Shlaklar abraziv va qattiq bo'lganligi sababli ularni qayta ishlash uchun yuqori elektr energiyasi, maydalash va yanchish vositalarining sarflanishini talab qiladi. "Olmaliq KMK" AJ mis ishlab chiqarish sanoat sharoitida isbotlangan suyuq shlaklarni granulyasiya qilish texnologiyasi maydalashdan voz kechish va shlakni 90% - 0,074 mm

gacha maydalash sarfini bir necha marta kamaytirish imkonini berdi [11].

Biroq, shlak yanchilgandan so'ng, juda yomon flotatsiyalanadi, chunki shlam o'lchamiga qadar yanchishni talab qiladigan mayda dispers sulfid zarralari mavjud, bu esa texnologik jihatdan asossizdir.

Shlaklarni qayta ishlash va qimmatbaho komponentlarni, shuningdek temir qotishmalarini ajratib olish, O'zbekiston korxonalarini qora metallurgiyasi uchun temir saqlovchi xomashyo bilan ta'minlash imkonini beradi.

Rangli va qimmatbaho metallarni kompleks ajratib olish, shuningdek, chiqindi shlaklardan temir qotishmalarini ishlab chiqarish uchun ularning maydalanuvchanligini tubdan yaxshilash kerak - bu ularni qayta ishlash xarajatlarini kamaytiradi. Mis eritish sanoati chiqindi shlaklari ishlab chiqarishdagi qo'shimcha mahsulot hisoblanadi, biroq metallurgik eritish jarayonlarining iqtisodi shlaklarning xossalariga bog'liq, chunki ularda rangli metallar sezilarli miqdorda yo'qoladi va ularni eritish uchun qo'shimcha yoqilg'i sarflanadi.

Eritilayotgan metall yoki shteyn shlaklarining vazn birligida chiqishi, shlaklarda metallarning yo'qolishining foiz miqdorini oshiradi [2].

Ushbu shlaklarni o'rganishda birinchi marta turli tezliklarda sovutilgan shlak namunalarini elektron - zondli skanerlash orqali kimyoviy va mexanik yo'qotishlar o'rtasidagi nisbatni aniqlashning eng aniq usuli qo'llanilgan. Biroq, hozirgi vaqtda xomashyo va flyuslar tarkibida sezilarli o'zgarishlar yuz berdi, bundan tashqari, flyuslarni qayta ishlash keskin oshdi. Ba'zan maydalangan rux klinkeri KMEP pechida qayta ishlanadi. Shu munosabat bilan, shlaklarning mikrostrukturasi sezilarli o'zgarishlarga duch keldi va ular ma'lum nazariy jihatdan qiziqish uyg'otsa ham, eskirgan ma'lumotlardan foydalanish maqsadga muvofiq emas [3, 7, 12, 14].

Shteynga eritish vaqtida olingan shlaklar oksid eritmalari bo'lib, ularning asosiy komponentlari FeO , SiO_2 , shuningdek Fe_3O_4 . Shlakda bulardan boshqa oksidlar ham mavjud bo'lib, ularning miqdori dastlabki konsentrat tarkibi va ishlatilayotgan kvarsli flyus bilan belgilanadi. Eritish agregatlarining shlaklari yohud shartli ravishda chiqindi shlaklari

hisoblanadi, yohud flotatsion yoki elektrotermal usullar bilan qayta ishlanadi.

Sulfidlarning pech ichida oksidlanishi mavjud bo'lmagan pechlarning (YQP va elektr pechlari) shlaklari, shuningdek muayyan oksidlanish sharoitlari tufayli piritli eritish pechlarining shlaklari misga kambag'al hisoblanadi. Avtogen yoki yarim avtogen jarayonlarning shlaklari misga boy hisoblanadi, biroq, bu holda, boy shteynlar olinadi va konverterlash hajmi kamayadi [11].

Yalliq qaytaruvchi pech shlaklaridagi mis miqdori 0,4-0,6 % ni tashkil etadi. Shunga o'xshash qonuniyat elektr eritish paytida sodir bo'ladi. Elektr eritish davomida shlak vannasi zonasida konvektiv siljish va atmosferaning tiklanishi tufayli faza ajralishi sodir bo'ladi. Ushbu agregatlarning ishlab chiqish unumdorligining pastligi fazalarni ajratish darajasining maqbul imkonini beradi. Shu bilan birga shlaklar tarkibida ancha miqdorda mayda dispersli suspenziyalar mavjud bo'ladi [14, 15].

Tadqiqot qilish uchun sovutilgan shlaklar foydalanildi, chunki shlaklarni sovutish vaqtida turli fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo'ladi, bilvosita ma'lumotlardan olingan natijalar ishonchsiz bo'lishi mumkin, chunki suyuq shlaklar yuqori harorat mobaynida agressiv muhitda katta qiyinchiliklar bilan o'rganiladi. Qiyinchilik keltiruvchi omillar: o'lchovlar paytida oltingugurt-kislorod potensialining boshlang'ich qiymatlari saqlab qolinmaydi; shlak eritmalarining agressivligi va ularning o'lchov asboblari elementlari bilan o'zaro ta'siri; sanoat shlaklarini laboratoriyaga suyuq shaklida qayta eritmasdan yetkazib berish qiyinligi. Mexanik va elektrokimyoviy yo'qotishlar o'rtasidagi o'zaro nisbatni aniqlashning ishonchli usuli mikrostrukturaviy tahlildir [11,12].

Turli eritmalarining shlaklari uchun mexanik va elektrokimyoviy yo'qotishlar o'rtasidagi nisbat 1.1-jadvalda keltirilgan.

Avtogen jarayonlar qo'llaniladigan metallurgiya zavodlarining eritish pechlarida tarkibida mis va magnetit mavjud ancha boy shteynlar va shlaklar olishga erishildi. Shlaklarni tabiiy tindirish yo'li bilan kambag'allashtirilgan. Tindirgichlarda mayda dispersli suspenziyalardan ancha yirikroq o'lchamdagi donalarni shakllantirish va ajratib olish uchun vaqt etarli emas.

Jadval 1.1

Turli eritish jarayonlardagi shlaklar bilan mis mexanik va elektrkimyoviy yo'qotishlar

№	Jarayon nomi	Shlakdagi miqdori, %		Cu yo'qotishlari nisbati, %	
		Cu	SiO ₂	Mexanik	Elektro-kimyoviy
1	Shaxta-piritli eritish	0,3 – 0,4	28 – 32	70 – 75	25 – 30
2	Kuyindi va xomashyoni yalliq qaytarish pechida eritish	0,3 – 0,6	32 – 38	40 – 50	50 – 60
		0,5 – 0,7		50 – 80	20 – 50
3	Konverter shlakini misli konsentratlarga qo'shib yalliq qaytarish pechida eritish	0,37 – 0,54	28 – 35	42 – 52	53 – 48
		0,15 – 0,38	36 – 45	30 – 40	50 – 60
		0,28 – 0,44	46 – 52	80	20
		0,44	45	82	18
4	Kislorodli mash'al eritish pechida eritish	0,7 – 0,9	34 – 36	15 – 25	75 – 85
5	Kuyindi, misli konsentratlarni elektropechlarda eritish	< 0,5	48 – 50	60 – 65	35 – 40
		0,8 – 0,9	33 – 35	75 – 80	20 – 25
6	Vanyukov pechida eritish	0,5 – 0,6	32 – 34	5 – 10	90 – 95
7	misli shteynlarni konverterlash	1,5 – 3,5	20 – 28	20 – 40	60 – 80

1-jadvaldan ko'rinib turibdiki, shlak tarkibida mis sulfidlari, temir, ayrim xollarda mayda dispersli suspenziya turidagi (mexanik yo'qotishlar) va erigan turidagi (kimyoviy yo'qotishlar) boshqa metallar mavjud. Shlak bilan birga misning yo'qotilishi shlak hosil bo'lishi bilan aniqlanadi. Shlakdagi mis tarkibi 0,3 % dan 0,7 % gacha, SiO₂ 24 % dan 40 % gacha o'zgarib turadi. Shlak tarkibida mis ham erigan holda, ham mayda dispersli suspenziya holida bo'lishi mumkin [7].

Shlak tarkibini o'rganish bo'yicha ko'plab tadqiqot ishlari o'tkazilgan va shlak tarkibidagi mis miqdori texnologik jarayonga bog'liqligi aniqlandi.

1.2. Mis ishlab chiqarish sanoati chiqindi shlaklarining kimyoviy va minerologik tarkibi

[3,11] adabiyotlarida metallurgik eritish texnologiya jarayonlarining ish parametrlari tartibi shlaklarning fizik-kimyoviy va kimyoviy-minerologik xossalarini shakllantirish orqali amalga oshiriladi va metall eritishning dastlabki va oxirgi bosqichlariga bog'liqligi aytib o'tilgan. Tavsiflanishi bo'yicha eritishning har bir bosqichidagi birikmaning mavjudligini eritish jarayoni usullari bilan nazorat qilish va sozlash mumkin. Shlakli eritmalarda likvatsiya hodisalarining [6] aniqlanishi juda yuqori qovushqoqlikka ega bo'lgan kislotali eritmalarning (97-98% SiO_2) mos kelmasligi bilan tushuntiriladi, bu metallni shlakdan ajratishni qiyinlashtiradi va metallarning yuqori darajada yo'qolishiga olib keladi. Shlaklarda qaysi fazalarida foydali komponentlarning mavjudligini aniqlab olish, metallurgik ishlov berish jarayonida shlaklardan qimmatbaho komponentlarni ajratib olishni oshirish uchun shlaklarning foydali bo'lgan mineral tarkibini ko'rsatib beradi [66].

Petrografik usullar yordamida mineral tarkibining o'ziga hos xususiyatlari, dona zarralarining o'lchamlari va shakllari, ularning o'zaro joylashuvi va hosil bo'lish xarakteri, shishasimon massaning taqsimlanishi, mikrog'ovvaklar soni, kristallanishning harorat sharoitlariga bog'liq bo'lgan yoriqlar aniqlanishi mumkin.

Petrografik tadqiqot usuli bilan quyidagilar aniqlandi:

1. Turli metallurgiya pechlarida sulfidli konsentratlarni eritish vaqtida hosil bo'ladigan shlaklarning kislotali va asosli turlarini o'rganish.

2. Konsentralarning flyuslar bilan, yoqilg'ining noorganik qismlari bilan, pech futerovkasining o'tga chidamli qismlari bilan o'zaro ta'sirida pechda shlak hosil bo'lishini sodir bo'layotgan jarayonlarga bog'liqligi genezisini o'rganish.

3. Shlaklarning kimyoviy reaksiyalari bo'yicha aniqlash, turli metallarning oksidlanish darajasini aniqlash shartlari, sulfidli temirning oksidlanish darajasini aniqlash. suv, xlor, fluor kabi uchuvchi komponentlarning shlaklardagi tuzilishi va hosil bo'lish sharoitlarni aniqlash.

4. Shlak mikrostrukturalarini o'rganish shlak eritmalarining kristallanish mexanizmi haqida tushuncha beradi [23, 33, 38, 66].

Shlaklarni petrografik o'rganish, metallarni rudalardan va konsentratlardan eritib olish jarayonini tartibga solish mumkin bo'lgan dalillarni keltiradi. Shlaklarning tavsiflari va xususiyatlarini o'rganish sanoatning turli sohalarida ishlatiladigan metallurgik shlaklarini yanada samarali qayta ishlashga imkon beradi.

1.3. Mis ishlab chiqarish korxonalarining chiqindi shlaklarini kambag'allashtirish

1.3.1. Chiqindi shlaklarini kambag'allashtirishning chiqindisiz texnologiyalari

Tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari davlat rahbariyatining doimiy e'tiborida. Respublikaning foydali qazilmalari va tabiiy boyliklarini qazib olish hamda texnogen sanoat chiqindilarini qayta ishlashda ekologik va iqtisodiy texnologiyalarni rivojlantirish strategiyasining ishonchli huquqiy asosini ta'minlaydigan qator qonunlar qabul qilingan. O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi tizimida 10 ga yaqin institut turli yo'nalishlarda ekologik tadqiqotlar olib boradi [1].

Tog' - kon va metallurgiya sanoati chiqindilari tarkibida mineral xomashyoning qimmatbaho komponentlari mavjud bo'lgan chiqindi hisoblanadi, ular xomashyoni kompleks qayta ishlash ob'ektlari sifatida texnogen konlari safiga kiritish imkonini beradi, ular ruda qazib olish va rudan tayyorlash bilan bog'liq bo'lgan qayta ishlash uchun harajatlar talab qilmaydi.

Ekologik rivojlantirishning asosiy yo'li sifatida o'tkazilgan kam chiqindi va chiqindisiz texnologiya tadqiqotlarini o'tgan asrning 50-yillarida A.P. Vinogradov, V.I. Vernadskiy, I.V. Petryanov, B.N. Laskorin, A.E. Fersman, N.N. Semenovlar tomonidan taklif etilgan. Ular nafaqat iste'mol qilinadigan mineral xomashyo resurslarini maksimal kompleks ishlatishni, balki hosil bo'lgan texnogen chiqindilarni to'liq qayta ishlatishni tahmin qilgandilar.

Ekspertlarning fikricha, texnogen konlarni o'zlashtirish bo'yicha

1

allaqachon ishlab chiqilgan texnik yechimlarning amaliyotga tadbiq etilishi mineral xomashyoni qazib olish hajmini 20-30% ga kamaytirish imkonini beradi [40, 44].

Shlaklarning pirometallurgik kambag'allashtirish jarayoni, birinchi navbatda, energiya (shlak suyuq holatda uzatiladi), shuningdek, intensivlashtirish va chiqindilarsiz ishlab chiqarish masalalarini hal qiladi.

Intensivlashtirish masalalarini yechish uchun eritma mexanik usulda yoki gaz bilan aralashtiriladi. Purkash furmasi, shuningdek Vanyukov pechida tiklovchi gaz bilan aralashtirish qo'llaniladi. Qurilmalardan ijobiy natijalar olingan, ammo metallarni chiqindisiz ishlab chiqarish masalalari hal qilinmagan.

Chiqindisiz metallni qayta ishlash texnologiyasini tadqiq qilishda quyidagi usullardan foydalanilgan: tiklash-sulfidlash, tiklash-sulfidlash kompleksi bilan kambag'allashtirish usuli, koks qatlami bilan sementlab eritish va tiklovchi agentlari sifatida texnogen chiqindilar bilan eritmalarni aralashtirish.

Metallni qayta ishlashning chiqindisiz texnologiyasini hal qilishda adabiy manbalarni tahlil qilish asosida quyidagilarni xulosa qilishimiz mumkin:

- shlakdagi mis tarkibini 0,1-0,3% gacha kambag'allashtirish uchun turli usullardan foydalanish mumkin;

- tiklash yo'li bilan kambag'allashtirish tezligi, temirning yuqori oksidlarini past darjali oksidlarga tiktash, jarayonning kimyoviy, fizik-kimyoviy qonuniyatlari eritish mahsulotlaridagi mis tarkibini aniqlab beradi;

- qayta ishlashning bir necha ketma-ket bosqichlarini amalga oshirish orqali yuqori samarali natijalarga erishiladi;

- metallurgiya ishlab chiqarishida qo'llaniladigan barcha jarayonlar mineral xomashyodan kompleksli foydalanish talablariga javob beradi.

Mis ishlab chiqarish shlaklarining xususiyatlari [3, 4, 6, 9, 11, 12] adabiyotlarda ko'rsatilgan.

Mis eritishning chiqindi shlaklarini kambag'allashtirish va qayta ishlash uchun gidrometallurgik, pirometallurgik va flotatsion usullar

qo'llaniladi. Har bir usulning o'ziga xos afzalliklari va kamchiliklari mavjud bo'lib, ularning qo'llanilishi dastabki xomashyo va flyuslarning tarkibi hamda korxonaning o'ziga xos shart-sharoitlariga bog'liqdir.

Shlaklarning gidrometallurgiyasi faqat bitta zavodda qo'llaniladi ("Gatsila", Hindiston). Flotatsiyaning salbiy natijalari tufayli, jarayon gidrometallurgik qayta ishlashga o'tkazilgan. Muallaq eritishning chiqindi shlaklari tarkibi: 1,76% Cu, 0,23 % Ni, 0,19 % Co, 33,6 % SiO₂ va ular FeCl₃ eritmasi yordamida tanlab eritish bilan ajratib olinadi. Bunda, yanchilgan shlak yirikligi 0,053 mm, tanlab eritish vaqti - 6 soat davomida olib boriladi. Mis 50% gacha, kobalt -44%, nikel -77% gacha ajratib olinadi [11, 75].

1.3.2. Mis ishlab chiqarish chiqindilarini kambag'allashtirishning an'anaviy usullari

Shlaklarga keyingi ishlov berish tavsifiga qarab ularni tayyorlashning turli usullari qo'llaniladi, ular bu ishlov berishda qulaylik tug'diruvchi qo'shimcha xususiyatlarga ega bo'ladi.

Shlaklarni keyinchalik flotatsiya jarayonida qayta ishlash uchun hozirgi vaqtda yengil filtrlanadigan yirik sulfidli yaxshi kristallangan shlak hosil qilish ko'rib chiqilmoqda. Bunga shlakni sekin sovutish yordamida erishiladi. Shlakni chiqindi chiqarish joylarida yig'ish, uning tartibsiz tabiiy sovushiga olib keladi.

Shlakni sement klinkerining komponenti sifatida ishlatish uchun uning granulalaridan foydalaniladi. Granulyasiya va sekin sovutish shlaklarni qayta ishlashga tayyorlash usullari bo'lib, turli strukturalarini hosil qiladi. Qurilish industriyasida ishlatiladigan shlakli shag'allarni olish uchun ham shlaklarni sekin sovutish o'tkaziladi. Keyinchalik qayta ishlash uchun shlaklarni tayyorlashda ba'zan mis bo'yicha kambag'allashtirishning ma'lum pirometallurgik usullar qo'llaniladi.

Shlaklarni sekin sovutish asosan "Outokumpu" usuli bo'yicha muallaq eritma shlaklarini flotatsion kambag'allashtirish texnologiyasidan foydalanuvchi chet el mamlakatlari zavodlarida qo'llaniladi. Ayni paytda, bu usul ko'p hollarda konverter shlaklari uchun ishlatiladi, chunki muallaq eritish shlaklarining flotatsiyasi asosan

ularni maydalash uchun sarflanadigan energiyaning yuqoriligi tufayli to'xtatilgan. Shlaklarni sekin sovutish maxsus chuqurlarda, transheyalarda yoki boshqa sig'imlarda amalga oshiriladi. Shlak qatlami 1 m yoki undan ortiq bo'ladi. Shlaklar quyilgandan so'ng maydalangan shlakning issiqlik izolyasiyalovchi qatlami bilan qoplanadi. Sovutish davomiyligi bir necha kunni tashkil etadi. Sovugandan keyin shlak idishdan chiqariladi va u flotatsiyadan oldingi maydalash va yanchishga kelib tushadi [11].

Hozirgi vaqtda konverter shlaklarini qayta ishlash uchun issiqlik izolyasiyalangan kovshlarda yanada ilg'or sovutish usuli qo'llanilmoqda. Olingan shlak yaxshi kristallanishi va sulfidli suspenziyaning yirik birikmalari bilan xarakterlanadi, bu esa ayrim hollarda shlakni flotatsiyasidan chiqqan chiqindilarida 0,1% gacha mis bo'lishiga imkonini beradi [3].

Biroq, ko'p avtogen jarayonlarida hosil bo'lgan shlaklarning abraziv va qattiqligini oshiruvchi tarkibida SiO_2 miqdori yuqori bo'lgan shlaklar olinishi bilan xarakterlanadi, bu esa uni yanchilishida juda ko'p energiya sarflanishini talab qiladi va bu texnologiya iqtisodiy nomaqbul bo'lib qolmoqda. Shuning uchun misning ancha kam ajratib olinishiga qaramay chet eldagi ko'pchilik zavodlar shlakni elektrotermal usulda kambag'allashtirishga o'tishiga sabab bo'ldi.

1.3.3. Mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarini tabiiy sovutish usuli

Shlaklarni tabiiy erkin sovutish uchun chiqindi chiqarish joylarida saqlanishi, kelajakda qayta ishlash mumkin bo'lgan vaqtda foydalaniladi. Bu usulni amalga oshirish uchun shlak tashuvchi idishlar yordamida chiqindi shlaklarni yig'ish joyiga yuboriladi, yanchilgan shlak yuzasiga quyiladi va u tabiiy holda soviydi. Ba'zi xollarda yarim sovugan shlaklarga suv quyiladi. Hosil bo'lgan yupqa shlak qatlami maxsus qurilma bilan yanchiladi va uni saqlash uchun chiqindi chiqarish joyiga yig'iladi. MDH zavodlarining chiqindi shlaklarining asosiy miqdori shu usul bilan qayta ishlashga tayyorlangan.

Tabiiy sovutilgan shlaklar qoniqarli kristallik strukturasi sulfidli suspenziyaning qoniqarli strukturasi bilan xarakterlanadi, me'yorida

yanchilganda misning qoldiqdagi miqdori 0,3-0,4 % ni tashkil etish imkonini beradi. Shlakning qattiqligi va abrazivligi rudaga nisbatan ancha yuqori. Xozirgi vaqtda MDH korxonalariing bir nechitasi ("Olmaliq KMK" AJ, BKKM) bunday shlaklardan qoniqarli natija olinib flotatsiyalanmoqda, ammo maydalash vositalari va elektr energiyasi sarfi o'ta yuqoriligi, bu esa faqat mis narxi baland va energiya ta'minoti arzon bo'lgandagina foydalanilishi maqsadga muvofiqdir.

MDH mamlakatlari bo'yicha elektr energiyasi, shuningdek tabiiy gazning o'rta narxi jahondagi eksport yoki ichki narxdan 1,5-2 barobar arzon, ba'zan undan ham kam narxlanadi. Maydalash vositalarining narxini ruda-shag'alli maydalashga o'tish yo'li bilan kamaytirish mumkin [11].

Ayrim zavodlarda shlakga tushib qolgan shteyn zarralarini tindirish uchun masofaviy tashqi agregatlardan foydalaniladi. Yakka tartibdagi korxonalarda bunday tindirgichlarning qurilmalari turlicha bo'ladi. Ularning ayrimlari elektr isitgich bilan ishlaydi, masalan, qo'rg'oshin zavodi tindirgichlari, ayrimlari esa isitgichsiz tindirgichlar bilan ishlaydi (mis va oksidlangan nikel rudalarning shaxtali eritmalari). Barcha masofaviy tashqi tindirgich turlari uchun umumiy bo'lgan jihati, ularning unchalik katta bo'lmagan o'lchamlaridir. Masofaviy tindirgichlarning uzunligini oshirish, ishda murakkablik tug'dirishdan boshqa hech qanday ijobiy natija bermagan. Elektr pechlarni isitish bilan uzoq vaqt tindirish jarayoni rangli metallarning yo'qolishini ancha kamaytirgan [57,58].

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ma'lum bo'lishicha, ehtimol, so'ndiruvchi massaning yirikligi shteyn birikmalaridan kichik bo'lgani uchun ularni tindirish juda past tezlikda sodir bo'ladi. Shu sababli, oddiy tabiiy tindirish eritma mahsulotlarni yuqori darajada ajratishni ta'minlay olmaydi.

Kichik o'lchamdagi masofaviy tashqi tindirish qurilmalarda chiqindi shlaklaridagi metallarning yo'qotishning bir oz kamayishi, asosan, shteyndagi yirik birikmalarning cho'kishi paytida sodir bo'ladi. Shlaklarning tindiruvchi qurilmalarda bo'lish vaqti metall va shteynlarning mayda dispers suspenziyaning kattalashishi va cho'kishi uchun aniq yetarli emas [57].

Tindiruvchilarda shteynning yirik birikmalarini va metallar bilan boʻygan sirt qatlamning ushlanib qolishi shlakning harakat yoʻnalishini oʻzgartirish bilan birmuncha samaraliroq amalga oshiriladi. Misol uchun, D.P.Chernishov tomonidan shlakni shteyn qatlami orasidan filtrlashni amalga oshirishni taklif etgan. Ushbu usul boʻyicha shlakni oʻtga bardosh toʻsiq orqali oʻtkazgan. Shunga oʻxshash usulni mahaliy zavodlarning yalliq qaytaruvchi pechlarida sanoat tekshiruv, Shvedsiyaning Ronsher zavodi pechlarining ishlash amaliyoti shuni koʻrsatadiki, ushbu usul bilan chiqindi shlaklaridagi mis miqdorini 0,1—0,15 % gacha kamaytirish mumkin [30].

Koʻp miqdorda kambagʻallashtirishga erishilmadi. Shteynning mayda dispers mexanik birikmalari shlakdan ajratib olish tindiruvchilarda sodir boʻlmaydi va sodir boʻla olmaydi. chunki shteyn - shlakli fazaning sirt ustida erkin energiya yuqori boʻladi.

Shteynli vanna orqali shlakni majburiy filtrlash holatida shlak shteyn orasidan oʻtishda emulgatsiyalanmaydi, balki undan qalin oqimlar kabi sakrab oʻtib ketadi. Shuning uchun shteyn —shlakning yuzasidagi kontakt minimal boʻlib qoladi va shlakdagi shteyn zarrachalarining koalesensiyasi sodir boʻlmaydi [57].

Pechda boy sirt qatlamini ushlab turishni taʼminlaydigan jarayonning sodda va ishonchli asbob-uskunolari mis-nikel eritish ruda-termik pechlarida amalga oshiriladi. Mazkur pechlardagi shlaklarni chiqarish shlak oʻrtasidagi tarnov orqali amalga oshiriladi.

Shuni taʼkidlash kerakki, mazkur usul shlakdan mayda dispersli shteyn suspenziyasi va metall tomchilarini ajratib olish masalalariga prinsip jihatidan echim topolmaydi, ushbu usulni yirik zarralarni ajratib olishda qoʻllash, shubhasiz, foydalidir.

Shuning uchun isitiladigan tindirgichlarning takomillashtirilgan konstruksiyalarini Ust-Kamenogorsk qoʻrgʻoshin-rux kombinatida, “Yujuralnikel”da Petrov konstruksiyasini, shuningdek bir nechta boshqa korxonalarda amalga oshirilgan tindiruvchi apparatlarining takomillashtirilgan konstruksiyalarini amaliyotga kiritilishi toʻgʻri ekanligini tan olish kerak.

1.4. Mis ishlab chiqarish sanoatining chiqindi va konverter shlaklarini qayta ishlashning flotatsiyali usullari

Mis ishlab chiqarish sanoati chiqindi va konverter shlaklaridan qimmatbaho komponentarni ajratib olish uchun flotatsiya usulida boyitish imkoniyatlarini o'rganish bo'yicha quyidagi olimlar S.I.Yasyukevich, S.I.Mitrofanov, V.A.Pazuxin va S.E.Fishkovalar shug'ullangan. Ushbu sohadagi ko'p ishlar chet elda o'tqazilgan [21,79].

Mis-nikel ishlab chiqarish shlaklarini flotatsiya usuli bilan kambag'allashtirish mobaynida aniqlandiki, anion turdagi kollektorlarni (butilli ksantogenat) quyidagi reagentlar bilan qo'llashda shlak minerallari yaxshigina flotatsiyalanadi: qarag'ay moyi ko'pik hosil qiluvchi sifatida qo'llanilgan, ksantogenat miqdori 150-200 g/t va qarag'ay moyi 100 g/t.

1.2 - jadvalda ko'rsatilgan konverter shlaklari va yalliq qaytaruvchi pechlarning shlaklariga flotatsiya qo'llanilgan.

Jadval 1.2

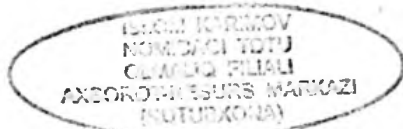
Konverter shlak va aks ettiruvchi pech shlaklarining tarkibi, %

Shlak	Cu	Ni	S	Fe	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃
Konverterlashdagi	3,5	1,7	0,23	46,77	24,78	0,69	0,12	2,63
Yalliq qaytaruvchi pechlar:								
tez sovutish	0,85	0,32	0,91	39,06	33,38	1,36	1,26	5,8
sekin sovutish	0,21	0,05	0,48	30,42	42,02	2,0	0,94	8,67

Shlaklarning yanchilish vaqtini oshirish bilan konsentratda qimmatbaho metallarning ortishi 1.2 - jadvalda ko'rsatilgan. Boy konverter shlaklarini flotatsiyalashda mis va nikel miqdori bo'yicha konsentrat sifati yaxshi, uning renetabelligi esa nisbatan past bo'ladi.

Tadqiqot ishlarida [21] yalliq qaytaruvchi pechlarning shlaklarini flotatsiya qilish paytida chiqindilar bilan misning ko'p miqdorda yo'qolish sababli, mis va nikelning yaxshi ajaralishiga erishish mumkin emas. Ko'pikni fraksiyalab olib tashlash va ikki martalik qayta tozalash

196/9
00623 25812022



jarayoni mis bo'yicha konverter shlaklarning konsentratlarini 55 % gacha boyitishga imkon berdi. Bunday konsentratni bevosita konverterlarda qayta ishlash mumkin. Mis-nikel konverter shlaklarini flotatsiyalash birmuncha salbiy natijalarni ko'rsatdi. Shlak tarkibida 1,5-2,7% Su, 0,3-5,9% Zn, 1,4-2,1% S, 23-25 % SiO_2 mavjud. Shlaklardagi magnetitning konsentratsiyasi 17-19%. Maydalash 0,1mm yiriklikgacha amalga oshirildi. Reagent sifatida etil ksantogenati va qarag'ay moyi ishlatildi. Flotatsiya Q:S= 4:1 nisbatda olib borildi. I.N.Duxanin konverter va pech shlaklarini rudaga nisbatan maydalanishini tekshirgan. Barcha hollarda maydalash vaqti bir xil bo'lgan [22].

Maydalash vaqtini 30 dan 95 minutgacha oshirish misni 43,7 dan 73,0 % gacha olish imkonini berdi va flotatsiya chiqindilarida mis tarkibi 0,35- 0,55 % tashkil etdi. Boshlang'ich shlak massa chiqishi 34-39% chiqqanda konsentratda mis tarkibi 3-4 % ga etdi. Keyingi qayta tozalashda konsentratda mis miqdorini oshirish imkoni mavjud.

Mitrofanov S.I. va Meshaninova V.I. tadqiqotlarida suyuq shlakga birmuncha miqdorda ohak qo'shilsa shlaklarning maydalanuvchanligi ancha yaxshilanishi haqida tavsif berilgan. Chelyabinsk ilmiy-tadqiqot instituti ma'lumotlariga ko'ra, ohakni bevosita shlak kristallanishi oldidan kiritish mumkin. Bunday usul shlakni yanchishga ketadigan sarf-xarajatni birmuncha kamaytiradi, biroq metallarni ajratib olish kamayadi [21].

Tarkibida ko'p miqdorda kalsiy oksidi mavjud bo'lgan yaxshi kristallangan qalay eritish shlaklari uchun qattiq shlaklarni flotatsiya usulida boyitish maqsadga muvofiqdir. Yaponiyadagi "Xitachi" zavodida mis ishlab chiqarishning konverter qattiq shlaklarini flotatsiyalash bo'yicha qurilma sutkasiga 180 t. shlakni qayta ishlab chiqaradi. Chiqindilardagi mis tarkibi 0,3% dan kam.

Shlaklarni flotatsiya usulida kambag'allashtirish MDH zavodlarida ham, shuningdek chet el zavodlarida ham keng qo'llaniladi. Ko'pincha sovutilgan shlak flotatsiyalanadi.

Muallaq eritish va konverter shlaklari 4 mm yiriklikgacha maydalanadi. Muallaq eritish shlaklaridagi mis tarkibi 1-1,5 %, konverter shlakida esa – 3-6 %. Tarkibidagi mis miqdori 3% bo'lgan shlaklarni o'rtalashtirilgandan so'ng 90 % fraksiyali -0,053 mm gacha ikki bosqichda

maydalanadi. Flotatsiya jarayoni qumlarni yanchishga qaytarish bilan ikki bosqichda amalga oshiriladi, asosiy flotatsiya chiqindi qoldiqlarini esa nazorat flotatsiyasiga yuboriladi. Natijada tarkibida mis miqdori ~20 % bo'lgan mis konsentrat olinadi, flotatsiya chiqindi qoldiqlarida esa 0,1-0,2 % mis qoladi. Konverter shlaklarini flotatsiyalash deyarli barcha mis eritish zavodlarida amalga oshiriladi, modomiki konverter shlaklarining chiqishi asosiy eritish agregatlarining ko'rsatkichlarini jiddiy ravishda yaxshilaydi.

«Noranda» jarayonida nihoyatda boy konsentrat olinadi, tarkibi mis miqdori 50-60% va bu chiqindilarda mis tarkibi yuqori ekanligini yaqqol ko'rish mumkin. Asosan konverter shlaklari flotatsiyalanadi, ba'zan esa muallaq eritish pechlari shlaklari ham flotatsiyalanadi. Xuddi shunday amaliyotlar MDH va chet el zavodlarida qo'llaniladi [42, 69]. Faqat sekin sovutilgan shlaklar bilan yaxshi natijalarga erishiladi. K.S. Sanakulovning monografiyasida sekin sovutilgan shlaklarda zarracha donalarining yirikligi 0,017-0,05 mm bo'lgan misning sulfid minerallari borligi, normal va tez sovutilgan shlaklardagi sulfid minerallarining yirikligi ancha kichik ekanligi haqida tavsiflangan. Shuni aytib o'tmoq joizki, sekin sovutilgan shlaklar yuqori abrazivligi va qattiqligi bilan ajralib turadi.

Chet el metallurgik zavodlarida shlaklarni flotatsiyalash alohida sexlarda amalga oshiriladi, bu esa agregatni kichik hajmlarda maydalash uchun sifatliroq konstruksion materiallar qo'llash imkonini beradi. MDH korxonalarida shlaklarni flotatsiyalash ruda bilan birgalikda qayta ishlanadi, bunda shlaklarni maydalashda va maydalash uskunalarining emirilishi kabi qiyinchiliklar yuzaga keladi, shuning uchun sekin sovutish qo'llanilmaydi. Flotatsiya jarayonining yuqori ko'rsatkichariga erishish uchun sekin sovutilgan shlaklarga maydalash va flotatsiyalashning alohida sikllarida qayta ishlov berish kerak [13].

“Olmaliq KMK” AJ ning MOF-2 zavodida 2004 yildan buyon shlaklar mis-molibden rudasi bilan birgalikda qayta ishlanmoqda.

1.5. Mis ajratib olish maqsadida mis shlaklarini gidrometallurgik usulda qayta ishlash

Mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarini gidrometallurgik usulda qayta ishlash to'liq o'rganilmagan. Ko'p tadqiqotchilar chiqindi shlaklarini gidrometallurgik usulda qayta ishlash muammolari ustida ish olib borishdi. Bu borada bir qator tadqiqotlar olib borilgan, hususan «Lya Oronya» (Peru) zavodida I.L.Barker va boshqalar tomonidan metallurgik ishlab chiqarish shlaklarini gidrometallurgik usulda qayta ishlash bo'yicha tadqiqot tajriba ishlari o'tkazilgan. Shlaklarga qayta ishlov berish bo'yicha alternativ sxemalar o'rganilgan: sulfat kislotasi bilan tanlab eritish, sulfat kislotasi va temir sulfati bilan tanlab eritish, oksidlovchi muhitda avtoklavalarda ammiak-karbonat bilan tanlab eritish. Sulfat kislotasi bilan tanlab eritishda eritmadan mis ajratib olish 85-90 % tashkil etdi [19].

Alternativ tadqiqot ishlarini G.Byorling va G.Kolta o'tkazgan. Mis shlaklarini nitrat kislotasi bilan tanlab eritish jarayoni yalliq qaytaruvchi va shaxtali eritish pechlari shlaklari uchun o'tkazildi. Jarayon 120 °C harorat va kislorod bosimi 1 atm. olib borilganda yaxshi natijalarga erishildi. Ammo, fayalit parchalanishida kremniy gidratlandi, bu esa flotatsiyalashda qiyinchiliklar tug'diradi [55].

Yuqorida aytib o'tilgan texnologiyalar, oxirida olinadigan mahsulotning u yoki boshqa talablarining mavjudligi, kompleks ishlov berishning umumiy balansidagi uning iqtisodiy ahamiyatidan kelib chiqqan holda, muayyan korxonalar uchun ishlab chiqilgan.

Metallurgik shlaklardan kremniy va temir oksidlarini chiqarib tashlash imkonlari monografiyada ko'rsatilgan, bunda kremniy oksidi ammoniy biftoridi yordamida gektoftorsilikat ko'rinishida yo'qoladi [19].

Mis-nikel rudalarini qayta ishlashda temir va kremniy oksidlarini ketqazish zaruriyati yuzaga kelishi monografiyada keltirilgan. Ammoniy gidroftoridining asosiy komponentlari temir, mis va nikel oksidlari bilan o'zaro ta'sirlanishi o'rganilgan. Termodinamik hisob-kitobarga asosan temir, mis va nikel oksidlarining ammoniy gidroftoridi bilan reaksiyaga kirishishi aniqlandi. Bu usul oksid aralashmalarini ammoniy ftoridi bilan qayta ishlash, ftoridlarni ajratish va ammoniy ftoridini jarayonga

qaytarishni o'z ichiga oladi [20].

Gidrometallurgik usulning afzalligi eritmaga yuqori miqdorda misni o'tishi, uning keyingi konsentratsiyasi esa texnologik gaz ta'sirizisiz cho'kindiga o'tishi va ayni paytda xavo atmosferasini ifloslantirmasligidir. Ammo ushbu usul shuningdek ahamiyatli kamchiliklarga ham ega: erituvchilarning past selektivligi; erituvchilarning shlak komponentlari bilan o'zaro ta'sirlashishi tufayli murakkab tarkibli eritmalarning hosil bo'lishi; shlak komponentlari bilan o'zaro ta'sirlashishi va erimaydigan birikmalar hosil bo'lishi natijasida reagentlarning ko'p yo'qolishi; nodir metallarni amaliy olishning imkoni yo'qligi. Yuqorida ko'rsatilgan kompleks sabablar tufayli shlaklarni gidrometallurgik amaliy qo'llanilishi topilmadi [37].

1.6. Mis ishlab chiqarish shlaklarini pirometallurgik usulda qayta ishlash

Mis shlaklarini pirometallurgik usulda qayta ishlash asosan elektr pechlarida amalga oshiriladi. Gazni utilizatsiya qilish muammolari mavjudligi sababli chet el korxonalarida qo'shimcha sulfidlanish bajarilmaydi. Elektr pechlarida kambag'allashtirish muallaq eritish jarayoni olib boriladigan zavodlarda keng qo'llaniladi. Ularga «Assio», «Kosaka», «Toyo» (Yaponiya), «Salvador» (Braziliya), «Xidalgo» (AQSH), «Norddoyche» (Germaniya) va boshqalar kiradi [11].

«Toyo» va «Passar» zavodlarida avval pech ichidagi elektr tindirgichlar qo'llanilgan, hozirgi kunda ular ishlatilmaydi. Elektrotermiya gorelka orqali tiklovchilarni uzatib shixta qatlamida tiklash jarayoni bilan almashtirilgan. Shuningdek mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash pirometallurgik usuli qatorida tiklash-sulfidlash, karbotermik usulda tiklash, koksli qatlam bilan sementatsiyali eritish va eritmani aralashtirish usullari ma'lum bo'lib, ular shlaklarni kambag'allashtirishning chiqindisiz texnologiyasi masalalariga yechim topish uchun qo'llanilishi mumkin [36].

Chiqindi va konverter shlaklarini tayyorlash jarayoni ularning xususiyatlari va kambag'allashtirish texnologiyasi yoki har xil avtogen

yoki an'anaviy pechlarda qayta ishlashiga bog'liq.

Dastlabki kambag'allashtirish shlakni tindirish yo'li bilan amalga oshiriladi, qoidaga ko'ra, eritish pechlarida yoki asosiy texnologik jarayondan izolyasiyalangan tindiruvchilarda olib boriladi.

Mis ishlab chiqarish shlaklarini qayta ishlash bo'yicha tadqiqotlarda ko'pgina pirometallurgik va gidrometallurgik texnologiyalar ishlab chiqilgan, ular u yoki boshqa aniqlik darajasiga ega bo'lgan va tajriba, yarimsanoat va sanoat sinovlar darajasida bajarilgan

Texnologiyaaning zamonaviy holatining adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarini qayta ishlashda flotatsiyali usul yordamida minerallarni ajratish va qimmatbaho komponentlarni olish eng maqbulidir.

MDH ning har xil mamlakatlarida tarkibida mis mavjud shlaklarni yarimsanoat masshtabda pirometallurgik qayta ishlash usullari ishlab chiqilgan va sinovdan o'tkazilgan jadval 1.3 da keltirilgan. Misol uchun, "Kennekot" firmasi suv bilan mexanik sovutiladigan aralashtirgichli ikki zonali elektr pechida shlaklarni kambag'allashtirish jarayonini ishlab chiqdi. Muallaq eritish shlaklarini konverter shlaklari bilan birga qayta ishlashdagi kambag'allashtirish ko'rsatkichlari 1.3 jadvalda berilgan.

Namunali elektrotermik pechiga qaraganda, eritmani aralashtirib kambag'allashtirish tezligini uch baraborga oshirish imkonini berdi. MDHda shunga analog texnologiya, vannani azot bilan aralashtirishga asoslangan jarayon ishlab chiqilgan. Ushbu jarayonlarning kamchiligi - eritmani intensiv ravishda aralashtirish sharoitlarida pech futerovkasini qo'shimcha himoyalash zaruriyatidir [35].

Pirometallurgik missizlantirilgan shlak keyingi qayta ishlashga qattiq ko'rinishda yo'naltiriladi va uni granulashtirish zarurligi [7] adabiyotda ko'rsatilgan. Shlaklarni granulashtirish quyidagi usullar: namli, yarim quruq va quruq granulashtirish bilan amalga oshiriladi. Nam basseyndagi granulashtirishning kamchiliklari - granulyatning 30% gacha, keragidan ortiq namlikni saqlashidir. Shlaklarni basseyndan greyferli kran yordamida chiqindi maydoniga quritish uchun chiqariladi.

Jadval 1.3**Shlaklarga elektrotermal usulda qayta ishlov beruvchi zavodlarning asosiy ko'rsatkichlari**

Zavodlar	Muallaq eritishdagi shlak, %			Kambag'allashtirilgan shlak, %		
	Cu	Fe	SiO ₂	Cu	Fe	SiO ₂
Onsan	1,6-2,0	-	-	0,7-0,8		27-30
Saganoseki	0,82-0,83	38,9	32,6-33,1	0,47	38,6	31,7
Norddoyche Affineri	0,8-1,4	40-44	30-34	0,62-0,69	40-44	30-34,5
La Kariddat	1,7	-	-	0,6	-	-
Xidalgo	1,5	-	-	<1	-	-
Salvador	-	-	30	0,6	-	-
Tamano	-	-	-	0,56	34-42	32-40
Passar	-	-	-	0,665	39,65	37,55

Dastlabki termogravitatsion kambag'allashtirishning boshlang'ich tadqiqoti [11] adabiyotda tasvirlangan. Shlakdagi mis tarkibi 0,4% va undan ham kamayadi, bu esa kambag'allashtirilgan shlakni sementli klinker ishlab chiqarish uchun xomashyo yoki kelajakda belgilangan maqsadda foydalanish uchun temir ishlab chiqarish, ya'ni kamomad temir rudasi o'rnini bosuvchi material sifatida ishlatish imkonini beradi. Dastlab shlaklarni kambag'allashtirishda termogravitatsion texnologiyasidan foydalanildi, bu katta xarajatlarsiz KMEP shlaklarini kam chiqindi texnologiyasini yaratishga imkon berdi, biroq, oltin tarkibli flyuslarni qayta ishlash yillik o'sishi va shunga mos ravishda tarkibida SiO₂ 35-36%, hozirgi paytda 38-39% bo'lgan shlaklarini olishga o'tishi sabablariga ko'ra to'xatildi. Bunday shlaklar yuqori qovushoqlikga ega, bu sulfidli zarralarning cho'kishiga to'sqinlik qiladi va bu shlaklar termogravitatsion usul bilan kambag'allashtirilmaydi, chunki qovushoqlikning oshishi va diffuziya tezligining pasayishi hisobiga suspenziyaning yiriklashish jarayoni saqlanib qoladi. Bu holda, mavjud sovutish tezligi yangi hajmli mayda dispers suspenziyalarning shakllanishiga uchun to'liq to'sqinlik qila olmaydi.

Mis ishlab chiqarish sanoati konverter va KMEP lari shlaklarini

tiklovchi-sulfidlovchi kompozitsiyalaridan foydalanish eng istiqbolli hisoblanadi.

Nazariy va tajriba tadqiqotlari asosida konverter va kislorodli mash'al eritish pechlari shlaklarini sulfatlovchi-tiklovchi kompozitsiyalardan foydalangan holda quyidagi tarkibli shlaklarini qayta ishlash imkoniyati ko'rsatildi: rux ishlab chiqarish sanoati klinkeri, gips, sulfid tarkibli materiallar. Tajriba sanoat sinovlarini o'tkazish uchun eng maqbul tartib bo'lgan "Olmalik KMK" AJ ning amaldagi yalliq qaytaruvchi eritish pechlari tavsiya etilgan [11].

Yalliq qaytaruvchi eritish pechining asosiy mahsuloti bo'lgan shteyn bo'yicha unumdorligining pasayishi ushbu usulning kamchiligi hisoblanadi. Chunki, tarkibida mis 14-15% bo'lgan shixta o'rniga, mis miqdori 2-3,5% bo'lgan tiklovchi-sulfidlovchi komponentlar pechga yuklanadi, bu esa asosiy va yordamchi uskunalardan samarasiz foydalanish, yakuniy mahsulot birligiga nisbatan yoqilg'ining ortiqcha sarflanishiga olib keldi. Ikkala holatda ham pechda yuqori haroratni saqlash uchun yetarlicha uzoq vaqt talab etiladi (1523-1623 K).

II BOB

MIS ISHLAB CHIQUARISH SHLAKLARINI IKKI BOSQICHLI SOVUTISH TEXNOLOGIYASINI BAJARISH USLUBI VA TADQIQOT OB'EKTINI TANLASH

Asosiy tadqiqot ob'ektlari sifatida KMEP va YQP chiqindi shlaklari tanlab olingan, ularda qimmatbaho komponentlarning mavjudligi, shuningdek ularni qayta ishlash muammosining jiddiyligi jihatidan katta qiziqish uyg'otadi.

Tadqiqotning asosiy ob'ekti Olmaliq kon-metallurgiya kombinati aksiyadorlik jamiyatining mis ishlab chiqarish sanoati chiqindi shlaklari bo'lib, uning tarkibi 2.1-jadvalda keltirilgan.

Jadval 2.1

"Olmaliq KMK" AJ chiqindi shlaklarining kimyoviy tarkibi

№ p/ p	Shlak turi	tarkibi, %											
		Su	Fe (umum)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CdO	Zn	Pb	Fe ₃ O ₄	S	MgO	Ag g/t	Au g/t
1.	KMEP	0,83	31,6	32,6	6,9	0,5	1,2	0,3	15,1	2,1	0,8	0,57	0,21
2.	YQP	0,61	34,7	34,6	2,8	3,6	1,8	0,1	17,2	0,2-7	1,6	0,34	0,07

2.1-jadval shuni ko'rsatadiki, shlaklarning asosiy tarkibiy qismlari Fe, Cu, Zn, Cd, Pb va nodir metallar Au, Ag hisoblanadi.

Mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarida misning konsentratsiyasi mis rudalariga qaraganda ikki yoki undan ortiq baravar yuqori, shuning uchun qimmatbaho komponentlarni ajratib olish nuqtai nazaridan KMEP va YQP chiqindi shlaklari tanlab olingan. MEZ ning mis chiqindi shlaklarining fazaviy tahlili o'rganildi. Mis chiqindilari shlaklarining fazaviy tahlili 2.2-jadvalda keltirilgan.

Jadval 2.2

Mis chiqindi shlaklarining fazaviy tahlili

Jarayon nomi	Mis tarkibi, %					Misning taqsimlanishi, %				
	erkin. oksid	bog'l oksid	boshl. sulf	ikkil sulf	jami	erkin. oksid	bog'l. oksid	boshl sulf	ikkil sulf	jami
KMEP	0,44	0,02	0,04	0,27	0,77	57,1	2,6	5,2	35,1	100,0
YQP	0,44	0,02	0,04	0,25	0,75	58,6	2,7	5,3	33,4	100,0

2.1.Tadqiqot usullari

2.1.1.Namuna tayyorlash

Namuna tayyorlash Olmaliq kon-metallurgiya kombinati aksiyadorlik jamiyatining mis ishlab chiqarishidan chiqindi shlaklardan namuna olish, ularni analitik va laboratoriya tadqiqotlariga tayyorlashni o'z ichiga oladi. Ushbu tadqiqot ishlarini o'tkazishda ikki bosqichda sovutishdan keyingi shlaklar ishlatilgan.

Ikki bosqichli sovutishning mazmuni shundan iboratki, shlakni quyishdan keyin tindirishga bir muddat vaqt beriladi, so'ng tartibga muvofiq tindirish vaqti bo'yicha namunalar olinadi (20, 40 va 60 minut) va shlak suv bilan tez sovutiladi. Ushbu usulda sovutilgan shlaklar yaxshi yanchilishi bilan ajralib turadi, sulfidlarning asosiy miqdorini o'z ichiga olgan amorf shisha fazasining maksimal miqdori bilan mayda kristalli tuzilishga ega.

Eslatib o'tish kerakki, 20 minut sovutilgandan keyin shlaklarda sulfid birikmalari juda mayda shaklda bo'ladi, ularni flotatsiya yo'li bilan ajratib olish imkon yo'q, 40 va 60 minut sovutilgandan keyin shlaklarda sulfidlarning o'lchami keyinchalik ularni ajratib olish uchun juda maqbuldir. Laboratoriya tegirmoniga sharlarni yuklash 1 kg shlakga 6 kg : 30% - katta, 30% - o'rta, 40% - kichik. Tabiiy erkin sovutilgan mis shlaklarining maydalanuvchanligi bo'yicha qiyosiy tajribalar o'tkazildi.

Tadqiqot tajriba ishlari uchun KMEP va YP shlaklari olindi, ularni chiqindi chiqarish joyiga to'kib 20 daqiqa tindirilgach, harorat termopara yordamida o'lchandi, t^0-1100^0C (10^0C). Haroratni o'lchagandan so'ng, 1 kg uchun 5-8 litr suv miqdorida sanoat oqova suvlari shlakka quyildi – 1-sonli namunasi olindi. Harorat va tindirishning har xil intervallarida 2 va 3-sonli namunalari xuddi shu tarzda olindi:

1-sonli namuna: t^0-1150^0C (10^0C), 20 minut tindirilgandan so'ng sovutilgan shlak;

2-sonli namuna: t^0-1150^0C (10^0C), 40 minut tindirilgandan so'ng sovutilgan shlak;

3-sonli namuna: t^0-1150^0C (10^0C), 60 minut tindirilgandan so'ng sovutilgan shlak;

Taqqoslash uchun 4-sonli tabiiy erkin tindirilgan namuna shlaklari

olingan. Barcha 3 ta namuna turli vaqt oraliqlarida suv bilan sovutildi, natijada har xil qattqlikdagi shlak bo'laklari olindi [79].

Shlakni maydalash (20 minut tindirilgandan keyingi sovutilgan, 1-sonli namuna) laboratoriya tegirmonida 1 kg shlak va 6 kg shar nisbatida amalga oshirildi. Ikki bosqichli sovutilgan shlakning granulometrik tahlili 2.3-jadvalda keltirilgan.

Har bir namuna o'rta namunalarga yaqinlashtirildi va turli bosqichda maydalanib, turli o'lchamlardagi g'alvirlardan o'tkazildi va tahlil qilindi. Namunalarni g'alvirlash tahlilini amalga oshirish uchun quyidagi uskunalar to'plami ishlatilgan: 3 mm dan -0,044 mm gacha o'lchamli g'alvirlar to'plami (simli, matoli); muayyan vaqt oralig'i mobaynida avtomatik o'chirish uchun qurilma bilan jihozlangan mexanik titratgich; namuna va materiallarni yuvish va nam holda g'alvirdan o'tkazish uchun qo'shimcha qurilma (pristavka); kamerada haroratni 105 ± 5 °S chegarasida saqlab turuvchi quritish shkafi; tajriba tarozilari.

Jadval 2.3

Ikki bosqichli sovutilgan shlakning granulometrik tahlili

Yiriklik sinf	Namuna №							
	1		2		3		4	
	g	%	g	%	g	%	g	%
+10	30	3	125	12,5	115	11,5	310	20,5
-10+7	30	3	70	7	80	8,0	260	18,0
-7+5,5	10	1,0	35	3,5	25	2,5	104	9,0
-5,5+5	5	0,5	10	1,0	10	1,0	15	3,25
-5+4,5	3	3,0	10	1,0	10	1,0	80	2,75
-4,5+3	5	0,5	15	1,5	15	1,5	20	6,25
-3+2	15	1,5	15	1,5	15	1,5	40	4,0
-2+1	45	4,5	195	19,5	140	14,0	80	5,5
-1+0,044	325	32,5	290	29,0	300	30,0	15	13,0
-0,044	435	43,5	225	22,5	290	29,0	56	32,0
yo'qolishi:	97	9,7	10	1	10	1	20	20,5
jami	903	100	990	100	1000	100	1000	100

2.3-jadvaldagi elak tahlili natijalari shuni ko'rsatadiki, tez sovutiladigan shlak mo'rt kristallanish strukturasi ega va vaqt ortishi

bilan yaxshi maydalanadi.

Tabiiy sovutilgan shlak abraziv va qattiqdir, shuning uchun bunday shlakni maydalashga erishish qiyin.

Bundan tashqari, maydalash jarayonida shuningdek tabiiy sovutilgan chiqindi shlakining yeyilishi sodir bo'ladi, natijada bu oxirida olingan maydalangan mahsulot massasining oshishiga olib keladi.

2.1.2. Ikki bosqichli sovutilgan shlakni tahlil qilish usullari

Ikki bosqichli sovutilgan shlakning eksperimental tadqiqotlarida analitik, mineralogik optik va elektron mikroskopiya, rentgenografik fazali tahlil qilish usullari qo'llanilgan.

Namunalarni maydalash uchun baraban o'lchami $D \times L = 160 \times 225$ mm, hajmi $15,3 \text{ dm}^3$ bo'lgan davriy harakatga ega laboratoriya sharli tegirmoni ishlatilgan. O'rganilayotgan namunalarning kimyoviy tahlili analitik kimyo, titrometriya va analizatorida atom absorbsiya usullari bilan olib borildi. Fazaviy tahlil aralashtirilib tayyorlanadi va spektrometrdan olinadi. Spektral tahlil uchun optik emission spektrometrlar MAES va generatorli spektrografik analizator SPECTROLAB, SPECTRO [EROS III] rentgenofluessentli spektrometri, PERHINE/mev AA400 spektrometri, KFK-2, KFK-3 fotoelektrokolorimetr, EV-74 - ionometr, SC-144DR analizatorlar qo'llanilgan.

JXA 8800R («Jeol», Yaponiya firmasining) mikroanalizatorida rentgen-spektral tahlili qo'llanilib, mikronli o'lchamdagi zarrachalarning tarkibini aniqlash imkonini beradi. Biroq, bu o'rganilayotgan shlaklar tarkibini tashxislash qiyinchiliklarini bartaraf etmaydi, tarkibning yanada nozik xususiyatlarini ochib beradi va ularning shakllanishining fizik-kimyoviy sharoitlarini chuqur tushunishni talab qiladi [79].

Mis eritish ishlab chiqarish chiqindi shlaklarining tarkibi va fizik-mexanik xossalarini o'rganishdan olingan ma'lumotlar to'g'ri texnologik yechimni taklif qilishga imkon beradi. Turli o'lchamda yanchib olingan namunalarning flotatsiya tajribalari FM-1M markali kamera hajmi 3 litr bo'lgan laboratoriya flotatsiya mashinasida olib borildi.

III BOB

MIS ISHLAB CHIQRISH SHLAKLARINI KAMBAG'ALLASHTIRISH BO'YICHA OPTIMAL TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI ANIQLASH BO'YICHA TADQIQOTLAR

3.1. Mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarining maydalanuvchanligining sovutish tezligiga bog'liqligini o'rganish

Shlaklarni qayta ishlashdagi eng qiyin muammolardan biri maydalashdir, bu katta moddiy - energetik xarajatlari bilan bog'liq.

Mis ishlab chiqarishning flotatsiya texnologiyasi bo'yicha, ayniqsa ularni dastlabki tayyorlash vaqtida, sekin sovutish yo'li bilan mis olish uchun energiya sarflarining yuqori bo'lishiga sabab ularning yuqori qattiqligi va abrazivligidir, shuning uchun shlaklarni flotatsiyalashning iqtisodiy samaradorligi muammosini hal qilish uchun energiya sarfini, shuningdek, ularni maydalash vaqtida maydalash uskunalari va jismlarining sarfini kamaytirish yo'lini topish kerak. Shu munosabat bilan, flotatsiyalanish xususiyatini yomonlashtirmagan holda shlaklarning maydalanuvchanligini yaxshilash uchun, mis eritish zavodi shlaklarini ikki bosqichda sovutish jarayoni o'rganildi [64].

Birinchi bosqichda yuqori haroratli maydonda va shlakning suyuq holatida u asta-sekin sovutiladi, unda yirik sulfid zarrachalari hosil bo'ladi, va bu jarayon tugagandan so'ng, shlak tez sovutiladi, bunda qattiq strukturada termik kuchlanishlar hosil bo'ladi va konservatsiyalanadi, aynan shular yanchiluvchanlikning ortishiga olib keladi, ba'zan esa shlaklar o'z-o'zidan maydalanadi.

Ushbu monografiyaning nazariy tahlili asosida yarim suyuq shlaklarni sovutish usuli quyidagilarni taklif etadi: flotatsiya uchun maqbul bo'lgan strukturaning sulfid suspenziyasini olish va oson yanchiladigan shlaklarni olish. Shlaklar sovutilganda sulfidlarning diffuziya tezligi pasayadi, bu esa kichikroq sulfid zarrachalarining hosil bo'lishiga olib keladi [64,78].

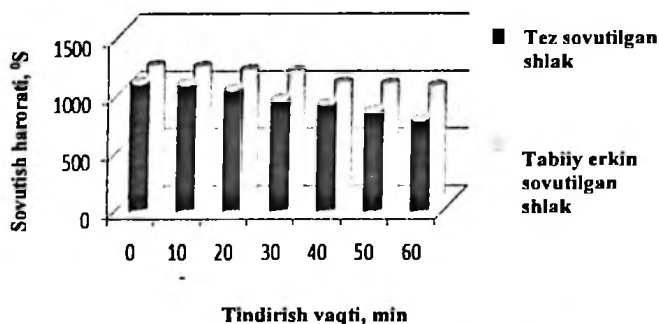
Mis ishlab chiqarish sanoati shlaklaridagi foydali komponentlar mis sulfidlari bilan ifodalanadi, ularning asosiy qismi xalkozin Cu_2S

hisoblanadi. Bundan tashqari, shlaklarda bornit, xalkopirit va kovellin mavjud.

Sovuq suvda (korxonaning oqava suvlari) shlaklarning strukturaviy xususiyatlariga sovutish tezligining ta'sirini o'rganish uchun turli sovutish rejimlarida namunalar olingan. 1-namuna shlak quyilgandan keyin 20 daqiqadan so'ng, 2-namuna 40 minutdan so'ng, 3-namuna 60 minutdan so'ng olingan, 4-namunada esa tabiiy sovutilgan shlak qo'llanilgan [79].

Mis chiqindi shlaklari "Qalmoqir" konidan qazib olingan mis-molibden rudasiga nisbatan qiyinroq maydalanadi.

Mis ishlab chiqarishning tabiiy sovutilgan va ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini maydalanuvchanligi bo'yicha qiyoslash tajribalari o'tkazildi (rasm 3.1).



3.1-rasm. Tez sovutilgan chiqindi shlaklarining tindirish vaqtiga bog'liqligi

Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, har xil harorat oralig'ida sovutish ularning kristallanishiga ta'sir qiladi. Sulfid birikmalarining hosil bo'lishi odatda 600-700 °C haroratda tugaydi. Bunday holda, kristallanish sodir bo'ladi, unda shlaklarning sovush tezligi oshadi va ularning maydalanishi yaxshilanadi.

Taqqoslash uchun 4- namunaning tabiiy sovutilgan shlaklari olingan. Barcha 3 ta namunalar turli vaqt oralig'ida suv bilan sovutildi, natijada turli xil qattqlikdagi shlak bo'laklari olingan. Chiqindi

uyumlari yonida oldindan hovuz (chuqur) kovlanadi. Hovuz hajmi 0,01 m³. Hovuz oddiy yoki sanoat oqava suvi bilan to'ldiriladi (8-10 litr, suv kam bo'lsa, qo'shimcha quyiladi). So'ng shlakni chiqindi chiqarish joyiga to'kib, 20 minutlik sovutishdan (sekin sovutish) so'ng, shlak uyum qilib yig'iladi va hovuzdagi suvga botirib olinadi. Shu usulda 2- va 3- namuna olindi (shlakni sekin sovutish oralig'i 40 minut, 60 minut).

Jadval 3.1

Ikki bosqichli sovutilgan shlaklarning maydalanuvchanligi bo'yicha natijalari

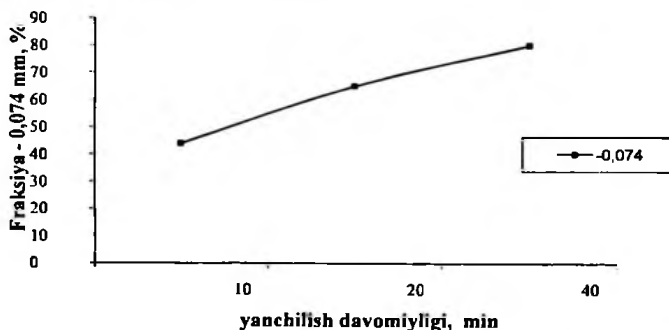
Yiriklik sinfi, mm. 1-namuna	Yanchish vaqti, min							
	0 (dastlabki shlak)		20		40		60	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+10	240	9	60	6	30	3	3	0,3
-10+7	195	7,9	60	6	30	3	4	0,4
-7+5,5	132,6	7,4	30	3	10	1,0	2	0,2
-5,5+5	65,3	6,53	45	4,5	5	0,5	-	-
-5+4,5	35,7	3,57	20	2	3	3,0	-	-
-4,5+3	43	4,3	25	2,5	5	0,5	-	-
-3+2	30,4	3,04	45	4,5	15	1,5	-	1
-2+1	74	13,26	115	11,5	45	4,5	3	0,3
-1+0,044	79	19,5	280	28,0	325	32,5	280	28,0
-0,044	90	24	315	31,5	435	43,5	635	63,5
Jami	985	98,5	995	99,5	903	90,3	927	92,7
Yo'qotishlar:	15	1,5	5	0,5	97	9,7	73	7,3

Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarning (3.1-jadval) 60 daqiqada -0,044 mm gacha yiriklik sinfigacha yanchilganda yanchiluvchanligi 63,5% ni tashkil etadi. Har bir namuna yuklanganda 30% - katta, 30% - o'rta, 40% - kichik sharlar bilan amalga oshirildi. Shlak 20 daqiqa tindirilib va tez sovutishdan keyin juda mo'rt bo'lib qoladi.

Jadval 3.2**0,074 mm sinfigacha maydalash davomiyligi**

Yiriklik sinfi,mm 1-namuna	Yanchish vaqti, min							
	0 (dastlabki shlak)		20		40		60	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+0,074	560	56	494	49,4	350	35	200	20
-0,074	440	44	506	50,6	650	65	800	80
Jami	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100

Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarining (3.2-jadval) 60 minutda -0,074 mm sinfigacha yanchishdagi yanchiluvchanligini tahlil qilish natijalari 80% ni tashkil etadi. 3.2-jadval tahlili natijalariga ko'ra ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlakning yanchilishini tindirish vaqtiga bog'liqligi tuzilgan (rasm. 3.2).



Rasm 3.2. Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlakni tindirish vaqtiga bog'liqligi (1-namuna, 20 minutdan so'ng)

3.2-rasm shuni ko'rsatadiki, shlak 20 minut tindirildandan so'ng sovutilgandan keyin 80% -0,074 mm sinfigacha 40 minut davomiylikda yanchiladi. Ammo bunday shlaklarning flotatsiyasi nomuvofiq, chunki mis sulfid zarralari hali katta zarrachalarga shakllanib ulgurmagan bo'ladi. Flotokonsentratda mis miqdori juda past. Bundan tashqari, bunday shlaklarni shlam yirikligigacha yanchish zarur bo'ladi, bu esa flotatsiyani qiyinlashtiradi.

Shlak 40 minut sekin sovutilgandan keyin uyumga yig'ib hovuzga botiriladi. Tez sovigandan so'ng slak mo'rtroq, lekin 1-namunaga nisbatan qattiqroq bo'ladi.

40 minut tindirilgandan so'ng tez sovutilgan slakning granulometrik tahlili 3.3-jadvalda keltirilgan.

Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi 2-namunadagi slaklarning 60 daqiqada -0,074 mm sinfigacha maydalashdagi maydalanuvchanligi 20,5 % ni tashkil etadi.

Jadval 3.3

**Ikki bosqichli sovutilgan slaklarning yanchiluvchanligi
bo'yicha natijalari**

Yiriklik sinfi, mm. 2-namuna	Yanchish vaqti, min							
	0(boshlang'ich slak)		20		40		60	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+10	203	20,3	190	19,0	125	12,5	80	8
-10+7	153	15,3	135	13,5	70	7	60	6
-7+5,5	109	5,2	50	5	35	3,5	15	1,5
-5,5+5	212	1,8	15	1,5	10	1,0	5	0,5
-5+4,5	137	3,1	20	2,0	10	1,0	5	0,5
-4,5+3	34,3	3,43	30	3,0	15	1,5	10	1,0
-3+2	40,7	4,07	45	4,5	15	1,5	5	0,5
-2+1	52	10,9	155	15,5	195	19,5	260	26,0
-1+0,044	18	21,2	230	23,0	290	29,0	300	30,0
-0,044	38	13,7	122	12,2	225	22,5	205	20,5
Jami	997	99,7	992	99,2	990	99	945	94,5
Yo'qotishlar	30	3	8	0,8	10	1	55	5,5

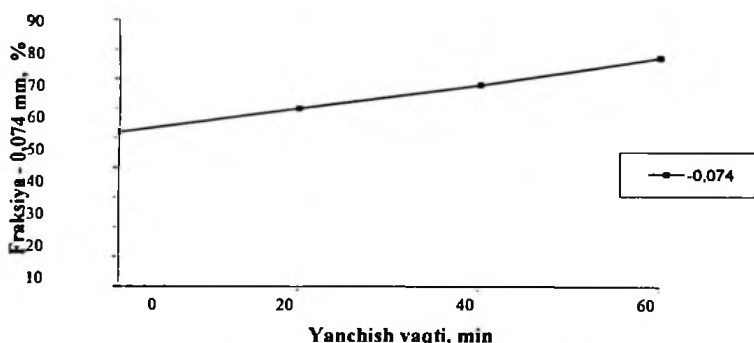
Yanchish vaqtining oshishi bilan slakning yanchiluvchanlik qobiliyati ham oshadi. Yanchilish vaqti 20, 40 va 60 minutda -0,074 mm sinfigacha yanchishda (jadval 3.4) mis sulfid minerali yiriklashadi.

Jadval 3.4

0,074 mm sinfgacha yanchish davomiyligi

Yiriklik sinfi, mm, 2-namuna	Yanchish vaqti, min							
	0 (dastlabki shlak)		20		40		60	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+0,074	480	48	440	44	420	42	230	23
-0,074	520	52	560	56	580	58	770	77
Jami	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100

3.4-jadvaldagi ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarning maydalanish natijalari ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, 60 minut tindirishdan keyin -0.074 mm sinfigacha yanchilishi 77% ni tashkil etadi.



Rasm 3.3. Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlakni tindirish vaqtiga bog'liqligi (2-namuna, 40 minutdan so'ng)

Uzoq vaqt tindirishda shlak yanada qattiqroq bo'ladi. § 3.2 da aytib o'tilganki, mis zarralari va uning minerallari -0,044 mm gacha tegirmonda yanchilgandagina mineral yuzasi ochiladi, tez sovutilgan shlakda esa zarralar - 0,074 mm gacha tegirmonda yanchilganda ochilishga ulguradi (jadval 3.5).

Bu tez sovutilgan shlakdan mis olishni ko'paytirish, shuningdek, yanchish vaqtida elektr energiyasi va yanchish vositalarning sarfini

kamaytirish mumkinligini ko'rsatadi.

3.5-jadvaldagi ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarning yanchiluvchanlik natijalari ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, 60 minut tindirish bilan -0.044 mm sinfigacha maydalash 55% ni tashkil etadi.

Jadval 3.5

Ikki bosqichli sovutilgan shlaklarning yanchiluvchanligi bo'yicha natijalari

Yiriklik sinfi, mm. 3-namuna	Yanchish vaqti, min							
	0 (dastlabki shlak)		20		40		60	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+10	204	204	175	17,5	115	11,5	75	7,5
-10+7	196	19,6	130	13,0	80	8,0	45	4,5
-7+5,5	127	12,7	170	5,0	25	2,5	15	1,5
-5,5+5	102,5	10,25	155	1,5	10	1,0	-	-
-5+4,5	89,8	8,98	225	2,0	10	1,0	-	-
-4,5+3	68,4	6,84	30	3,0	15	1,5	10	1,0
-3+2	53	5,3	40	4,0	15	1,5	10	1,0
-2+1	86	8,6	50	17,0	140	14,0	10	1,0
-1+0,044	48	4,8	20	22,5	300	30,0	225	22,5
-0,044	22	2,2	15	15,0	290	29,0	550	55,0
Jami	996,7	99,67	985	98,5	1000	100	1000	100
Yo'qotishlar	3,3	0,33	8	0,8	10	1	55	5,5

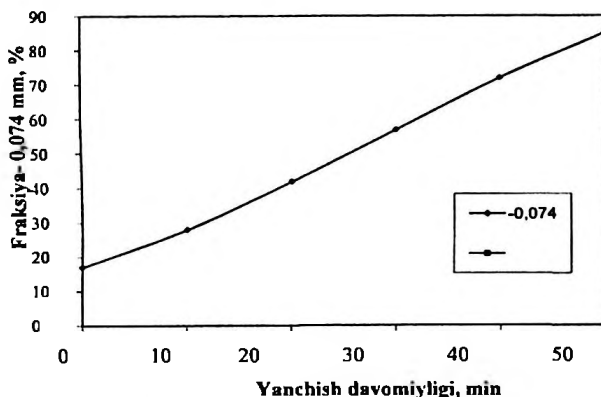
3.6-jadval va 3.4-rasmda shlakning -0.074 mm sinfgacha maydalash davomiyligi natijalari keltirilgan.

Jadval 3.6

-0,074 mm sinfigacha maydalash davomiyligi

Yiriklik sinfi, mm. 3-namuna	Yanchish vaqti, min									
	0 (boshlang'ich shlak)		10		20		30		60	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+0,0074	830	83	720	72	580	58	430	43	280	28
-0,074	170	17	280	28	420	42	570	57	720	72
Jami	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100

3.6-jadvaldagi ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarining yanchiluvchanlik natijalari ma'lumotlaridan ko'rinib turibdiki, 60 daqiqa tindirish bilan -0.074 mm sinfgacha yanchish 72 % tashkil etdi.



Rasm 3.4. Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini maydalashning vaqtga bog'liqligi (4-namuna, 60 minutdan so'ng)

Rasm 3.6 va 3.4 larda ko'rinib turibdiki, 60 daqiqadan keyin tindirilgan va tez sovutilgan shlakning - 0.074 mm sinfigacha yanchiluvchanligi 85 % tashkil etadi, erishilgan yanchish davomiyligi - 50 minut. Bu shuni ko'rsatadiki, shlak qanchalik ko'p tindirilsa, shunchalik qattiq va abraziv bo'ladi.

Oddiy, tabiiy sovutilgan shlak juda qattiq bo'ladi. - 0,074 mm sinfigacha tegirmonda yanchishda mineral zarrachalari ochilmaydi. Mis minerallarini ochish uchun -0,044 mm sinfiga yanchish kerak bo'ldi, biroq -0,044 mm sinfigacha maydalash flotatsiya uchun shlam xarakteristikasini beradi va flotatsiya chiqindilarida misning ancha qismi yo'qoladi.

Tabiiy sovutilgan shlakning granulometrik tahlili 3.7-3.8-jadvallarda keltirilgan.

Jadval 3.7

Tabiiy sovutilgan chiqindi shlaklarining yanchiluvchanligi bo'yicha natijalari

Yiriklik sinfi, mm 4-namuna	Yanchish vaqti, min							
	0 (boshlang'ich shlak)		20		40		60	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+10	204	204	135	13,5	27	2,7	18	1,8
-10+7	196	19,6	100,5	10,05	35	3,5	25	2,5
-7+5,5	127	12,7	93	9,3	74	7,4	53	5,3
-5,5+5	102,5	10,25	32	3,2	20	2	59	5,9
-5+4,5	89,8	8,98	36	3,6	64	6,4	68	6,8
-4,5+3	68,4	6,84	52,2	5,22	403	40,3	482	48,2
-3+2	53	5,3	46,3	4,63	200	20	176	17,6
-2+1	86	8,6	40	0,4	100	10	29	2,9
-1+0,044	48	4,8	150	15,0	23	2,3	34	3,4
-0,044	22	2,2	390	39	50	5	46	4,6
Jami	996,7	99,67	985	98,5	996	99,6	990	99
Yo'qotishlar:	3,3	0,33	15	1,5	4	0,4	10	1

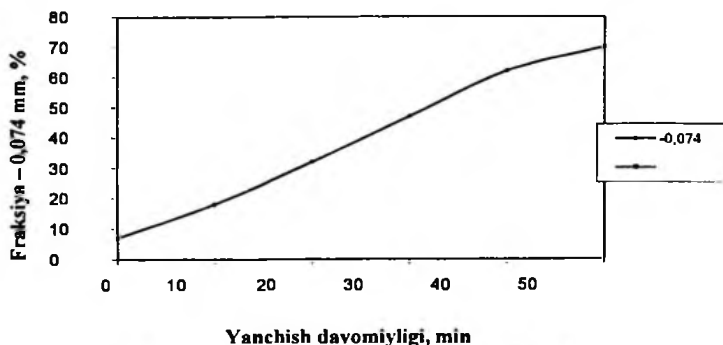
Tabiiy sovutilgan chiqindi shlakning (3.7-jadval) 60 minut mobaynida -0.044 mm sinfigacha maydalanishning tahlil qilish natijalari 72% ni tashkil etadi.

Jadval 3.8

-0,074 mm sinfigacha yanchish davomiyligi, min

Yiriklik sinfi, mm 4-namuna	Yanchish vaqti, min									
	0 (dastlabki shlak)		10		20		30		40	
	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%	g.	%
+0,0074	930	93	820	82	780	78	530	53	380	38
-0,074	70	7	180	18	320	32	470	47	620	62
Jami	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100	1000	100

Tajribaning olingan natijalaridan tabiiy sovutilgan shlakni yanchilishining vaqtga bog'liqligi tuzilgan (rasm. 3.5)



Rasm 3.5. Tabiiy sovutilgan shlakning maydalanishini vaqtga bog'liqligi

Tabiiy sovutilgan shlak juda qattiqligi va abrazivligi sababli -0.074 mm sinfgacha yanchilishi uchun 1 soatdan ortiq vaqt talab qilinadi (rasm 3.5).

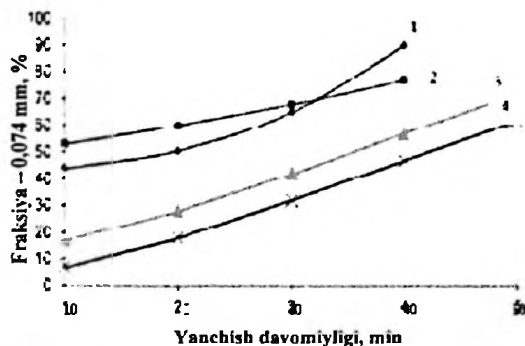
Barcha namunalarning -0,074 mm sinfgacha maydalash davomiyligining umumiy ko'rsatkichlari 3.9 jadval va 3.6 rasmda ko'rsatilgan.

Jadval 3.9

-0,074 mm sinfgacha yanchish davomiyligining umumiy ko'rsatkichlari

Namuna № , barcha namunalar	Yanchish vaqti, min			
	10	20	40	60
1	75 %	-	-	-
2	60 %	77 %	90 %	-
3	42 %	57 %	72 %	85 %
4	40 %	55 %	62 %	70 %

Tabiiy sovutish va tez sovutish shlaklarini maydalash samaradorligini solishtirish uchun tajribalar teng nisbatda o'tkazildi. Tabiiy va tez sovutilgan chiqindi shlaklarini maydalashning vaqti bog'liqlik qiyosiy tahlilining umumiy ko'rsatkichlari (rasm 3.6).



Rasm 3.6. Tabiiy va tez sovutilgan chiqindi shlaklarini maydalashning vaqtga bogʻliqligi

1 – 20 daqiqa tindirilgandan keyingi chiqindi shlak , 2 - 40 daqiqa tindirilgandan keyingi chiqindi shlak, 3 - 60 daqiqa tindirilgandan keyingi chiqindi shlak, 4 – tabiiy sovutilgan shlak

Jadval 3.9 va rasm 3.6 dan koʻrinib turibdiki, shlak 20 minutdan keyin tez sovutish va 10 minut davomida -0.074 mm sinfigacha mayin maydalangandan keyin yanchilishi 75% ni tashkil etadi.

Yanchishni yanada davom ettirish talab qilinmaydi. Shlakni 40 minut davomida sovutib yanchishda - 0.074 mm sinfigacha yanchilgan mahsulot maksimal miqdori 90% ga etdi.

Shlakning tindirish vaqti ortishi bilan yanchiluvchanligi yomonlashadi va yanchish uchun qoʻshimcha vaqt talab qilinadi. Tabiiy sovutilgan shlak (4-namuna) -0.074 mm sinfigacha 60 minut vaqt mobaynida 70 % yanchiladi.

Chiqindi shlaklarni yanchish jarayonida asosiy omil misning qoʻshimcha agregatlarini ochishdir. Shlak fraksiyasining har bir sinfiga mis agregatlari qoʻshimchalarining ochilishi mikroskopik tahlil bilan aniqlandi.

Barcha oʻrganilayotgan shlaklarda mis agregatlarining maksimal ochilishi minus 0.010 mm sinf tarkibida kuzatilganligi aniqlangan, shlaklarni - 0.074 mm sinfigacha yanchilishida esa mis agregatlari 80-90 % gacha ochiladi [35, 43].

Tez sovitiladigan shlak uchun yanchish jarayoni natijalarining tahlili shuni ko'rsatdiki, tez sovitiladigan shlak oson yanchiladi va misning sulfidli namunalari - 0.074 mm yanchilishda ochiladi, minerallarni ochish uchun -0.044 mm gacha maydalash shart emas.

Shu bilan birga flotatsiyalangandan so'ng konsentratdan misning olinishi $\varepsilon=70-71\%$, ni tashkil etadi, bu esa konsentratda misning ko'payishi va yanchish vositalari bilan energiya resurslari sarfining tejalishini ko'rsatadi.

3.2. Ikki bosqichli sovutilgan shlaklarning mineralogik tarkibi

Ikki bosqichli sovutishdan keyin chiqindi shlaklarining mineral tarkibini o'rganish, shlaklarning qaysi mineral fazalarida foydali komponentlar to'planganligi va kimyoviy qayta ishlashda ulardan metallarni ajratib olishni oshirish uchun shlaklarning eng foydali mineral tarkibini ko'rsatadi.

Temirning yarim oksidi ortosilikat Fe_2SiO_4 mis erituvchi shlaklarning asosiy shlak hosil qiluvchi mineralidir.

"Olmaliq KMK" AJ mis eritish zavodi (MEZ) ning bimineral fayalit-magnetit shlaklaridagi Fe_2SiO_4 ning tarkibi ishlab chiqarish hajmining taxminan 70 % tashkil etadi [18].

Ushbu ishda "Olmaliq KMK" AJ mis eritish zavodi shlaklarining mineralogik tarkibi 3.10-jadvalda keltirilgan.

Qisman ikki valentli metallar Cr, Co, Ni va boshqalar, ferritlarni hosil qilib, shlakli magnetitlar tarkibida fiksatsiyalanadi. "Olmaliq KMK" AJ MEZ shlak tarkibini qayta hisoblash 3.10 jadvalda keltirilgan.

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, yuqorida bayon qilingan shlaklarda sulfid, temir, pirotin 1,07 %, magnetit ko'rinishidagi oltingugurt va temir oksidi miqdori 17,17 % va silikatlarning yalpi miqdori 81,93% ni tashkil etadi [17].

Zarralarning mineral tarkibi, shakli va o'lchamlari, ularning o'zaro joylashishi va yopishqoqlik xususiyatlari, shuningdek shishasimon massaning taqsimlanishi, kristallanishning harorat sharoitiga bog'liq bo'lgan mikrog'ovakchalar, yoriqlar sonini faqat petrografik usullar bilan aniqlash mumkin [78].

Jadval 3.10

**“Olmaliq KMK” AJ mis eritish zavodining ikki bosqichli sovutilgan
shlaklarining mineralogik tarkibi**

Oksid lar	100 % og‘irlikga keltirilgan, %	Atom koeffitsienti	pirrotin	magnetit	fayalit
SiO ₂	35,44	0,5907			0,5907
TiO ₂	0,15	0,0019		0,0019	
Al ₂ O ₃	3,09	0,0303		0,0089	
FeO	51,8	0,7218	0,0038	0,1410	0,5776
MnO	0,61	0,0087			0,0087
ZnO	3,69	0,0453			0,0453
CuO	0,01	0,0001			0,0001
CoO	0,14	0,0013			0,0013
PbO	0,126	0,0006			0,0006
MgO	2,3	0,0571			0,0571
CaO	1,12	0,0200			0,0200
K ₂ O	1,35	0,0143			0,0143
S	0,12	0,0038	0,0038		
Jami	100,00		0,076	0,1518	0,7850
			1,04%	17,17%	81,93%

3.10 jadvaldan ko‘rinadiki, temir oksidi (FeO) va SiO₂ nisbati ortosilikatlarda 2:1 dan metasilikatlarda 1:1 gacha o‘zgaradi.

Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlakning mineralogik tarkibi fayalit tarkibini qayta hisoblash juda yirik va idiomorfik ekanligini ko‘rsatadi, ammo shu bilan birga kristalli gabitusning shakli tugallanmaganligini ko‘rsatuvchi qovurg‘ali-tishli qirrasa cho‘zilgan prizmatik kristall ekanligini ko‘rsatadi.

Balki bu shlak eritmasining kristallanuvchi ortosilikatlarni (fayalit) metasilikatlar (ferrosilit) bilan asta-sekin almashtirilishini ta‘minlovchi kremnezem bilan to‘yinganligiga bog‘liqdir. [18, 65].

Yuqorida ko‘rsatilgan elementlarni shakllarini o‘rganish uchun shlaklarda Superprob JXA-8800 K va Jeol ISM-5910LV asboblari qo‘llanilgan, tahlil natijalari anshliflar bilan rasm 3.7-3.12. da

ko'rsatilgan.

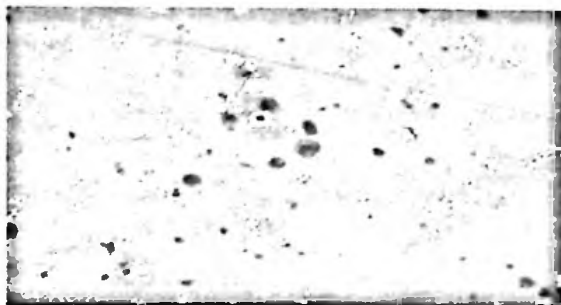
1-namuna makroskopik, o'lchamlari 2-10 sm chegarasida o'zgaradi, osongina ajratiladigan siniqlar bilan zich chatnagan massadan iborat. Shlak namunasining rangi qora, yangi yoriqlardagi jilva shisha tovlanishli yarim metall. Singan joyning yuzasi notekis, g'adir-budur, har joyda millimetr ulushidan 3-4 mm gacha o'lchamdagi do'ngchalar kontraksion yoriqlar bilan cheklangan zich burchakli bo'laklardan iborat.

Qobiqli plastinka shakliga ega bo'lgan 5x10 sm li eng katta fragmentda massaning teksturasi o'zgaruvchan. 0,8 sm qalinlikdagi katlam mavjud bo'lib, sezilarli g'ovaklarsiz juda zich tuzilishga ega.

Bunday qatlamlarning jilvasi metallga oid yaltiramaydigan, yo'nalishi bo'yicha o'zgaruvchan. Massaga kavsharlangan qoviqning ustki tomoni notekis, yaltiramaydi, jilosiz kulrang. Shishasimon ko'rinishning umumiy massasi bilan birlashish joyida kristall shaklli tig'iz tegib turuvchi hosilalarning taroqsimon strukturasini seziladi.

Ikki qismdan iborat qatlamning qalinligi 2-5 mm ga etadi. Ularning jilmasi shisha-metall, xuddi, oyna yuzali siniqning boshqa tomonidagi kabi. Bu qatlamlar orasidagi o'rta qismida massa dumaloq noto'g'ri boshqalardan farqli qavariqlikga ega, ular bir-biriga shunday yopishganki, orasidagi chegaralar sezilmaydi.

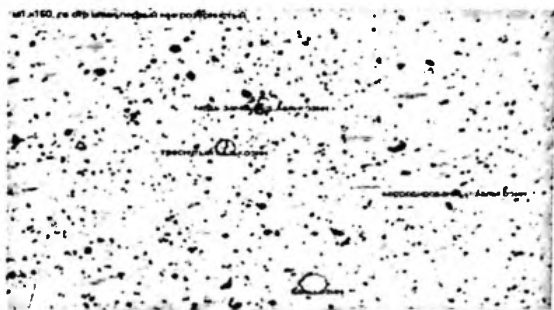
Bunday qavariq siniqlarida binokulyar lupa ostida olisdan sferolitni eslatuvchi konsentrik qurilma kuzatiladi. Massa hajmi bo'ylab, ayrim joylarda qo'ng'ir-qizil rangli bo'rtib turtib chiqib turibdi, ba'zan ko'k tusli belgilar mavjud. Chamasi, misning yupqa aralashmasi shlak hajmi bo'yicha notekis taqsimlangan yoki ular faqat qulay strukturaviy sharoitda to'planishni boshlaydilar. Zich maydonlarning qattiqligi Moos shkalasi bo'yicha 8 belgisigacha etadi. PMT- 3 da o'lchash bo'yicha 1483 kg/mm^2 (rasm 3.7-3.8).



1-dendrit turidagi magnetit; 2-shishali fayalit; 3-mis korolyoklar

Rasm 3.7. Quyishdan keyingi shlak

Rasm 3.7 da mis sulfidlarining xali shakllanmagan yirik zarrachalari aniq ko‘rinmoqda (3), shishali fayalitning yirik birikmalari kuzatiladi (1).

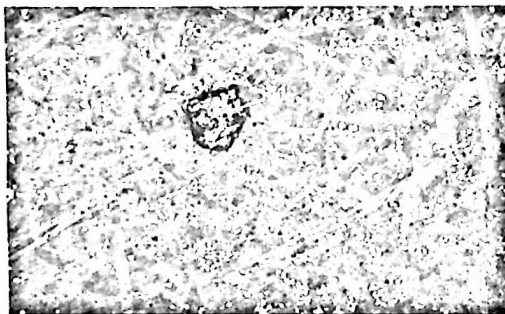


1-mis xalkozin vazifasini bajarmoqda med; 2-yorik xalkozin; 3-korrodirovkalgan xalkozin; 4-xalkozin

Rasm 3.8. Birinchi mikrozarrali shlak

3.8-rasmda etarlicha yirik xalqasimon zarrachalarning birlamchi hosil bo‘lishi ko‘rsatilgan. 2-namuna yuqorida ta‘riflangandan shunisi bilan farqlanadiki, shlak rangi birmuncha ochroq, garchand qoralik darajasi deyarli o‘zgarmaydi. Mazkur namunada siniqlar nisbatan silliq, chuqur siniqlardagi kichik maydonlarda saqlanib qolgan aniq bo‘lmagan g‘adir-budirlar. Shubhasiz, relef yuzasiga sovigan shlak eritmasi hajmining birlashib ketishi tufayli yuzaga keluvchi kontraksion yoriqlarning hosil bo‘lish vaqti ta‘sir etadi. Sovutish paytida paydo

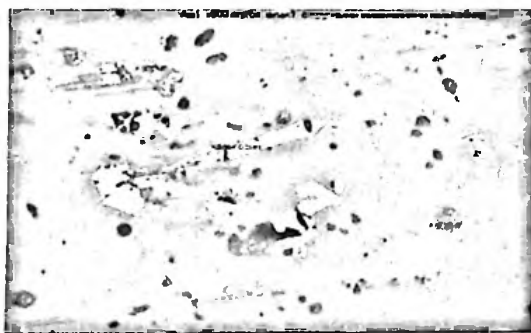
bo'lgan yoriqlarda katta kengayish mavjud, yoriq bo'shlig'i tomon chiqayotgan issiqlikning o'tishi tufayli g'adir-budir releflarda sezilarli shishishiga sabab bo'ladi. 2-namuna jilvasi birmuncha xira va yaltiramaydigan bo'lib shakllangan. To'kish mobaynida shlak strukturasi plastinali deformatsiya tufayli flyuid (suyuqlik) ko'rinishida bo'ladi, ko'p holda alohida siniqlardagi mikroqatlamlar turida namoyon bo'ladi (rasm 3.9-3.10).



1-xalkopirit; 2-fayalit; 3-dendritlar turidagi magnitit; 4-mis zarrachalari

Rasm 3.9. Kislorod mash'li eritish pech shlaki

Mis minerali (rasm 3.9), shlakda fayalit-magnetit massasi orasida xalkoperitning yirik donalari, shuningdek xalkopirit mis minerallashuvining mayda qo'shimchalari ham mavjud.

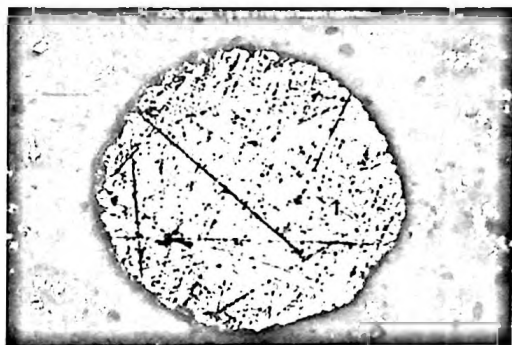


1-kuprit; 2-xalkozin.

Rasm 3.10. Yirik xalkozinnli shlak

Mikroskop orqali sezish mumkin bo'lgan qatlamlar orasida metalli mis ajrالمalarini sezish mumkin. Metalli mis mikrozarrahalarining o'lchamlari sezilarsiz bo'lgan joylarda qo'ng'ir-qizil rangli yo'l-yo'l chiziq paydo bo'ladi, keyinchalik mikroqatlamlarda metalli misni yig'ishga moslashgan. Moos shkalasidagi shlakning qattiqligi birinchi namunadagi kabi deyarli bir xil, lekin mikroqattiqligi jihatidan birinchi namunadagiga nisbatan bir oz kam, ya'ni 1459-1467 kg/mm² dan oshmaydi.

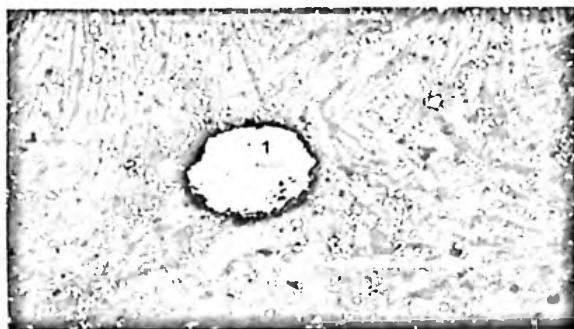
3-namuna, shlak quyilgandan keyin 60 daqiqadan so'ng olingan, rangi bo'yicha kulrang bo'lib qoladi. Bu erda shlak bir tekis hajmli bo'laklar turida maydalanadi, ularning o'lchamlari 50x60 mm ga etadi, porfirlangan ajrالمalar deyarli hosil bo'lmaydi (rasm 3.11-3.12).



1-evtektik xalkozin-xalkopiritli; 2-magnetit; 3-kovaklar; 4-shisha.

Rasm 3.11. Geterogen zarrali shlak

Bu yerda shlak massiv teksturasi va oddiy ko'z bilan ko'radigan aniq porfirli strukturasi saqlab qoladi. Oq rangli porfirlangan ajrالمalar izometrik, ba'zan biroz cho'zilgan. Ularning uzunligi bo'yicha o'lchamlari taxminan 1mm, o'lchami 3 mm gacha bo'lgan porfirlangan ajrالمalar juda kam kuzatiladi. porfirlangan ajrالمalarning miqdor hajmi 10-12 % takshil etadi. Ushbu ajrالمalar kristobolit yoki tridimitga tegishli bo'lishi ehtimoldan uzoq emas, ular Moos shkalasi bo'yicha 7, kamroq qattiqlikka ega.



1-xalkozin; 2- magnetitning mayda bo'linmalari.

Rasm 3.12. O'ralgan tolali fayalit strukturali shlak

Rasm 3.11-3.12 shuni ko'rsatadiki, magnetit va fayalit zich kristallangan va unda mis minerallari yo'qolgan.

PMT-3 da o'lgangan mikroqattqlik mohiyati bo'yicha massaning 1437 kg/mm^2 chegarasida, deyarli ajralma qattqligiga teng, $1430\text{-}1432 \text{ kg/mm}^2$ tashkil etadi. Shundan kelib chiqib, ta'kidlash mumkinki, kontraksion yoriqlar bilan bo'lingan siniq o'lchamlari vaqt o'tishi bilan yiriklashadi, shlakning qattqligi esa bu yo'nalishda birmuncha kamayadi. Ehtimol, bu shlaklarni maydalagichlarda maydalashda maydalanish darajasi bo'laklarning o'lchamiga qarab tekislanadi va amaliy foydasi bo'lmaydi.

Tez sovutilgan shlaklar yaxshi maydalanuvchanligi bilan ajralib turadi va asosiy sulfidlarni tarkib qiluvchi maksimal amorf shishafazali metallkristallik strukturani hosil qiladi. [18, 35].

Shunday qilib, quyidagi qisqacha xulosalar ifodalash mumkin:

1. "Olmaliq KMK" AJ MEZ bimineral fayalit-magnetit shklaridagi silikatlar o'ta murakkab tarkibga ega. Ular asosiy fayalitning ortosilikatlari va to'yingan SiO_2 metasilikat-ferrosilitlarga bo'linadi.

2. Kremnezemili metasilikatlarning figurativ nuqtalari fayalit-kremnezem-leysit uchkarali diagrammada likvidus faza-tridimit maydonida joylashadi. Bu kristal fayalit orasida shisha (SiO_2) ning likvatsion xususiyatini tasdiqlashi mumkin.

3. Fayalit va tredimit ikki likvidus maydonlari orasida bo'lishi metasilikatlardan (ferrosilitdan) ortosilikatga (fayalitga) harorat pasayishi bilan asta-sekin o'tishni ko'rsatadi. Shu bilan birga ortosilikatdagi metasilikatlarning qattiq eritmalari paydo bo'lish ehtimoli ham istisno qilinmaydi.

Olingan natijalardan silikatlar bilan strukturaviy bog'liq mis va boshqa yo'ldosh metallarning yo'qolishini kamaytirish maqsadida Olmaliq konlarida mis rudalarini qayta ishlash va eritish texnologiyasini sozlashda foydalanish mumkin [18,35].

3.3. Ikki bosqichli sovutilgan shlaklarni flotatsiya usuli bilan boyitishni tadqiq qilish

Chiqindi shlaklarida 25-65 mkm kattalikdagi oktaedr shaklidagi magnetit kristallari uchraydi, shuningdek shteyn tomchilari va ikkilamchi sulfid birikmalari ko'p miqdorda bo'ladi. Magnetit dendritlarining o'lchamlari 245-275 mkm gacha etadi. Ko'p hollarda magnetit 10-100 mkm kattalikda fayalit va mis sulfidi bilan assotsiatsiyalangan va kristall shaklida bo'ladi.

Shlak tarkibida $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ -fayalit mavjud bo'lib, u prizmatik kristall ko'rnishida bo'dadi, silikat fazaning kristallar o'lchami 25-50x100-160 mkm. Ular kristallanish jarayonida chiqindi shlakdan sulfidlarning ajralishi natijasida hosil bo'ladi. Shixtaning erishi va shlak-shteyn fazasining hosil bo'lish jarayonida sulfid fazasining tarkibi pirrotit-xalkopirit va xalkopirit-bornitdan xalkozingacha va xalkozin-bornitgacha o'zgaradi [66].

Yalliq qaytaruvchi eritish pechning chiqindi shlaklarida shishasimon fayalit fazasida 1-30 mkm kattalikdagi sulfid zarrachalari taqismlangan va magnetit kristallari bilan assotsiatsiyalangan. Kislorod mash'alli eritish shlaklari ham o'lchami 0,1-1 mm bo'lgan magnetit kristallari ko'rinishidagi shishasimon fayalit fazasidan iborat. Fayalitda o'lchami 0,01-0,2 mm bo'lgan magnetit donachalari ham bo'lishi mumkin. Sulfid fazasi taxminan 1 mkm dan 100-200 mkm gacha kattalikdagi yupqa suspenziya bilan ifodalanadi [79].

Mis tarkibli chiqindi shlaklari tarkibi bo'yicha bir xil bo'lmagan va

atrofini shlak fazasi o'rab olgan oltingugurt va kislorod bilan assotsiatsiyalangan temir va mis mavjud, mavjudligi ushbu monografiyada keltirilgan.

Texnogen chiqindilardagi minerallar kristall panjara tuzilishi, kimyoviy tarkibi bo'yicha tabiiy minerallar bir xildir, biroq izoformizm bilan farqlanadi, va bu, ehtimol, chiqindi shlaklarining flotatsiyalanishiga ta'sir qiladi. Shubhasiz, kelib chiqishi texnogen bo'lgan mineralning konglomerati turida ifodalangan chiqindi shlaklarini flotatsiyalash qonuniyatlari, tarkibi bo'yicha tabiiy minerallarga o'xshash materillarning flotatsiyasidan farq qiladi [18].

Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlakning flotatsiya qobiliyatini o'rganish uchun 4 ta namunasi ham tadqiq qilingan (20, 40, 60 daqiqadan so'ng tindirilgan va sovutilgan, taqqoslash uchun 4 – namuna, erkin sovugan shlak).

4-namunadagi shlakni -0,074 mm 85 % gacha yanchish uchun 1 soatdan ko'proq vaqt ketadi, boshqa namunalar uchun faqat 30-40 minut sarflandi. Yanchish vaqtining davomiyligi 60 minut mobaynida tez sovutilgan shlak -0,074 mm sinfigacha 62-70 % yanchiladi, u mis minerallarini ochishga ulguradi va keyingi qayta ishlashga yo'naltirilishi mumkin.

Rudalar va chiqindi shlaklarni flotatsiyalash, foydali qazilmalar va texnogen chiqindilarni boyitish jarayonida minerallar yuzasini suv bilan namlanishining fizik-kimyoviy xususiyatlarining farqlanishiga asoslangan boyitish usullarini ifodalaydi.

Minerallar va texnogen chiqindilar suvli muhitda mayda yanchilgan holatda bo'lib, ba'zi minerallarning zarralari suv bilan namlanadi va cho'kadi yoki muallaq holatda bo'ladi, boshqa minerallarning zarralari suv bilan namlanmaydi, lekin suv tarkibidagi havo pufakchalariga yopishadi va suv yuziga qalqib chiqadi. Minerallarning flotatsiya qobiliyati, ya'ni minerallarning suv bilan namlanish samaradorligini turli reagentlar yordamida o'zgartirish mumkin.

Turli maydalash uchun bo'yicha flotatsiya tajribalari kamerali hajmi 3 litr bo'lgan FM-1M markali laboratoriya flotatsiya mashinasida olib borildi.

Flotatsiya yo'li bilan boyitishga oid laboratoriya tadqiqot ishlarida namunalar 1 kg vaznda olindi. Har bir tajriba uchun dastlabki namunadagi metall tarkibidagi qo'pol xatolarning oldini olish uchun yirik donalarning diametri va namunaning og'irligi o'rtasidagi nisbatni saqlab qolish kerak. 1 kg namuna og'irligi mobaynida materialning donadorligi mos ravishda 1,5-3 mm bo'lishi kerak.

Tajriba uchun temir suv quvurlari oksidlanishida paydo bo'ladigan temir tuzlari mavjud bo'lmagan suv ishlatilgan.

Flotatsion tajribalar uchun chiqindi shlaklarni maydalash jarayoni suvli tegirmonlarda, S:Q=1,5:1 nisbatda olib boriladi. Flotatsiya tajribalari kamera hajmi 3,0 litr bo'lgan flotatsiya mashinalarida olib borildi. Flotatsiya mashinalari kamerasining hajmi flotatsiyalanayotgan xomashyoning og'irligiga va mazkur tajribadagi qattiq fazaning suyuq fazaga nisbatan foiziga qarab tanlanadi.

Xomashyoni yuklashdan oldin flotatsiya mashinasining elektr motori yoqiladi, havo berish trubasi yopiladi, bo'tana qabul qiluvchi qurilmasida aralashtiriladi, shundan so'ng alohida mashinalarga quyiladi. Mashinaning pastki qismida cho'kkan namuna qatlami qolsa, oz miqdorda suv qo'shiladi va flotatsiya mashinasiga quyiladi.

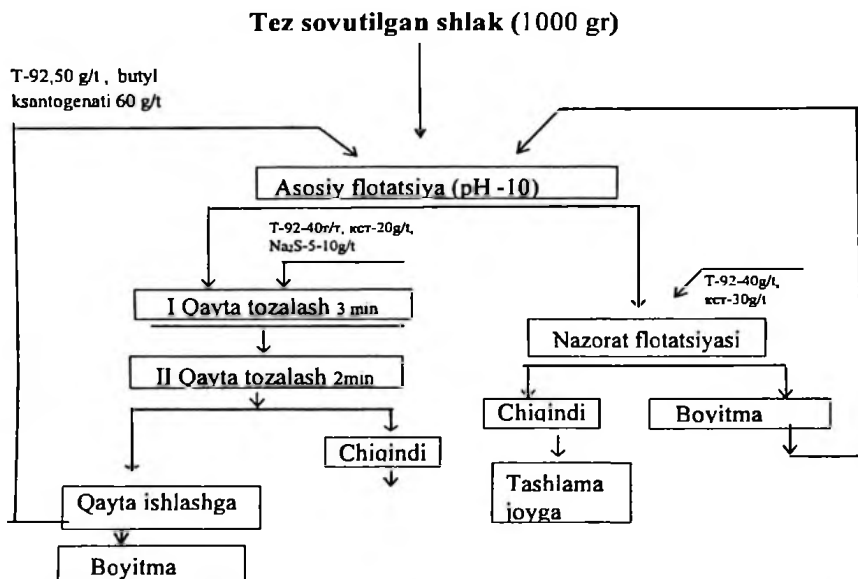
Bo'tananing erkin aralashishini va flotatsiya mashinasining konussimon qismiga bimalol uzatishni ta'minlash maqsadida flotatsiya mashinasiga kerakli miqdorda suv qo'shiladi. Flotatsiya mashinasidan parrak yordamida ko'pik olishni ta'minlash uchun, ma'lum bir sathgacha flotatsiya mashinaga suv qo'shiladi. Ko'pikni olib tashlash jarayonida ma'lum miqdorda suv chiqarib yuboriladi, bunda bo'tana pasayadi, bo'tana hajmini saqlab qolish uchun, yana suv qo'shiladi, bunda flotatsiya jarayonining boshida berilgan bo'tana ishqorligi bilan tahminan bir xil bo'lgan suv qo'shiladi. Tajriba davomida flotatsiya mashinasining devorlariga va boshqa qismlariga yopishgan ko'pikni doimo yuvib turish kerak. So'ngra ma'lum tartibda reagentlar qo'shiladi, kerakli vaqt mobaynida aralashtiriladi va xavo kiritiladi [64].

Reagent sifatida T-92 va butil ksantogenati qo'llaniladi. T-92 (TU 38-103429-83) - bu rangi sariqdan ochiq jigarranggacha bo'lgan shaffof bo'lmagan qatlamlarga ajralmaydigan suyuqlik. Sulfid rudalarini

flotatsiyalash mobaynida T-80 reagenti ko'pik hosil qiluvchi sifatida qo'llaniladi. Uning zichligi $1,05-1,09 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Qotish harorati 42°C , bug'larnish harorati 90°C . Moddaning bir qismining 50 qism suvda eruvchanligi to'liq. Bu reagent emulgator yordamida suvda emulsiya sifatida qo'llaniladi.

Kaliyning butil ksantogenati $\text{S}_4\text{N}_9\text{OS}_2\text{K}$ (TU-2452-292- 00204168-2000) ko'mir kislotasining hosilasi bo'lib, undagi kislorod atomi oltingugurt bilan almashtirilgan, gidrokuchli guruhlardan biri- SMe guruhiga, vodorodning ikkinchi atomi R- alifatik radikalga almashgan.

Tez sovutilgan shlakni flotatsiyalashning texnologik sxemasi rasm 3.13 da ko'rsatilgan.



Rasm 3.13. Mis ishlab chiqarishning tez sovutiladigan shlaklarini boyitishning texnologik sxemasi

Flotatsiya jarayoni tajribalari asosida quyidagi natijalar olindi, 3.11-jadval.

Jadval 3.11

1-tajriba (20 daqiqa tindirilgandan so'ng)

Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
K-t asosiy	90	9	2,8	47,18218	51,67572
K-t nazorat	20	2	1,2	4,493541	
Chiqindi	890	89	0,29	48,32428	
	1000	100			

2-tajriba (40 daqiqa tindirilgandan so'ng)

Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
K-t asosiy	120	12	2,6	52,03469	59,37292
K-t nazorat	40	4	1,1	7,338225	
Chiqindi	840	84	0,29	40,62708	
	1000	100			

3-tajriba. (posle 60 min otstaivaniya)

Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
K-t asosiy	155	15,5	2,74	62,37791	64,43416
K-t nazorat	10	1	1,4	2,056253	
Chiqindi	835	83,5	0,29	35,56584	
	1000	100			

4-namuna (tabiy sovutilgan)

Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
K-t asosiy	160	16	2,65	62,51843	64,50899
K-t nazorat	10	1	1,35	1,990563	
Chiqindi	830	83	0,29	35,49101	
	1000	100			

Tajribalar yagona sxema bo'yicha, shu jumladan asosiy va nazorat operatsiyalari bo'yicha amalga oshirildi.

Yagona rejimda flotatsiyalandi:

yanchilgan mahsulot - sinfi -0,074 mm 85 %;

Asosiy flotatsiya – 20 minut;

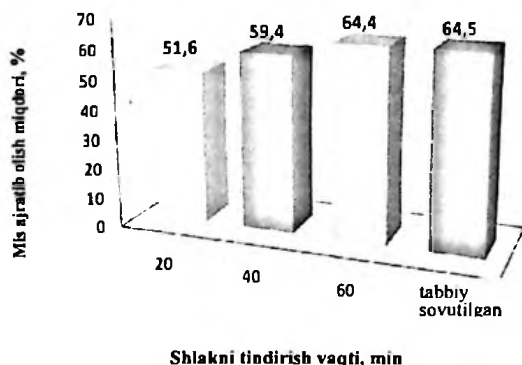
butil ksantogenati - 60 g/t, T-92 –50 g/t;

Nazorat flotatsiyasi - 15 minut; butil ksantogenati - 30 g/t, T-92 - 20 g/t;

I qayta tozalash 3 minut;

II qayta tozalash 2 minut.

Barcha namunalarni flotatsiyalash natijalari jadval 3.11 berilgan. Dastlab flotatsiya ochiq siklda amalga oshirildi. Tajribalar natijalari shuni ko'rsatadiki, ochiq flotatsiya sikli bilan flotokonsentratdagi misni ajratib olish kam, tindirish vaqtiga qarab 51,6 dan 64,4% gacha, tabiiy sovutish mobaynida (10 kun) 64,5% ni tashkil qiladi (rasm. 3.14).



Rasm. 3.14. Ochiq flotatsiya siklida mis ajratib olishning tindirish vaqtiga bog'liqligi

Tajribalar natijalaridan ko'rinib turibdiki (rasm 3.14) shlakning sovish vaqti 60 daqiqagacha oshishi bilan konsentrat unumi oshgan [84]. Shuningdek yopiq siklda 90 % -0,074 mm sinfigacha maydalash tajribalari olib borilgan, tadqiqot natijalari 3.12 jadvalda ko'rsatilgan.

Jadval 3.12

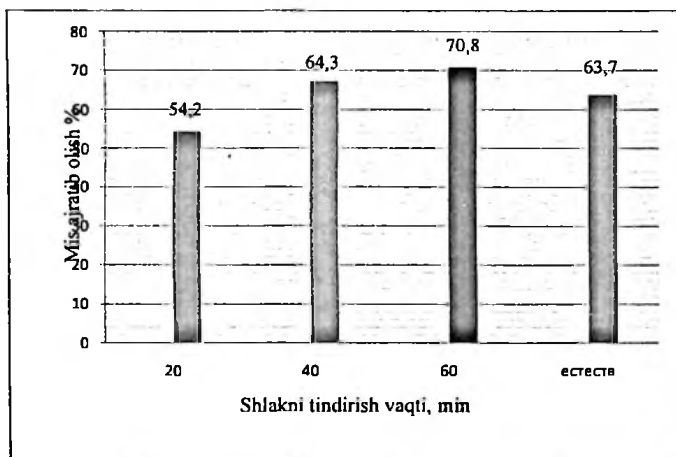
1.2-tajriba (20 daqiqa sovutilgandan so'ng)					
Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
II Qayta tozalash k-ti	47,1	4,71	9,78	38,631	54,2
Chiqindi	952,5	95,25	0,43	41,9747	49,382
	1000	100		80,6057	
2.2-tajriba (40 daqiqa sovutilgandan so'ng)					
Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
II Qayta tozalash k-ti	45,8	4,58	12,5	57,25	67,3
Chiqindi	954,2	95,42	0,196	18,70232	22,002
	1000	100		75,95232	
3.2 –tajriba (60 daqiqa sovutilgandan so'ng)					
Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
II Qayta tozalash k-ti	42,7	4,27	14,1	60,207	70,8
Chiqindi	957,3	95,73	0,185	17,7193	20,84
	1000	100		77,9263	
4.2-tajriba (tabiiy sovutilgan)					
Nomi	Chiqish γ , gr	Chiqish γ , %	Mis tarkibi β , cu	Olish ϵ , %	Mis olish ϵ , %
II Qayta tozalash k-ti	50	5,11	10,6	54,166	63,7
Chiqindi	950	94,89	0,24	22,7736	26,79
	1000	100		76,9395	

3.12-jadvalda yopiq siklda flotatsiya natijalari keltirilgan, tindirish vaqtiga bog'liq mis olish 54,2 % dan 70,8 % gacha o'zgarib turadi, tabiiy sovutishda esa (10 sutka) mis olish 63,7% ni tashkil etadi (rasm 3.14).

O'tkazilgan laboratoriya tadqiqotlari natijasida aniqlandiki, tez

sovutilgan shlaklarga maydalash uchun kam vaqt sarflanadi, lekin mis olish ko'rsatkichlari tushib ketadi - 43,3 % (20 daqiqa sovutishdan keyingi shlak), sekin sovutilgan shlak esa (60 daqiqa sovutishdan keyingi shlak), aksincha, maydalash uchun qo'shimcha vaqt talab qiladi, mis olish 71% gacha oshadi.

Yopiq flotatsiya siklida mis olish 70-71% gacha oshadi (rasm 3.15).



Rasm 3.15. Yopiq flotatsiya siklida mis ajratib olishning tindirish vaqtiga bog'liqligi

Tajribalar 90% -0.074 mm sinfigacha maydalashda olib borildi. Barcha namunalarni flotatsiyalashga oid tadqiqotlar natijalari 3.13-jadvalda ko'rsatilgan.

**Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini flotatsiyalash tadqiqot
natijalari**

Namun a №	Mahsulot lar	Sovutish vaqti, min	Konsentratning chiqishi, %	Konsentrat dagi mis tarkibi, %	Mis olish, %
1	II qayta tozalash konsentr.	20	4,71	9,78	54,2
	chiqindi		95,25	0,43	45,8
	Jami: ruda		100,0	0,85	100,0
2	II qayta tozalash konsentr.	40	4,27	14,1	70,8
	chiqindi		95,73	0,185	29,9
	Jami: ruda		100,0	0,85	100,0
3	II qayta tozalash konsentr.	60	4,58	12,5	67,3
	chiqindi		95,42	0,196	32,7
	Jami: ruda		100,0	0,85	100,0
4	II qayta tozalash konsentr.	Tabiiy sovutil gan	5,11	10,6	63,7
	chiqindi		94,89	0,24	36,3
	Jami: ruda		100,0	0,85	100,0

Shunday qilib, ikki bosqichli sovutishdan so'ng mis shlaklarini (3.13-jadval) 20-60 minut yanchib maydalash davomiyligida, konsentratdan mis olish 54,2% dan 70,8% gacha miqdorni tashkil etadi.

O'rganilgan minerallarning 3 % ksantogenat eritmasi bilan ishlov berilgan loyqalari bo'yicha sorbsiyani aniqlash ko'rsatadiki, metallurgik xalkozinda adsorbsiyalanish 14% ni tashkil etdi, tabiiyda esa reagentning 11%. Ksantogenat va diksantogenidning 3% li eritmasi bilan ishlov berilgan xalkozin namunalarining infraqizil spektrlari metallurgik xalkozinning ancha yuqori sorbsion hususiyatlarini tasdiqlaydi.

I.A.Kakovskiy va A.A.Abramov natijalariga ko'ra, diksantogenid mineralning yuzasi bilan o'zaro ta'sir qilganda, uning bir qismi ksantogenatgacha tiklanadi va uning kimyoviy fiksatsiyasini ta'minlaydi.

Xalkozinlardagi va ko'rilayotgan sharoitlardagi xemosorbsiyalangan to'plagich ulushi (5 mg/l ksantogenatni konsentralsiyalashda) tahminan 10% ni tashkil etadi. Oksidlovchi jarayonlar natijasida minerallar yuzasida ma'lum miqdorda diksantogenid hosil bo'ladi, bu pH muhitning ortishi bilan kamayadi va to'plagich sarfi ko'payishi bilan ortadi.

Ksantogenat tabiiy xalkozinda metallurgik xalkazinga qaraganda kamroq darajada oksidlanadi, diksantogenidning shakllanishiga ma'lum miqdorda ikki valentli misning mavjudligi yordam beradi, u metallurgik xalkozinda 6-8%, tabiida 4-5% mavjud.

To'plovchining eritmadagi mis ionlarini bog'lashga sarfi minimal (flotatsiya vaqtida—2 daqiqa, eritmada mis izlari aniqlangan). Ksantogenatning neytral muhitda parchalanishi deyarli sodir bo'lmaydi. Shuning uchun to'plagichning asosiy qismi bir va ikki valentli mis ksantogenat shaklida ikkita elektr qatlamda sorbsiyalanadi. Mis ksantogenatning shakllanishi umuman olganda bu minerallarning gidrofobizatsiyalanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi kerak, chunki mis ionlari manfiy oltingugurt ionlarining ta'sir maydonida bo'ladi. Mis ionlari zaryadli va manfiy oltingugurt ionlarini neytrallaydi, shuning uchun ma'lum darajada minerallar yuzasining katod maydonlarini gidrofoblanishini ta'minlaydi.

Misni yuqori darajada ajratib olish pH 7-10 muhitda amalga oshirilgan. Tabiiy xalkozinning filtrlanish qobiliyati metallga, shuningdek yarimsulfid qo'shimchalariga qaraganda sezilarli darajada past. Optimal holatda pH oralig'ida o'rganilayotgan xalkazin namunalarining ko'pik mahsuloti unumidagi farqi 8-10% ni tashkil etadi.

Chiqindi shlak asosidagi temirning silikat, oksid, sulfat birikmalarining nisbati pH muhitga qarab uning flotatsiyalanish faolligini oldindan belgilash aniqlandi. Fayalit-magnetit-pirit namunali chiqindi shlaklarini flotatsiyalashda, pH qiymatlarining barcha intervallarida mis olinishi yuqori.

Tajriba texnologik sinovlari paytida aniqlandiki, flotatsiyada ajratib olinishga ulgurmagan mis, temir, kobalt, nikel, rux, qo'rg'oshin va molibdenning sezilarli miqdori flotatsiya chiqindilariga o'tib ketadi,

ularni uyumda yoki bakterial tanlab eritish texnologiyasini qo'llab kelgusida ishlatish uchun omborlarga joylash kerak.

3.4. Ikki bosqichli sovutilgan shlakni kremniysizlantirishdan so'ng mis olish darajasini aniqlash bo'yicha gidrometallurgik usul tadqiqotlari

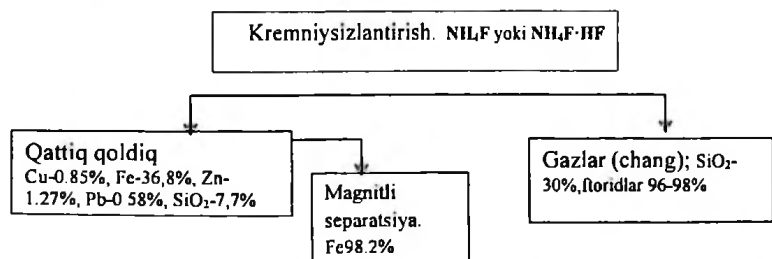
[4] adabiyot muallifi mis ishlab chiqarish sanoati shlaklaridagi temir va kremniy dioksid tarkibini florlash yo'li bilan kamaytirish imkoniyatlarini bayon qilgan.

Ammoniy floridning xususiyatlari, kremniy dioksidining ammoniy floridlar bilan o'zaro ta'siri keltirilgan, shuningdek texnogen xomashyo komponentlarining ammoniy florid bilan o'zaro ta'sirining termodinamik hisobi ham berilgan.

Ushbu ma'lumotlarga asosanib, ikki bosqichli tez sovutilgan shlak uchun florlash usulidan foydalanish mumkin.

Tajriba uchun 1-namunaning tez sovutilgan shlaklari olindi, chunki, kremniysizlantirish uchun materialning mayda yanchilgani talab qilinadi, 20 daqiqa sovutilgandan so'nggi 90% -0.074 mm sinfigacha yanchilgan shlakga 40 minut laboratoriya tegirmonida maydalash bilan erishiladi (3.2 jadvalga qarang).

Tahlil ma'lumotlariga ko'ra 1-namunadagi mis miqdori 0,85% (3.8-jadvalga qarang). Bu namunaning shlaklari flotatsiyalanmaydi, chunki unda mis minerallari juda mayda va -0.074 mm sinfigacha maydalashda ochilmaydi. Shuning uchun, 1-namuna uchun, keyinchalik ishqorlab mis olishni kremniysizlantirish jarayoni tajribasini o'tkazdik. Texnologik sxema rasm 3.6 da ko'rsatilgan.



Rasm 3.16. Kremniysizlantirish jarayonining texnologik sxemasi

Kremniysizlantirish jarayonining tajribasini amalga oshirish uchun quyidagi kimyoviy tarkibdagi "Olmaliq KMK" AJ YaP va KMEP ning chiqindi shlaklaridan foydalanildi (3.14-jadval).

Jadval 3.14
"Olmaliq KMK" AJ chiqindi shlaklarining kimyoviy tarkibi

№	Shlak turi	Tarkibi, %											
		Su	Fe (umum)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Cd O	Zn	Pb	Fe ₂ O ₄	S	MgO	Ag g/t	Au g/t
1.	KMEP	0,83	31,6	32,6	6,9	0,5	1,2	0,3	15,1	2,1	0,8	0,57	0,21
2.	YaP	0,61	34,7	34,6	2,8	3,6	1,8	0,1	17,2	0,2-7	1,6	0,34	0,07

Ammoniy florid yordamida chiqindi shlaklarni kremniysizlantirish jarayoni 1-namuna shlak misolida quyidagi tartib bo'yicha amalga oshirildi. 20 minut tindirilgandan keyin tez sovigan shlak yaxshi florlanadi va galogenidlar, odatda, S kabi gaz fazasiga to'liq o'tadi. Bu misni gidrometallurgik usulda olish imkonini beradi, ya'ni sulfat kislota bilan tanlab eritiladi.

Tez sovutilgan chiqindi shlaklarini kremniysizlantirish jarayoni natijalari 3.15-jadvalda keltirilgan.

Jadval 3.15
20 va 40 minut tindirilgandan so'ng sovutilgan kremniysizlantirilgan shlakning kimyoviy tarkibi

№	Namuna nomi	Aniqlanayotgan komponentlar, %									
		Cu	Ni	Co	SiO ₂	Zn	Fe	Pb	F	Cd	S
1.	20 min sovutishdan keyingi shlak	0,85	0,002	0,002	7,7	1,27	36,8	0,58	21,2	-	-
2.	40 min sovutishdan keyingi shlak	0,9	0,0038	0,002	3,28	1,88	34,8	0,49	0,001	0,03	0,9

3.15-jadvaldan ko'rinib turibdiki, shlak tarkibidagi qimmatli komponentlar Cu, Zn, Fe hisoblanadi. 1-namudagi kremniy dioksidi 7,7% ga kamayadi, 2-namunada esa 3,28%. Sulfidlar deyarli butunlay

oksidlangan shaklga o'tadi, temir qoldiqda metallanadi. kremniysizlantirish jarayoni tajribasi natijalari asosida fazaviy tahlil o'tkazildi (3.16-jadval).

Jadval 3.16

Tez sovutilgan shlakni fazaviy tahlil qilish

Namuna №	Namuna nomi	Aniqlanayotgan komponent, %			
		Erkin oksidlar	Oksid birikmalar	Sulfidli birikmalar	Fraksiya
1.	20 daqiqa sovutishdan keyingi shlak	0,48	0,40	0,04	0,92
2.	40 daqiqa sovutishdan keyingi shlak	0,23	0,02	0,27	0,52

3.16-jadval shuni ko'rsatadiki, ikki bosqichli sovutilgan shlakda, tindirish vaqti va tez sovutish bilan sulfidli suspenziyalar 0,04% dan 0,27% gacha yiriklashadi. 20 minut tindirilgandan keyin shlak (1-namuna) juda mo'rt bo'lib chiqadi va yanchilganda uning ko'p qismi mayda dispersli fraksiyaga o'tib, undan flotatsiya usuli bilan mis va boshqa qimmatbaho komponentlarni olib bo'lmaydi.

Kremniysizlantirish jarayonidan foydalanish mis, ruh va qimmatbaho metallarni olish uchun ushbu namunani keyingi qayta ishlashga imkon beradi. 1-namuna shlaklarini kremniysizlantirish jarayonidan so'ng gidrometallurgik usul bilan ishlov berish mumkin.

40 minut sovutishdan so'ng tez sovutilgan shlak yanada qattiqroq bo'ladi, shuning uchun, florlash paytida sulfidli birikmalar gaz fazasiga o'tishga ulgurmaydi. Yanchilgandan keyin tez sovutilgan shlak ammoniy florid bilan kremniy dioksid tarkibiga ko'ra shixtalanadi, ya'ni 32-35 g. pechga yuklanadi, qopqog'i zich yopiladi. Pech 20 minut mobaynida 130 °C haroratgacha qiziydi. 30 minut qizdirishida harorat 250 °C ga ko'tariladi, 40 minutda esa- 310 °C. 110-130 °S da gaz ajralib chiqish kuzatiladi. 250-310 °C harorat mobaynida ammoniy floridi gazi ajralib chiqishni boshlaydi.

20 minut tindirish va kremniysizlantirishdan keyin tez sovutilgan shlakning fazaviy tahlili natijalari 3.17-jadvalda keltirilgan.

Jadval 3.17

Tez sovutilgan mis chiqimdi shlaklarini kremniysizlantirishdan keyingi fazaviy tahlilari

Jarayon nomi	Mis tarkibi, %					Misning taqsimlanishi, %				
	Erkin oksid	Bog'lo vchi oksid	Birlam chi sulfid	Ikkila mchi sulfid	Jami	Erkin oksid	Bog'lo vchi oksid	Birlam chi sulfid	Ikkila mchi sulfid	Jami
Tez sovutilgan (dastl)	0,15	0,04	0,30	0,36	0,85	17,64	4,70	35,3	42,4	100,0
Kremniys izlantirish dan so'ng	0,46	0,02	0,18	0,27	0,93	49,5	2,1	19,4	29,0	100,0

Kremniysizlantirishdan keyin tez sovutilgan shlakning fazaviy tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki (jadval 3.17), kremniysizlantirish jarayonida xalkogenidlarning oksidlanishi tufayli mis miqdori ortadi. Laboratoriya tajribalari natijalariga ko'ra, 310 °C haroratda 30 minut davomiida kremniysizlantirish jaraynida kremniy dioksidi 96-98% ga ajraladi.

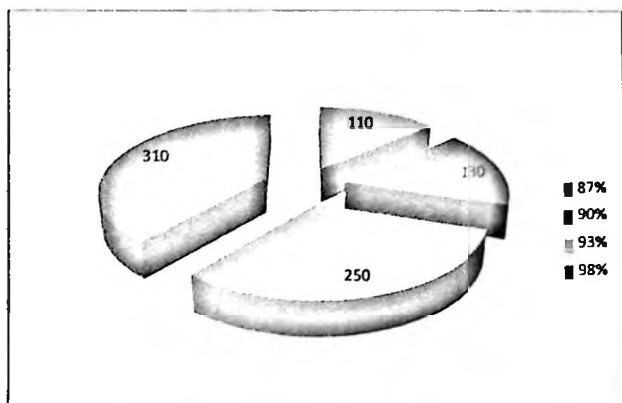
SiO₂ ning gazlarga ajralishining haroratga bog'liqligi jadval 3.18 va rasm 3.17 da berilgan.

Jadval 3.18

Kremniy dioksidning to'liq parchalanishini haroratga bog'liqligi

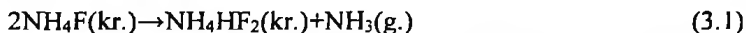
Harorat, °C	Qoldiqdagi tarkibi, %		Qoldiqdagi Fe/S	SiO ₂ ni gazga chiqarib olish, %
	Si	O		
110	5,40	2,3	2,34	87,0
130	5,1	2,0	2,75	90,0
250	2,1	2,3	1,91	93,0
310	2,0	1,8	1,1	98,0

3.18 jadvaldan ko'rinib turibdiki, pechdagi harorat 110 °C dan 310 °C gacha ko'tarilganda kremniy dioksidining gazdagi tarkibi 87 % dan 98 % gacha oshib boradi



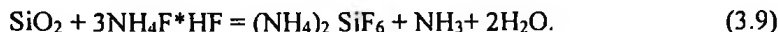
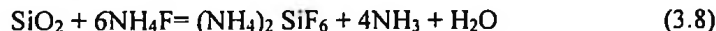
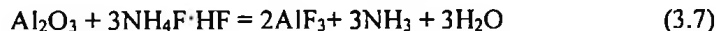
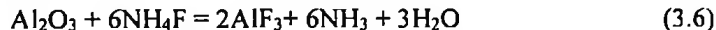
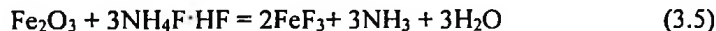
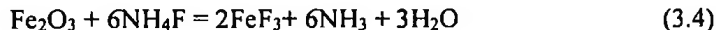
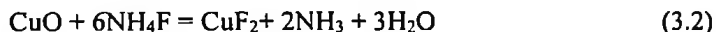
Rasm 3.17. SiO₂ ning gazlarga o'tishining haroratga bog'liqligi

Normal qizdirish sharoitida ammoniy florid quyidagi tenglama bo'yicha parchalanadi:



Kremniy oksidining florlanish reaksiyasini termodinamik hisoblash ma'lumotlari [4] adabiyotda berilgan.

Ammoniy floridning shlak va uning tarkibiy komponentlari bilan o'zaro ta'siri yuqori haroratda sodir bo'ladi.



Tajriba o'tkazishda aniqlandiki, qizidirish harorati 130 °C dan 310 °C gacha oshishi bilan ammoniy geksoftorsilikat gaz fazasiga o'tadi. Haroratning yanada oshishi ammoniy geksoftorsilikatning shakllanish jarayoniga ta'sir qilmaydi. Haroratning 180 °C gacha pasayishida ammoniy geksoftorsilikati kukunsimon fazaga o'tadi.

Olingan mahsulot tajriba idishiga solinadi, suv bilan to'ldiriladi, vakuum-filtr yordamida qattiq va suyuq fazaga ajartiladi. Qattiq qoldiq 45-50 °C haroratda quritish shkafida quritiladi. Sovutilgandan so'ng, qoldiqdan temirni olib tashlash uchun magnitli separatsiya amalga oshiriladi. Magnitli fraksiya 96,8 % ni tashkil etadi.

3.5. Tez sovutilgan shlakni kremniysizlantirishdan so'ng gidrometallurgik usul bilan mis olishni o'rganish

Kremniysizlashtirilgandan so'ng shlakning qattiq qoldiqlarini tanlab eritish usuli bilan mis va ruxni ajratib olish o'rganildi.

Ikki bosqichli sovutilgan shlakni kremniysizlantirishdan so'ng gidrometallurgik usul bilan qayta ishlash texnologiyasi uchun muayyan va eng muhim vazifalarni ko'rib chiqaylik. Kremniysizlantirish jarayonining natijalari komponentlarni mavjud usullar bilan ajratib olish imkonini beradi, ya'ni temir magnitli separatsiya bilan olinadi, qattiq qoldiq esa magnitli separatsiyadan so'ng tanlab eritishga beriladi.

Kremniysizlantirish jarayonidan so'ng magnitli separatsiya amalga oshirildi va magnitli separatsiyadan keyingi shlak tarkibi o'rganildi, tahlil natijalari 3.19-jadvalda berilgan.

Jadval 3.19

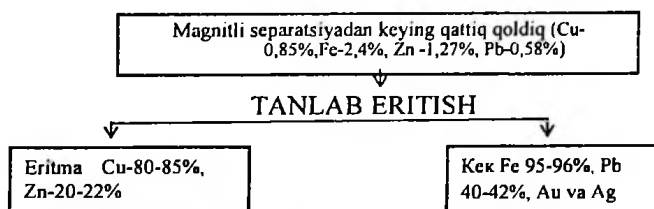
Tanlab eritish uchun tez sovutilgan shlakning kimyoviy tarkibi

Na muna №	Namuna nomi	Aniqlanadigan komponentlar, %									
		Cu	Ni	Co	SiO ₂	Zn	Fe	Pb	F	Cd	S
1	Shlak	0,85	0,002	0,002	0,8	1,27	2,4	0,58	21,23	-	-

3.19 jadvalida, kremniysizlantirish va magnitli separatsiyadan so'ng shlakdagi kremniy dioksidi va temirning tarkibi SiO₂ 0,8 % va Fe kamayishi keltirilgan.

Tanlab eritish tajribalari rasm 3.19 dagi texnologik sxema bo'yicha hajmi 1 l bo'lgan mexanik aralashtirgichli, elektr isitgichli shishali reaktorda o'tkazildi. Qattiq qoldiqdagi kremniy dioksidi va temir birikmalari separatsiya yordamida tozalangan. Bunday materil jadal aralashtirilganda 10-30 g/l konsentratsiyali sulfat kislotada yaxshi eriydi.

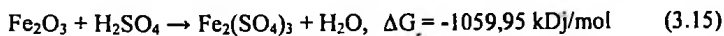
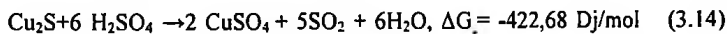
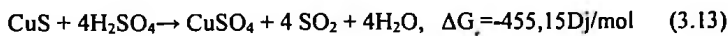
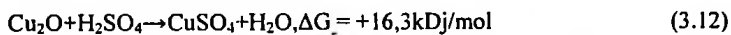
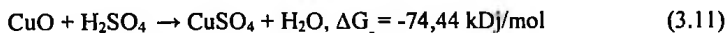
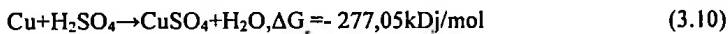
Misning maksimal olinishi 80-85% ni tashkil etadi. Jarayon harorati 50-60°C. Tanlab eritish jarayoni harorati 90°C dan yuqori bo'lsa va reaktorda kislorod miqdori oshirilsa temir va qo'rg'oshinning eritmaga o'tish darajasi ortadi.

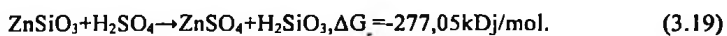
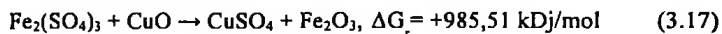
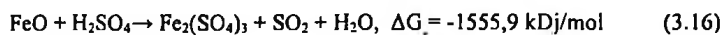


Rasm.3.18. Kremniysizlantirishdan keyingi ishqorlash sxemasi

Olingan misli eritmani tarkibidagi mis miqdoriga ko'ra elektrolitga qo'shimcha sifatida mis elektroliziga yoki kuporos sexiga. yuborish mumkin.

Tez sovitilgan shlak kremniysizlantirishdan so'ng komponentlarining sulfat kislota eritmalarida erishi taxlil qilindi:





Kremniysizlantirishdan keyingi tez sovutilgan shlaklarni tanlab eritishdan maqsad, qimmatbaho komponentlarni (Cu, Zn) suyuq fazaga o'tqazishdan iborat. Tanlab eritish uchun reagent sifatida sulfat kislotasi tavsiya etiladi. Sulfat kislotasi- rangsiz yog'li suyuqlik, zichligi 1,830-1,835, tarkibida 93,56-95,60 % H_2SO_4 mavjud. Xavodagi namni qizg'in sur'atda yutadi, qog'oz, yog'och va boshqa organik moddalarni yondiradi. Kislotani suv bilan arlashtirganda katta miqdorda issiqlik ajralaladi. Reaksiyaning termodinamik tahlili (3.10) va (3.11)dan ko'rinib turibdiki, bu reaksiyaning ehtimoli ko'proq elektro- manfiy va mis sulfat kislotaning kam konsentratsiyasida yaxshi eriydi, 3.12 reaksiya elektromusbat va Cu_2O ning erishi uchun eritma konsentratsiyasini oshirish talab qilinadi.

Jadval 3.20

Tanlab eritish mahsulotlari (sulfat kislotasining konsentratsiyasi 0,7 mol/l)

komponent	Eritmaga olish		Kekga olish	
	g/l	%	g	%
Cu	0,0069	81,17	0,0016	18,83
Fe_{obsh}	0,00102	4,25	0,02298	95,75
Zn	0,00275	21,65	0,00995	78,35
Pb	0,00102	17,58	0,00478	82,42

Jadval 3.21

Tanlab eritish mahsulotlari (sulfat kislotasining konsentratsiyasi 1,0 mol/l)

komponent	Eritmaga olish		Kekga olish	
	g/l	%	g	%
Cu	0,0071	83,52	0,0014	16,47
Fe_{umum}	0,0013	5,4	0,0227	94,58
Zn	0,0033	25,98	0,0094	74,01
Pb	0,001	17,24	0,0048	82,75

Jadval 3.23

Tanlab eritish mahsulotlari (sulfat kislotasining konsentratsiyasi 1,5mol/l)

Sulfat kislota konsentratsiyasi	Tanlab eritish vaqti, min				
	20 min	30 min	40 min	60 min	80 min
	Eritmadagi mis tarkibi, %				
0,7 mol	43	55	76	80	83
1,0 mol	48	64	80	85	85
1,5 mol	50	65	74	84	90

3.20-3.23 jadvallaridan ko‘rinib turibdiki, 50 °C haroratda sulfat kislotaning konsentratsiyasi 0,7 mol/l, namunada mis miqdori 0,85% bo‘lganda, misning eritmaga o‘tishi 81,17 % ni tashkil etdi. Bunda rux kam miqdorda 21,65% o‘tadi. To‘siq bo‘luvchi qo‘rg‘oshin va temir kabi elementlar kekda qoladi. Sulfat kislota konsentratsiyasini 1,0-1,5 mol/l oshirishda misning eritmaga o‘tishi 83,52-84,70 %, ruxniki esa 25,98-25,19 tashkil etadi.

Tajriba uchun namuna massasi 10 gr, sulfat kislota konsentratsiyasi 0,7-1,5 mol/l olindi va 50 °C haroratda tanlab eritish o‘tkazildi, S:Q=1:3, jarayon davomiyligi 1 soat, namunadagi mis tarkibi 0,85%, ruxniki 1,27%.

Mis ajratib olishning tanlab eritish davomiyligiga bog‘liqligi jadval 3.24 ko‘rsatilgan.

Jadval 3.24

Mis olishning ishqorlash vaqti davomiyligiga bog‘liqligi

komponent	Eritmaga olish		Kekga olish	
	g/l	%	g	%
Cu	0,0072	84,70	0,0013	15,3
Fe ₂ O ₃	0,0051	21,25	0,0189	78,75
Zn	0,0032	25,19	0,0095	74,80
Pb	0,00101	17,41	0,00479	82,58

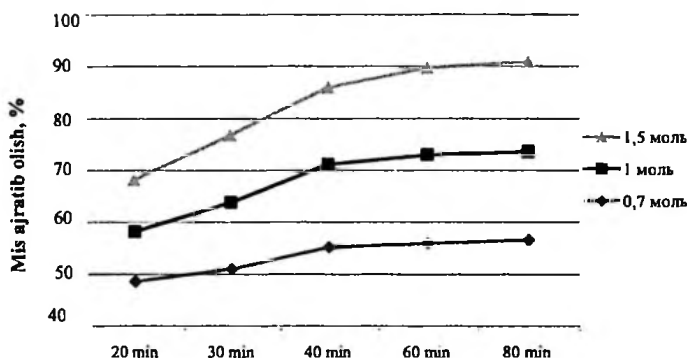
3.24 jadvalidan ko‘rinib turibdiki, sulfat kislota konsentratsiyasi 0,7 mol/l, tanlab eritish davomiyligi 20-80 minutgacha olib borilganda, misning eritmaga o‘tishi 43 % dan 83% gacha etadi, sulfat kislota

konsentratsiyasi 1 mol/l bo'lganda mis 48 % dan 85 % gacha, sulfat kislota konsentratsiyasi 1,5 mol/l bo'lganda esa mis 50 % dan 90 % ni tashkil etdi.

Biroq sulfat kislotalarning konsentratsiyasi ortishi bilan misni ajratib olishga to'sqinlik qiluvchi metallar eritmaga o'tib ketadi.

Tahlil qilinayotgan namunada mis tenorit (CuO) va kuprit (Cu_2O) birikmalarida asosiy tarkib hisoblanuvchi mis miqdori yuqori. Ushbu birikmalarni eritish uchun deyarli sulfat kislotalari sarflanmaydi. Misni eritmaga to'liq o'tishi uchun zarrachalari -0,074 mm yirikligida bo'lishi va 1 soat tanlab eritish zarur bo'ladi. Bunda nodir metallar cho'kmaga o'tadi.

Misning eritmaga o'tishida sulfat kislota konsentratsiyasi va tanlab eritish davomiyligiga bog'liqligi rasm 3.19 ko'rsatilgan.

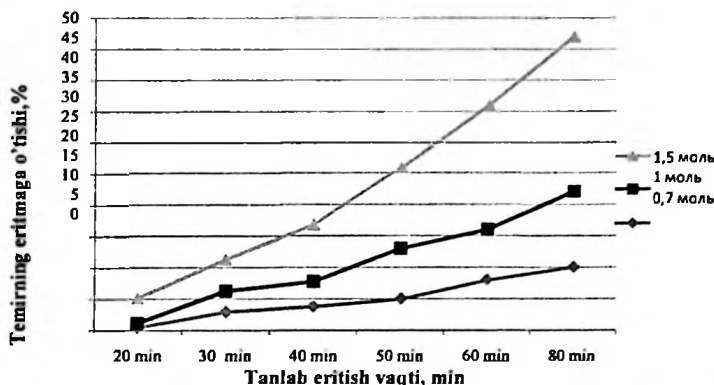


Rasm 3.19. Misning sulfat kislota konsentratsiyasidan eritmaga chiqarilishi va ishqorlash vaqtining davomiyligiga bog'liqligi

3.24 jadval va 3.19 rasmdan ko'rinib turibdiki, sulfat kislotalari konsentratsiyasini oshirish va tanlab eritish vaqtining ortishi bilan eritmada mis miqdori 83% dan 90 % gacha ortadi. Ko'proq aralashtirilgan kislotali eritmalar (2 mol/l dan ortiq) agressiv bo'ladi va ular turli xil ikkilamchi jarayonlarni hosil qilib, cho'kmadagi komponentlarni tiklashi, masalan, murakkab ikkilamchi va asosiy

sulfatlarni hosil qiladi.

1,5 mol/l konsentratsiyali sulfat kislota qo'rg'oshin va temir eritmaga o'tishni boshlaydi, nodir metallar esa qattiq qoldiqda qoladi, ularni ajratib olish uchun boshqa usullardan foydalaniladi. Temir sulfat kislota tanlab eritishining turli konsentratsiyalarida erishining tanlab eritish vaqtiga bog'liqligi rasm 3.20 da ko'rsatilgan.



Rasm 3.20. Temirni turli konsentratsiyali sulfat kislota tanlab eritishning vaqtga bog'liqligi

Tadqiqot natijalari ko'rsatadiki (rasm 3.20), temirning 0,7 mol/l konsentratsiyali sulfat kislota eritmasida eruvchanligi 5% ni tashkil etadi, 1,0 mol/l konsentratsiyali sulfat kislota eritmasidagi eruvchanligi 23% ni va 1,5 mol/l konsentratsiyali sulfat kislota eritmasidagi maksimal eruvchanligi 45% ni tashkil etadi. Misni zararli metallarsiz eritmaga chiqarish uchun sulfat kislota tavsila etilgan konsentratsiyasi 0,7-1,0 mol/l.

3.6. Sulfat kislota eritmasida metallarni ishqorlash ko'rsatkichlarini statistik qayta ishlash

Ushbu bo'limda sulfat kislota tanlab eritishining turli konsentratsiyasi bilan tajribalarning takrorlanishini baholash uchun mis va ruxni sulfat kislota eritmasida tanlab eritish ko'rsatkichlarini statistik qayta ishlash natijalari keltirilgan. Olingan natijalarni statistik qayta ishlash uchun quyidagi

asosiy raqamli xarakteristikalar hisoblab chiqilgan:

- parametrlarning o'rtacha arifmetik miqdori

$$\mu = \bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i; \quad (3.1)$$

- alohida o'lchamlarning farqi:

$$\Delta a = \bar{a} - a_i; \quad (3.2)$$

- dispersiya:

$$D_a = \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2; \quad (3.3)$$

- o'rtacha kvadratik farqi:

$$\sigma = \sqrt{D_a}; \quad (3.4)$$

- o'zgaruvchanlik koeffitsienti:

$$\nu = \frac{\sigma \times 100\%}{\mu}. \quad (3.5)$$

Olingan tajriba tadqiqotlari natijalariga ko'ra, 0,7 mol/l konsentratsiyadagi sulfat kislotasidan foydalangan holda, turli xil harorat oralig'ida mis va ruxni eritmaga o'rtacha o'tish qiymatida absolyut va kvadrat qonuniy farqlarini tahlil qilish natijalari. Jarayon harorati 50 °C (1-ilova, jadval I 1.1), sulfat kislotasining 1,0 mol/l konsentratsiyada, jarayon harorati 50 °C (1-ilova, jadval I 1.2.), sulfat kislotasining 1,5 mol/l konsentratsiyada, jarayon harorati 50 °C (1-ilova, I 1.3) ko'rsatilgan.

Jadvallar I.1.1-I.1.3 (1-ilova)dan ko'rinib turibdiki, sulfat kislota eritmasining turli 0,7-1,5 mol/l konsentratsiyalarida misning eritmaga o'tishining o'rtacha arifmetik qiymati 82,93; 84,98; 86,58 %, ruxniki 22,8; 18,1; 18,11 % bo'ladi.

Turli intervallarda sulfat kislota eritmasiga mis va rux komponentlarining o'tishi dispersion tahlil natijalari jadval 3.22 da ko'rsatilgan.

I 1.1 jadvalda ko'rinib turibdiki, jarayonni 0,7 mol/l

konsentratsiyada 0,9-0,999 ehtimolligi bilan 82,93% mis olishning asosiy miqdoridan $\pm 1,31$ % farq olish mumkin, ruxda esa 22,8% da $\pm 3,43$ %. Eritma konsentratsiyasi 1 - 1,5 mol/l mobaynida ushbu ko'rsatkichlar $84,98 \pm 1,74\%$; $86,58 \pm 1,1$ % ni tashkil etdi (misning eritmaga o'tishi); ruxniki $25,98 \pm 7,49$ %; $25,98 \pm 2,4$ % (ruxning eritmaga o'tishi). Bundan kelib chiqadiki, sinovlar natijasida eng ishonchli va aniq ma'lumotlar 1,5 mol/l konsentratsiyada olindi.

Metall ajratib olish miqdorini aniqlashdagi xatolar asosan eritmada mis va rux tarkibini aniqlashda va tahlil uchun namuna olishda to'planadi. Mis ajratib olinishini aniqlashdagi o'zgarish koeffitsiyentining qiymatlari 0.7 mol/l konsentratsiyada 1,1 dan 1,31 gacha o'zgaradi. 1-1,5 mol/l konsentratsiyada bu koeffitsientlarning o'zgarishi 1,74; 1,1 tashkil etadi.

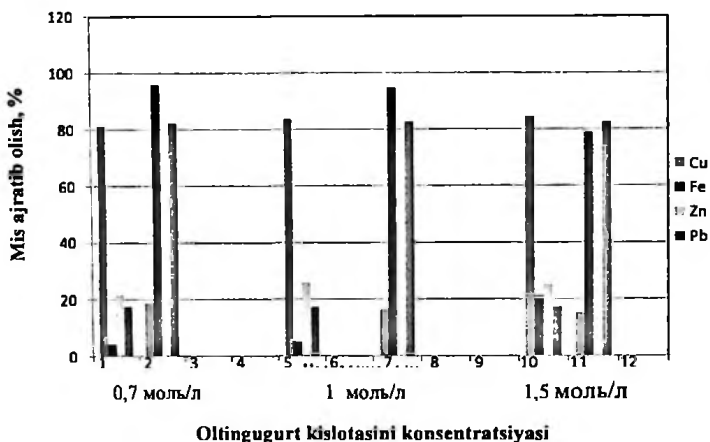
Rux ajratib olinishini aniqlashda ushbu koeffitsientlar 0,7-1,0-1,5 mol/l konsentratsiyada 3,43-7,49-2,4 tartibda o'zgaradi. Variatsiya koeffitsiyentlarining bu qiymatlari olingan ko'rsatkichlarning qayta ishlab chiqarish mumkinligini yetarli darajadagi aniqlik va ishonchligini tasdiqlaydi. Sulfat kislota konsentratsiyasining shlakni kremniysizlantirishdan so'ng eritishga bog'liqligi rasm 3.25 ko'rsatilgan.

Jadval 3.25

0,7-1,5 mol konsentratsiyali sulfat kislotasini ishlatishda mis va ruhni eritmaga olish miqdorining dispersion tahlili natijalari

Ko'rsatkichlar	Metall olish, μ			Dispersiya, σ^2	Standart, σ	Student koeffitsiyentlari, t					variatstsya koeff., v
	Maksimal	Minimal	O'rtacha			0.900	0.950	0.980	0.990	0.999	
Eritma konsentratsiyasi 0.7 mol											
Cu olish	82.930	78.950	81.0713	1.13606	1.0659	1.710	2.06	2.49	2.80	3.74	1.31
Zn olish	22.80	20.150	21.33	0.53799	0.7335	1.710	2.06	2.49	2.80	3.74	3.43
Eritma konsentratsiyasi 1 mol											
Cu olish	84.980	80.120	82.1546	2.0649	1.4370	1.710	2.06	2.49	2.80	3.74	1.74
Zn olish	25.98	20.10	23.04	2.97	1.72	1.710	2.06	2.49	2.80	3.74	7.49
Eritma konsentratsiyasi 1.5 mol											
Cu olish	86.58	83.690	84.90	0.6504	0.8060	1.710	2.06	2.49	2.80	3.74	1.1
Zn olish	25.98	23.08	25.06	0.3630	0.6020	1.710	2.06	2.49	2.80	3.74	2.4

Kremniysizlantirilgan ikki bosqichda sovutilgan shlakdan misni ajratib olishning sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi rasm 3.26 keltirilgan.



Rasm 3.26. Kremniysizlantirishdan keyin ikki bosqichli sovutilgan shlakdan mis ekstraksiyasining sulfat kislota konsentratsiyasiga bog'liqligi

Rasm 3.26 shuni ko'rsatadiki, sulfat kislota konsentratsiyasi 0,7 mol/l, tanlab eritish harorati 50 °C da namuna tarkibida 0,85% mis bo'lganda eritmaga misning o'tishi 81,17% ni tashkil etadi. Bunda rux uncha ko'p bo'lmagan miqdorda 21,61 % olinadi. Qo'rg'oshin va temir kabi to'sqinlik qiluvchi elementlar kekda jamlanadi. Oltinugurt kislotasining miqdorini 1,0-1,5 mol/l ga ko'paytirishda misning eritmaga olinishi 83,52-84,70 %, ruhniki 25,98-25,19 % ni tashkil etadi. Bu konsentratsiyada qo'rg'oshin va temir eritmaga o'ta boshlaydi, va nodir metallar qattiq qoldiqda to'plangan bo'ladi, ular konverterlash jarayoning birinchi davrda mis shlakini qayta ishlanishi mumkin, konvertorga nodir metallar xomashyo sifatida flyuslar bilan birga yuklanadi. Konverter jarayonida kekdan oltin va kumush homaki misga ajratib olinishi 95% ni tashkil etadi.

IV BOB. IKKI BOSQICHLI SOVUTILGAN SHLAKLARNI QAYTA ISHLASH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN TEXNOLOGIK SXEMA

4.1. Olmaliq KMK AJ 2- mis boyitish fabrikasida mis shlak ishlab chiqarishni ikki bosqichli sovutish texnologiyasining sanoat sinovlari

Tavsiya etilayotgan ishlab chiqilgan eritish zavodining chiqindi shlaklarini ikki bosqichli sovutish texnologiyasi "Olmaliq KMK" AJning 2-mis boyitish fabrikasida o'tkazilgan. Natijada, yalliq qaytaruvchi va kislorod-mash'alli eritish pechlari chiqindi shlaklaridan yengil yanchiluvchi va oson flotatsiyalanuvchi shlaklari hosil qilindi.

Sinov uchun "Olmaliq KMK" mis eritish zavodining yalliq qaytaruvchi va kislorod-mash'alli eritish pechining 4000 kg chiqindi shlaklari tanlab olindi. O'rganish uchun 4 ta namuna tanlab olindi: 1- 20 minut tindirilgan va tez sovutilgandan so'ng; 2 - 40 minut tindirilgan va tez sovutilgandan so'ng; 3-60 minut tindirilgan va tez sovutilgandan so'ng va 4-tabiiy erkin sovutilgan shlak. Turli sovutish vaqtlaridagi namunalar uchun maydalash va flotatsiyalash ishlab chiqarish rejimini o'zgartirmasdan amalga oshirildi.

Mis ishlab chiqarishning yalliq qaytaruvchi va kislorod-mash'alli eritish pechlarining ikki bosqichda sovutilgan chiqindi shlaklaridan 1000 kg dan olingan har bir namunani yanchilish natijalari jadval 4.1 da ko'rsatilgan.

Jadval 4.1

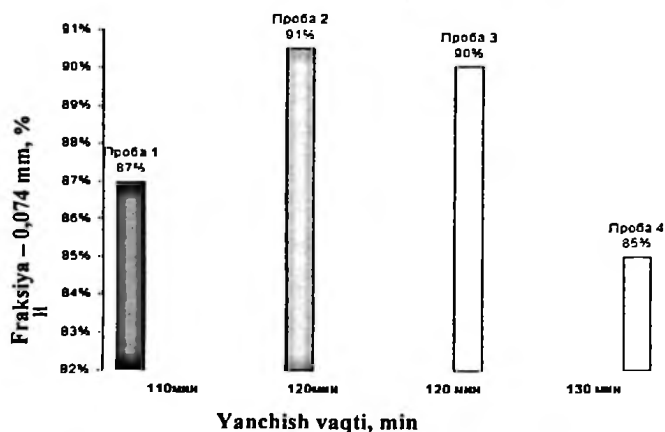
**Tabiiy va ikki bosqichli sovutilgan shlaklarni -0.074 mm sinfgacha
sharli tegirmonda yanchish natijalari**

Namunalar №	Yanchish vaqti, min			
	100	110	120	130
1	75 %	87%	-	-
2	68 %	80 %	91%	-
3	60 %	77 %	90 %	-
4	42 %	57 %	72 %	85 %

Tabiiy va ikki bosqichda sovutilgan shlaklarni yanchish natijalari, jadval 4.1, dan ko‘rinib turibdiki, ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini 1-namunasini 110 minut yanchish mobaynida - 0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 87% ga yetadi, 2-namunani 120 minut yanchish mobaynida -0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 91%, 3-namunasini 120 minut yanchish mobaynida -0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 90%, 4-tabiiy erkin sovutilgan namunani 130 minut yanchishda -0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 85%.

“Olmalik KMK” AJ ning 2-mis boyitish fabrikalarida mis ishlab chiqarishning olingan ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini sanoat sinovlari ma’lumotlariga asosan, rasm 4.1 da ko‘rsatilgan.

Yalliq qaytaruvchi va kislorod- mash’alli eritish pechlari shlaklarini yanchilishining tindirish vaqtiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan.



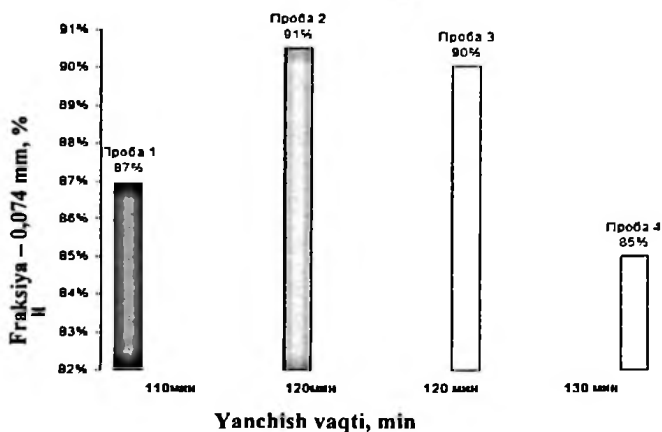
Rasm 4.1. Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarning maydalash vaqtiga bog‘liqligi

Mis ishlab chiqarishning ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini sanoat sinovlari ma’lumotlariga ko‘ra (rasm 4.1), tez sovutilgan shlak tabiiy erkin sovutilgan shlakka qaraganda samaraliroq yanchiladi, yanchish jarayoni esa 20 minutdan ortiq vaqtga qisqaradi.

Tabiiy va ikki bosqichda sovutilgan shlaklarni yanchish natijalari, jadval 4.1, dan ko'rinib turibdiki, ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini 1-namunasini 110 minut yanchish mobaynida - 0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 87% ga yetadi, 2-namunani 120 minut yanchish mobaynida -0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 91%, 3-namunasini 120 minut yanchish mobaynida -0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 90%, 4-tabiiy erkin sovutilgan namunani 130 minut yanchishda -0,074 mm sinfga qadar yanchiluvchanligi 85%.

“Olmaliq KMK” AJ ning 2-mis boyitish fabrikalarida mis ishlab chiqarishning olingan ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini sanoat sinovlari ma'lumotlariga asosan, rasm 4.1 da ko'rsatilgan.

Yalliq qaytaruvchi va kislorod- mash'alli eritish pechlari shlaklarini yanchilishining tindirish vaqtiga bog'liqligi ko'rsatilgan.



Rasm 4.1. Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarning maydalash vaqtiga bog'liqligi

Mis ishlab chiqarishning ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini sanoat sinovlari ma'lumotlariga ko'ra (rasm 4.1), tez sovutilgan shlak tabiiy erkin sovutilgan shlakka qaraganda samaraliroq yanchiladi, yanchish jarayoni esa 20 minutdan ortiq vaqtga qisqaradi.

Shu bilan birga, yanchish jarayonida energiya va moddiy resurslar xarajati, shuningdek yalliq qaytaruvchi va kislorod-mash'alli eritish pechlarining chiqindi shlaklari qattiqligi tufayli tegirmonning muddatidan avval ta'mirlashga chiqarilishi kamayadi.

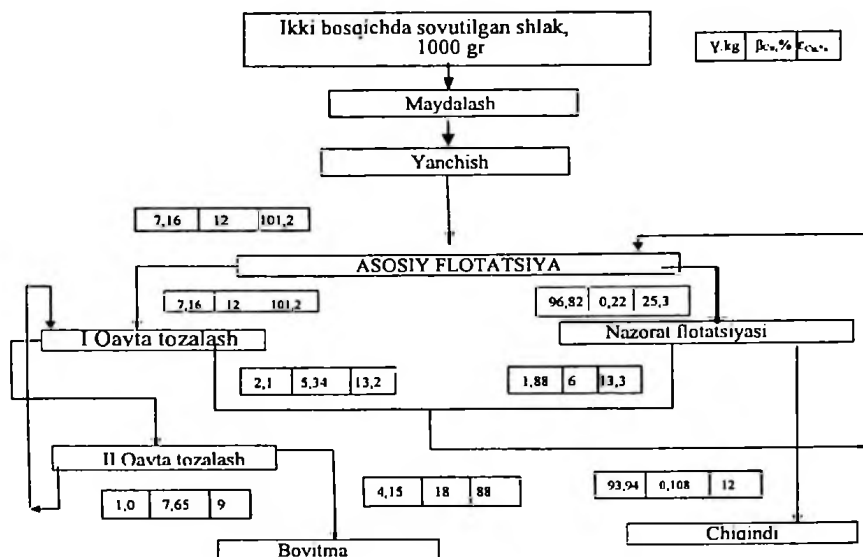
4.2. Flotatsiya usuli bilan mis ishlab chiqarishning ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini qayta ishlash

Tabiiy erkin sovutilgan shlaklar shlaklarni yanchish uchun katta miqdorda yanchuvchi vositalarning va energiyaning sarfini oshiradi. Bundan tashqari, mis minerallarini ochish uchun -0,044 mm gacha maydalab yanchish talab qilinadi, flotatsiyalashda misning ko'p qismi flotatsiyalashning chiqindi qismiga o'tib ketadi.

Shlakni 40 va 60 minutdan so'ng tindirilishi va ikki bosqichli sovutishga tadbiq etilishi yanchish vaqti 30-40 minut davomiyligida yaxshi va oson yanchiladidi. -0,074 mm o'lchamda maydalab yanchilganda 80-85% mis agentlari yuzasi ochiladi. Flotatsiya yopiq siklda o'tkaziladi.

Tez sovutilgan shlak maydalanadi, yanchiladi va asosiy flotatsiyaga yuboriladi. Asosiy flotatsiyaning davomiyligi 20 minut davom etadi, yanchilgan material – sinfi -0,074 mm 85 %, 60 g/t butil ksantogenati va T-92-50 g/t reagenti qo'llanildi. Nazoratli flotatsiyasi - 15 minut, reagent butil ksantogenati-30 g/t, T-92 - 20 g/t. I-qayta tozalashning davomiyligi 3 minut, II-qayta tozalash 2 minut. Konsentrat asosiy flotatsiyaga jo'natiladi. Yopiq siklda misni ajratib olish 70-71% ni tashkil etdi. Konsentratda mis tarkibi 16-18 %. Tarkibida 0,108 % mis mavjud bo'lgan nazorat flotatsiyasi chiqindilari otvalga chiqarib tashlandi.

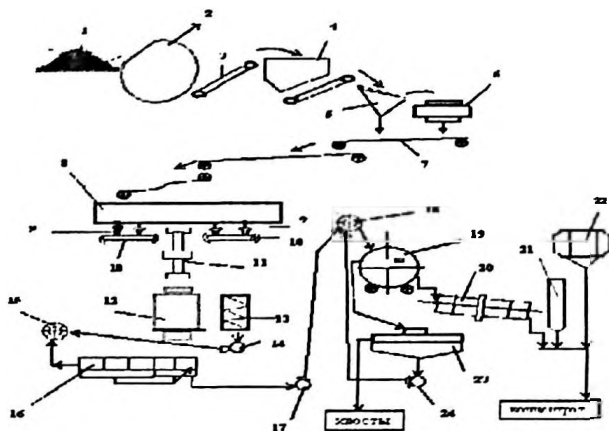
Tez sovutilgan shlakning sifat va miqdoriy sxemasi rasm 4.2 da ko'rsatilgan.



Rasm 4.2. Ikki bosqichli sovutilgan shlak flotatsiyasining sifat va miqdoriy sxemasi

Chiqindi shldaklari kovshlarga yuklangandan so'ng, chiqindi shlaklari shlak yig'ish joyiga yuboriladi. Shlakning chiqish harorati 1150-1200 °C. Mis eritish zavodidan chiqindixonagacha bo'lgan masofa 40-50 minut. Bu vaqtda shlak tinishni boshlaydi, 1050-1100 °C harorat chegarasida sekin sovuydi. Rasm 2.3 da mis ishlab chiqarish sanoatining chiqindi shlaklarini qayta ishlash bo'yicha apparatlar keta-ketligining texnologik sxemasi ko'rsatilgan. Shlak chiqindixonaga to'kilgach tindiriladi (1) va tez sovutiladi (2). Tez sovutilgandan so'ng shlak maydalanadi (6), yanchiladi (12) va flotatsiyalanadi (16).

Ikki bosqichli sovutilgan mis shlakini flotatsiyalashning texnologik sxemasi rasm 4.3 da ko'rsatilgan.



Rasm 4.3. Ikki bosqichli sovutilgan mis shlakini flotatsiyalashning texnologik sxemasi

1 - chiqindi shlak; 2 - suv hovuzi; 3 - tasmali ta'minlagich; 4 -qabul bunkeri; 5 - vibratsion g'alvirlar; 6 - konusli maydalagich; 7 - to'kuvchi aravali tasmali konveyer; 8- maydalangan shlak bunkeri; 9 - ta'minlagichlar; 10 - yig'ma tasmali konveyerlar; 11 - qiya tasmali konveyer; 12 - sharli tegirmon; 13 - spiralli klassifikator; 14, 17, 24- nasoslar; 15, 18- pulpa ajratgich; 16 - flotatsiya mashinalari; 19 - ichki filtrlovchi yuzali barabanli vakuum-filtr; 20 - barabanli quritgich; 21 - gidrotsiklon; 22 - elektrofiltr; 23 - quyultirgich

Kutilgan natijalarga erishish uchun asosiy va nazorat flotatsiyasi yopiq siklda amalga oshiriladi. Asosiy flotatsiyaning davomiyligi 20 minut, $-0,074$ mm sinfga qadar maydalah yanchish 85%. Nazorat flotatsiyasidan so'ng chiqindi tarkibida mis 0,108 % bo'lgan chiqindilari chiqindixonalariga yuboriladi.

4.3. Gidrometallurgik usulda mis ishlab chiqarishning ikki bosqichli sovutilgan shlaklarini qayta ishlash

1-namuna shlaklari uchun [4] ishda tavsiya etilgan texnologik sxemani qo'llash mumkin. 20 minut tindirilib, tez sovutilgandan so'ng shlak 40 minut davomida - 0.074 mm sinfga qadar 80% yanchiladi.

Shlaklarni bunday flotatsiyasi maqbul emas, chunki, misning sulfid zarrachalari yirik zarralarga o'tib ulgirmaydi. Ko'p qismi flotatsiya chiqindilaridagi shlam fraksiyasida qoladi. Mis olinishi juda kam.

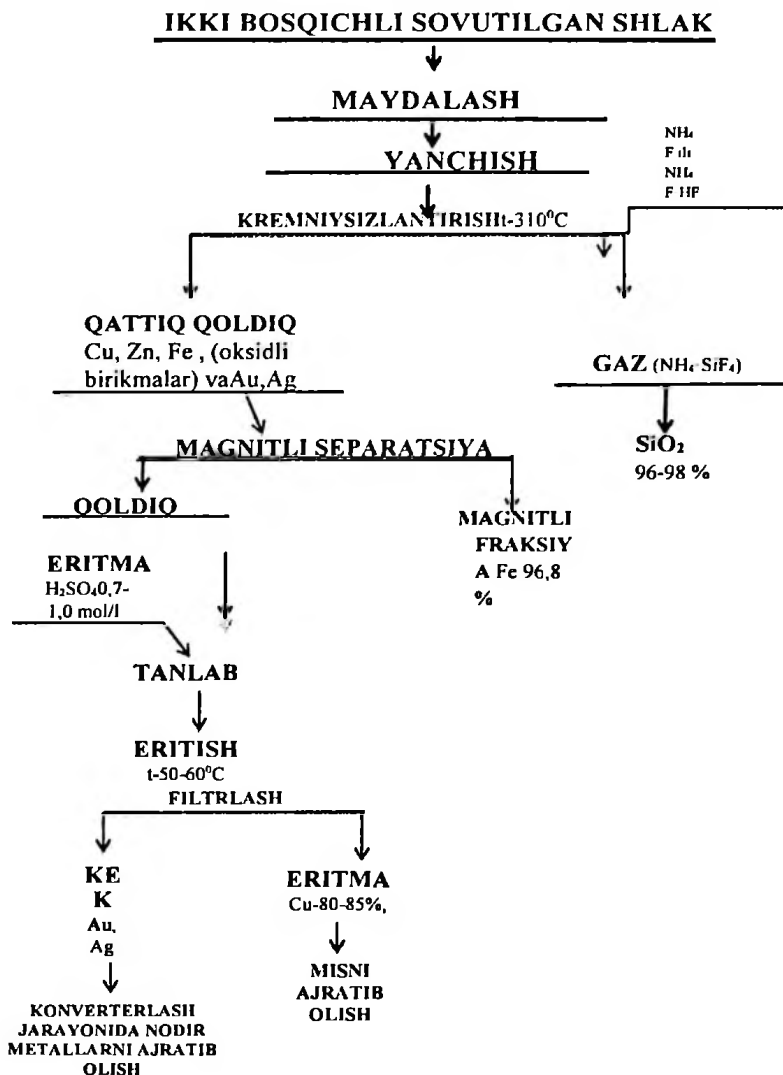
20 minutdan so'ng tindirilib, tez sovutilgan shlak NH_4F yoki $\text{NH}_4\text{F}\cdot\text{HF}$ yordamida kremniysizlantirish usuli bilan qayta ishlanadi. Jarayon harorati 310°C . Gaz fazasiga kremniy dioksidi 96-98 % o'tadi, harorat $180\text{-}160^\circ\text{C}$ pasayishida kremniy dioksidi "oq kukun" ko'rinishida cho'kadi [4].

Kremniysizlantirish sodir bo'lganda deyarli barcha xalkogenidlar oksidlangan birikmaga o'tadi. Kremniysizlantirishdan so'ng temirni olib tashlash uchun magnitli boyitish amalga oshiriladi. Bu mis, rux va boshqa qimmatbaho komponentlarni sulfat kislota bilan tanlab eritish orqali ajratib olish imkonini beradi. Tanlab eritishning optimal parametrlari: jarayon harorati 50°C , sulfat kislota konsentratsiyasi 0,7-1,0 mol/l, S:Q= 1:3, jarayon davomiyligi 1 soat.

Eritmaga Cu 80-85 %, Zn 20-22 % o'tadi, qo'rg'oshin va nodir metallar qoldiqda qoladi, ularni sinillash usuli bilan olish mumkin. Shuningdek qoldiqda temirning asosiy qismi qolib ketadi.

Eritmadan mis sementatsiya usuli bilan olinadi, yoki mis elektrolizi uchun elektrolitga qo'shimcha sifatida xizmat qiladi.

Ikki bosqichli sovutilgan shlakni tanlab eritish bilan qayta ishlash texnologik sxemasi rasm 4.4 da ko'rsatilgan



O'tkazilgan flotatsiyali boyitish va chiqindi shlaklarini gidrometallurgik usulida qayta ishlashning tadqiqotlariga asosan "Olmaliq KMK" AJ 2-misni boyitish fabrikasi zarur bo'lgan flotoreagentlar, reaktivlar va jihozlar bilan ta'minlanganligi tufayli texnologik sxemasini o'zgartirmagan holda flotatsiya jarayonini olib borish tavsiya etiladi, gidrometallurgik qayta ishlashda esa qimmatbaho komponentlarni kompleks olish uchun alohida texnologik sxema yaratilishi kerak bo'ladi.

XULOSA

1. Yuqori qattqlik va abrazivlikka ega bo'lgan tabiiy erkin sovutilgan shlak, yanchish vaqtida mis minerallarining zarralarini to'liq ochmasligi aniqlandi, ular shlaklarga ishlov berishda qimmatbaho komponentlarni ajratib olishda o'z ta'sirini ko'rsatadi, shuningdek tegirmon unumdorligini keskin kamaytiradi va uni mudatidan oldin ta'mirlashni talab etadi.

2. Shlaklarning maydalanuvchanligini yaxshilash uchun ikki bosqichli sovutish texnologiyasini qo'llash tavsiya etiladi, bu ularning samarali flotatsiyali boyitilishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi, bunda 70-71% mis ajratib olishda flotatsiya uchun konsentratdagi mis tarkibini 16-18% ga oshirishga imkon beradi.

3. Aniqlanishicha, shlakning yanchiluvchanligi termik kuchlanishlarning kattaligi bilan aniqlanadi va mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarining kristallanishi tugaganidan so'ng shlaklarni ikki bosqichli sovutish tezligining o'sishi bilan oshib boradi. Bunda flotatsiya samaradorligiga hissa qo'shishi va energiya resurslarining, hamda yanchish vositalarining sarfi 30% ga kamaytirishga yordam beradi.

4. Mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarida sulfid suspenziyasining hosil bo'lishi hamda uning koalesensiyasi, kristallanishi va strukturaning shakllanishi 600-700°C haroratda tugashi va uning keyingi sovish tezligiga bog'liq emasligi aniqlangan.

5. Ikki bosqichli sovutilgan shlakni kremniysizlantirishdan keyin gidrometallurgik usuldan foydalanib misni ajratib olish tavsiya etiladi, bunda misni 84,7% ga eritmaga o'tkazish va uni mis elektrolizining elektrolitiga qo'shimcha sifatida yuborish imkonini beradi.

6. Ikki bosqichli tez sovutilgan shlakni tanlab eritish jarayonining texnologik parametrlari ishlab chiqarishda tavsiya etiladi, ya'ni sulfat kislota konsentratsiyasi 0,7-1,5 mol/l, harorat 50°C, jarayonning davomiyligi 1 soat bo'lganda, misni 80-85% gacha eritmaga o'tishiga yordam beradi.

7. Ma'lum bo'ldiki, tanlab eritish harorati 50 °C va kislota

konsentratsiyasi 0,7-1,0 mol/l bo'lganda, oltin va kumush butunlay qattiq qoldiq (kek)da jamlanadi, quritilgandan so'ng uni nodir metallar xomashyosi sifatida flyuslar bilan birga konverterga yuklash uchun tavsiya etiladi.

8. "Olmaliq KMK" AJga katta kapital xarajatlarsiz xomashyo bazasini sezilarli darajada kengaytirish, mintaqaning ekologik holatini yaxshilash va yiliga qo'shimcha ravishda 3-4 ming tonnadan ortiq mis ajratib olish imkonini beruvchi mis ishlab chiqarishning chiqindi shlaklari ko'rinishidagi texnogen chiqindilarni qayta ishlashning oqilona texnologiyasi tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Стратегия действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах / Сборник законодательных документов Республики Узбекистан, 2017.- №6.
2. Юсупходжаев А.А. Разработка рациональной технологии получения меди из шлаков медного производства. Дисс. докт. техн. наук... - Ташкент: Институт Общей и неорганической химии АН РУ. – 2002. - 250 с.
3. Санакулов К.С. Научно-технические основы переработки отходов горно-металлургического производства. – Ташкент.: Изд- во Фан АНРУз. 2009. - 404 с.
4. Самадов А.У. Особенности комплексного подхода переработки техногенных образований горно-металлургических производств. Дисс. докт.техн.наук...Навоий, - 2017. - 222 с.
5. Якубов М.М. Уменьшение потерь меди с отвальными шлаками и создание природоохранной технологии в медеплавильном производстве // Международная научно-практическая конференция «Инновация-2004» ТашГТУ. – Ташкент,2004. - С. 1.
6. Вольский А.Н. Теория металлургических процессов. – М. ОНТИ. 1935. - ч.1. - 462 с.
7. Хасанов А.С. Физическая химия медного производства. Навои, 2003. - 174 с.
8. Хасанов А.С. Пирометаллургическое обеднение твердых и жидких конвертерных шлаков восстановительно-сульфидирующими комплексами без увеличения выбросов серы в окружающую среду //Автореф. Дисс канд. техн. наук. – М.: МИСиС, 1991. - 21 с.
9. Купряков Ю.П. Шлаки медеплавильного производства и их переработка. – М.: Металлургия, 1987. - 201 с.
10. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. –М.: Металлургия, 1969. - 406 с.

11. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. – Ташкент.: Изд-во Фан, 2007. – 255 с.
12. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Теория пирометаллургических процессов. – М.: Металлургия, 1973. – 504 с.
13. Шмонин Ю.В. Пирометаллургическое обеднение шлаков цветной металлургии. М.:Металлургия, 1981. – 244 с.
14. Якубов М.М. Разработка эффективной технологии пирометаллургического способа получения черновой меди. Дисс. докт. техн. наук...Ташкент, 2005. – 249 с.
15. Якубов М.М. Плавка предварительно восстановленных конвертерных шлаков совместно с сульфидным концентратом в отражательной печи // ФПИ Илмий техника журнал. 2004. - №2. -С. 37-38.
16. Юсупходжаев А.А., Хасанов А.С., Быстров В.П., Белых В.Л. Исследование оптимальных технологических режимов обеднения медьсодержащих шлаков АГМК//Сборник научных трудов ТашПИ «Оптимизация сложных технологических процессов в горно-металлургической промышленности». – Ташкент, 1991. – С.19-22.
17. Аскарова Н.М. Некоторые минералогические свойства шлаков медного производства //Техник иқтисодий фанлар сохаларининг муҳим масалалари. – Тошкент 2012. – 423-425 б.
18. Аскарова Н.М., Хасанов А.С., Мусаев Р.А. Особенности минералогического состава медеплавильных шлаков АГМК // Материалы научной конференции. – Ташкент 2005. – С. 69-75.
19. Дьяченко А.Н. Галогеноаммонийная технология переработки металлургических шлаков // Цветные металлы, 2005. - №5-6. - С. 71-74.
20. Дьяченко А.Н. и Крайденко Р.И. Разделение кремний-железо-медно-никелевого концентрата фтороаммонийным методом на индивидуальные оксиды // Известия Томского политехнического университета, 2007. Т.311. - №3. - С. 38-41.

21. Митрофанов С.И., Мещанинова В.И. и др. Комбинированные процессы переработки руд цветных металлов. – М.: Недра, 1988. – 230 с.

22. Духанин И.Н. Переработка конвертерных шлаков флотацией // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия, 1961. - № 5. - С. 74.

23. Филипова Н.А. Фазовый анализ руд и продуктов их переработки. М.: Изд. «Химия», 1975. - 279 с.

24. Аллаберганов Р.Д., и др «Комплексная переработка отходов цветной металлургии» // Изд. «Университет». - Т.: 2013. - 47 с.

25. Комков А.А., Ладыго Е.А., Быстров В.П. Термодинамический анализ процесса восстановительного обеднения шлаков, богатых по меди и никелю // Известие ВУЗов. Цветная металлургия, 2002. - № 4. - С. 7-14.

26. Хасанов А.С. Современное состояние производства меди за рубежом // Научно-техническая конференция «Наука и кадры горно-металлургической промышленности»: Тез. докл. – Алмалык, 2004. - С. 2.

27. Ganiroth M. Hilbrans H. Meleher G. Feathres and developments in the application of the Contop Smelting process. Proceeding of the 23 ra Annual Conference of metallurgist. 1984. Guebec. Canada (CIM). pp. 1150.

28. Якубов М.М. Решение некоторых проблем энерго и ресурсосбережения при комплексном использовании сырья, полупродуктов производства АГМК и создание природоохранной технологии // Халқаро илмий техникавий ва Амалий анжуман

«Энергия ва ресурсларни тежаш муаммолари». - ТашГТУ. Ташкент, 2003. - С. 3.

29. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Атаханов А.С. Технологическая схема комплексной переработки шлаков Алмалыкского ГМК // Известия высших учебных заведений. - Цветная металлургия, 2003. - № 4. - С. 2-3.

30. Купряков Ю.П. Отражательная плавка медных концентратов. – М.: Металлургия, 1976. – 350 с.
31. A new mine, new Cu complex, and new owners come to Kidd Creek. Eng. And Mining Journal. -1981. - vol.182. №11. -pp. 96-100.
32. Пономарев В.Д. Панфилов Г.Ф. и др. эффективность обеднения конвертерных шлаков Карсакпайского завода. Труды ИМиО АН КазССР. - Т.9. - 1964. - С. 127.
33. Дружинина С.Н., Шевляков Л.Д., Храменикова Д.П. и др. Изменение вещественного состава забалансовых медно-парфировых руд отвалов Коунрадского рудника // М.: Цветные металлы, 1992. - №4. - С.10-12.
34. Хьюджес Ч. Петрология изверженных пород. Перевод с англ. М.К.Суханова. М.: Изд-во ИЛ, 1988. - 320 с.
35. Самадов А.У., Аскарова Н.М. Флотационные свойства быстроохлажденного шлака медного производства // Навоий, Горный вестник Узбекистана, 2018. - № 4 - С. 103-106.
36. Мечев В.В., Быстров В.П., Тарасов А.В. и др. Автогенные процессы в цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1991. - 415 с.
37. Набойченко С.С., Смирнов В.И. Гидрометаллургия меди. - М.: Металлургия, 2001. - 270 с.
38. Аскарова Н.М. Изучение формы нахождения сульфидной взвеси в быстроохлажденном термически обработанном шлаке МПЗ Алмалыкского ГМК // Навоий, Горный вестник Узбекистана, 2019. - №1. - С 48-50.
39. Панфилов М.И. Металлургический завод без шлаковых отвалов. -- М.: Металлургия, 1978. - 243 с.
40. Бандарчук А.М. Комплексная переработка шлаков медеплавильного завода // Цветные металлы, 1995. - №8. - С. 27-31.
41. Смирнов В.И., Лебедь Б.В., Тихонов А.И. и др. О технологических схемах комплексной переработки шлаков заводов цветной металлургии // Цветные металлы, 1962. - № 9. - С. 50-56.

42. Tsurumoto T. Journal of Metals. 1961. V.13. - №11. pp. 820.

43. Аскарова Н.М. Физические свойства жидких шлаков, влияющие на результаты его обеднения способом флотации после охлаждения // Сборник научных трудов ТГТУ. Ташкент, 2014. - С. 360-361.

44. Davenport W. Cooper W.G. Smelting to the year 2000/ CIM Bull. 1980. Vol 73. № 813 pp. 87-89.

45. Семенов Е.И. Минералогический справочник // Изд.

ПКГЕОСГМ, 2002.- 213 с.

46. Tremeelis N. MaKinen Y.K. Rote. Phenomenon in the Outokumpu flash smelting Reaction shact. AIME Annual Meeting New York. 1985. pp 328.

47. Ступин В.А., Федоров А.Н., Разумовская Н.Н. О взаимодействии сульфидов со шлаковыми расплавами // Цветные металлы, 1991. - №10 - С.14-16.

48. Разумов К.А. Проектирование обогатительных фабрик. // М: Недра, 1970. - 591 с.

49. Радл Р. Физическая химия пирометаллургии меди. – М.: Химия. 1955. - 168 с.

50. Юсупходжаев А.А., Муталов А.М., Якубов М.М. Планирование экспериментов процесса сульфатизирующего обжига и выщелачивания шлаков конвертерных и КФП, анализ и результаты // Депонирована в ЦНИИ Цветмет экономики и информации. Ц. 13-2-1083. - № 1386 ЦМ, 1986. - 8 с.

51. Якубов М.М., Проблемы и пути решения шлаков медеплавильных заводов. // Международная научно-техническая конференция «ISTIQLOL» Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их решения. – Навои, 2004. - С. 38-42.

52. Купряков Ю.П. Автогенная плавка медных концентратов во взвешенном состоянии. – М.: Металлургия, 1979. - 232 с.

53. Худяков И.Ф., Тихонов А.И., Деев В.И., Набойченко С.С.

Металлургия меди, никеля и кобальта, I. – М.: Metallurgia, 1977. – 292 с.

54. Бобковский А.Г., Ерцева Л.Н., Ким Л.Г. О строении шлаков автогенной плавки. //Цветные металлы. 1991. № 1. С. 11-14.

55. Снурников А.П., Макарова С.Н. Сравнительные показатели автогенной технологии комбината "Североникель" и процесса "Мицубиси"//Цветные металлы, 1989. - № 2. - С. 46-48.

56. Townsend and K. J. Severs // Mining Magazine 1990. January.pp. 18-26.

57. Мечев В.В. Развитие автогенных технологий плавки полиметаллического сульфидного сырья //Цветные металлы, 1990. -

№ 7. - С. 9-14.

58. Гречка А.В., Тарасов А.В., Кирилин И.И. Практика переработки шлаков в барбатлируемой жидкой ванне. // Цветные металлы. 1999. №4. С. 14-19.

59. Якубов М.М. Современное состояние шлаков медеплавильного производства и их переработка// Сборник ТашГТУ, 2004, -№2. - С. 98-102.

60. Зайцев В.Я. Обзор современных исследований в области механизма штейна и шлакообразования во взвешенных плавках // Цветные металлы, 1992. - № 11. - С. 11-20.

61. Русаков М.Р., Кужель Б.И., Ермоченко И.П. и др. Развитие и перспективы совершенствования электропечного обеднения шлаков // Цветные металлы, 2002. - № 1. - С. 51-53.

62. Тарасов А.В. Состояние, перспективы развития и технико-экономические показатели производства меди за рубежом // Сборник института ЦНИИЦветмет экономики и информации. - М.: 1985. - 95 с.

63. Sato C.J. Mining and Met. Inst. Yarp. 1978. V. 86. 1076. pp. 684-685.

64. Аскарова Н.М. Исследования по флотации быстроохлажденных шлаков МПЗ //Материалы VIII

международной научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». Навои, Узбекистан 19-21 ноября 2015 г. - С. 90-91.

65. Хасанов А.С., Абдукадыров А.А., Аскарова Н.М. Теоретические исследования технологии извлечения железа из шлаков // Материалы Республиканской конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективныиновационного развития». Навои, Узбекистан 15-16 ноября 2016 г.- С. 103-104.

66. Хасанов А.С., Аскарова Н.М., Мусаев Р.А. Минералогические особенности фаялитов медеплавильных шлаков МПЗ Алмалыкского ГМК // Материалы научной конференции «Рудно-магматические системы орогенных областей». Ташкент, 5-7 мая 2010 г. - С. 126-132.

67. Юсупходжаев А.А., Муталов А.М., Якубов М.М. Определение оптимальных параметров процесса выщелачивания окисленных шлаков медного производства с помощью методов планирования экспериментов // Депонирована в ЦНИИЦветмет экономики и информации. Ц. 13-2-792. № 1697-88, 1988. - 7 с.

68. Аскарова Н.М. Флотационное извлечение меди из шлаков, охлажденных в разных скоростях охлаждения // Материалы республиканской научно-технической конференции «Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан». Навои, 12-14 мая 2011 г. - С. 143.

69. Das B., Mishra B., Angadi S., Pradhan S. end all. Characterization and recovery of copper values from discarded slag

//Institute of Minerals and Materials Technology, Council of Scientific and Industrial Research (CSIR), Bhubaneswar, India Los Angeles, London, New Delhi and Singapore [http. \[Электронный ресурс\]](http://www.sagepub.com) URL: www.sagepub.com 76. Michal E., Schumann R. Thermodynamics of Iron silicate slags. Slags saturated with solid silica. I. ofMetalls.1952. v 4.- pp. 723-728.

70. Matuas A.J. Solubility of Lead I Lead Blast Furnace (Toranto) Metal-Slag-gas reactions and process. 1975. - pp. 999-1011.

71. Рыжанков Д.И., Арсентьев П.П. и др. Теория металлургических процессов. М.: 1989.- 390 с.

72. Ватолин Н.А., Пастухов Э.А. Дифракционное исследование высокотемпературных расплавов. – М.: Наука, 1960. -189 с.

73. Манцевич Н.М., Разумовская Н.Н. Мессбауэровское исследование форм нахождения железа в шлаках //Цветные металлы, 1992. - № 12. - С. 15-19.

74. Абрамов Н.П., Павлинова Л.А., Ефрагова А.К. Исследования влияния крупности штейна на взаимодействие его со шлаковым расплавом //Цветные металлы, 1998. - №2. - С.43-46.

75. Oprea F. Moldovan P. Corelation dintre pierderile de cupru de latopirea concentratorilor cupnoase si continutul de magnetite din zgure. Metallurgia. 1970. v 22. № 4. - pp. 235-241.

76. Патент РФ №2195508. Способ комплексной переработки шлаков медеплавильного производства /Руденко Б.И., Мироненко В.Н., Прохоренко Г.А. и др.; опубли. 27.12.2002.

77. Якубов М.М. Некоторые вопросы теории восстановления трехвалентного железа в расплавах медного производства // Илмий техника журналы. Фарғона политехника институты, 2004. - № 1. - С.78-81.

78. Аскарова Н.М. Изучение формы нахождения сульфидной взвеси в быстроохлажденном термически обработанном шлаке МПЗ АГМК // Материалы Республиканской научно-технической конференции «Гоно-металлургический комплекс: проблемы и их решения». Алмалык, 2015. - С. 85-86.

79. Samadov A.U., Askarova N.M., Study of the Physical-mineralogical Properties of Quickly-chilled Slag and Possible Methods of its Further Processing//International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. –v 6. – Issue 4. - pp. 8962-8967.

80. Лакерник М.М. Шабалина Р.И. Обоedнение шлаков цветной металлургии. М.: Металлургия, 1982. - 273 с.

81. Турсебеков А.Х., Уздебаева Л.К., Низамова А.Т. Вещественный состав и технология обогащения «рудных шлаков» медного производства Алмалыкского ГМК // Горный вестник Узбекистана. 2006.- №26 - С. 63-67.

82. Melcher G. Metal. Bull. 1983.-pp.23,25,27.

83. Maier C.G., Yan Arsdale G.D. Copper Srielting Slags from mikroskopic and chemical Point of uiew // End.Min.j. 1919. - pp. 107.

84. Аскарлова Н.М. Теоретические основы процесса флотации быстроохлажденных шлаков // Материалы IX международной научно-технической конференции: «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». Навои. 2017. - С. 114.

85. Аскарлова Н.М., Тошкодирова Р.Э. Охрана окружающей среды на предприятиях // Материалы Международной научно-практической конференции: «Достижения женщин в области науки, образования, культуры и бизнеса». Джизак, 2017. - С. 139-142.

86. Аскарлова Н.М. Флотация шлака после термической обработки // Материалы международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». – Навои, 12-14 мая 2010 г. - С. 114-115.

87. Аскарлова Н.М. Некоторые минералогические свойства шлаков МПЗ // Материалы VIII международной научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и современные тенденции развития». Навои, Узбекистан 19-21 ноября 2015 г. - С. 98.

88. Аскарлова Н.М., Самадов А.У. Возможности переработки шлаков медного производства гидрометаллургическим способом // Вестник науки и образования. 2020.- №10(88) - С. 36-40.

89. Аскарлова Н.М. Некоторые сведения о гидрометаллургическом способе переработки шлаков медного

производства // Ўзбекистонда илмий-амалий тадқиқотлар
мавзусидаги конференция материаллари. 2020.- №16. - С. 287-
290.

Ilova 1

Jadval I.1.1

0,7 mol / l konsentratsiyada sulfat kislota yordamida 50°C
haroratda tajriba natijalariga ko'ra mis va ruxni eritmaga
o'qishining absolyut va kvadratik og'ishlarini tahlil qilish natijalari

№	Ajrati b olinishi %		O'rtacha qiymatdan chetlashish			
	Cu	Zn	Cu _{abs}	Cu _{kvadr}	Zn _{abs}	Zn _{kvadr}
1	81,17	21,65	-0,099	0,0098	-0,3117	0,097136
2	81,2	20,16	-0,129	0,0166	1,17833	1,388469
3	80,37	22,8	0,7012	0,4918	-1,4617	2,136469
4	78,95	21,34	2,1212	4,4997	-0,0017	2,78E-06
5	80,95	21,21	0,1212	0,0147	0,12833	0,016469
6	81,06	20,52	0,0112	0,0001	0,81833	0,669669
7	82,06	22	-0,989	0,9776	-0,6617	0,437803
8	82,93	20,9	-1,859	3,455	0,43833	0,192136
9	80,1	22,35	0,9712	0,9433	-1,0117	1,023469
10	79,42	21,23	1,6512	2,7266	0,10833	0,011736
11	81,67	21,68	-0,599	0,3585	-0,3417	0,116736
12	80,8	21,28	0,2712	0,0736	0,05833	0,003403
13	82,19	21,08	-1,119	1,2516	0,25833	0,066736
14	81,48	22,03	-0,409	0,1671	-0,6917	0,478403
15	82,05	20,4	-0,979	0,958	0,93833	0,880469
16	81,08	20,9	-0,009	8E-05	0,43833	0,192136
17	80,25	20,15	0,8212	0,6745	1,18833	1,412136
18	79,85	22,64	1,2213	1,4915	-1,3017	1,694336
19	81,45	20,96	-0,379	0,1435	0,37833	0,143136
20	80,95	20,74	0,1212	0,0147	0,59833	0,358003
21	81,55	21,52	-0,479	0,2292	-0,1817	0,033003
22	79,25	20,76	1,8212	3,317	0,57833	0,334469
23	82	22,04	-0,929	0,8626	-0,7017	0,492336
24	82,93	21,78	-1,859	3,455	-0,4417	0,195069
	81,07125 _{o'n}	21,33833 _{o'n}		1,136159		0,53798841

Jadval I.1.2

1 mol / l konsentratsiyada sulfat kislota yordamida 50°C haroratda tajriba natijalariga ko'ra mis va ruxni eritmaga o'tishining absolyut va kvadratik og'ishlarini tahlil qilish natijalari

№	Ajratib olinishi %		O'rta qiyamatdan chetlashish			
	Cu	Zn	Cu _{abs.}	Cu _{kvadr.}	Zn _{abs.}	Zn _{kvadr.}
1	83,52	25,98	-1,365	1,8644	-2,9383	8,633803
2	82,54	24,67	-0,385	0,1485	-1,6283	2,651469
3	80,19	23,41	1,9646	3,8596	-0,3683	0,135669
4	84,98	22,09	-2,825	7,983	0,95167	0,905669
5	83,25	22,12	-1,095	1,1999	0,92167	0,849469
6	80,62	21,83	1,5346	2,3549	1,21167	1,468136
7	82,6	23,96	-0,445	0,1984	-0,9183	0,843336
8	83,27	24,13	-1,115	1,2442	-1,0883	1,184469
9	80,87	23,17	1,2846	1,6502	-0,1283	0,016469
10	80,12	22,93	2,0346	4,1395	0,11167	0,012469
11	83,41	21,08	-1,255	1,5761	1,96167	3,848136
12	82,83	20,1	-0,675	0,4562	2,94167	8,653403
13	81,24	21,09	0,9146	0,8365	1,95167	3,809003
14	80,32	22,75	1,8346	3,3657	0,29167	0,085069
15	82,31	21,63	-0,155	0,0242	1,41167	1,992803
16	83,01	22,08	-0,855	0,7317	0,96167	0,924803
17	81,74	20,94	0,4146	0,1719	2,10167	4,417003
18	80,93	20,4	1,2246	1,4996	2,64167	6,978403
19	83,66	23,69	-1,505	2,2663	-0,6483	0,420336
20	83,98	25,08	-1,825	3,3321	-2,0383	4,154803
21	82,8	25,7	-0,645	0,4166	-2,6583	7,066736
22	80,28	24,98	1,8746	3,5141	-1,9383	3,757136
23	80,19	23,93	1,9646	3,8596	-0,8883	0,789136
24	83,05	25,26	-0,895	0,8018	-2,2183	4,921003
25	83,52	25,98	-1,365	2,064991	-2,9383	2,97907536
26	82,54	24,67	-0,385	1,8644	-1,6283	8,633803
27	80,19	23,41	1,9646	0,1485	-0,3683	2,651469
28	84,98	22,09	-2,825	3,8596	0,95167	0,135669
29	83,25	22,12	-1,095	7,983	0,92167	0,905669
30	80,62	21,83	1,5346	1,1999	1,21167	0,849469
31	82,6	23,96	-0,445	2,3549	-0,9183	1,468136
32	83,27	24,13	-1,115	0,1984	-1,0883	0,843336
	82,15458 _{o'n}	23,04167 _{o'n}		1,2442		1,184469

Jadval I.1.3

1,5 mol / l konsentratsiyada sulfat kislota yordamida 50°C
haroratda tajriba natijalariga ko'ra mis va ruxni eritмага
o'tishining absolyut va kvadratik og'ishlarini tahlil qilish natijalari

№	Ajratis olinishi %		O'rtacha qiymatdan chetlashish			
	Cu	Zn	Cu _{abs}	Cu _{kvadr.}	Zn _{abs}	Zn _{kvadr.}
1	84,7	25,19	0,2008	0,0403	-0,0908	0,008251
2	83,96	23,85	0,9408	0,8852	1,24917	1,560417
3	84,26	24,93	0,6408	0,4107	0,16917	0,028617
4	84,93	24,77	-0,029	0,0009	0,32917	0,108351
5	86,41	25,6	-1,509	2,2776	-0,5008	0,250834
6	84,4	25,03	0,5008	0,2508	0,06917	0,004784
7	85,98	25,69	-1,079	1,1646	-0,5908	0,349084
8	84,38	24,62	0,5208	0,2713	0,47917	0,229601
9	84,52	24,92	0,3808	0,145	0,17917	0,032101
10	85,57	24,57	-0,669	0,4478	0,52917	0,280017
11	84,97	24,21	-0,069	0,0048	0,88917	0,790617
12	83,69	25,6	1,2108	1,4661	-0,5008	0,250834
13	84,29	24,93	0,6108	0,3731	0,16917	0,028617
14	85,72	24,9	-0,819	0,671	0,19917	0,039667
15	84,41	24,68	0,4908	0,2409	0,41917	0,175701
16	83,8	25,06	1,1008	1,2118	0,03917	0,001534
17	84,28	25,71	0,6208	0,3854	-0,6108	0,373117
18	85,12	25,6	-0,219	0,048	-0,5008	0,250834
19	86,58	25,9	-1,679	2,8196	-0,8008	0,641334
20	85,2	25,07	-0,299	0,0895	0,02917	0,000851
21	85,49	25,81	-0,589	0,3471	-0,7108	0,505284
22	84,62	24,87	0,2808	0,0789	0,22917	0,052517
23	85,94	25,03	-1,039	1,0799	0,06917	0,004784
24	84,4	25,84	0,5008	0,2508	-0,7408	0,548834
25	84,7	25,19	0,2008	0,0403	-0,0908	0,28332971
26	83,96	23,85	0,9408	0,8852	1,24917	0,008251
27	84,26	24,93	0,6408	0,4107	0,16917	1,560417
28	84,93	24,77	-0,029	0,0009	0,32917	0,028617
29	86,41	25,6	-1,509	2,2776	-0,5008	0,108351
30	84,4	25,03	0,5008	0,2508	0,06917	0,250834
31	85,98	25,69	-1,079	1,1646	-0,5908	0,004784
32	84,38	24,62	0,5208	0,2713	0,47917	0,349084
	84,90083 _{o'n}	25,09917 _{o'n}		0,650486		0,229601

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
I BOB. MIS ISHLAB CHIQARISH SANOATI SHLAKLARINI QAYTA ISHLASHNING HOZIRGI KUNDAGI HOLATI.....	5
1.1. Mis ishlab chiqarishni chiqindi shlaklarining hozirgi kundagi holati.....	5
1.2. Mis ishlab chiqarish sanoati chiqindi shlaklarining kimyoviy va minerologik tarkibi.....	10
1.3. Mis ishlab chiqarish korxonalarning chiqindi shlaklarini kambag'allashtirish.....	11
1.3.1. Chiqindi shlaklarini kambag'allashtirishning chiqindisiz texnologiyalari.....	11
1.3.2. Mis ishlab chiqarish chiqindilarini kambag'allashtirishning an'anaviy usullari.....	13
1.3.3. Mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarini tabiiy sovutish usuli....	14
1.4. Mis ishlab chiqarish sanoatining chiqindi va konverter shlaklarini qayta ishlashning flotatsiyali usullari.....	17
1.5. Mis ajratib olish maqsadida mis shlaklarini gidrometallurgik usulda qayta ishlash.....	20
1.6. Mis ishlab chiqarish shlaklarini pirometallurgik usulda qayta ishlash	21
II BOB. MIS ISHLAB CHIQARISH SHLAKLARINI IKKI BOSQICHLI SOVUTISH TEXNOLOGIYASINI BAJARISH USLUBI VA TADQIQOT OB'JEKTINI TANLASH.....	25
2.1. Tadqiqot usullari	26
2.1.1. Namuna tayyorlash.....	26
2.1.2. Ikki bosqichli sovutilgan shlakni tahlil qilish usullari.....	28
III BOB. MIS ISHLAB CHIQARISH SHLAKLARINI KAMBAG'ALLASHTIRISH BO'YICHA OPTIMAL TEXNOLOGIK PARAMETRLARINI ANIQLASH BO'YICHA TADQIQOTLAR.....	29
3.1. Mis ishlab chiqarish chiqindi shlaklarining maydalanuvchanligining sovutish tezligiga bog'liqligini o'rganish.....	29
3.2. Ikki bosqichli sovutilgan shlaklarning mineralogik tarkibi.....	40
3.3. Ikki bosqichli sovutilgan shlaklarni flotatsiya usuli bilan boyitishni tadqiq qilish.....	47

3.4. Ikki bosqichli sovutilgan shlakni kremniysizlantirishdan so'ng mis olish darajasini aniqlash bo'yicha gidrometallurgik usul tadqiqotlar.....	57
3.5. Tez sovutilgan shlakni kremniysizlantirishdan so'ng gidrometallurgik usul bilan mis olishni o'rganish.....	62
3.6. Sulfat kislota eritmasida metallarni ishqorlash ko'rsatkichlarini statistik qayta ishlash.....	67
IV BOB. IKKI BOSQICHLI SOVUTILGAN SHLAKLARNI QAYTA ISHLASH UCHUN TAVSIYA ETILADIGAN TEXNOLOGIK SXEMA.....	71
4.1. Olmaliq KMK AJ 2- mis boyitish fabrikasida mis shlak ishlab chiqarishni ikki bosqichli sovutish texnologiyasining sanoat sinovlari.....	71
4.2. Flotatsiya usuli bilan mis ishlab chiqarishning ikki bosqichli sovutilgan chiqindi shlaklarini qayta ishlash.....	73
4.3. Gidrometallurgik usulda mis ishlab chiqarishning ikki bosqichli sovutilgan shlaklarini qayta ishlash.....	75
XULOSA.....	79
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	81
Ilovalar.....	91

Samadov Alisher Usmanovich
Askarova Nilufar Musurmanovna

**MIS ISHLAB CHIQARISH SHLAKLARINI
QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI
TAKOMILLASHTIRISH**

Nash.lis. AI № 276, 15.06.2015
Bosishga ruxsat etildi: 29.12.2021 yil
Bichimi 60x84 1/16. «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda chop etildi.
Shartli bosma tabog'i 6. Adadi 300. Buyurtma № 15-01
Tel: (99) 832 99 79; (97) 815 44 54
«LESSON PRESS» MChJ nashriyoti, 100071,
Toshkent, Komolon ko'chasi, 13.
«IMPRESS MEDIA» MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent shahri, Qushbegi ko'chasi, 6-uy.