MAHALLIY MINERAL XOMASHYOLAR ASOSIDA KALSIY SILIKATLAR SINTEZINING FIZIK-KIMYOVIY QONUNIYATLARI

M.T. Jo'rayeva
S.O. Sayitqulov
Buxoro davlat texnika universiteti
sardor_sayitqulov1@inbox.ru
https://doi.org/10.5281/zenodo.23695831

Annotatsiya. Mazkur maqolada mahalliy mineral xomashyolar asosida kalsiy silikatlar sintezining fizik-kimyoviy asoslari, kalsiy oksidi va kremniy dioksidi o'rtasidagi o'zaro ta'sir hamda faza hosil bo'lishiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilinadi. Kalsiy silikatlar sintezida xomashyoning kimyoviy-mineralogik tarkibi, CaO/SiO_2 molyar nisbati, zarrachalar dispersligi, harorat va ishlov berish davomiyligining ahamiyati yoritiladi. Shuningdek, termik va gidrotermik sintez usullarining xususiyatlari hamda kalsiy gidrosilikatlar hosil bo'lishining asosiy qonuniyatlari ko'rib chiqiladi. Tadqiqot yo'nalishi mahalliy mineral resurslardan samarali foydalanish va kalsiy silikatli bog'lovchi materiallar olish texnologiyasini ilmiy asoslashga qaratilgan.

Kalit so'zlar: mahalliy mineral xomashyo, kalsiy silikatlar, kalsiy oksidi, kremniy dioksidi, gidrotermik sintez, termik ishlov, kalsiy gidrosilikatlar, fazaviy tarkib, bog'lovchi material.

Kirish. Qurilish materiallari ishlab chiqarishda mahalliy mineral xomashyolardan samarali foydalanish, tabiiy resurslarni tejash va mahsulotlarning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash muhim ilmiy-texnologik vazifalardan hisoblanadi. Shu jihatdan mahalliy ohaktosh, kvarts qumi, kremniyli jinslar va mineral ishlab chiqarish chiqindilari asosida kalsiy silikatli bog'lovchi materiallar olish imkoniyatlarini o'rganish alohida ahamiyatga ega.

Kalsiy silikatlar kalsiy va kremniy oksidlari asosidagi birikmalar bo'lib, ularning tarkibi va xususiyatlari hosil bo'lish sharoitlariga bog'liq. $CaO–SiO_2$ tizimida vollastonit ($CaSiO_3$), dikalsiy silikat ($2CaO·SiO_2$ yoki C_2S) va trikalsiy silikat ($3CaO·SiO_2$ yoki C_3S) kabi fazalar mavjud. Gidrotermik sharoitda esa tobermorit va boshqa kalsiy gidrosilikatlar hosil bo'lishi mumkin. Ushbu fazalarning shakllanishi xomashyo tarkibi, harorat, ishlov berish davomiyligi va muhit sharoitlari bilan belgilanadi [1–3].

Maqolaning maqsadi mahalliy mineral xomashyolar asosida kalsiy silikatlar sintezining fizik-kimyoviy asoslarini tahlil qilish va faza hosil bo'lishiga ta'sir etuvchi asosiy omillarni yoritishdan iborat.

Kalsiy silikatlar sintezida mineral xomashyolarning ahamiyati. Kalsiy silikatli materiallar olishda kalsiy manbai sifatida ohaktosh, bo'r, dolomit yoki ohakdan, kremniy manbai sifatida esa kvarts qumi, diatomit, opoka va boshqa kremnezem saqlovchi materiallardan foydalanish mumkin.

Ohaktoshning asosiy minerali kalsit ($CaCO_3$) bo'lib, termik parchalanish jarayonida kalsiy oksidi hosil qiladi:

$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2\uparrow$

Kremniy manbai sifatida kvarts qumi ishlatilganda uning kristall tuzilishi va zarrachalar o'lchami reaksiyaga kirishish tezligiga ta'sir ko'rsatadi. Zarrachalar o'lchamini kamaytirish komponentlar

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

orasidagi kontakt yuzasini oshirishi mumkin. Biroq maydalash darajasi energiya sarfi va texnologik samaradorlikni hisobga olgan holda tanlanishi lozim.

Xomashyoning sifatini baholashda asosiy oksidlar bilan bir qatorda Al_2O_3, Fe_2O_3 va MgO kabi qo'shimcha komponentlar ham hisobga olinadi. Ular sintez jarayoniga va yakuniy mahsulotning fazaviy tarkibiga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli xomashyoning kimyoviy tarkibini rentgen-fluoresans tahlili (XRF), mineralogik tarkibini esa rentgen-fazaviy tahlil (XRD) yordamida aniqlash maqsadga muvofiq.

CaO–SiO_2 tizimida faza hosil bo'lishining fizik-kimyoviy asoslari. Kalsiy silikatlar sintezida muhim ko'rsatkichlardan biri CaO/SiO_2 molyar nisbatidir. Ushbu nisbat boshlang'ich komponentlardagi kalsiy va kremniy miqdorlarini molyar birliklarda ifodalaydi:

$$n(CaO)/n(SiO_2) = [m(CaO)/M(CaO)] / [m(SiO_2)/M(SiO_2)]$$

Bu yerda m — oksid massasi, M — uning molyar massasi.

Asosiy kalsiy silikatlarning nazariy stexiometrik nisbatlari quyidagicha:

Birikma	Kimyoviy formula	CaO/SiO_2 molyar nisbati
Vollastonit	$CaSiO_3$	1,0
Dikalsiy silikat	Ca_2SiO_4	2,0
Trikalsiy silikat	Ca_3SiO_5	3,0

Kalsiy silikatlar hosil bo'lishining umumiy reaksiyalari quyidagicha ifodalanadi:

$CaO + SiO_2 \rightarrow CaSiO_3$

$2CaO + SiO_2 \rightarrow Ca_2SiO_4$

$3CaO + SiO_2 \rightarrow Ca_3SiO_5$

Mazkur tenglamalar ideal stexiometrik tarkibni ifodalaydi. Haqiqiy jarayonda hosil bo'ladigan fazalar turi va miqdori harorat, bosim, xomashyoning reaktivligi hamda ishlov berish davomiyligiga bog'liq.

Qattiq fazali sintezda reaksiya zarrachalar tutashgan sohalarda boshlanadi. Harorat oshishi ionlar diffuziyasini tezlashtiradi va yangi fazalarning shakllanishiga sharoit yaratadi. Biroq reaksiya mahsulotlari qatlamining qalinlashishi diffuziyani sekinlashtirishi mumkin. Shu bois komponentlarni bir xil aralashtirish, yetarli disperslikni ta'minlash va harorat rejimini to'g'ri tanlash muhim hisoblanadi.

Harorat va gidrotermik sharoitlarning ta'siri. Kalsiy silikatlar olishda termik va gidrotermik sintez usullaridan foydalanish mumkin. Termik usulda boshlang'ich komponentlar qizdirilib, qattiq fazalar o'rtasidagi reaksiyalar amalga oshiriladi. Gidrotermik usulda esa komponentlar suv ishtirokida, yuqori harorat va bosim sharoitida reaksiyaga kiritiladi.

Termik ishlov berishda haroratning oshishi reaksiyalar tezligini va fazalar hosil bo'lish jarayonini faollashtiradi. Shu bilan birga, ortiqcha harorat energiya sarfini oshirishi va fazaviy o'zgarishlarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun harorat hamda ishlov berish davomiyligi olinishi rejalashtirilgan mahsulot turiga qarab belgilanadi.

Gidrotermik sharoitda kalsiy gidroksid va kremniyli komponentlarning o'zaro ta'siri natijasida kalsiy gidrosilikatlar hosil bo'lishi mumkin. Ularning turi va kristallik darajasi Ca/Si molyar nisbati, harorat, reaksiya vaqti va xomashyoning reaktivligiga bog'liq. Adabiyotlarda gidrotermik ishlov berish sharoitlarining o'zgarishi tobermorit, α-C_2SH va boshqa kalsiy silikatli fazalarning shakllanishiga ta'sir qilishi ko'rsatilgan [2, 3].

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Sintez mahsulotlarining fazaviy tarkibi XRD, kimyoviy guruhlarini FTIR, mikrostrukturasi esa skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida o'rganilishi mumkin. Bunday tahlillar kalsiy silikatlarning hosil bo'lish sharoitlarini baholash va texnologik rejimlarni asoslash uchun muhimdir.

Sintez jarayoniga ta'sir qiluvchi asosiy omillar. Mahalliy mineral xomashyolar asosida kalsiy silikatlar sintezida bir nechta omillar o'zaro bog'liq holda ta'sir ko'rsatadi. Birinchidan, xomashyoning kimyoviy tarkibi va CaO/SiO_2 molyar nisbati hosil bo'lishi mumkin bo'lgan fazalarning tarkibini belgilaydi. Ikkinchidan, zarrachalar o'lchami va aralashtirish sifati komponentlar orasidagi kontakt yuzasiga ta'sir qiladi.

Uchinchidan, harorat va ishlov berish davomiyligi reaksiyalar tezligi, kristallanish darajasi hamda yakuniy fazalar tarkibiga ta'sir ko'rsatadi. Gidrotermik jarayonlarda suv miqdori va bosim ham muhim ahamiyatga ega. To'rtinchidan, xomashyo tarkibidagi alyuminiy, magniy va temir birikmalari faza hosil bo'lish jarayonlarini o'zgartirishi mumkin.

Shu sababli texnologik jarayonni ishlab chiqishda xomashyoning kimyoviy-mineralogik tarkibini aniqlash, bir nechta tarkib variantlarini taqqoslash va sintez mahsulotlarini instrumental tahlil qilish zarur. Olingan bog'lovchi materialning maqsadli qo'llanilishiga qarab fizik-mexanik xususiyatlarini ham baholash lozim.

Xulosa

Mahalliy mineral xomashyolar asosida kalsiy silikatlar sintez qilish qurilish materiallari ishlab chiqarishda tabiiy resurslardan samarali foydalanish va yangi turdagi bog'lovchi materiallar olish imkoniyatlarini kengaytiradi. Kalsiy silikatlarning hosil bo'lishi xomashyoning kimyoviy-mineralogik tarkibi, komponentlarning o'zaro nisbati hamda texnologik ishlov berish sharoitlariga bog'liq. Shu sababli xomashyo tarkibini o'rganish, sintez jarayonining maqbul sharoitlarini tanlash va mahsulotlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini baholash muhim ahamiyatga ega. Ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlar mahalliy mineral resurslardan oqilona foydalanish va kalsiy silikatli bog'lovchi materiallar olish texnologiyasini takomillashtirish uchun ilmiy asos yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tantawy M.A., Shatat M.R., El-Roudi A.M., Taher M.A., Abd-El-Hamed M. Low Temperature Synthesis of Belite Cement Based on Silica Fume and Lime. International Scholarly Research Notices. 2014. Article ID 873215. https://doi.org/10.1155/2014/873215.
2. Liu S., Han C., Liu J. Study of K-Feldspar and Lime Hydrothermal Reaction: Phase and Mechanism with Reaction Temperature and Increasing Ca/Si Ratio. Minerals. 2019. Vol. 9, No. 1, Article 46. https://doi.org/10.3390/min9010046.
3. Ishida H., Mabuchi K., Sasaki K., Mitsuda T. Low-Temperature Synthesis of β-Ca_2SiO_4 from Hillebrandite. Journal of the American Ceramic Society. 1992. Vol. 75, No. 9, pp. 2427–2432. https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1992.tb05595.x.
4. Hartmann A., Buhl J.-Ch. The influence of sucrose on the crystallization behaviour in the system $CaO–SiO_2–C_{12}H_{22}O_{11}–H_2O$ under hydrothermal conditions. Materials Research Bulletin. 2010. Vol. 45, No. 4, pp. 396–402. https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2009.12.033.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.