ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

UO‘K 533.411 https://doi.org/10.70769/218-4732.ITJ.2026-3.07

FLOTATSIYA CHIQINDILARIDAN OLTINNI AJRATIB OLISHNING KOMBINATSIYALANGAN NOAN’ANAVIY TEXNOLOGIYASINI TADQIQ QILISH

Abdirazakov Akmal Ibragimovich, dotsent, E-mail: abdirazakov34@gmail.com,
ORCID ID: 0009-0004-1810-9482, Science ID: FQD-0726-0273

Qarshi davlat texnika universiteti, Qarshi, O‘zbekiston

Annotatsiya. *Ushbu maqolada mis ishlab chiqarishning global hajmlari va mis konlarida qazib olinadigan noyob va asosiy metallarning asosiy turlari, misni boyitish va eritish jarayonida hosil bo‘lgan millionlab texnogen chiqindilardan noyob va asosiy metallarni ajratish usullarini tanlash zarurati, har bir chiqindi oqimini o‘rganish zarurligi va quyidagi jihatlarni hisobga olgan holda 2-Mis qayta ishlash zavodi (2-MOK) chiqindilari tarkibini granulometrik o‘rganishning eksperimental natijalari muhokama qilinadi: chiqindilardagi oltin, kumush va misning zarracha o‘lchamlari -0,074+0,044 mm sinfiga mos kelishi, chiqindilardagi oltinning granulometrik xususiyatlari va o‘lcham sinflari -0,074 mm sinfining 80–85 % ini tashkil qilishi va ushbu ko‘rsatkichlarni hisobga olgan holda, 2-MOK chiqindilarini Knelson markazdan qochma konsentratsiyalash jarayonidan foydalangan holda ketma-ket maydalash va boyitish natijalari, Knelson ish rejimlarini tanlash (90G, suv oqimi tezligi 3). Metalllarning konsentrat fazasiga o‘tish darajasini aniqlash uchun to‘rtta namunadagi qimmatli komponentlar miqdorini aniqlash natijalari keltirilgan, bunda oltinni ajratib olishning maksimal qiymati 56,74 % ni tashkil qiladi, konsentratdagi miqdori esa 14,41 g/t ni tashkil qiladi.*

Kalit so‘zlar: *mis porfiri, texnogen chiqindilar, granulometrik tavsif, gravitatsiya bilan boyitish, markazdan qochma konsentrat, mis sulfidlari, Knelson, oltin, kumush.*

УДК 533.411

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ НЕТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗОЛОТА ИЗ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ

Абдиразаков Акмал Ибрагимович[1], доцент

[1]Каршинский государственный технический университет, г. Карши, Узбекистан

Аннотация. *В данной статье рассматриваются глобальные объемы производства меди и основные виды редких и цветных металлов, добываемых на медных рудниках, необходимость выбора методов отделения редких и цветных металлов от миллионов техногенных отходов, образующихся в процессе обогащения и плавки меди, необходимость изучения каждого потока отходов, а также экспериментальные результаты гранулометрического исследования состава отходов 2-го медеобогатительного комбината (2-МОК) с учетом следующих аспектов: тот факт, что размеры частиц золота, серебра и меди в отходах соответствуют классу -0,074+0,044 мм, гранулометрические характеристики и размерные классы золота в отходах составляют 80-85 % класса -0,074 мм, и с учетом этих показателей, результаты последовательного дробления и обогащения отходов 2-го МОК в центробежном концентраторе «Кнельсон» с использованием процесса гравитационного обогащения, выбор режимов работы «Кнельсона» (90G, расход воды 3). Представлены результаты определения количества ценных компонентов в четырех образцах для определения степени перехода металлов в фазу концентрата, при этом максимальное значение извлечения золота составило 56,74 % при количестве 14,41 г/т в концентрате.*

Ключевые слова: *медно-порфировые руды, техногенной отходы, гранулометрическое описание, гравитационное обогащение, центробежный концентрат, сульфиды меди, Кнельсон, золото, серебро.*

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

UDC 533.411

STUDY OF COMBINED NON-TRADITIONAL TECHNOLOGY FOR GOLD EXTRACTION FROM FLOTATION WASTE

Akmal Abdirazakov, Associate professor

Karshi State Technical University, Karshi, Uzbekistan

Abstract. *This paper discusses the global copper production volumes and the main types of rare and base metals mined in copper mines, the need to select the methods for separating rare and base metals from millions of man-made wastes generated during copper beneficiation and smelting, the need to study each waste stream, and the experimental results of a granulometric study of the composition of waste from the 2nd Copper Processing Plant (2-MOK) taking into account the following aspects: the fact that the particle sizes of gold, silver and copper in the waste correspond to the class -0.074+0.044 mm, the granulometric characteristics and size classes of gold in the waste make up 80-85 % of the class -0.074 mm, and taking into account these indicators, the results of sequential crushing and beneficiation of the 2nd MOK waste in a Knelson centrifugal concentrator using the gravity concentration process, the choice of Knelson operating modes (90G, water flow rate 3). The results of determining the amount of valuable components in four samples are presented to determine the degree of transition of metals into the concentrate phase, with the maximum gold recovery value being 56.74 % with an amount of 14.41 g/t in the concentrate.*

Keywords: *copper porphyry, man-made waste, granulometric description, gravity enrichment, centrifugal concentrate, copper sulfides, Knelson, gold, silver.*

Kirish

Mis hozirgi zamon sivilizatsiyasining asosiy metallaridan biridir. Dunyoda ishlab chiqarish va iste’mol qilish hajmi bo‘yicha mis aluminiydan keyin, rangli metallar: aluminiy, mis, qo‘rg‘oshin, rux, nikel ishlab chiqarishda ikkinchi o‘rinni egallaydi. Mutaxassislar tomonidan global mis zaxiralari bazasi taxminan 610 million tonna deb baholanmoqda. Qit’alar bo‘yicha mis resurslari notekis taqsimlangan. 2021-yilda global mis iste’moli 25,3 million tonnani, ishlab chiqarish esa 24,5 million tonnani tashkil etdi. ICSG ma’lumotlariga ko‘ra, 2024-yilga kelib mis ishlab chiqarish 25 million tonnaga yetadi [1].

Mis-porfir konlari jahon bozorlarida mis va molibdenning asosiy yetkazib beruvchisi hisoblanadi. Ushbu turdagi sanoat konlari Kanada, Peru, Chili, Argentina, Avstraliya va boshqa bir qator mamlakatlarda qazib olish sanoatining asosini tashkil qiladi. Mis-porfir konlari nafaqat mis, molibden va yo‘ldosh komponentlar zaxiralarini o‘z ichiga oladi, balki ba’zan oltin va kumushning sezilarli miqdorini o‘z ichiga oladi, bu ularni ishlatish uchun iqtisodiy jihatdan foydali platformani yaratadi. Bunday konlarni qidirish va razvedka qilish, mis-porfir konlari negizida uzoq muddatli, yirik konchilik korxonalarini tashkil etish dunyodagi qazib olish sanoati uchun eng istiqbolli va ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi [2].

Mis konlari va uning namoyon bo‘lishi yer qobig‘ida juda keng tarqalgan bo‘lib, kelib chiqishi har xil va turli geologik-tektonik sharoitlarda hosil bo‘lgan. Ular orasida kamida oltita geologik-sanoat turini ajratib ko‘rsatish mumkin. Dunyodagi mis zaxiralari va qazib olishning 90 % ga yaqini to‘rtta sulfidga to‘g‘ri keladi - xalkopirit, bornit, xalkozin, kubanit [3].

Materiallar va uslublar

Mis eritish zavodlarida hosil bo‘ladigan texnogen chiqindilar — mis shlaklari (copper slag) — nafaqat qimmatbaho metallar manbai, balki jiddiy ekologik muammo sifatida ham e‘tiborga olinishi kerak. Har yili mis ishlab chiqarish korxonalarida millionlab tonnalar miqdorida shlak chiqindilari to‘planadi, bu esa katta maydonlarning band bo‘lishiga va atrof-muhitning og‘ir metallar bilan ifloslanish xavfi ortishiga olib keladi [4, 5].

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Shu bilan birga, mis shlaklari qurilish materiallari ishlab chiqarishda ikkilamchi xomashyo sifatida ham katta salohiyatga ega. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, mis shlaklaridan beton va geopolimer materiallar ishlab chiqarishda tabiiy qum o‘rnini bosuvchi komponent sifatida samarali foydalanish mumkin. Bu esa texnogen chiqindilarni aylanma iqtisodiyotga jalb qilish va tabiiy resurslarni tejash imkonini beradi.

Olmaliq kon-metallurgiya kombinati mis eritish zavodida konvertorlash jarayonida texnologik gazlarni elektrfiltrda tozalash natijasida qo‘rg‘oshin-vismutli shlamlar to‘planadi. Ushbu shlamlarni qayta ishlashning turli usullari mavjud bo‘lib, ularni tanlash shlamning xususiyatlariga va tarkibidagi qimmatbaho komponentlar miqdoriga bog‘liq [6, 7] .

Magnit separatsiya va kislotali eritish usullarining kombinatsiyasi mis toshqollaridan rangli va qimmatbaho metallarni yuqori darajada ajratib olish imkonini beradi. Biroq, har bir aniq texnogen chiqindi turi uchun optimal texnologik parametrlarni (maydalash darajasi, reagentlar konsentratsiyasi, harorat rejimi, jarayon davomiyligi) individual tanlash zarur [9].

Olmaliq kon-metallurgiya kombinati mis ishlab chiqarishi xomashyodan kompleks foydalanishning yuqori sur’atlarini saqlab qolish uchun barcha shart-sharoitlarga ega. Yaqin 10-20 yil ichida shartli mis (mis + yo‘ldosh komponentlar) ajratib olishning oshishi hozirgi vaqtgacha erishilgan darajadan yiliga taxminan 1 % ni tashkil qilishi prognoz qilinmoqda.

Balansdan tashqari rudalarni jalb qilishning afzalliklari – “Qalmoqir” konining loyihaviy konturida joylashgan balansdan tashqari rudalarni qayta ishlashga jalb qilish, birinchidan, ag‘darmalarga to‘planadigan kon massasi hajmini kamaytiradi, ikkinchidan, balans rudalarini qazib olish texnologiyasini sezilarli darajada yaxshilash va soddalashtirish hisobiga xarajatlarni kamaytiradi. Balansli va balansdan tashqari rudalarni birgalikda qazib olish ko‘p hollarda ruda tanalarini selektiv qazib olishdan yalpi qazib olishga o‘tish imkonini beradi. Bu esa ishlar frontini uzaytirish, pog‘ona balandligini oshirish, qazib olishda metall yo‘qotishlarni kamaytirish, kuchliroq texnikani qo‘llash kabi tadbirlarni amalga oshirish imkonini beradi.

Mis boyitish fabrikasi chiqindilarini ratsional tahlil qilishning to‘liqligi uchun faqat elak tahlili va granulometrik tahlilni bajarish qoldi. Tahlil uchun materialning yirikligi -2 mm ni tashkil etdi. Tahlilni bajarishda har bir sinfda umumiy va oksidlangan misning miqdori, shuningdek turli yiriklik sinflaridagi oltin va kumushning miqdori aniqlandi. Turli yiriklikdagi material namunalarining granulometrik tarkibi 1-jadvalda keltirilgan. 1-rasmda oltin va misning yiriklik sinflari bo‘yicha taqsimlanishi bilan namunaning granulometrik tavsifi keltirilgan [5].

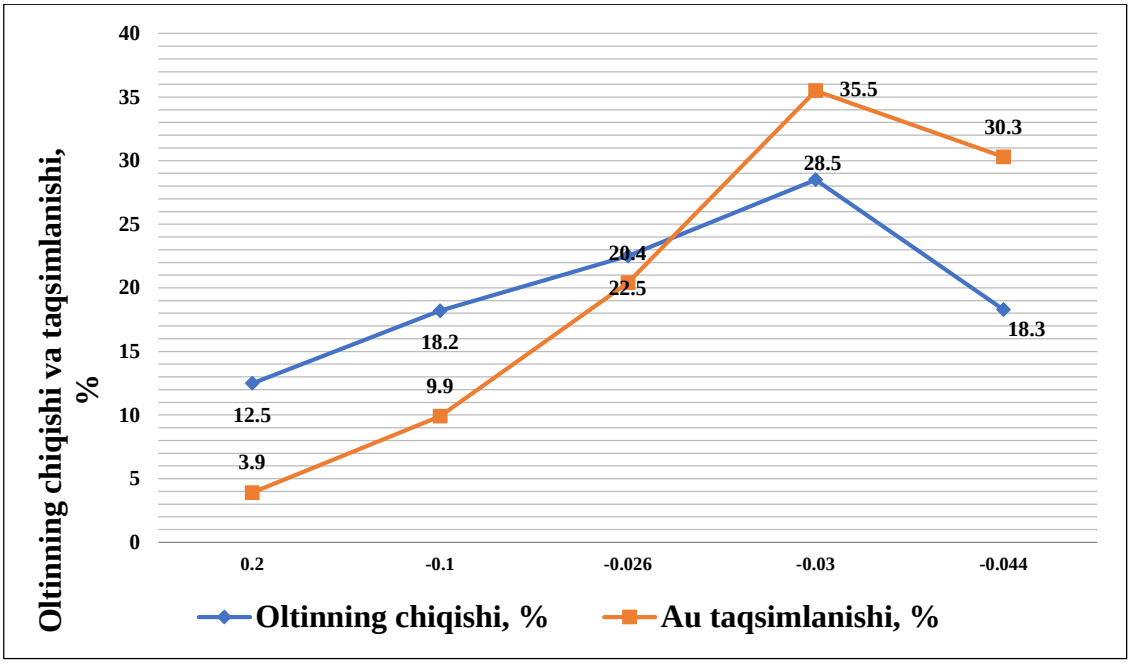
Maksimal Au, Ag va Cu miqdori va chiqishi -0,074+0,044 mm sinfida kuzatiladi. Bu markazdan qochma gravitatsion konsentratorlarda gravitatsion boyitish uchun optimal yiriklikni ko‘rsatadi. Mayin sinf (-0,044 mm) ham sezilarli miqdordagi oltinni (30,3 % chiqish) o‘z ichiga oladi, bu Knelson apparatida uni ushlash uchun fluidizatsiya rejimini sinchkovlik bilan sozlashni talab qiladi.

1-jadval. 2-MBF dastlabki chiqindilarida metallarning yiriklik sinflari bo‘yicha taqsimlanishi

Yiriklik sinfi, mm	**Chiqish, %**	**Cu miqdori, %**	**Au miqdori, g/t**	**Ag miqdori, g/t**	**Cu chiqishi, %**	**Au chiqishi, %**	**Ag chiqishi, %**
+0,2	12,5	0,35	0,12	0,8	6,8	3,9	5,2
-0,2+0,1	18,2	0,55	0,21	1,2	15,6	9,9	11,3
-0,1+0,074	22,5	0,70	0,35	2,1	24,5	20,4	24,5
-0,074+0,044	28,5	0,82	0,48	2,8	36,4	35,5	41,3
-0,044	18,3	0,58	0,62	1,9	16,7	30,3	17,7
Dastlabki chiqindi	**100,0**	**0,71**	**0,39**	**2,2**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

1-rasmda 2-MBF chiqindilarining dastlabki namunasi elak tahlili natijalari keltirilgan. Granulometrik tavsif tahlili shuni ko‘rsatadiki, materialning asosiy massasi (81,7 %) 0,1 mm dan kichik sinfda to‘plangan, bunda eng katta chiqish (28,5 %) -0,074+0,044 mm sinfiga to‘g‘ri keladi.



1-rasm. 2-MBF dastlabki chiqindilarining granulometrik tavsifi va oltinning yiriklik sinflari bo‘yicha taqsimlanishi.

Oltinning taqsimlanish egri chizig‘ining tahlili shundan dalolat beradiki yirik sinflarda (+0,2 mm va -0,2+0,1 mm) oltin miqdori minimal (0,12–0,21 g/t) va chiqish 13,8 % dan oshmaydi. Maksimal oltin chiqishi -0,074+0,044 mm sinfida kuzatiladi, bunda 0,48 g/t miqdorda oltinning 35,5 % to‘plangan.

Mayin sinf (-0,044 mm) ham sezilarli miqdordagi oltinni (0,62 g/t miqdorda 30,3% chiqish) o‘z ichiga oladi, bu mayda dispersli erkin oltin va sulfidli minerallar bilan birikishlar mavjudligi bilan izohlanadi [10].

Mayda mis sulfidlari (xalkopirit, bornit) va temir oksidlari tarkibida saqlangan holda uchraydi. Aynan oksidlangan mis, birlamchi flotatsiyada ajratib olinmagan holda, gravitatsion konsentratga o‘tadi, bu esa keyingi gidrometallurgik qayta ishlashni talab qiladi.

Suvning yo‘naltirilgan oqimlari butun texnologik sikl davomida materialni sentrifuganing devor qatlamida ushlab turadi, bu esa yuqori zichlikdagi zarrachalarning tub qatlamiga migratsiyasiga va ularning yengil fraksiyalarga nisbatan ustunlik bilan ushlanishiga yordam beradi. Fluidizatsion suv bosimini rostlash qatlamning yumshalish darajasini, konsentratning hajmiy zichligini va uning g‘ovakligini nazorat qilish imkonini beradi, bu esa o‘z navbatida minerallarni ajratishning chegaraviy zichligini belgilaydi.

Gravitatsion maydonning yuqori keskinligi 10 mkm dan kichik o‘lchamdagi mayda dispersli zarrachalarni samarali ajratib olishni ta‘minlaydi, konsentrat qatlamining yetarli chuqurligi yirikroq zarrachalarni ushlash imkonini beradi.

Natijalar va muhokama

Tadqiqotlar Knelson Research tomonidan ishlab chiqilgan metodika (GRG-test) bo‘yicha o‘tkazildi, u ketma-ket yanchish va boyitishning 2 bosqichini o‘z ichiga oladi. Maqsad — gravitatsion konsentratga oltinni imkon qadar yuqori darajada ajratib olishni (Gravity Recoverable Gold, GRG) aniqlash hisoblanadi.

Dastlabki tajribalar natijalari (2-jadval) 2-MBF chiqindilari uchun markazdan qochma ajratishning yuqori samaradorligi xarakterli ekanligini ko‘rsatdi. Oltin va kumushning sezilarli

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

massasi mayda sinflarda (44 mkm dan kichik) to‘planganligi aniqlandi, bu ularni ajratib olish uchun intensiv gravitatsion maydonni qo‘llash zaruriyatini keltirib chiqaradi. Bunda misning gravitatsion konsentratga chiqishi nisbatan pastligicha qolmoqda, bu misning asosan qimmatbaho metallarga nisbatan kichikroq effektiv zichlikka ega bo‘lgan sulfidli va oksidlangan shakllarda yoki yengil fraksiya bilan assotsiatsiyalangan holda bo‘lishi bilan izohlanadi.

2-jadval. 2-MBF chiqindilarini Knelson markazdan qochma konsentratorida gravitatsion boyitish natijalari

Bosqich	**Maydalanganlik yirikligi (D80, mkm)**	**Birlashtirilgan konsentrat chiqishi, %**	**Konsentratdagi Au miqdori, g/t**	**Konsentrat-dagi Au chiqishi, %**	**Chiqindilar-dagi Au miqdori, g/t**
1	850	0,46	19,08	12,2	0,34
2	71	0,35	60,00	29,4	0,28
3	71 (qayta yanchish)	0,47	29,78	19,7	0,24
4	71 (qayta yanchish)	0,32	19,52	8,9	0,21
Jami	**71 (75-80 %)**	**1,60**	**27,32**	**70,2**	**0,21**

Olingan ma’lumotlar markazdan qochma konsentratsiyalash mahsulot chiqishi nisbatan past bo‘lgan sharoitda qimmatbaho metallarni gravitatsion konsentratga samarali ajratib olish imkonini berishidan dalolat beradi. Gravitatsion boyitish chiqindilari, asosan yengil fraksiya va misning oksidlangan shakllarini o‘z ichiga olgan holda, qolgan mis va qimmatbaho metallarning qoldiq miqdorlarini ajratib olish uchun keyingi gidrometallurgik qayta ishlashga yo‘naltirilishi mumkin. Biroq oltinni markazdan qochma konsentratsiyalashning ushbu natijasi bizga nafaqat oltin, balki mis bo‘yicha ham kerakli ajratib olishni bermadi, shuning uchun tadqiqot boyitish parametrlarini o‘zgartirish bo‘yicha davom ettirildi [8, 10].

Sinovlar yuzlab namunalar ustida, 2-MBF ning har bir alohida chiqindisi uchun Knelson MD3 konsentratorlarini qo‘llagan holda o‘tkazildi. Namuna yirikligi sinfining asosiy parametrlari – 0,074 mm kamida 80 % qilib ushlab turildi; suv sarfi 3 l/min ni tashkil etdi; bunda apparatlarda aylanish chastotasi 600–800 ayl/min qilib ushlab turildi. Olingan konsentratlar va boyitish chiqindilarining tahlili SEM yordamida tekshirildi, bu esa 20–40 mkm dan yuqori o‘lchamdagi qimmatbaho metallar Knelsonda 750 ayl/min (90G) da har bir 10 kg namuna uchun 1 soat davomiylikda chiqishi 1,80 % dan 2,10 % gacha va oltin chiqishi 52,4 % dan 58,44 % gacha o‘zgarib, og‘ir fraksiyalarda yaxshi konsentratsiyalanishi haqida xulosalar berdi. Qattiq mahsulotda oltin va kumush miqdorlari probirli tahlil orqali, mis miqdorlari kimyoviy usulda, S miqdori Leco qurilmasida aniqlandi.

Tajriba natijalari 3-jadvalda keltirilgan bo‘lib, Knelsonda bir bosqichli konsentratsiyalashda amalga oshirilgan, olingan chiqindilar qimmatbaho metallar miqdori bo‘yicha o‘rganilgan, shuningdek olingan konsentrat fazasiga metallarning o‘tish darajasini aniqlash uchun qimmatbaho komponentlar miqdori aniqlangan.

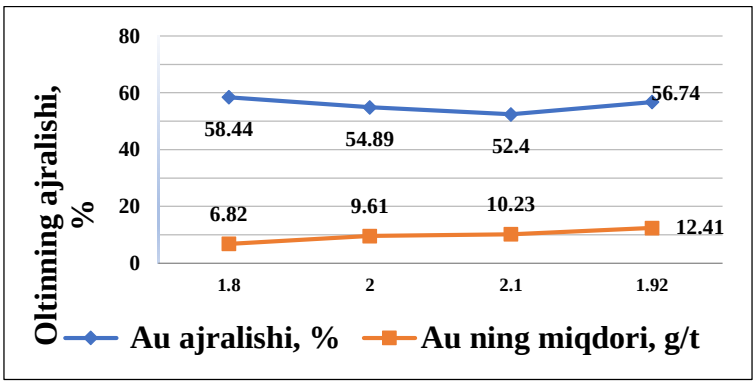
Mis toshqollari flotatsiyasi chiqindilarini gravitatsion boyitishdan so‘ng quyidagi tarkibli qimmatbaho metallarga boy gravitatsion boyitma hosil bo‘ladi: oltin bo‘yicha o‘rtacha 6,82–12,41 g/t, kumush bo‘yicha 7,69–33,07 g/t, mis bo‘yicha 1,00–7,12 %. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, konsentratlardagi oltin va kumush miqdori turlicha, shuningdek mis, oltin va kumushning chiqishi ham bir-biridan farq qiladi. Bu metallarning dastlabki miqdori va mahsulot chiqishiga bog‘liq.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

3-jadval. Mis flotatsiyasi boyitish chiqindilarini (MOF-2) markazdan qochma boyitish natijalari

Ko‘rsatkich	Miqdori, gr	Chiqishi, %	Miqdori, %				Ajratib olish darajasi, %			
			Au, g/t	Ag, g/t	Cu	Ss	Au	Ag	Cu	Ss
1-namuna gravitatsion boyitish natijalari										
Boyitma	**180**	**1,80**	**6,82**	**32,91**	**1,03**	**1,50**	**58,44**	**28,24**	**7,74**	**3,37**
Chiqindilar	9820	98,20	0,16	0,56	0,23	0,79	41,56	71,76	92,26	96,63
Dastlabki max. (2-MBF chiq.)	10000	100	0,21	1,31	0,24	0,80	100	100	100	100
2-namuna gravitatsion boyitish natijalari										
Konsentrat	**200**	**2,00**	**9,61**	**33,07**	**5,36**	**1,26**	**54,89**	**27,56**	**10,4**	**5,24**
Chiqindilar	9800	98	0,16	1,77	0,94	0,46	45,11	72,44	89,6	94,76
Dastlabki max. (2-MBF chiq.)	10000	100	0,35	2,4	1,03	0,48	100	100	100	100
3-namuna gravitatsion boyitish natijalari										
Konsentrat	**210**	**2,1**	**10,23**	**7,69**	**1,00**	**4,34**	**52,4**	**19,89**	**8,78**	**7,12**
Chiqindilar	9790	97,9	0,20	1,51	0,22	1,21	47,6	80,11	91,22	92,88
Dastlabki max. (2-MBF chiq.)	10000	100	0,41	1,84	0,24	0,47	100	100	100	100
4-namuna gravitatsion boyitish natijalari										
Konsentrat	**192**	**1,92**	**12,41**	**31,00**	**7,12**	**0,69**	**56,74**	**25,33**	**9,17**	**8,89**
Chiqindilar	9808	98,08	0,19	1,79	1,38	0,14	43,26	74,67	90,83	91,11
Dastlabki max. (2-MBF chiq.)	10000	100	0,42	2,35	1,49	0,15	100	100	100	100

2-rasmdagi bog‘liqlik tahlili 2-MBF chiqindilarining moddiy tarkibiga qarab boyitish ko‘rsatkichlarida sezilarli farqlar mavjudligini aniqlash imkonini beradi. 1- va 3-namuna chiqindilari uchun gravitatsion konsentratga oltin chiqishi 58,44–52,4 % ni; kumush chiqishi – 28,24–19,84 % ni; mis chiqishi – 7,74–8,78 % ni tashkil etadi. 4-namuna chiqindilari uchun boshqacha manzara kuzatiladi: oltin chiqishi maksimal qiymatlarga — konsentratda 14,41 g/t miqdorida 56,74 % ga yetadi, kumush va misning chiqishi pastligicha qoladi (25 % dan kam), bu biz tanlagan parametrlarning markazdan qochma maydonida samarali ushlash uchun yetarli zichlikka ega bo‘lmagan ushbu metallarning oksidlangan shakllarining ustunligi bilan izohlanadi. Kumush va misning sezilarli qismi gravitatsiya chiqindilarida qoladi [10].



2-rasm. 2-MBF chiqindilarini gravitatsiya bilan boyitishda mahsulot chiqishining oltin chiqishi darajasiga bog‘liqligi.

ISSN 2181-4732
E-ISSN 2181-4015

Xulosa

Olingan natijalar 2-MBF chiqindilaridan oltinni samarali ajratib olish uchun oltin saqlovchi minerallarning maksimal ochilishini ta’minlaydigan yanchilganlik yirikligini ta’minlash zarur degan xulosaga kelish imkonini beradi. Markazdan qochma gravitatsion konsentratorlarda gravitatsion boyitish uchun optimal yiriklik -0,074 mm sinfining 80–85 % ini tashkil etadi, bu oltinning maksimal boyitmaga o‘tish sinfiga mos keladi.

Biz chiqargan xulosalar ham shuni ko‘rsatadiki, GRG testini o‘rganishda bir bosqichli markazdan qochma boyitish 2-MBF chiqindilaridan qimmatbaho komponentlarni Knelson konsentratorining suv sarfi va rotor aylanishlarining tanlangan parametrlari bilan to‘liq ajratib olish uchun yetarli emas, bu esa keyingi tadqiqotlarda parametrlarni o‘zgartirgan holda o‘rganishni talab qiladi.

Adabiyotlar

[1]. O.N. Boltayev. Mis ishlab chiqarishdagi texnologik eritmalardan qimmatli komponentlarni kompleks ajratib olish texnologiyasi. Dissertatsiya. Olmaliq 2022, 95-b.

[2]. Behzod I. Tolibov , Madat S. Akhmedov , Rustam A. Hamidov , Talant T. Sirojov. “Research and Development of Technology for the Extraction Copper, Iron and Other Precious Metals from Copper Slag” (2022) Journal of Pharmaceutical Negative Results, pp. 2498–2504. doi:10.47750/pnr.2022.13.S08.313.

[3]. Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., 2012. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. World Bank, Washington, DC.

[4]. Zhang Y., Yang Y., Guo D., Xu H. Synergistic environmental benefits from copper slag recycling in China: Pollutant mitigation and carbon reduction // Journal of Environmental Management. – 2024. – Vol. 370. – Art. 122421. – DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.122421.

[5]. Liang Z.A., Wang Q.K., Tang L.F., et al. Recover of Cu from copper oxide ore using magnetic separation-leaching process and magnetism study of copper-containing minerals // Minerals Engineering. – 2024. – Vol. 218. – Art. 109006. – DOI: 10.1016/j.mineng.2024.109006.

[6]. Guo Z.Q., Zhu D.Q., Pan J., et al. Mechanism of mineral phase reconstruction for improving the beneficiation of copper and iron from copper slag // JOM. – 2016. – Vol. 68, No. 9. – P. 2341–2348. – DOI: 10.1007/s11837-016-2019-1.

[7]. Lin R., et al. Comprehensive utilization of copper smelting tailings technology development status and prospects // Nonferrous Metals (Mining Section). – 2024. – Vol. 76, No. 4. – P. 7–11. – DOI: 10.3969/j.issn.1671-4172.2024.04.002.

[8]. Sukla, L., Panda, S., Jena, P., 1986. Recoveryof cobalt, nickel and copper from converter slag through roasting with ammonium sulphate and sulphuric acid. Hydrometallurgy volume 16, Issue (2), pp 153–165. https://doi.org/10.1016/0304-386X(86)90040-X.

[9]. Jadhav, U.U. and Hocheng, H., 2012. A review of recovery of metals from industrial waste. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 54 (2), pp.159-167.

[10]. A.I. Abdirazakov Texnogen xomashyodan rangli va nodir metallarni boyitishning maqbul texnologik rejimini ishlab chiqish // Qarshi davlat texnika universiteti. – 2026. –Б. 50-65; 85-89; 117.