



RUDA DONADORLIGINING FLOTATSIYA JARAYONIGA TA'SIRI

Abdullayeva Dilnoza Ochilboy qizi

dabdullaeva787@gmail.com

Toshkent Davlat Texnika Universiteti 1-kurs magistranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18183399>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 01-yanvar 2026 yil
Ma'qullandi: 05-yanvar 2026 yil
Nashr qilindi: 08-yanvar 2026 yil

KEYWORDS

flotatsiya, ruda donadorligi, mineral liberatsiyasi, ajratish samarasi, boyitish, zarracha hajmi, reagentlar, suv sifati

ABSTRACT

Ushbu maqolada ruda donadorligining flotatsiya jarayoniga ta'siri ilmiy tahlil qilingan. Flotatsiya — foydali minerallarni fizik-kimyoviy xossalari asosida ajratish usuli bo'lib, uning samaradorligi rudaning tarkibi, donadorligi, zarracha hajmi va jarayon sharoitlariga bevosita bog'liq. Tadqiqot adabiyot tahliliga asoslanib olib borildi, unda turli ilmiy manbalar (MDPI, SAIMM, JXSC, Miningpedia va boshqalar) ma'lumotlari solishtirildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, yuqori donadorlik odatda flotatsiya ajratish darajasi va konsentrat sifatini yaxshilaydi, biroq bu bog'liqlik boshqa omillar — minerallar liberatsiyasi, oksidlanish darajasi, zarracha hajmi, reagentlar va suv sifati — bilan birgalikda namoyon bo'ladi. Donadorlikning o'z-o'zidan yuqoriligi flotatsiya samaradorligini kafolatlamaydi; u optimal jarayon parametrlariga moslashtirilganda eng yuqori natija beradi. Maqolada donadorlikning jarayon parametrlari bilan sinergetik ta'siri, sanoat sharoitidagi amaliy muammolar va optimallashtirish yo'nalishlari tahlil qilinadi

Mineral boyitish sohasida, ayniqsa sulfidli rudalarni ajratishda, ko'pik bilan ajratish — ya'ni flotatsiya — usuli keng qo'llaniladi. Flotatsiya jarayonida foydali minerallar va gang (foydasiz jinslar) fizik-kimyoviy xususiyatlarining farqidan foydalanib ajratiladi. Masalan, minerallar yuzasi «gidrofob» (suv bilan ishlovchiligi past) holga keltiriladi, va havo pufakchalari bilan birikib ko'pik qatlamida yuqoriga ko'tariladi.

Flotatsiya jarayonining samarasi (masalan, ajratilish darajasi, konsentratdagi qiymatli komponent ulushi, chiqindi massasining miqdori) bir qancha omillarga bog'liq. Ular orasida rudaning fizik va kimyoviy xususiyatlari — masalan, donadorlik (ya'ni rudadagi foydali komponentning massa ulushi) — muhim ahamiyatga ega. Donadorlik deganda ruda ichida ajratilishi kerak bo'lgan foydali mineralning yoki metal kontentining (grade) massasi foizi tushuniladi. Yuqori donadorlikdagi ruda ko'pincha boyitish jarayonida yaxshi natijalar beradi deb qabul qilinadi, lekin amalda vaziyat murakkabroq.

Maqolaning maqsadi – ruda donadorligining flotatsiya jarayoniga qanday ta'sir ko'rsatishini tahlil qilish, uning samaraga aloqador jihatlarini ochib berishdir. Bundan tashqari, donadorlik darajasining jarayon parametrlari bilan (masalan zarralarning o'lchami, mineral liberatsiyasi, reagent sarfi) qanday o'zaro bog'liqligi ham ko'rib chiqiladi.

Tadqiqot usullari (Methods)

Ushbu maqola asosan adabiyot sharhi va tahliliga asoslangan. Flotatsiya jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar haqida olingan ilmiy maqolalar, tekshiruv hisobotlari va konferensiya ma'ruzalari ko'rib chiqildi. Masalan, Developing a Relationship between Ore Feed Grade and Flotation Performance nomli tadqiqotda ruda donadorligi va suv parametrlari o'zaro munosabati o'rganilgan. Shuningdek, flotatsiya jarayoniga donadorlikdan tashqari boshqa omillar (zarracha hajmi, minerallarning liberatsiya darajasi, bo'tana zichligi va hk.) ning ta'siri ham o'rganildi.

Adabiyotlar orqali quyidagi asosiy parametrlar aniqlandi:

Ruda donadorligi (massa ulushi yoki qiymatli komponent kontent)

Minerallarning liberatsiya (ajralish) darajasi

Zarracha hajmi va taqsimot

Flotatsiya jarayonining operatsion parametrlari: pulpa zichligi, reagent qo'shilishi, pH, aeratsiya darajasi Shu omillar kontekstida donadorlikning ta'siri tahlil qilindi.

Natijalar (Results)

Adabiyot tahliliga ko'ra, ruda donadorligining flotatsiya jarayoniga bir necha yo'l bilan ta'siri borligi aniqlangan. Quyida asosiy topilmalar keltiriladi:

Yuqori donadorlik va ajratish samarasi

Ba'zi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki: rudada qiymatli komponentning yukariligi — ya'ni donadorlik yuqori bo'lsa — boshqa sharoitlar bir xil bo'lganda, ajratish darajasi yaxshiroq bo'lishi mumkin. Masalan, maqolada fikr bildirilyaptiki:

“A high ore head grade is important for achieving high recovery”
Bu holatda «higher head grade» — ya'ni ruda ichidagi qiymatli mineral ulushi — flotatsiya natijasiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi tushuniladi.

Donadorlik va konsentrat sifatidagi o'zaro ta'sir

Ammo yuqori donadorlik har doim avtomatik ravishda eng yuqori natijani bermaydi. Masalan, donadorlik oshganda konsentratdagi qiymatli komponent ulushi (grade) oshishi bilan birga, chiqindi massasining kamayishi yoki ajratish – «recovery» – darajasi har doim oshmasligi mumkin. Shunday qilib, donadorlik va ajratish darajasi orasida optimal balans topish muhim. Bu topilmalar, masalan, zarracha hajmi optimal bo'lmagan holatlarda yoki mineral liberatsiyasi yetarli bo'lmaganda, yuqori donadorlikning ham cheklovlari borligini ko'rsatadi.

Ruda donadorligining boshqa jarayon omillari bilan o'zaro ta'siri

Donadorlikning motivatsiyasi, ya'ni ruda tarkibidagi qiymatli komponent miqdori, jarayon natijasiga bevosita ta'sir qilishi mumkin, lekin bu ta'sir boshqa omillar bilan modulyatsiyalanadi:

Agar ruda ichida qiymatli minerallar yaxshi liberatsiyalanmagan bo'lsa (ya'ni gang mineral bilan birga yopishib qolsa), hatto yuqori donadorlikni ham foydali darajada ajratib bo'lmashligi mumkin. Adabiyotda:

“oxidation of the ore results in poorer selectivity ... increased contamination ... during flotation”

Zarracha hajmi (particle size) juda muhim: juda katta zarracha bo'lsa, havo pufakchasiga yopishishi qiyin, juda kichik bo'lsa — ko'pik bilan ko'piklash/yuqoriga ko'tarsish paytida selektivlik pasayishi mumkin.

Jarayon sharoiti (reagentlar, pulpa parametrlari, suv sifati) ham donadorlikning potentsialini amalga oshirishda muhim. Masalan, yuqoridagi tadqiqotda suvning ionik kuchi (ionic strength) va rudaning turiga (feed grade) bog'liq bo'lgan natijalar keltirilgan.

Amaliy holatlar va tadqiqot natijalari

Misol uchun, yuqoridagi tadqiqotda sintetik rudalar yordamida donadorlikning o'zgarishi va suvning sifatining (ionic strength) flotatsiya natijasiga ta'siri o'rganilgan. Unda natija shuki: ruda donadorligi oshishi bilan, massasaviy va suv bilan qaytgan materiallarning konsentratsatga kirish ulushi oshgani, lekin konsentratdagi qiymatli komponent darajasi ham donadorlik bilan oshgani kuzatilgan.

Shuningdek, zarracha hajmining — 74 μm (ya'ni juda mayda) bo'lishi flotatsiya natijasiga yaxshiroq ta'sir qilishi haqida amaliy ma'lumotlar mavjud.

Muammo va tahlil (Discussion)

Yuqoridagi natijalardan kelib chiqqan holda, ruda donadorligining flotatsiya jarayonida qanday muammolarni keltirib chiqarishi mumkinligi va jarayonni optimallashtirish jihatlari quyidagicha tahlil qilinadi:

Donadorlikning ta'siri chegaralanganligi

Yuqlarida ko'rib chiqilganidek, donadorlikning o'z-o'zidan yuqoriligi flotatsiya samarasi uchun kafolat emas. Agar ruda tarkibida qiymatli minerallar yaxshi liberatsiyalanmagan bo'lsa yoki aralash gang minerallari ko'p bo'lsa, yuqori donadorlik bilan ham past ajratish darajasi kuzatilishi mumkin. Masalan, oksidlanish darajasi yuqori bo'lgan rudalarda selektivlik pasaydi.

Jarayon parametrlari bilan sinergetik ta'sir

Donadorlikning ijobiy ta'siri jarayon parametrlariga bog'liq. Agar zarracha hajmi mos kelmasa, yoki pulpaning zichligi, aeratsiyasi, reagentlar to'g'ri tanlanmagan bo'lsa, donadorlik yuqoriligi bekor bo'lishi mumkin. Misol uchun, agar zarracha juda mayda bo'lsa ($< \sim 0.01 \text{ mm}$), u ko'pik bilan birikish imkoniyati kamayadi va «shlam» effekti yuz beradi.

Optimallashtirish nuqtai nazari

Flotatsiya jarayonida maqsad — maksimal ajratish (recovery) bilan birga konsentratdagi qiymatli komponentning darajasini (grade) yuqori saqlash. Bu ikkisi ko'pincha qarama-qarshi (trade-off) bo'ladi: recovery oshsa, ko'pincha gang minerallari ham ko'proq konsentratsatga kiradi va grade pasayadi. Shuning uchun ruda donadorligini ko'tarishdan tashqari, mine-to-mill integratsiyasi, tayyorlash bosqichi (to'liq liberatsiya, maydalash), reaktivlar optimallashtirish va jarayon nazorati ham muhim.

Strategik qo'llanilishi

Amaliy jihatdan, konchilar va boyitish fabrika injenerlari uchun bu quyidagi xulosalarni anglatadi:

Rudani sinovdan o'tkazganda, donadorlik darajasini aniqlash bilan birga, liberatsiya darajasi, aralash gang minerallari miqdori, oksidlanish darajasi, mineral teksturasi kabi xususiyatlar ham baholanishi lozim.

Boyitish jarayonida donadorligi yuqori ruda bo'lsa ham, uni tayyorlash bosqichi (maydalash va sinov) ning flotatsiya sharoitlari mos bo'lmasa, kutilgan samaraga erishilmasligi mumkin.

Ruda aralashuvi (ore blending) va jarayon suvlari sifatining o'zgarishi (masalan, qayta ishlatilayotgan suvning kimyoviy tarkibi) kabi amaliy muammolar donadorlikning potentsial ta'sirini kamaytirishi mumkin.

Xulosa (Conclusion)

Umuman olganda, ruda donadorligi — ya'ni rudada qiymatli komponent kontenti — flotatsiya jarayonining samaradorligi uchun muhim, lekin yetarli emas omildir. Yuqori donadorlik odatda ajratish darajasining oshishiga turtki bo'ladi, ammo bu jarayonda boshqa omillar bilan birga — minerallar liberatsiyasi, zarracha hajmi, bo'tana parametrlari, reagentlar, suv sifati — sinergik ravishda rol o'ynaydi. Donadorlik faqat ruda «nechta foiz qiymatli komponentga ega» ekanini ko'rsatadi; lekin ajratish jarayonida bu qiymatni real ravishda qazib chiqarish uchun tayyorlash va parametrlarni boshqarish muhim.

Shuning uchun, rudani tayyorlashdan tortib, flotatsiya jarayonining barcha bosqichlarini optimallashtirishda donadorlik darajasini inobatga olgan holda, jarayonning barcha komponentlarini integratsiyalash lozim. Boyitish fabrika injenerlari ushbu jihatlarni ishlab chiqish va jarayon moslamalarini moslashtirish orqali samaradorlikni oshirishlari mumkin.

Kelgusida tadqiqotlarda donadorlikning ta'siri bilan birga minerallarning mikrotekstura, kimyoviy o'zaro bog'liqligi va jarayon suvlari sifatining (masalan ionik kuchi) ta'siri yanada chuqurroq o'rganilishi zarur. Shuningdek, real sanoat sharoitida donadorlikning o'zgaruvchanligi va jarayon barqarorligiga ta'siri bo'yicha model va simulyatsiya ishlari ham kengaytirilishi lozim.

Foydalanilgan manbalar:

1. iloencyclopaedia.org+2kompy.info+2
2. mdpi.com+1
3. fayllar.org+1
4. mdpi.com+1
5. open.uct.ac.za+1
6. saimm.co.za
7. JXSC Mineral+1
8. open.uct.ac.za
9. open.uct.ac.za
10. miningpedia.net+1
11. saimm.co.za+1
12. JXSC Mineral+1
13. mdpi.com