OKMK MIS BOYITISH FABRIKASIDA MAYDALASH JARAYONINING METALL YO‘QOTISHLARIGA TA’SIRINI BAHOLASH

Narzullayeva Shaxnoza Raxmatilla qizi
Email: shahnozanarzullayeva2@gmail.com
Tel: +998935823417
https://doi.org/10.5281/zenodo.23245453

Annotatsiya. Mazkur maqolada Olmaliq kon-metallurgiya kombinati (OKMK) mis boyitish fabrikalarida rudani maydalash jarayonining keyingi boyitish bosqichlaridagi metall yo‘qotishlariga ta’siri ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Maydalash bosqichi foydali mineral zarrachalarini ochish, ularning granulometrik tarkibini shakllantirish va keyingi yanchish hamda flotatsiya jarayonlarining samaradorligini belgilovchi muhim texnologik operatsiya hisoblanadi. Maydalashning yetarli darajada olib borilmasligi foydali mineralning jins bilan o‘zaro bog’langan holda qolishiga, ortiqcha maydalash esa shlam hosil bo‘lishi va metallning flotatsion chiqindilarga o‘tish ehtimolining ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Tadqiqotda maydalash mahsulotining granulometrik tarkibi, foydali mineralning ochilish darajasi, maydalagichning ish rejimi, namlik, ruda qattiqligi va qayta aylanish yuklamasining metall yo‘qotishlariga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, metall balansini nazorat qilish, texnologik parametrlarni optimallashtirish va raqamli monitoring asosida yo‘qotishlarni kamaytirish bo‘yicha takliflar ishlab chiqilgan.
Kalit so‘zlar: OKMK, mis rudasi, maydalash, yanchish, flotatsiya, metall yo‘qotishlari, granulometrik tarkib, mineralning ochilishi, mis, boyitish samaradorligi.

Аннотация. В данной статье научно анализируется влияние процесса дробления руды на потери металла на последующих стадиях обогащения на медеобогатительных комбинатах Алмалыкского горно-металлургического комбината (ОКМК). Стадия дробления является важной технологической операцией, определяющей раскрытие полезных минеральных частиц, формирование их гранулометрического состава и эффективность последующих процессов дробления и флотации. Недостаточное дробление может привести к образованию шлама и увеличению вероятности попадания металла в отходы флотации. В исследовании рассматривалось влияние гранулометрического состава продукта дробления, степени раскрытия полезного минерала, режима работы дробилки, влажности, твердости руды и нагрузки на переработку на потери металла. Также были разработаны предложения по снижению потерь на основе контроля металлического баланса, оптимизации технологических параметров и цифрового мониторинга.
Ключевые слова: ОКМК, медная руда, дробление, флотация, потери металла, гранулометрический состав, раскрытие минерала, медь, эффективность обогащения.

Abstract. This article presents a scientific analysis of the impact of the ore crushing process on metal losses during subsequent beneficiation stages at the copper concentrators of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (AMMC). The crushing stage is a crucial

technological operation that determines the liberation of valuable mineral particles, the formation of their particle size distribution, and the efficiency of subsequent grinding and flotation processes. Inadequate crushing can result in valuable minerals remaining locked within the gangue, while excessive crushing may lead to slime formation and an increased likelihood of metal loss into flotation tailings. The study examines the influence of the crushed product's particle size distribution, the degree of mineral liberation, crusher operating modes, moisture content, ore hardness, and circulating load on metal losses. Additionally, proposals have been developed to minimize losses through metal balance control, the optimization of technological parameters, and digital monitoring.

Key words: AMMC, copper ore, crushing, grinding, flotation, metal losses, particle size distribution, mineral liberation, copper, beneficiation efficiency.

Kirish. Mis rudalarini boyitish texnologik jarayonida maydalash bosqichi muhim tayyorlov operatsiyalaridan biri hisoblanadi. Mazkur bosqichning asosiy vazifasi kon massasidan olinadigan rudani keyingi yanchish va flotatsiya jarayonlari uchun zarur bo‘lgan granulometrik holatga keltirish hamda foydali mineral zarrachalarining ochilishiga sharoit yaratishdan iborat. OKMK tarkibidagi mis boyitish korxonalarida mis-molibden rudalarini qayta ishlash amalga oshiriladi. Xususan, 2-mis boyitish fabrikasining asosiy faoliyati Sari-Cho‘qqi konining mis-molibden rudalarini qayta ishlash bilan bog’liq bo‘lib, fabrikada maydalash/yanchish va flotatsiya bilan bog’liq texnologik bo‘limlar faoliyat yuritadi. OKMKning Yoshlik-I konini o‘zlashtirish doirasida qurilayotgan 3-mis boyitish fabrikasida ham maydalash, yanchish va flotatsiya texnologiyalari asosiy texnologik zanjirning tarkibiy qismi sifatida belgilangan. Ochiq ma’lumotlarga ko‘ra, yangi fabrikada bosqichli maydalash, HPGR orqali mayda maydalash, sharli tegirmonlarda yanchish va flotatsiya kabi texnologik yechimlar ko‘zda tutilgan.

Maydalash jarayonining samaradorligi metallni yakuniy konsentratga ajratib olish ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir qiladi. Chunki rudani haddan tashqari yirik holda keyingi bosqichga uzatish foydali mineral zarrachalarining yetarli darajada ochilmasligiga olib keladi. Aksincha, ortiqcha maydalash juda mayda fraksiyalar va shlamlarning ko‘payishiga sabab bo‘lib, flotatsiya jarayonida foydali mineralning chiqindiga o‘tishini kuchaytirishi mumkin. Shu sababli maydalash jarayonining optimal parametrlarini aniqlash va ularning metall yo‘qotishlariga ta’sirini baholash mis boyitish fabrikalarining iqtisodiy samaradorligini oshirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Tadqiqotning asosiy maqsadi OKMK mis boyitish fabrikalarida maydalash jarayonining metall yo‘qotishlariga ta’sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash hamda maydalash rejimini optimallashtirish orqali foydali metallni konsentratga ajratib olish darajasini oshirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: maydalash jarayonining texnologik mohiyatini o‘rganish, maydalash mahsulotining granulometrik tarkibini baholash, foydali mineralning ochilish darajasini aniqlash, maydalash parametrlarining metall yo‘qotishlariga ta’sirini tahlil qilish, metall balansini shakllantirish, maydalash va yanchish rejimlarini optimallashtirish bo‘yicha takliflar ishlab chiqish, metall yo‘qotishlarini kamaytirishda zamonaviy monitoring texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlarini baholash.

Adabiyotlar tahlili. Rudalarni maydalash va yanchish jarayonlari foydali qazilmalarni boyitish texnologiyasining asosiy tayyorlov bosqichlaridan biri bo‘lib, ularning samaradorligi keyingi flotatsiya jarayonida foydali komponentlarni ajratib olish darajasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Mineral xomashyoni qayta ishlash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarda maydalashning asosiy vazifasi rudani ma’lum granulometrik tarkibga keltirish bilan birga, foydali mineral zarrachalarini bo‘sh jinsdan yetarli darajada ajratish, ya’ni mineralning ochilish darajasini oshirishdan iborat ekanligi ta’kidlanadi [1]. B.A. Wills va J. Finch tomonidan mineral xomashyoni qayta ishlash texnologiyalariga bag’ishlangan tadqiqotlarda maydalash jarayoni butun boyitish sxemasining energiya sarfi va texnologik samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatuvchi bosqich sifatida baholanadi [1]. Mualliflar maydalash mahsulotining granulometrik tarkibi keyingi yanchish va flotatsiya jarayonlarining samaradorligini belgilashini qayd etadi. Shu sababli maydalash jarayonida mahsulotning ortiqcha maydalanishi yoki yetarli darajada maydalanmasligi texnologik yo‘qotishlarning oshishiga olib kelishi mumkin. A. Gupta va D.S. Yan tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda maydalash va yanchish sxemalarini loyihalashda ruda xususiyatlari, maydalash darajasi, tegirmon unumdorligi va energiya sarfi o‘rtasidagi bog’liqliklar tahlil qilingan [2]. Tadqiqotchilarning fikricha, optimal granulometrik tarkibni shakllantirish foydali komponentlarning keyingi bosqichlarda samarali ajratib olinishining muhim shartidir. Ayniqsa, mis kabi rangli metallarni boyitishda mineralning ochilish darajasi va zarracha o‘lchami o‘rtasidagi nisbat alohida ahamiyatga ega. T.J. Napier-Munn va hammualliflar maydalash-yanchish konturlarini optimallashtirishga bag’ishlangan tadqiqotlarida yopiq siklli maydalash tizimlarida mahsulot yirikligi, qayta aylanish yuklamasi va tegirmon unumdorligi o‘rtasidagi bog’liqlikni ko‘rsatgan [3]. Ularning tadqiqotlari shuni ko‘rsatadiki, maydalash jaraynining samaradorligini faqat maydalagichning ishlab chiqarish quvvati bilan baholash yetarli emas. Yakuniy mahsulotning granulometrik tarkibi va foydali mineralning ochilish darajasi ham asosiy texnologik mezonlar sifatida qaralishi kerak.

Mis rudalarini boyitish bo‘yicha zamonaviy tadqiqotlarda ham maydalash va yanchish parametrlarini optimallashtirish masalasiga katta e’tibor qaratilmoqda. Mis minerallarining ruda tarkibida tarqalish shakli, mineralogik tarkib va bog’lanish xususiyatlari optimal maydalash o‘lchamini aniqlashda muhim omillar hisoblanadi. Maydalash darajasi yetarli bo‘lmagan hollarda mis minerallari bo‘sh jins bilan bog’langan holda qoladi va flotatsiya jarayonida to‘liq ajralmaydi. Aksincha, juda mayda fraksiyalarning ortishi reagentlarning sarfi va flotatsion jarayonning selektivligiga salbiy ta’sir qilishi mumkin. OKMK mis boyitish fabrikalarining texnologik faoliyatiga oid ochiq ma’lumotlarda mis-molibden rudalarini qayta ishlash jarayonida maydalash, yanchish va flotatsiya bosqichlarining o‘zaro uzviy bog’liqligi ko‘rsatilgan. Xususan, OKMKning 2-mis boyitish fabrikasi mis-molibden rudalarini qayta ishlashga ixtisoslashgan bo‘lib, uning texnologik sxemasida rudani tayyorlash va boyitish jarayonlari amalga oshiriladi [6].

OKMKning yangi 3-mis boyitish fabrikasi loyihasida esa zamonaviy maydalash va yanchish texnologiyalaridan foydalanish ko‘zda tutilgan. Ochiq ma’lumotlarga ko‘ra, texnologik sxemada bosqichli maydalash, yuqori bosimli valikli maydalash (HPGR), sharli tegirmonlarda yanchish va keyingi flotatsiya jarayonlari nazarda tutilgan [7]. Bu texnologik yechimlar maydalash samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va keyingi boyitish bosqichlari uchun optimal mahsulot olishga yo‘naltirilgan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, maydalash jarayonining samaradorligi uchta asosiy ko‘rsatkichning o‘zaro uyg’unligiga bog’liq: mahsulotning granulometrik tarkibi, foydali mineralning ochilish darajasi va energiya sarfi. Mazkur ko‘rsatkichlarning optimal nisbatini ta’minlash keyingi flotatsiya jarayonida metallning konsentratga ajralish darajasini oshirishga xizmat qiladi. Biroq mavjud tadqiqotlarning aksariyatida maydalash jarayoni umumiy mineral boyitish texnologiyasi doirasida ko‘rib chiqilgan bo‘lib, aynan OKMK mis boyitish fabrikalari sharoitida maydalash parametrlarining metall yo‘qotishlariga ta’sirini kompleks baholash masalasi yetarlicha yoritilmagan. Ayniqsa, ruda mineralogiyasi, maydalash mahsulotining granulometrik tarkibi, mineralning ochilish darajasi va chiqindidagi mis miqdori o‘rtasidagi bog’liqlikni ishlab chiqarish sharoitida aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Shu sababli mazkur tadqiqotda maydalash jarayonini faqat mexanik tayyorlash bosqichi sifatida emas, balki metall balansini shakllantiruvchi va yakuniy boyitish samaradorligiga ta’sir qiluvchi strategik texnologik bosqich sifatida baholash maqsadga muvofiqdir. Bunday yondashuv maydalash rejimini optimallashtirish orqali misning chiqindiga o‘tishini kamaytirish va umumiy metall ajratib olish ko‘rsatkichini oshirish imkoniyatlarini aniqlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Tadqiqot natijalari mis rudalarini boyitish jarayonida maydalash bosqichining texnologik samaradorligi keyingi yanchish va flotatsiya jarayonlaridagi metall ajratib olish ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Maydalash jarayonining asosiy vazifasi rudani ma’lum o‘lchamgacha maydalash bilan cheklanmay, mis minerallarining bo‘sh jinsdan yetarli darajada ochilishini ta’minlashdan iborat. Shu sababli maydalash parametrlarini baholashda mahsulotning granulometrik tarkibi, mineralning ochilish darajasi va chiqindidagi metall miqdorini birgalikda tahlil qilish muhimdir.

OKMK mis boyitish fabrikasi sharoitida maydalash jarayonining metall yo‘qotishlariga ta’sirini baholash uchun quyidagi texnologik zanjir asos qilib olindi:

ruda → maydalash → yanchish → mineralning ochilishi → flotatsiya → konsentrat + chiqindi.

Mazkur zanjirda maydalash bosqichida shakllangan granulometrik tarkib keyingi jarayonlarning texnologik rejimiga bevosita ta’sir qiladi.

Maydalash mahsulotining granulometrik tarkibi. Tadqiqotning muhim natijalaridan biri shundan iboratki, maydalash mahsulotining granulometrik tarkibi metall yo‘qotishlarini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Juda yirik fraksiyalar tarkibida mis minerallari bo‘sh jins bilan bog’langan holda qolishi mumkin. Bunday zarrachalar keyingi flotatsiya jarayonida yetarli darajada ajralmay, chiqindi tarkibiga o‘tishi ehtimoli ortadi. Aksincha, mahsulotning haddan tashqari maydalanishi natijasida shlam fraksiyasi ulushi oshadi. Mayda zarrachalarning ko‘payishi flotatsiya jarayonining selektivligiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, foydali mineralning bir qismini chiqindiga olib ketishi mumkin.Shu sababli maydalash jarayonida asosiy maqsad maksimal maydalanishga erishish emas, balki mis minerallarining optimal ochilishini ta’minlaydigan granulometrik tarkibni shakllantirishdan iborat.

Mineralning ochilish darajasi va metall yo‘qotishlari. Mis minerallarining ochilish darajasi maydalash jarayonining samaradorligini baholashda muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Mineral zarrachalarining bir qismi bo‘sh jins bilan birikkan holda qolsa, flotatsiya jarayonida ularning selektiv ajralishi qiyinlashadi.

Shartli ravishda mineralning ochilish darajasini quyidagi ifoda bilan baholash mumkin:

$K_o = M_o / M_u \times 100\%$

bu yerda:

K_o – mineralning ochilish darajasi;

M_o – ochilgan foydali mineral miqdori;

M_u – umumiy foydali mineral miqdori.

Ochilish darajasining oshishi, ma'lum optimal chegaragacha, flotatsiya samaradorligining yaxshilanishiga olib keladi. Biroq ushbu ko‘rsatkichni cheksiz oshirish maqsadga muvofiq emas, chunki ortiqcha maydalash energiya sarfini oshiradi va shlam hosil bo‘lishini kuchaytiradi. Demak, maydalash jarayonida mineralning ochilish darajasi va zarracha o‘lchami o‘rtasidagi optimal nisbatni aniqlash zarur.

Metall balansini baholash. Tadqiqotda metall yo‘qotishlarini baholash uchun material balansidan foydalanish taklif qilindi. Umumiy metall balansi quyidagicha ifodalanadi:

$F\alpha = C\beta + T\theta$

bu yerda:

F – dastlabki ruda massasi;

α – dastlabki rudadagi mis miqdori;

C – konsentrat massasi;

β – konsentratdagi mis miqdori;

T – chiqindi massasi;

θ – chiqindidagi mis miqdori.

Mazkur tenglama asosida maydalash va keyingi boyitish jarayonlaridan so‘ng misning mahsulotlar bo‘yicha taqsimlanishini aniqlash mumkin.

Masalan, namunaviy hisob-kitob sifatida 1000 tonna ruda tarkibida 0,50% mis mavjud deb qabul qilinsa, dastlabki metall miqdori:

$M = 1000 \times 0{,}005 = 5$ t Cu.

Agar texnologik jarayon natijasida metallning 8% qismi chiqindiga o‘tsa:

$M_\gamma = 5 \times 0{,}08 = 0{,}40$ t Cu.

Agar maydalash va yanchish rejimlarini optimallashtirish natijasida umumiy metall yo‘qotilishi 6% gacha kamaytirilsa:

$M_\gamma = 5 \times 0{,}06 = 0{,}30$ t Cu.

Bunda shartli ravishda:

$\Delta M = 0{,}40 - 0{,}30 = 0{,}10$ t Cu

miqdorida metallni saqlab qolish imkoniyati yuzaga keladi.

Ushbu hisob-kitob maydalash jarayonini optimallashtirishning iqtisodiy jihatdan ham muhimligini ko‘rsatadi. Mazkur raqamlar metodik misol bo‘lib, OKMKning real ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari sifatida qabul qilinmasligi kerak.

Maydalash rejimining metall yo‘qotishlariga ta’siri. Tadqiqot natijalari asosida maydalash rejimining metall yo‘qotishlariga ta’sirini uchta asosiy holatga ajratish mumkin.

Maydalash holati	**Mineralning holati**	**Metall yo‘qotishiga ta’siri**
Yetarli emas	Mineralning bir qismi ochilmagan	Chiqindiga metall o‘tishi ortadi
Optimal	Mineral yetarli darajada ochilgan	Metall ajratib olish samaradorligi yuqori
Haddan tashqari	Shlam fraksiyasi ko‘paygan	Flotatsion yo‘qotishlar ortishi mumkin

Jadvaldan ko‘rinadiki, maydalash jarayonida optimal rejimni tanlash metall yo‘qotishlarini kamaytirishning muhim shartidir. Optimal rejim ruda mineralogiyasi, foydali mineralning tarqalish xususiyati, ruda qattiqligi va keyingi flotatsiya texnologiyasiga bog’liq ravishda belgilanadi.

Ruda xususiyatlarining ta’siri. OKMK sharoitida maydalash samaradorligini baholashda ruda mineralogik va fizik-mexanik xususiyatlarini ham hisobga olish zarur. Ruda qattiqligining o‘zgarishi maydalagichning energiya sarfi va mahsulot granulometrik tarkibiga ta’sir qiladi. Ruda tarkibidagi minerallarning turli qattiqlikka ega bo‘lishi ham maydalash jarayonida zarrachalarning notekis parchalanishiga olib kelishi mumkin. Natijada bir vaqtning o‘zida yirik, optimal va juda mayda fraksiyalar shakllanadi. Shu sababli maydalash jarayonini faqat texnologik uskuna parametrlari asosida emas, balki ruda tarkibi – maydalash energiyasi – zarracha o‘lchami – mineralning ochilishi o‘zaro bog’liqligi asosida boshqarish maqsadga muvofiq.

Qayta aylanish yuklamasining ta’siri. Yopiq siklli maydalash tizimlarida qayta aylanish yuklamasi ham muhim texnologik parametr hisoblanadi. Qayta aylanuvchi material miqdorining haddan tashqari ortishi maydalagich va elaklarning yuklanishini kuchaytirishi mumkin.

Qayta aylanish yuklamasining optimal darajada ushlab turilishi:

- maydalash jarayonining barqarorligini;
- mahsulot granulometrik tarkibining bir xilligini;
- energiya sarfining maqbulligini;
- keyingi yanchish jarayonining samaradorligini

ta’minlashga yordam beradi.

Shu nuqtayi nazardan, maydalash konturida material oqimini real vaqt rejimida monitoring qilish metall yo‘qotishlarini bilvosita kamaytirishning samarali mexanizmlaridan biri hisoblanadi.

Energiya sarfi va maydalash samaradorligi. Maydalash jarayoni boyitish korxonalarida energiya sarfining katta qismini tashkil qiluvchi operatsiyalardan biridir. Shu sababli maydalashni haddan tashqari chuqurlashtirish nafaqat shlam hosil bo‘lishini ko‘paytiradi, balki energiya sarfini ham oshiradi.

Shartli ravishda maydalash samaradorligini quyidagi ko‘rsatkich bilan ifodalash mumkin:

$E_s = \Delta S / W$

bu yerda:

E_s – maydalashning energetik samaradorligi;

ΔS – zarracha o‘lchamining kamayishi yoki texnologik ochilish natijasi;

W – sarflangan energiya.

Bunday yondashuv maydalash jarayonini faqat mahsulot yirikligi bo‘yicha emas, balki energiya sarfi va metallni keyingi bosqichda ajratib olish natijasi bilan birgalikda baholash imkonini beradi.

Raqamli monitoring va jarayonni optimallashtirish. Tadqiqot natijalari maydalash jarayonini avtomatlashtirilgan monitoring qilish metall yo‘qotishlarini kamaytirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri ekanligini ko‘rsatadi. Zamonaviy sensorlar yordamida maydalagichning yuklamasi, elektr energiyasi sarfi, ruda oqimi, mahsulot yirikligi va qayta aylanish yuklamasi real vaqt rejimida kuzatilishi mumkin. Ushbu ma’lumotlarni flotatsiya va metall balansiga oid ma’lumotlar bilan integratsiya qilish orqali maydalash parametrlarining yakuniy metall ajratib olishga ta’sirini aniqlash mumkin.

Bundan tashqari, mashinaviy o‘qitish algoritmlaridan foydalanib, quyidagi bog’liqlikni modellashtirish mumkin:

Maydalash parametrlari → granulometriya → mineral ochilishi → flotatsiya ko‘rsatkichi → metall yo‘qotilishi.

Bunday model optimal texnologik rejimni oldindan aniqlash va ishlab chiqarish jarayonidagi o‘zgarishlarga tezkor javob berish imkonini yaratadi.

Muhokama. Olingan natijalar mineral boyitish texnologiyasiga oid tadqiqotlarda keltirilgan xulosalar bilan mos keladi. Xususan, maydalash mahsulotining granulometrik tarkibi va mineralning ochilish darajasi keyingi flotatsiya jarayonining samaradorligini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi [1–5]. Shu bilan birga, maydalash jarayonining metall yo‘qotishlariga ta’sirini baholashda faqat maydalash mahsulotining o‘lchamini nazorat qilish yetarli emas. Jarayonning haqiqiy samaradorligi metall balansi, mineralning ochilish darajasi, shlam fraksiyasi va flotatsion chiqindidagi mis miqdori bilan kompleks baholanishi kerak.

OKMK mis boyitish fabrikalari uchun ushbu yondashuv alohida ahamiyatga ega. Chunki ruda tarkibi va mineralogik xususiyatlarning o‘zgarishi maydalashning optimal parametrlarini ham o‘zgartirishi mumkin. Shuning uchun texnologik reglamentni doimiy parametr sifatida emas, balki ruda xususiyatlariga moslashtiriladigan boshqaruv tizimi sifatida shakllantirish maqsadga muvofiq. Umuman olganda, tadqiqot natijalari maydalash jarayonini optimallashtirish orqali metallning chiqindiga o‘tishini kamaytirish imkoniyati mavjudligini ko‘rsatadi. Buning uchun granulometrik nazorat, mineralogik tahlil, metall balansi va raqamli monitoringni yagona texnologik boshqaruv tizimiga birlashtirish zarur.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mis rudalarini boyitishda maydalash jarayoni metall yo‘qotishlarini shakllantiruvchi muhim texnologik omillardan biridir. Maydalashning yetarli darajada olib borilmasligi foydali mineralning ochilishini cheklab, uning keyingi flotatsiya jarayonida chiqindiga o‘tish ehtimolini oshiradi. Haddan tashqari maydalash esa shlamlar miqdorining ko‘payishi va flotatsion ajratish selektivligining pasayishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli maydalash jarayonining asosiy vazifasi rudani maksimal darajada maydalash emas, balki foydali mineralni optimal darajada ochuvchi va keyingi boyitish jarayonlari uchun qulay granulometrik tarkibni ta’minlovchi rejimni shakllantirishdan iborat. OKMK mis boyitish fabrikalarida maydalash samaradorligini oshirish uchun granulometrik nazorat, mineralogik tahlil, metall balansini yuritish, texnologik parametrlarni avtomatik monitoring qilish va ma’lumotlarga asoslangan optimallashtirish

mexanizmlarini birlashtirish maqsadga muvofiq. OKMKning yangi 3-mis boyitish fabrikasi texnologik sxemasida bosqichli maydalash, HPGR va zamonaviy yanchish texnologiyalarining ko‘zda tutilishi ushbu yo‘nalishning amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi. Umuman olganda, maydalash jarayonini “ruda – maydalash – mineralning ochilishi – yanchish – flotatsiya – metall balansi” yagona texnologik tizimi sifatida boshqarish metall yo‘qotishlarini kamaytirish va misni konsentratga ajratib olish darajasini oshirishning muhim sharti hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Wills B.A., Finch J. Wills’ Mineral Processing Technology: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery. – 8th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2016.
2. Gupta A., Yan D.S. Mineral Processing Design and Operations: An Introduction. – 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2016.
3. Fuerstenau M.C., Han K.N. Principles of Mineral Processing. – SME, 2003.
4. Yusupov U.S., Khasanov A.S. Research on the Processing of Cooled Solid Slags // Digital Technologies in Industry. – 2024. – Vol. 2, No. 4. – P. 65–69.
5. Khasanov A.S., Eshonkulov U.Kh. Technological Approaches to Enhancing the Efficiency of Copper, Lead, and Zinc Concentrate Production at the Khondiza Processing Plant // Digital Technologies in Industry. – 2025.
6. Mirzajonova S.B., Khatamkulov V.Kh. Integrated Technology for Processing Metals from Waste of the Copper Processing Factory of the Almalyk Mining and Metallurgical Company. – 2022.
7. “Olmaliq KMK” AJ. Copper Concentrator Plant No. 2: production and technological information.
8. “Olmaliq KMK” AJ. Copper Concentrator Plant No. 3: crushing, grinding and flotation technology.