

POLIGALIT MINERALINING MINERAL KISLOTALAR ERITMALARIDA ERISH JARAYONINI TADQIQ ETISH

Mixliev Oybek Avloyorovich

Qarshi davlat texnika universiteti (prof)

Xoliqov Muxriddin Hamdam o'g'li

Qarshi davlat texnika universiteti (mustaqil izlanuvchi)

Annotatsiya. Ushbu maqolada poligalit mineralining mineral kislotalar eritmalarida erish jarayonining fizik-kimyoviy asoslari, jarayonga ta'sir etuvchi omillar, foydali komponentlarning eritmaga o'tish qonuniyatlari va erish kinetikasi tahlil qilinadi. Poligalit tarkibidagi kaliy, magniy, kalsiy va sulfat komponentlarining xususiyatlari o'rganilib, xlorid, nitrat va sulfat kislotalarining mineral bilan o'zaro ta'sirini taqqoslash uchun laboratoriya tadqiqotlari metodikasi ishlab chiqiladi.

Kalit so'zlar: poligalit, mineral kislotalar, xlorid kislota, nitrat kislota, sulfat kislota, erish kinetikasi, kaliy, magniy, kalsiy, tanlab eritish, mineral o'g'itlar.

Poligalit tabiiy sulfatli minerallar guruhiga mansub bo'lib, tarkibida o'simliklarning oziqlanishi uchun zarur bo'lgan kaliy, magniy, kalsiy va oltingugurt mavjud. Ushbu mineralning nazariy kimyoviy formulasi $K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$ ko'rinishida ifodalanadi. Poligalit tarkibida bir nechta foydali elementning birgalikda uchrashi uni kompleks mineral o'g'itlar ishlab chiqarish uchun istiqbolli xomashyo sifatida o'rganishga asos bo'ladi. Biroq mineral tarkibida foydali komponentlarning mavjudligi ularning eritmaga to'liq o'tishini anglatmaydi. Ularning ajralish darajasi mineralning kristall tuzilishi, zarracha o'lchami, erituvchi tabiati, harorat, kislota konsentratsiyasi va eritmadagi ionlar muvozanatiga bog'liq.

Poligalitni mineral kislotalar yordamida qayta ishlashning asosiy maqsadi uning tarkibidagi foydali komponentlarni suyuq fazaga o'tkazish, erish jarayonining kinetik qonuniyatlarini aniqlash va texnologik jihatdan maqbul sharoitlarni belgilashdan iborat. Ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlar mineral xomashyoni chuqur qayta ishlash, reagent sarfini kamaytirish va keyinchalik kaliy-magniyli mahsulotlar olish texnologiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Poligalitning nazariy tarkibini uning kimyoviy formulasi asosida hisoblash mumkin. Atom massalarining standart qiymatlari bo'yicha mineralning molyar massasi taxminan 602,0 g/mol ga teng. Hisoblash quyidagi ifoda orqali amalga oshiriladi:

$$M = 2M_K + 2M_{Ca} + M_{Mg} + 4M_{SO_4} + 2M_{H_2O}$$

$$M \approx 602,0 \text{ g/mol}$$

Ushbu qiymat asosida sof poligalitning nazariy element tarkibini aniqlash mumkin.

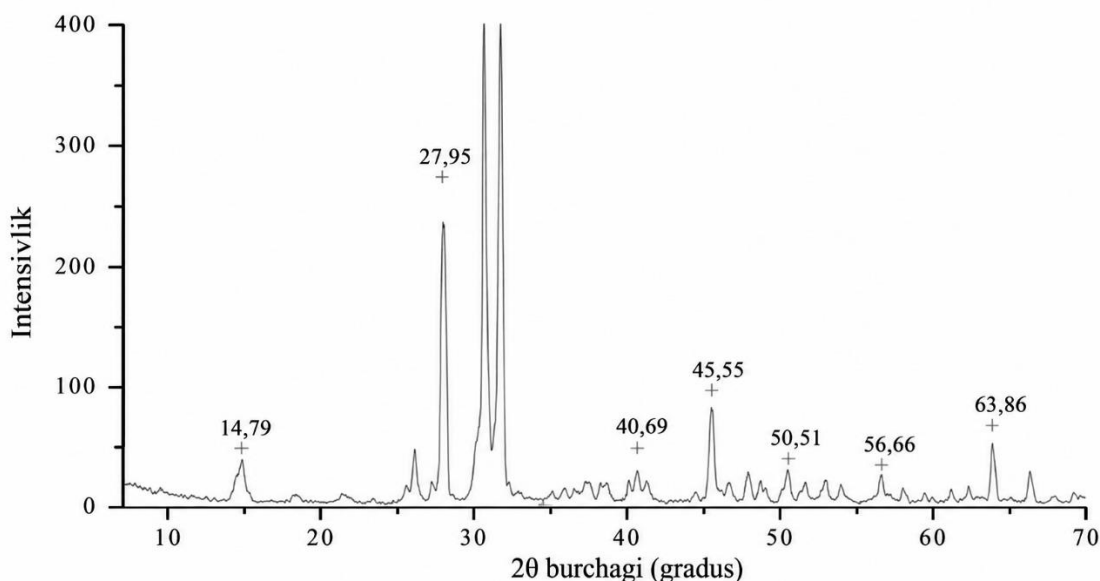
Poligalitning suvda erishi mineral tarkibidagi ionlarning suyuq fazaga o‘tishi bilan kechadi. Ushbu jarayonning umumlashtirilgan ionli tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:



Mazkur tenglama mineralning ionlarga ajralishini umumiy tarzda ifodalaydi. Haqiqiy eritmada esa ionlar faolligi, kompleks birikmalar hosil bo‘lishi va ikkilamchi qattiq fazalarning kristallanishi ham sodir bo‘lishi mumkin. Xususan, kalsiy va sulfat ionlari ishtirokida kalsiy sulfat dihidratining, ya’ni gipsning hosil bo‘lishi yoki qayta kristallanishi ehtimoli mavjud. Shu sababli poligalitning umumiy parchalanish darajasi bilan alohida elementning eritmaga ajralish darajasini farqlash zarur.

Tadqiqotlarda ishlatilgan poligalit rudasining tarkibi 1-jadvalda keltirilgan. O‘rganilgan poligalit rudasi tarkibida 80,65% poligalit, 19,01% galit, 0,34% suvda erimaydigan qoldiq mavjud.

O‘rganilgan poligalit rudasining rentgen fazasi tahlili kimyoviy usul bilan olingan ruda tarkibini tasdiqlaydi (1-rasm).



1-rasm. Tadqiq qilinayotgan poligalit rudasining difraktogrammasi.

1-jadval.

Polihalit rudasining ion, tuz va mineral tarkibi

Ion tarkibi						Tuz tarkibi				Mineral tarkibi		
Ionlar miqdori, massa %						Tuzlar miqdori, massa %				Minerallar miqdori, massa %		
Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NaCl	K ₂ SO ₄	MgSO ₄	CaSO ₄	Galit	Poligalit	Boshqa mineralar
7,48	10,46	3,25	10,72	51,40	11,53	19,01	23,31	16,09	36,40	19,01	80,65	0,34

Poligalitning mineral kislotalardagi erish jarayonini eksperimental o‘rganish uchun avvalo boshlang‘ich namunaning kimyoviy tarkibi va zarracha o‘lchami aniqlanishi lozim. Mineral namunasi iflosliklardan tozalanadi, zarur hollarda quritiladi va tegishli fraksiyalarga ajratiladi. Keyinchalik ma’lum massadagi namuna oldindan belgilangan hajmdagi kislota eritmasiga qo‘shiladi. Tajriba davomida harorat, aralashtirish tezligi va vaqt doimiy nazorat qilinadi. Belgilangan vaqt oralig‘ida eritmada namunalar olinadi yoki har bir vaqt nuqtasi uchun alohida parallel tajriba bajariladi. Olingan suyuq faza qattiq zarrachalardan ajratilib, undagi kaliy, magniy va kalsiy miqdori tegishli analitik usullar yordamida aniqlanadi.

2-jadval.

Poligalitning mineral kislotalarda erishini o‘rganish uchun tavsiya etiladigan tajriba sharoitlari

Parametr	Tavsiya etiladigan darajalar	Tadqiqot maqsadi
Kislota turi	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄	Reagent tabiatining ta’sirini aniqlash
Kislota konsentratsiyasi	0,10; 0,25; 0,50 mol/L	Konsentratsiya ta’sirini o‘rganish
Harorat	25; 40; 60 °C	Haroratning erish tezligiga ta’sirini aniqlash
Zarracha o‘lchami	63–125; 125–250; 250–500 µm	Solishtirma sirt ta’sirini o‘rganish
Suyuqlik:qattiq modda nisbati	5:1; 10:1; 20:1 mL/g	Erituvchi miqdorining ta’sirini baholash
Jarayon davomiyligi	5; 15; 30; 60; 120 min	Erish kinetikasini o‘rganish
Aralashtirish tezligi	200–500 ayl/min oralig‘ida tanlanadi	Massa almashinuvi ta’sirini baholash

Tajribalarni tashkil qilishda bir vaqtning o‘zida barcha omillarni o‘zgartirish natijalarni tahlil qilishni qiyinlashtirishi mumkin. Shu sababli dastlab bitta omilning ta’sirini o‘rganib, qolgan parametrlarni doimiy saqlash maqsadga muvofiq. Keyingi bosqichda esa omillar

o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlarni aniqlash uchun statistik tajriba rejalashtirish usullaridan foydalanish mumkin. Har bir muhim tajriba sharoitida kamida uchta parallel takrorlash bajarilishi natijalarning takrorlanuvchanligini baholashga yordam beradi.

Poligalitning erish samaradorligini aniqlashda eritmaga o‘tgan element miqdori uning boshlang‘ich namunadagi miqdori bilan taqqoslanadi. Agar namunadagi elementning massa ulushi w_i , namuna massasi m_0 bo‘lsa, elementning boshlang‘ich massasi quyidagicha hisoblanadi:

$$m_{i,0} = m_0 \cdot w_i$$

Masalan, 10 g namunada muayyan elementning massa ulushi 0,10 yoki 10% bo‘lsa, uning boshlang‘ich massasi 1,00 g ni tashkil qiladi. Bu misol hisoblash tartibini tushuntirish uchun keltirilgan bo‘lib, poligalit namunasining haqiqiy tahlil natijasi hisoblanmaydi.

Eritmaga o‘tgan elementning massasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$m_{i,eritma} = C_i \cdot V$$

bu yerda C_i — eritmada element konsentratsiyasi, g/L; V — eritmaning hajmi, L. Agar eritmada jarayon davomida bir necha marta namunalar olingan bo‘lsa, olingan namunalar bilan chiqarilgan element miqdori ham umumiy massa balansiga kiritilishi kerak.

Elementning eritmaga ajralish darajasi quyidagicha hisoblanadi:

$$X_i = \frac{m_{i,eritma}}{m_{i,0}} \times 100\%$$

bu yerda X_i — elementning eritmaga ajralish darajasi, foizda; $m_{i,eritma}$ — eritmada aniqlangan element massasi; $m_{i,0}$ — boshlang‘ich namunadagi shu elementning massasi. Ushbu ko‘rsatkich kaliy, magniy va kalsiy uchun alohida hisoblanishi lozim. Agar elementning bir qismi ikkilamchi cho‘kmaga o‘tsa, ushbu formula mineralning umumiy parchalanishini emas, elementning eritmada aniqlangan ulushini ifodalaydi.

4-jadval.

Laboratoriya tajribalarida natijalarni qayd etish shakli

Tajriba kodi	Kislota turi	Konsentratsiya, mol/L	Harorat, °C	Vaqt, min	K ajralishi, %	Mg ajralishi, %	Ca ajralishi, %
H-1	HCl	0,10	25	30	—	—	—
H-2	HCl	0,25	40	60	—	—	—
N-1	HNO ₃	0,10	25	30	—	—	—

N-2	HNO ₃	0,25	40	60	—	—	—
S-1	H ₂ SO ₄	0,10	25	30	—	—	—
S-2	H ₂ SO ₄	0,25	40	60	—	—	—

Erish jarayonining vaqt bo'yicha o'zgarishini o'rganish uchun har bir tajribada ajralish darajasi $X_i=f(t)$ ko'rinishida ifodalanadi. Ushbu bog'liqlik asosida dastlabki erish tezligi, jarayonning sekinlashish bosqichi va muvozanatga yaqinlashish holatlari tahlil qilinadi. Agar dastlabki vaqt oralig'ida ajralish tezligi yuqori bo'lib, keyinchalik kamayib borsa, bu holat reaktiv sirtning kamayishi, eritma tarkibining o'zgarishi yoki ikkilamchi qatlam hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Biroq bunday xulosani faqat grafik shakliga asoslanib yakuniy tasdiqlash mumkin emas; qattiq qoldiqning mineralogik tarkibi va zarracha yuzasi ham tekshirilishi kerak.

Kinetik tahlilda qisqaruvchi yadro modelidan foydalanish imkoniyati mavjud. Agar sferik zarracha yuzasidagi kimyoviy reaksiya jarayonni boshqarsa, modelning soddalashtirilgan ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$1 - (1 - X)^{1/3} = k_r t$$

Agar jarayon asosan zarracha ichidagi diffuziya bilan cheklansa, quyidagi ifoda qo'llanishi mumkin:

$$1 - \frac{2}{3} X - (1 - X)^{2/3} = k_d t$$

bu yerda X — ulush ko'rinishidagi ajralish darajasi, t — vaqt, k_r va k_d — tanlangan model bo'yicha aniqlanadigan tezlik konstantalari. Ushbu tenglamalar muayyan mexanizm va zarracha geometriyasi haqidagi farazlarga asoslanadi. Shu sababli ularning mosligi tajriba ma'lumotlari bilan tekshirilishi lozim.

Turli haroratlarda aniqlangan tezlik konstantalaridan foydalanib, jarayonning ko'rinma aktivlanish energiyasini Arrenius tenglamasi orqali hisoblash mumkin:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

bu yerda k — tanlangan kinetik model bo'yicha aniqlangan tezlik konstantasi, A — chastota omili, E_a — ko'rinma aktivlanish energiyasi, R — universal gaz doimiysi, T — mutlaq harorat. Aktivlanish energiyasini hisoblash uchun kamida bir necha haroratdagi ishonchli tajriba ma'lumotlari va tanlangan kinetik modelning yetarli mosligi talab etiladi.

Poligalitning erish xususiyatlariga oid boshqa tadqiqotlarda ham zarracha o'lchamining muhimligi ko'rsatilgan. 2011-yilda Procedia Earth and Planetary Science jurnalida chop etilgan "Laboratory Simulation of In-situ Leaching of Polyhalite" tadqiqotida poligalitdan kaliyni kalsiy xlorid eritmasi yordamida ajratib olish jarayoni o'rganilgan. Unda zarracha

o‘lchami 2–3 mm bo‘lgan holatda kaliy ajralishi 80,19%, 5–8 mm fraksiyada esa 42,17% deb qayd etilgan. Bu natijalar kalsiy xloridli tizimga tegishli bo‘lib, mineral kislotalarda olingan natijalar emas. Shunga qaramay, ular zarracha o‘lchami va massa almashinuvi sharoitlari poligalitdan foydali komponentlarni ajratib olishga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini namoyon etadi.

Xulosa qilib aytganda, poligalitning mineral kislotalar eritmalarida erish jarayoni bir nechta fizik-kimyoviy omillarga bog‘liq murakkab jarayondir. Poligalitning nazariy kimyoviy tarkibi kaliy, magniy, kalsiy va sulfat komponentlarini birgalikda ajratib olish imkoniyatini ko‘rsatsa-da, ularning amaldagi ajralish darajasi laboratoriya sharoitida aniqlanishi lozim. Mavjud ilmiy tadqiqotlar poligalitning suvda erishida zarracha o‘lchami, harorat, jarayon davomiyligi va ikkilamchi qattiq fazalar muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi. Xlorid kislota bilan parchalash bo‘yicha ham eksperimental ishlar mavjud, biroq xlorid, nitrat va sulfat kislotalarning samaradorligini ishonchli taqqoslash uchun bir xil tajriba sharoitlarida alohida laboratoriya sinovlari zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Конлей, И. Н. Соли калия из месторождения полигалитов в Техасе и Нью-Мексико / Дж. И. Конлей, Э. П. Патридж. – Нью-Мексико, 1944. – 153 с.
2. Хуснутдинов, В. А. Отделение полигалитовой породы от галита / В. А. Хуснутдинов, А. К. Вишняков, Д. Р. Шакирзянова // Хим. промышленность. – 2003. – № 10. – С. 24–26.
3. Хуснутдинов, В. А. Отделение полигалитовой породы от галита / В. А. Хуснутдинов, А. К. Вишняков, Д. Р. Шакирзянова // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2006. – № 3. – С. 59–64.
1. Баталин, Ю. В. Полигалитовые породы – новое сырье для производства дефицитных сульфатных калий-но-магниевых удобрений / Ю. В. Баталин, А. К. Вишняков, Д. Р. Шакирзянова // Разведка и охрана недр. – 2007. – № 11. – С. 29–33.