KON-METALLURGIYA SANOATIDA HOSIL BO‘LADIGAN KAM KONSENTRATSIYALI ERITMALARDAN METALLARNI IONLI FLOTATSIYA USULIDA AJRATIB OLISH IMKONIYATI.

Masidikov E.M.

Olmaliq davlat texnika instituti “Metallurgiya” kafedrasi katta o‘qituvchi (PhD)

0009-0003-9335-9361

Annotatsiya. Maqolada tarkibida kam konsentratsiyali metal ionlari bo‘lgan eritmalar, aylanma sanoat suvlaridan metallarni yuqori darajada ajratib olishga imkon beradigan tadqiqot natijalari keltirilgan. Hususan ionli flotatsiya usulida kam konsentratli eritma tarkibidan misni boyitmaga ajratib olishda DEDTKNa reagentini qo‘llab o‘tkazilgan tajriba natijalari nazariy hamda amaliy keng yoritib berilgan.

Kalit so‘zlar: Eritma, ionli flotatsiya, boyitma, DEDTKNa, reagent, kation, anion, ion, bo‘tana, ko‘pikli mahsulot, kislota, ishqor, gidroksid, pH muhit.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, позволяющих эффективно извлекать металлы из растворов с низкой концентрацией ионов металлов и оборотных промышленных вод. В частности, подробно освещены с теоретической и практической точек зрения результаты экспериментов по извлечению меди из низкоконцентрированного раствора в концентрат методом ионной флотации с применением реагента ДЭДТКNa.

Ключевые слова: Раствор, ионная флотация, концентрат, ДЭДТКНа, реагент, катион, анион, ион, пульпа, пенный продукт, кислота, щелочь, гидроксид, среда pH.

Abstract. This article presents research results that enable a high degree of metal extraction from industrial circulating water and solutions containing low concentrations of metal ions. Specifically, the experimental results of using the DEDTKNa reagent for extracting copper from a low-concentration solution into a concentrate by ion flotation are extensively elucidated both theoretically and practically.

Keywords: Solution, ionic flotation, concentrate, DEDTKNa, reagent, cation, anion, ion, slurry, foam product, acid, alkali, hydroxide, pH environment.

Kirish

Jahonda bugungi kunda mineral xom ashyolarni va texnogen chiqindilarni qayta ishlashning samarali usullarini ishlab chiqish, ularning tarkibidagi foydali komponentlarni to‘liq ajratib olish, qora, rangli va nodir metallarni ishlab chiqarish hajmini oshirish, chiqindisiz texnologiyalarni yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shuningdek, kon metallurgiya sanoatining barcha turdagi texnogen chiqindilarini (konchilik sanoati, boyitish fabrikalari chiqindilari, gidrometallurgik

ISSN 3030-3907

va pirometallurgik jarayonlarning suyuq va qattiq chiqindilari) ishlab chiqarishga jalb etish, foydalanilayotgan reagentlarni jarayonga qaytargan holda murakkab tarkibli birikmalarni alohida oksidlarga ajratish va buning natijasida texnogen chiqindilar tarkibidan foydali komponentlarni ajratib olishni amaliyotga joriy etishga e'tibor qaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Konchilik va metallurgiya sanoatining kam konsentratsiyali aylanma eritmalari hamda chiqindi suvlaridan turli moddalarning ionlarini flotatsiya usulida ajratib olish ionli flotatsiya deyiladi "Ionli flotatsiya" atamasi 1959-yilda Vitvatersrand universiteti (Janubiy Afrika, Yoxannesburg) fizik kimyo professori Feliks Sebba tomonidan eritmada ionlarni ajratib olish uchun mo'ljallanib flotatsiya jarayoniga tadbiq qilish uchun kiritilgan. Ionli flotatsiyada yig'uvchi reagentlar sifatida sirt faolligi yuqori bo'lgan moddalar (sirt faol moddalar) ishlatiladi.

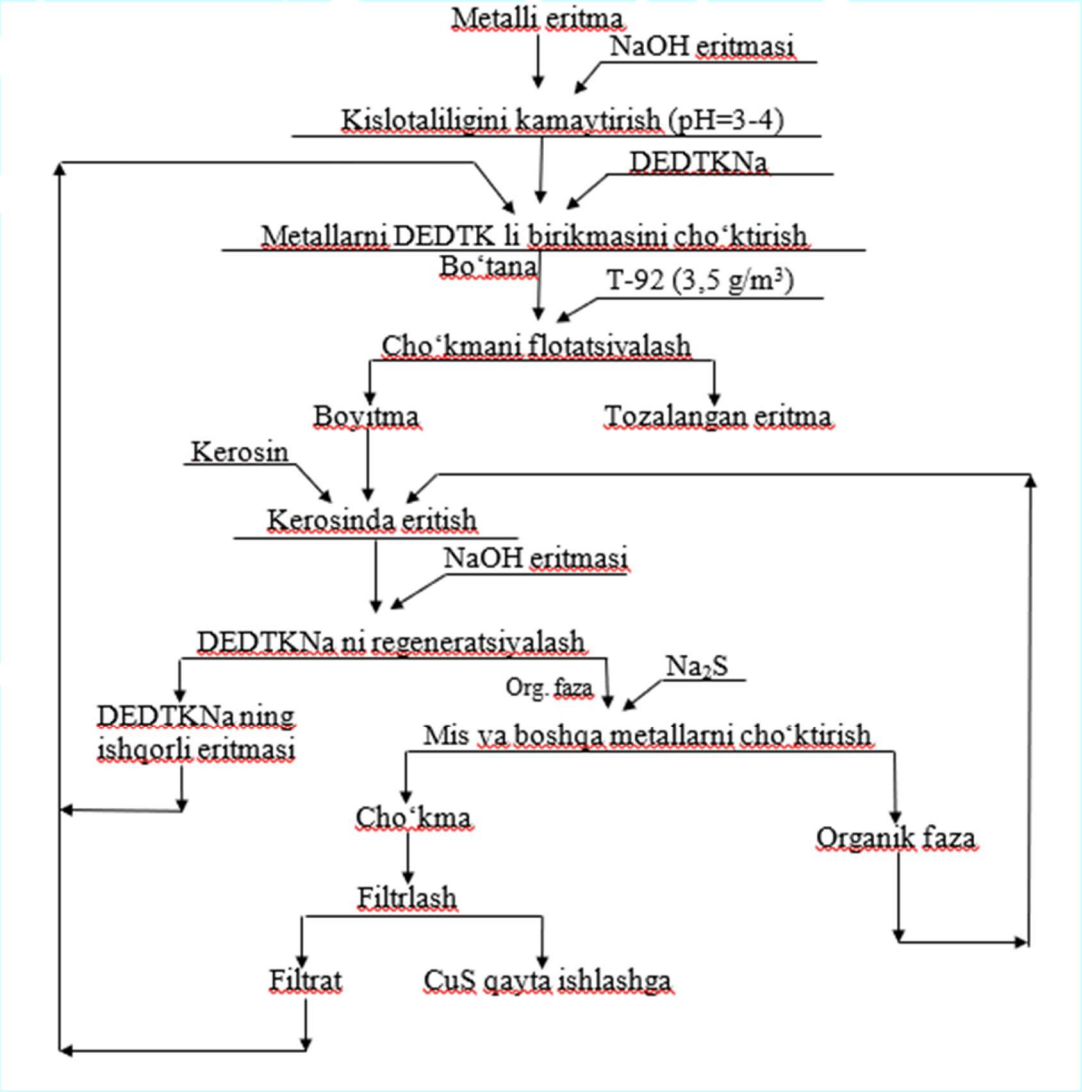
Ionli flotatsiya uchun mos keladigan ion suyuqlik-gaz interfeysida to'planishi kerak, ya'ni eritmadan sizib o'tadigan gaz pufakchalari ustida. Jarayon sharoitlari shunday tanlanadiki, eritma orqali gaz pufakchalari olingan ionlar (kolligen) birikmasining (sublatini) sirt faol moddasi bilan suzib yuradi va uning ustida kichik (bir necha santimetrdan ko'p bo'lmagan) beqaror ko'pik qatlami paydo bo'ladi. Eritma yuzasida, uning yuqori qatlamlarida ikkilamchi kontsentratsiya jarayonlari natijasida ko'pik (qattiq gidrofobik mahsulot) hosil bo'ladi. Ionli flotatsiyani tegishli jarayonlardan ajratib turadigan xarakterli xususiyatlari sirt faol moddalarni kollektor sifatida ishlatish va ko'pikning mavjudligidir. Pufakchalarning tashqi yuzasi manfiy zaryadlangan va kationlar ko'pikdagi pufakchalar ustidagi qo'sh qavatning tashqi qoplamasida to'plangan. Pufakchalar tomonidan ushlangan eritmada, ko'pik parchalanganda, kationlar konsentratsiyasi dastlabki eritmaga qaraganda yuqori bo'ladi.

Kationlarni flotatsiyalash uchun anion tipdagi yig'uvchi talab qilinadi, masalan, R–COO- (karboksilat), R–SO_3^- (sulfonat), R–OSO_3^- (sulfat), RC_6H_5–SO_3^- (benzolsulfat), R –OPO_3^{-2} (fosfat), R–$CHSO_3COO$- (sulfokarboksilat), bunda, R – uglevodorod radikali C_nH_{2n+1}; n=10-16. Anionlarning flotatsiyasi uchun kation turdagi yig'uvchi qo'llaniladi, masalan, R-NH_2 (birlamchi amin); ikkilamchi R_2NH; uchinchi darajali R_3N. Yig'uvchilar ajratib olinishi kerak bo'lgan ion bilan havo pufakchasiga yopishib oladigan qiyin eruvchan cho'kma hosil qiladi. Ko'pikli flotatsiyada esa gidrofob cho'kmalar ajratib olinadi, ionlar emas. Ion flotatsiyasini bir nechta sohalarda qo'llash imkoniyati mavjud: sanoatda kontsentratsiyani oshiruvchi usul sifatida; eritmalar kimyosining ayrim nazariy muammolarini o'rganishda; biokimyoda. Bu imkoniyatlarning barchasi faol o'rganilmoqda, ammo adabiyotlarda hali yetarlicha yoritilmagan. Amalda, ionli flotatsiya birinchi navbatda eritmalardan qimmatli komponentlarni olish uchun ishlatilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Ionli flotatsiya jarayonini amalga oshirishning texnologik sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Metallarni eritmalardan ionli flotatsiya usulida ajratib olish maqsadida ishlab chiqilgan texnologik sxema quyidagi asosiy texnologik jarayonlarni o‘z ichiga oladi: Eritmaning kislotaliligini tushirish pH=3-4 gacha, metallarning DEDTKNa li birikmalarini kollektiv cho‘ktirish, metallarni ajralishi 95% dan yuqori, flotatsiyaning optimal vaqti 6-8 daqiqa, Flotatsiyaning ko‘pikli mahsulotini kerosinda eritish, vo/vs=1, DEDTKNa reagentini regeneratsiyalash (NaOH eritmasi bilan amalga oshiriladi), mis va boshqa metallarni cho‘ktirish (Na_2S yordamida amalga oshiriladi).



1-rasm. Ionli flotatsiyani amalga oshirishning texnologik sxemasi

1-rasmda berilgan texnologik sxemaga ko‘ra dastlab metalli eritma mahsus aralashtirgichli idishda kislotaliligi pH 3-4 gacha kamaytirish uchun so‘ndirilgan ohak eritmasi qo‘shiliadi. Shundan so‘ng eritmaga DEDTKNa solinib metalli birikma cho‘ktiriladi hosil bo‘lgan bo‘tanaga ko‘pik hosil qiluvchi reagent (T-92) qo‘shilib kolonnali flotomashinada flotatsiya jarayoni amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Bo‘tanani flotatsiyalash natijasida ko‘pikli mahsulot va tozalangan eritma olinadi. Ko‘pikli mahsulot kerosin bilan eritiladi. Undan keyin DEDTKNa ni regeneratsiyalash uchun NaOH eritmasi qo‘shiladi, natijada hosil bo‘lgan organik fazaga Na_2S berilib Cu va boshqa metallar cho‘ktiriladi, DEDTKNa ishqorli eritmasi esa jarayonga qaytariladi. Olingan cho‘kma filtrlanib CuS olinadi, organik faza esa jarayonga qaytariladi. Mis (II) sulfidi metallurgik qayta ishlashga yuboriladi.

Eritmalardan metallarni ionli flotatsiya usulida ajratib olish jarayonini tadqiq qilish

Ionli flotatsiyada ishlab chiqarish unumdorligi hamda metallarni ajratib olish darajasi yuqori bo‘ladi (90% dan yuqori). Jarayon eritmalarda metallarning past konsentratsiyalarida (10-100 mg/l) ham samarali ajratib olish imkoniyati borligi bilan ahamiyatlidir. Ionli flotatsiyaning samarali kechishiga ta‘sir qiluvchi omillardan biri bu eritmaning pH muhitidir. Muhitning ko‘p kislotaliligi ionli flotatsiya jarayonning ajratib olinayotgan mahsulotning eruvchanligiga, ionning zaryadiga ta’sir o‘tkazishi, ion-yig‘uvchi nisbatni o‘zgartirishi va ko‘pikning barqarorligiga ta’sir qilishi mumkin.

Ionli flotatsiya jarayonini olib borishning optimal pH muhitini aniqlash maqsadida pH ning turli qiymatlarida tajribalar o‘tkazildi. Yig‘uvchi sifatida dietilditiokarbamat natriy tuzi (DEDTKNa) dan ko‘pik hosil qiluvchi sifatida (T-92) reagentidan foydalanildi. Tadqiqot natijalari 1-jadval va 2-rasmda keltirilgan.

1-jadval

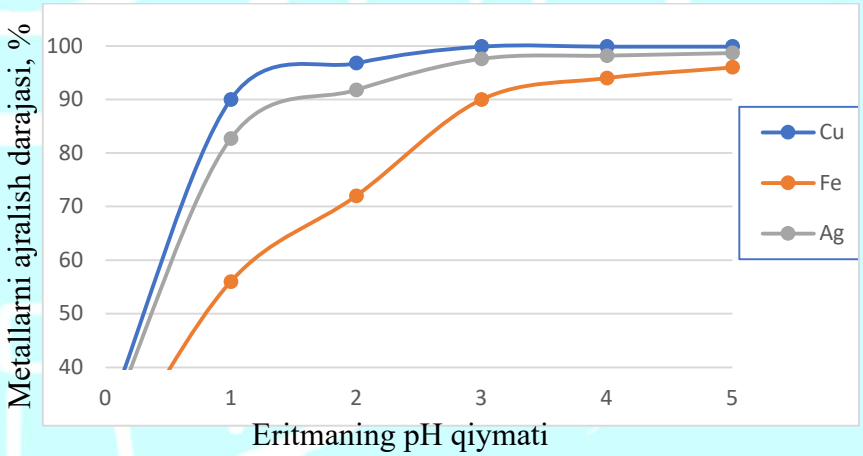
Eritmalardan metallarni DEDTK Na bilan ionli flotatsiyalash natijalari

Dastlabki eritmadagi metallar miqdori, mg/l			Tajriba sharoiti	Eritmaning pH muhit	Ionli flotatsiyadan keyingi eritmadagi metallarning miqdori, mg/l			Ko‘pikli mahsulot-ning chiqishi, g/l	Ko‘pikli mahsulotga ajratib olish darajasi, %		
Cu	Fe	Ag			Cu	Fe	Ag		Cu	Fe	Ag
860	1200	120	DEDTKNa sarfi stexiomet. bo‘y. 100%, flot. davomiyligi-	1	86	528	12,5	21	90	56	89,6
				2	27	336	6,4	22	96,8	72	94,7
				3	1,2	120	0,2	24	99,9	90	99,8

ISSN 3030-3907

			6 min. T-92 sarfi – 3,5 g/m^3	4	1, 2	72	0,1	25	99, 9	94	99,9
				5	1, 2	48	0,1	25	99, 9	96	99,9

Eritmadan metallarni ionli flotatsiya usulida ajratib olish jarayoni samaradorligi ma'lum miqdorda eritmaning pH muhitiga bog'liq bo'ladi. Eritmada tajribalar olib borilgan pH ning barcha qiymatlarida ham metallarning DEDTK li birikmalarini ajralishi kuzatiladi. Mis va boshqa metallarning maksimal miqdorda ajralishi pH ning 3-4 qiymatlarida kuzatildi. Iqtisodiy va texnologik ko'rsatkichlarni inobatga olgan holda ionli flotatsiya jarayonini amalga oshirishda pH ning optimal qiymati 3-4 oralig'ida bo'lishi aniqlandi.



2-rasm. Metallarni eritmalardan ajratib olish darajasini eritmaning pH muhitiga bog'liqlik grafigi

Eritmada metallarning gidrooksidlar ko'rinishida bo'lishini ta'minlaydigan pH ning qiymatida metallarni to'liq ajratib olish mumkin bo'ladi. pH qiymatini tushishi bilan metallarni ajratib olish darajasini pasayishi yig'uvchining kislotali muhitda parchalanishi va metallarni eritmada ion holatga o'tishi bilan bog'liq bo'ladi. Metallarni eritmalardan pH ning yuqori qiymatlarida ajratib olish darajasining pasayishi metallarni boshqa yig'uvchi bilan ta'sirlashmaydigan formaga o'tishi bilan tushuntiriladi.

Metallar kationlarining ajraluvchanligi asosiy ikki omilga: gidratlanish energiyasi va hosil bo'lgan birikmaning barqarorligiga bog'liq. Kation radiusi qanchalik kichik bo'lsa va uning zaryadi qanchalik katta bo'lsa, sublatning mustahkamligi shunchalik yuqori bo'ladi va flotatsiya jarayoni shunchalik yaxshi kechadi. Tadqiqot natijalari ushbu organik reagent asosida mis ionlarini selektiv ajratib olish, va sorbsiya qilishda samarali qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu yondashuv kelgusida metall ionlari bilan kompleks hosil qiluvchi yangi reagentlarni loyihalash va sintez qilishda nazariy asos bo'lib xizmat qiladi. Shuningdek, metallarni ionli flotatsiya usulida ajratib olish jarayoni

ISSN 3030-3907

samaradorligini yig‘uvchi reagent sarfiga bog‘liqligi ham o‘rganildi. DEDTKNa bir asosli kuchsiz dietilditiokarbamid kislotaning tuzi bo‘lib quyidagi tuzilish formulasiga ega.

Hozirgi kunda DEDTKNa ni ta’sir qilish bosqichlarining nazariyasi eksperimental tasdiqlangan. Birinchi bosqichda 1-reaksiya bo‘yicha anionning gidrolizi ro‘y beradi.

$(C_2H_5)_2NC(S)S^- + H^+ = (C_2H_5)_2NC(S)SH$ (1)

Nisbatan sekin kechadigan ikkinchi bosqichda bir asosli dietilditiokarbamid kislotaning mos keluvchi ikkilamchi amin va uglerod disulfidi hosil bo‘lishi bilan parchalanadi.

$(C_2H_5)_2NC(S)SH^- + H^+ = (C_2H_5)_2NH_2 + CS_2$ (2)

Kislotaliligi yuqori bo‘lgan suvli eritmalarda metall ionlarini ajratib olish imkoniyati yig‘uvchi reagentning parchalanish tezligi bilan emas, balki ma’lum bir metallning berilgan reagent bilan kuchli birikmalar hosil qilishga moyilligi bilan belgilanadi. Eritmada asosan mis, temir va kumush metallariga tahlillar olib borilgan bo‘lib. Bundan tashqari rux, molibden, nikel va bir qancha ahamiyatga ega bo‘lgan metallar ham uchraydi. Ionli flotatsiyada eritmada uchraydigan barcha metallarni kompleks ajratib olish imkoniyati yuqori bo‘lib. Metal ionlarining DEDTKNa bilan o‘zaro ta’siri quyidagi reaksiyalar natijasida yuz beradi:

$Cu^{+2} + 2(C_2H_5)_2NC(S)SNa = [(C_2H_5)_2NC(S)S]_2Cu + 2Na^+$ (3)

$Fe^{+2} + 2(C_2H_5)_2NC(S)SNa = [(C_2H_5)_2NC(S)S]_2Fe + 2Na^+$ (4)

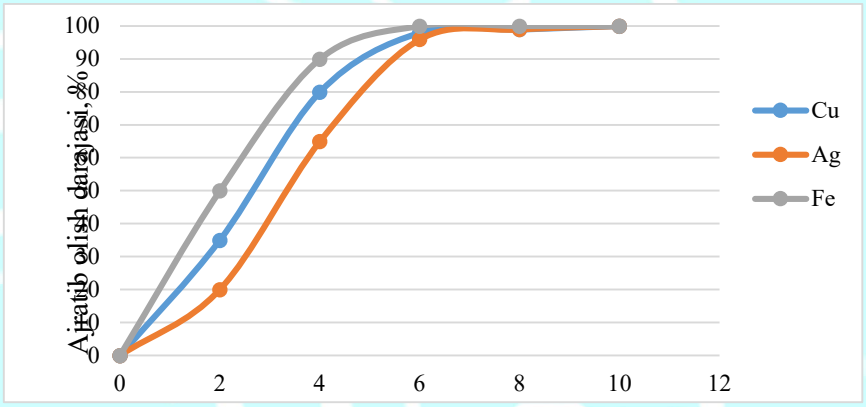
$Fe^{+3} + 2(C_2H_5)_2NC(S)SNa = [(C_2H_5)_2NC(S)S]_3Fe + 3Na^+$ (5)

$Ag^+ + (C_2H_5)_2NC(S)SNa = (C_2H_5)_2NC(S)S]\ Ag + Na^+$ (6)

Tadqiqotlar natijasida aniqlandiki, yig‘uvchi reagent konsentratsiyasining ortishi pH ning kichik qiymatlarida ham metallarni ajratib olish darajasining yuqori bo‘lishiga olib keladi. Ma’lum bo‘ldiki pH ning keng intervalida DEDTKNa ning dastlabki konsentratsiyasi 25 g/l bo‘lganda bu usul samarali bo‘lishi aniqlandi.

Tadqiqotlar jarayonida metallarning DEDTKNa li cho‘kmalarini ajratib olishning optimal vaqtini aniqlash bo‘yicha tajribalar ham o‘tkazildi. Ionli flotatsiyaning optimal vaqtini aniqlash bo‘yicha 3, 4, 6, 8, 10 daqiqa davomida tajribalar olib borildi, o‘tkazilgan tajribalar narijasiga ko‘ra 3-rasmda keltirilgan diagramma qurildi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Metallarni eritmadan boyitmaga ajratib olish darajasini flotatsiyalash davomiyligiga bog‘liqligi

3-rasmdagi diagrammadan ko‘rinib turibdiki metallarni eritmadan to‘liq ajratib olish uchun 6-8 minut davomida flotatsiyalash lozim bo‘ladi.

2-jadval

Kam konsentratsiyali eritmani ionli flotatsiyalashning material balansi (elementlar bo‘yicha)

№	Mahsulotlar	O‘l. birligi	Miqdori	Tarkibi			Miqdori, g			Taqsimlanishi, %		
				Cu, %,g/l	Ag, g/t,	Fe,g/l	Cu	Ag	Fe	Cu	Ag	Fe
	Ionli flotatsiya											
1	Yuklandi:											
2	Eritma	g	3432,4	0,86	0,122	1,2	2,957	0,00042	4,12	89,57	4,7	1,42
3	DEDTKNa	g	24,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	**Jami:**		**3456,7**									
5	Boyitma	g	25,95	11,36	16,06	14,25	2,95	0,000417	3,7	89,3	4,67	1,42
6	Eritma	g	3430,7	0,002	0,0008	0,12	0,00	0,00000	0,42	0,27	0,03	0,16
7	**Jami:**		**3456,7**				**2,957**	**0,00042**	**4,12**	**89,57**	**4,7**	**1,58**

Gidrofob cho‘kmalarning flotatsiyalash kinetikasi birinchi tartibli kimyoviy reaksiya kinetikasi tenglamasiga o‘xshash tenglama bilan tavsiflanadi. Bunda muvozanat konstantasi doimiyligi flotatsiya jarayoni qanday tezlikda borishini ko‘rsatib ajratib olinayotgan materialning flotatsion xossasini, jarayonning reagent rejimini va amalga oshirish dastgohi konstruksiyasini tavsiflaydi.

Tajriba sharoiti: pH-3-4, yig‘uvchi reagent sarfi-stexiometriya bo‘yicha 100%, T-92 sarfi-3,5 g/m^3. Metallarni eritmalardan ionli flotatsiya usulida ajratib olishning maksimal qiymatiga 20-25^{o}C haroratda erishildi. Haroratning bundanda

ISSN 3030-3907

oshirilishi hosil bo‘lgan birikma (sublat) ning eruvchanligi ortishi sababli jarayon samaradorligining pasayishiga olib keladi.

Xulosa

Konchilik va metallurgiya sanoatining kam konsentratsiyali aylanma eritmalari hamda chiqindi suvlaridan turli moddalarning ionlarini flotatsiya usulida ajratib olish ionli flotatsiya usulida amalga oshirildi. Kam konsentratsiyali eritma tarkibidagi qimmatli metallarni yig‘uvchi reagent DEDTKNa qo‘llagan holda ionli flotatsiya usulida ajratib olishning optimal parametrlari aniqlandi. Bunga ko‘ra flotatsiyalashda pH ning optimal qiymati 3-4 oralig‘ida bo‘lishi, DEDTKNa konsentratsiyasi 25 g/l, T-92 sarfi-3,5 g/m^3, flotatsiyalash vaqti 6-8 minut. Bunda misni eritmadan ajratib olish darajasi 99,9% ga yetib tarkibida 11,36% Cu va 16,06% Ag bo‘lgan flotoboyitma qo ‘shimcha mahsulot sifatida olindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Абдурахмонов С.А., Масидиков Э.М., Ахтамов Ф.Э. Возможности привлечения к переработке техногенных отходов меднообогатительных фабрик // Universum: технические науки,-г. Москва,-2024. - №12(129).-С.16-19.
2. Abduraxmonov S., Masidikov E.M., Axtamov F.E. Возможности комплексной переработки техногенных отходов медного производства // Universum: технические науки. - Москва, 2022. - №11 (104). – С. 74-78.
3. Abdurakhmonov S.A., Masidikov E.M., Akhtamov F.E. Possibilities of comprehensive processing of man-made waste from copper processing plants // International scientific journal Science and innovation,-2024.-Vol. 3, - p. 130-135.
4. Masidikov E.M., Abduraxmonov S.A., Axtamov F.E. Mis boyitish fabrikasi texnogen chiqindilarini qayta ishlashga jalb qilish imkoniyatlari // Kompozitsion materiallar: Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali-№4/2024y; 217-220-b.
5. Abduraxmonov S.A., Masidikov E.M., Axtamov F.E. Mis boyitish fabrikalari texnogen chiqindilarini kompleks qayta ishlash imkoniyatlari // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, - 2024. Vol. 2(5), 44-49-b.
6. Abduraxmonov S.A., Masidikov E.M., Axtamov F.E. Mis boyitish fabrikasi texnogen chiqindilaridan metallarni ajratib olish bo‘yicha tadqiqotlar // Sanoatda raqamli texnologiyalar ilmiy texnik jurnali, - 2024. Vol. 2, №4-1, 53-56-b.
7. Xoliqulov Doniyor Baxtiyorovich, Boltayev Olmos Najmidinovich, Xaydaraliev Xolbay rustam o’g’li. «mis ishlab chiqarish texnologik eritmalaridan metallarni cho’ktiruvchi reagentlar yordamida ajratish» // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, vol. 1, no. 2, 2020, pp. 36–45.
8. Абдурахмонов С.А., Холикулов Д.Б. Применение ионной флотации для извлечения металлов из растворов, образующихся при производстве цветных

ISSN 3030-3907

металлов // Материалы международной научно-технической конференции. – Навоий, 2013. – С. 106–107.

9. Стрижко В.С., Шехерев Д.В., Абрютин Д.В. Ионная флотация для очистки техногенных растворов: применение и моделирование. М.: Алтекс, 1999. 25 с.

10. Абдурахмонов С.А., Холикулов Д.Б., Нормуротов Р., Назаров А. Статическая обработка показателей ионной флотации металлов из сернокислых растворов // Горный вестник Узбекистана. – 2005. – №4. – С. 67–69.

ISSN 3030-3907