MAHALLIY MINERAL XOMASHYOLAR ASOSIDA KERAMOGRANIT MATERIALLAR OLISH TEXNOLOGIYASINI TADQIQ QILISH

Qodirova Z. R
k.f.d., professor, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, Silikatlar kimyosi va kimyoviy texnologiyasi laboratoriyasi mudiri
E-mail: kad.zulayho@mail.ru
Ermatov Islomiddin To‘ramurod o‘g‘li
tadqiqotchi.
E-mail: ermatovislomiddin97@gmail.com

Annotatsiya

Mazkur maqolada mahalliy mineral xomashyolar asosida keramogranit materiallar olish texnologiyasining ilmiy-nazariy asoslari, xomashyo tarkibining texnologik jarayonlarga ta’siri va tayyor mahsulotning fizik-mexanik xususiyatlarini boshqarish masalalari tahlil qilinadi. Keramogranit ishlab chiqarishda gil, kaolin, dala shpati, kvars va boshqa mineral komponentlarning funksional ahamiyati, ularning granulometrik va kimyoviy tarkibi hamda kuydirish jarayonida kechadigan fizik-kimyoviy o‘zgarishlar yoritiladi. Shuningdek, mahalliy xomashyo resurslaridan foydalanish, ikkilamchi mineral komponentlarni jalb etish va texnologik parametrlarni optimallashtirish orqali mahsulot sifatini oshirish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Adabiyotlar tahlili asosida keramogranit olish uchun xomashyoni kompleks tavsiflash, ratsional massa tarkibini tanlash, kuydirish rejimini asoslash va tayyor mahsulotning suv shimuvchanligi, g‘ovakligi hamda mexanik mustahkamligini standartlashtirilgan usullarda baholash zarurligi asoslanadi.

Kalit so‘zlar: keramogranit, mahalliy mineral xomashyo, silikat materiallar, keramika texnologiyasi, mineral tarkib, massa tarkibi, kuydirish, zichlanish, suv shimuvchanligi, fizik-mexanik xususiyatlar.

Аннотация

В статье рассматриваются научно-теоретические основы технологии получения керамогранита на основе местного минерального сырья, влияние состава сырьевых компонентов на технологические процессы и формирование физико-механических свойств готовой продукции. Раскрывается функциональная роль глины, каолина, полевого шпата, кварца и других минеральных компонентов, а также анализируются физико-химические изменения, происходящие при обжиге. Особое внимание уделяется комплексной характеристике сырья, оптимизации состава керамической массы, выбору рационального режима обжига и оценке качества готового материала. На основе анализа научной литературы обосновываются перспективы использования местных минеральных ресурсов и вторичных кремнеземсодержащих компонентов для совершенствования технологии производства керамогранита.

Ключевые слова: керамогранит, местное минеральное сырьё, силикатные материалы, керамическая технология, минеральный состав, обжиг, уплотнение, водопоглощение, физико-механические свойства.

Abstract

© 2026 Worldly Knowledge.

Mualliflik huquqi egasi tomonidan ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

This article examines the scientific and theoretical foundations of porcelain stoneware production using local mineral raw materials, focusing on the influence of raw material composition on processing conditions and the physical and mechanical properties of the final product. The functional roles of clay, kaolin, feldspar, quartz, and other mineral components are discussed, together with the physicochemical transformations occurring during firing. Particular attention is given to raw material characterization, ceramic body formulation, firing regime optimization, and standardized assessment of product quality. Based on a review of relevant scientific literature, the article identifies opportunities to improve porcelain stoneware production through the efficient use of local mineral resources and secondary silica-containing materials.

Keywords: porcelain stoneware, local mineral raw materials, silicate materials, ceramic technology, mineral composition, firing, densification, water absorption, physical and mechanical properties.

1. Kirish

Qurilish materiallari sanoatida mustahkam, uzoq muddat xizmat qiladigan, tashqi muhit ta’siriga chidamli va estetik talablarga javob beradigan pardozbop materiallarni ishlab chiqarish muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biridir. Shu nuqtayi nazardan, keramogranit yuqori zichligi, suvni kam shimishi, mexanik ta’sirlarga chidamliligi va turli ekspluatatsiya sharoitlarida qo‘llash imkoniyati bilan ajralib turadi. Biroq ushbu xususiyatlar xomashyoning mineralogik va kimyoviy tarkibi, zarrachalarning o‘lchami, massa tayyorlash sharoiti hamda kuydirish rejimiga bevosita bog‘liq [1–3].

Keramogranit ishlab chiqarish texnologiyasining muhim yo‘nalishlaridan biri mahalliy mineral resurslardan samarali foydalanishdir. Mahalliy xomashyoni jalb etish transport xarajatlarini kamaytirish, ishlab chiqarishning xomashyo bazasini kengaytirish va hududiy mineral resurslardan oqilona foydalanishga xizmat qilishi mumkin. Biroq mahalliy xomashyoning mavjudligi uning keramogranit ishlab chiqarishga avtomatik ravishda yaroqliligini anglatmaydi. Xomashyoning kimyoviy tarkibi, mineral fazalari, zararli aralashmalari, eruvchanlik xususiyatlari va kuydirishdagi xulq-atvori laboratoriya sharoitida aniqlanishi lozim.

Zamonaviy tadqiqotlarda keramogranitning sifat ko‘rsatkichlarini boshqarishda massa tarkibi, kuydirish harorati va davomiyligi, zarrachalarning dispersligi hamda suyuq faza hosil bo‘lish jarayonlariga alohida e’tibor qaratilmoqda. Masalan, Darkhan va hammualliflar Turkiston viloyati mineral xomashyosi hamda kremniy ishlab chiqarishining ikkilamchi mahsuloti — mikrokremnezem asosida keramogranit olish jarayonini o‘rgangan. Tadqiqotda 1100, 1150 va 1200 °C haroratlarda kuydirilgan tarkiblar taqqoslanib, xomashyo tarkibi va texnologik parametrlarning tayyor mahsulot xususiyatlariga ta’siri ko‘rsatilgan [1]. Mazkur natijalar mahalliy xomashyo asosida keramogranit ishlab chiqarish uchun texnologik rejimlarni tajriba asosida tanlash muhimligini tasdiqlaydi.

O‘zbekiston sharoitida ham mahalliy mineral xomashyolarni keramika ishlab chiqarish talablariga moslashtirish, ularning optimal nisbatlarini aniqlash va mahsulot sifatini barqarorlashtirish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi. Buning uchun xomashyoning mineralogik va kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish bilan birga, uning texnologik jarayondagi vazifasini ham aniqlash zarur.

Tadqiqotning maqsadi — mahalliy mineral xomashyolar asosida keramogranit materiallar olishning ilmiy-texnologik asoslarini tahlil qilish, xomashyo tarkibi va kuydirish sharoitlarining mahsulot xususiyatlariga ta’sirini aniqlashga qaratilgan tadqiqot yo‘nalishlarini asoslash hamda texnologiyani optimallashtirishning asosiy mezonlarini belgilash.

Tadqiqotning asosiy vazifalari:

© 2026 Worldly Knowledge.

Mualliflik huquqi egasi tomonidan ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

- keramogranit ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan mineral xomashyo komponentlarining funksional xususiyatlarini tavsiflash;
- xomashyoning kimyoviy va mineralogik tarkibini baholash zaruratini asoslash;
- keramika massasini tayyorlash va kuydirish bosqichlarining mahsulot sifatiga ta’sirini tahlil qilish;
- keramogranitning asosiy fizik-mexanik ko‘rsatkichlarini aniqlash usullarini belgilash;
- mahalliy xomashyo asosida texnologik tarkib va kuydirish rejimini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy yondashuvlarni taklif etish.

2. Materiallar va tadqiqot metodlari

Mazkur ish adabiyotlar tahlili va texnologik jarayonlarning ilmiy-nazariy umumlashtirilishiga asoslangan. Mahalliy xomashyo namunalari bo‘yicha laboratoriya natijalari taqdim etilmagani sababli, maqolada muayyan kon yoki namuna uchun kimyoviy tarkib, tajriba natijalari va optimal kuydirish rejimi to‘g‘risida tasdiqlanmagan raqamli ma’lumotlar keltirilmaydi. Quyida mahalliy mineral xomashyoni amaliy o‘rganish uchun tavsiya etiladigan metodologik yondashuv bayon etiladi.

2.1. Xomashyoni tanlash va tavsiflash

Keramogranit olish uchun xomashyo tanlashda uning kimyoviy, mineralogik va texnologik xususiyatlari birgalikda baholanishi kerak. Dastlabki bosqichda gil, kaolin, dala shpati, kvarsli materiallar hamda zarur hollarda kremniy oksidiga boy ikkilamchi komponentlardan foydalanish imkoniyati ko‘rib chiqiladi.

Xomashyoni tavsiflashda quyidagi usullardan foydalanish maqsadga muvofiq:

- Rentgen-fluorestsent tahlil (XRF) — xomashyoning asosiy oksidlar, jumladan SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, Na_2O va K_2O bo‘yicha tarkibini aniqlash;
- Rentgen-difraksion tahlil (XRD) — mavjud kristall mineral fazalarni aniqlash;
- Granulometrik tahlil — zarrachalar o‘lchami va taqsimotini baholash;
- Termik tahlil (TG/DSC yoki DTA) — qizdirish vaqtida sodir bo‘ladigan massa yo‘qotilishi va issiqlik effektlarini o‘rganish;
- Texnologik sinovlar — plastiklik, qurishdagi qisqarish, kuydirishdagi qisqarish va deformatsiyalanish xususiyatlarini baholash.

Ushbu usullar xomashyoning faqat umumiy kimyoviy tarkibini emas, balki ishlab chiqarish jarayonida qanday xulq-atvor ko‘rsatishini ham aniqlashga yordam beradi.

2.2. Keramika massasini shakllantirish

Keramogranit massasining tarkibi xomashyoning tabiiy xususiyatlariga qarab tanlanadi. Gil va kaolin plastik shakllanuvchanlikni ta’minlash bilan birga, kuydirish vaqtida alyumosilikat fazalarning shakllanishida ishtirok etadi. Kvarsli komponentlar massa tarkibining muhim qismini tashkil etib, uning mineralogik tuzilishiga ta’sir ko‘rsatadi. Dala shpati va boshqa tegishli flyus komponentlari esa kuydirish jarayonida suyuq faza hosil bo‘lishiga ko‘maklashishi mumkin [2, 3].

Xomashyo komponentlarining nisbatini tanlashda faqat alohida moddalarning miqdoriga emas, balki ularning o‘zaro ta’siriga ham e’tibor qaratish lozim. Masalan, flyus komponentlari miqdorining ortishi zichlanishni jadallashtirishi mumkin, biroq suyuq fazaning ortiqcha hosil bo‘lishi piroplastik deformatsiya va geometrik o‘lchamlarning buzilishi xavfini oshiradi. Shu sababli massa tarkibi laboratoriya sinovlari asosida tanlanishi kerak.

Tajriba dasturida bir nechta tarkib variantlarini tayyorlash, ularning namlik miqdorini bir xil sharoitda boshqarish va presslash yoki boshqa tanlangan shakllantirish usulida namunalar olish tavsiya etiladi. Namunalarning o‘lchami va boshlang‘ich zichligi imkon qadar bir xil bo‘lishi lozim. Bu keyingi natijalarni o‘zaro taqqoslash imkonini beradi.

2.3. Quritish va kuydirish jarayoni

© 2026 Worldly Knowledge.

Mualliflik huquqi egasi tomonidan ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Quritish bosqichida namlikning bir tekis chiqishi muhim ahamiyatga ega. Quritish tezligi va haroratining noto‘g‘ri tanlanishi namunaning yorilishi, deformatsiyalanishi yoki keyingi kuydirishda nuqsonlar yuzaga kelishiga olib kelishi mumkin.

Kuydirish jarayonida organik aralashmalarning yonishi, gil minerallarining strukturaviy o‘zgarishi, yangi kristall fazalarning shakllanishi va suyuq faza hosil bo‘lishi kabi jarayonlar sodir bo‘ladi. Harorat oshishi bilan zarrachalar orasidagi bog‘lanish kuchayib, g‘ovaklar miqdori kamayishi va material zichligi ortishi mumkin. Biroq natija xomashyoning tarkibi, zarracha o‘lchami, haroratning ko‘tarilish tezligi, ushlab turish vaqti hamda sovitish sharoitlariga bog‘liq [2, 3].

Darkhan va hammualliflarning 2025-yildagi tadqiqoti mahalliy mineral xomashyo va mikrokremnezem asosida keramogranit olishda kuydirish harorati va massa tarkibi o‘zaro bog‘liq ekanini ko‘rsatadi [1]. Ushbu natijalarni O‘zbekiston xomashyosiga bevosita ko‘chirish mumkin emas, chunki mineral tarkib va texnologik sharoitlar farq qilishi mumkin. Shuning uchun harorat va vaqtning maqbul qiymatlari har bir tanlangan tarkib uchun tajribada aniqlanishi lozim.

2.4. Tayyor mahsulot xususiyatlarini aniqlash

Kuydirilgan namunalarni baholashda quyidagi ko‘rsatkichlarni aniqlash tavsiya etiladi:

1. suv shimuvchanlik;
2. ochiq g‘ovaklik va hajmiy zichlik;
3. kuydirishdagi chiziqli qisqarish;
4. egilishdagi mustahkamlik;
5. geometrik o‘lchamlar va shakl barqarorligi;
6. termik va sovuqqa chidamlilik — mahsulotning mo‘ljallangan qo‘llanish sohasi talab qilgan hollarda.

Keramik plitkalarning suv shimuvchanligi, ochiq g‘ovakligi, ko‘rinma nisbiy zichligi va hajmiy zichligini aniqlashda ISO 10545-3:2018 standartida belgilangan usullardan foydalanish mumkin. Ushbu standart 2023-yilda qayta ko‘rib chiqilib, amaldagi holatda tasdiqlangan [4]. Egilishdagi mustahkamlik va sinish yukini baholashda esa tegishli amaldagi standartning talablari qo‘llanishi kerak.

3. Natijalar va muhokama

Adabiyotlar tahlili keramogranit sifatini belgilovchi omillarni xomashyo tarkibi, massa tayyorlash sharoiti va kuydirish rejimi bilan bog‘liq yagona tizim sifatida ko‘rib chiqish lozimligini ko‘rsatadi. Xomashyo komponentlarining kimyoviy va mineralogik xususiyatlari kuydirish jarayonida sodir bo‘ladigan fazaviy o‘zgarishlar hamda tayyor materialning zichlanish darajasiga ta’sir qiladi [2, 3].

3.1. Mineral xomashyo tarkibining ta’siri

Keramogranit massasining texnologik xususiyatlari undagi asosiy mineral komponentlarning nisbatiga bog‘liq. Gil va kaolin komponentlari shakllantirish xususiyatlarini hamda kuydirishdan keyingi mineral fazalar tarkibini belgilashda muhim o‘rin tutadi. Kvars va dala shpati kabi komponentlar esa massa tarkibining umumiy mineralogik muvozanatini shakllantiradi.

Xomashyo tarkibidagi temir birikmalari, karbonatlar va boshqa aralashmalar ham alohida e’tibor talab qiladi. Ularning ta’siri kimyoviy shakli, miqdori va kuydirish atmosferasiga bog‘liq bo‘lib, mahsulot rangiga, gaz ajralishiga, g‘ovaklikka va geometrik barqarorlikka ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli mahalliy xomashyoning yaroqliligini faqat SiO_2 yoki Al_2O_3 miqdori asosida baholash yetarli emas.

Amaliy tadqiqotlarda har bir komponentning vazifasini alohida aniqlash bilan birga, ularning o‘zaro ta’sirini ham o‘rganish zarur. Ayniqsa, suyuq faza hosil qiluvchi komponentlar miqdori bilan

© 2026 Worldly Knowledge.

Mualliflik huquqi egasi tomonidan ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

kuydirish harorati o‘rtasidagi muvozanat tayyor materialning zichlanishi va deformatsiyalanish xavfi nuqtayi nazaridan muhim hisoblanadi.

3.2. Kuydirish rejimining mahsulot sifatiga ta’siri

Keramogranitning fizik-mexanik xususiyatlari kuydirish davomida kechadigan sinterlanish va fazaviy o‘zgarishlar bilan chambarchas bog‘liq. Yetarli darajada zichlanmagan materialda ochiq g‘ovaklik va suv shimuvchanlik yuqoriroq bo‘lishi mumkin. Boshqa tomondan, haddan tashqari yuqori harorat yoki uzoq ushlab turish vaqti suyuq fazaning ortiqcha hosil bo‘lishiga, pufaklanish yoki geometrik deformatsiyaga sabab bo‘lishi ehtimoli mavjud.

Shu sababli kuydirish rejimini tanlashda faqat maksimal haroratni oshirishga emas, balki haroratning ko‘tarilish tezligi, maksimal haroratda ushlab turish vaqti hamda sovitish sharoitlariga ham e’tibor qaratish lozim. Bunda har bir xomashyo tarkibi uchun texnologik parametrlar alohida asoslanishi kerak.

Darkhan va hammualliflar tadqiqotida Turkiston viloyati mineral xomashyosi va mikrokremnezem asosidagi tarkiblar 1100, 1150 va 1200 °C haroratlarda o‘rganilgan. Mualliflar 1200 °C haroratda, mikrokremnezem miqdori 3 foizgacha bo‘lgan muayyan tarkib uchun egilishdagi mustahkamlik 41 MPa, suv shimuvchanlik 0,023 foiz va sovuqqa chidamlilik 107 sikl bo‘lganini qayd etgan [1]. Bu ko‘rsatkichlar faqat mazkur tadqiqotda o‘rganilgan tarkib va sharoitlarga tegishli bo‘lib, O‘zbekiston mahalliy xomashyosi asosida olingan mahsulotning kutiladigan natijalari sifatida talqin qilinmasligi lozim.

Mazkur ilmiy ishning amaliy ahamiyati shundaki, mahalliy xomashyo asosida keramogranit ishlab chiqarish uchun texnologik parametrlarni tayyor mahsulot ko‘rsatkichlari bilan bog‘lab o‘rganish zarurligini asoslaydi.

3.3. Ikkilamchi mineral komponentlardan foydalanish imkoniyatlari

Keramika ishlab chiqarishda ikkilamchi mineral komponentlardan foydalanish xomashyo bazasini kengaytirish va ayrim ishlab chiqarish chiqindilarini qayta jalb etish imkonini berishi mumkin. Biroq ikkilamchi komponentdan foydalanish uning kimyoviy tarkibi, dispersligi, zararli aralashmalari va kuydirish jarayoniga ta’siri o‘rganilgandan keyingina maqsadga muvofiq deb baholanishi mumkin.

Mikrokremnezem misolida, kremniy oksidiga boy qo‘shimcha massa tarkibining sinterlanish xususiyatlariga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Lekin uning ta’siri boshlang‘ich xomashyoning mineralogik tarkibi va kuydirish sharoitlariga bog‘liq. Qo‘shimchaning ko‘p miqdorda kiritilishi har doim ham mahsulot sifatini yaxshilamaydi; ayrim holatlarda qisqarish va deformatsiya xavfi ortishi mumkin [1].

Shu bois ikkilamchi komponentlarni joriy etishda ularning optimal miqdorini tajriba orqali aniqlash, qo‘shimchali va qo‘shimchasiz namunalarni bir xil sharoitda kuydirish hamda natijalarni o‘zaro taqqoslash zarur.

3.4. Texnologiyani optimallashtirishning asosiy yo‘nalishlari

Mahalliy mineral xomashyo asosida keramogranit ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish quyidagi o‘zaro bog‘liq yo‘nalishlarda amalga oshirilishi mumkin:

- Xomashyo bazasini baholash: kimyoviy va mineralogik tarkibni aniqlash, texnologik jihatdan yaroqli komponentlarni tanlash.
- Massa tarkibini optimallashtirish: gil, kaolin, kvarsli va flyus komponentlar nisbatini tajriba asosida o‘zgartirish.
- Zarracha o‘lchamini boshqarish: maydalash va fraksiyalash orqali massa bir jinsliligini yaxshilash.

© 2026 Worldly Knowledge.

Mualliflik huquqi egasi tomonidan ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

- Kuydirish rejimini tanlash: harorat, vaqt va sovitish sharoitlarining zichlanish hamda deformatsiyaga ta’sirini o‘rganish.
- Mahsulot sifatini standartlashtirilgan baholash: suv shimuvchanlik, zichlik, qisqarish va mexanik mustahkamlik ko‘rsatkichlarini aniqlash.
- Resurs samaradorligini baholash: mahalliy xomashyo va ikkilamchi komponentlardan foydalanishning texnik-iqtisodiy imkoniyatlarini o‘rganish.

Ushbu yo‘nalishlarni birgalikda o‘rganish texnologik jarayonning faqat bitta parametrini yaxshilash bilan cheklanib qolmasdan, tayyor mahsulotning barqaror sifati va ishlab chiqarish samaradorligiga erishish imkonini beradi.

3.5. Tadqiqotning ilmiy-amaliy ahamiyati va cheklovlari

Ushbu tahlilning ilmiy-amaliy ahamiyati mahalliy mineral xomashyoni keramogranit ishlab chiqarishga jalb etishda zarur bo‘lgan asosiy baholash bosqichlarini tizimlashtirishdan iborat. Taklif etilgan metodologiya xomashyoni dastlabki tavsiflashdan boshlab, keramika massasini shakllantirish, kuydirish va tayyor mahsulot sifatini aniqlashgacha bo‘lgan jarayonlarni izchil tashkil etishga xizmat qiladi.

Shu bilan birga, mazkur maqolada muayyan O‘zbekiston konidan olingan xomashyo namunalarining tahlil natijalari, tajriba tarkiblari va laboratoriyada aniqlangan fizik-mexanik ko‘rsatkichlar keltirilmagan. Shuning uchun maqoladagi xulosalar adabiyotlar tahlili va texnologik qonuniyatlarning umumlashtirilishiga asoslanadi. Mahalliy xomashyo uchun optimal tarkib, aniq kuydirish harorati yoki tayyor mahsulotning sifat ko‘rsatkichlari faqat tegishli tajribalar o‘tkazilgandan keyin belgilanadi.

4. Xulosa

1. Keramogranit materiallar olish texnologiyasining samaradorligi mahalliy mineral xomashyoning kimyoviy va mineralogik tarkibi, zarracha o‘lchami, keramika massasining tarkibi hamda kuydirish sharoitlarining o‘zaro muvofiqligiga bog‘liq.

2. Gil, kaolin, kvarsli va flyus komponentlarining funksional xususiyatlarini hisobga olgan holda massa tarkibini tanlash mahsulotning zichlanishi, suv shimuvchanligi, geometrik barqarorligi va mexanik xususiyatlarini boshqarish uchun muhimdir.

3. Kuydirish harorati va davomiyligini faqat umumiy tavsiyalar asosida belgilash yetarli emas. Mahalliy xomashyoning mineralogik tarkibi va texnologik xususiyatlarini hisobga olgan holda, optimal rejim laboratoriya tajribalari orqali aniqlanishi lozim.

4. Mikrokremnezem kabi ikkilamchi mineral komponentlardan foydalanish xomashyo bazasini kengaytirish imkoniyatini beradi. Biroq bunday qo‘shimchalarning samaradorligi ularning tarkibi, miqdori va kuydirish rejimi bilan bog‘liq holda baholanishi kerak.

5. Keramogranit sifatini ishonchli baholash uchun suv shimuvchanlik, g‘ovaklik, zichlik, kuydirishdagi qisqarish va mexanik mustahkamlik ko‘rsatkichlarini standartlashtirilgan usullarda aniqlash zarur.

6. Keyingi tadqiqotlarda mahalliy mineral xomashyo namunalarining XRF va XRD tahlillarini o‘tkazish, bir nechta massa tarkibini tayyorlash, kuydirish rejimlarini taqqoslash va natijalarni statistik qayta ishlash tavsiya etiladi. Bu yondashuv mahalliy resurslar asosida sifatli keramogranit olishning ilmiy asoslangan texnologik parametrlarini belgilash imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Darkhan A., Anarbayev A., Yessimov B., Vakalova T., Stanevich V., Molodykh A. Optimization of the Process of Producing Porcelain Stoneware from Mineral Raw Materials and Microsilica as a Secondary Raw Material. Ceramics. 2025;8(4):154. DOI: 10.3390/ceramics8040154.

© 2026 Worldly Knowledge.

Mualliflik huquqi egasi tomonidan ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

2. Martín-Márquez J., Rincón J. M., Romero M. Evolution with Temperature of Crystalline and Amorphous Phases in Porcelain Stoneware. Journal of the American Ceramic Society. 2009. DOI: 10.1111/j.1551-2916.2008.02862.x.
3. Conte S. et al. Porcelain versus Porcelain Stoneware: So Close, So Different. Sintering Kinetics, Phase Evolution, and Vitrification Paths. Materials. 2022;16(1):171. DOI: 10.3390/ma16010171.
4. International Organization for Standardization. ISO 10545-3:2018. Ceramic tiles — Part 3: Determination of water absorption, apparent porosity, apparent relative density and bulk density. Geneva: ISO, 2018. Rasmiy havola: https://www.iso.org/standard/68006.html.
5. Alves C. L., Skorych V., De Noni A. Jr., Hotza D., Gómez González S. Y., Heinrich S. Optimizing raw material composition to increase sustainability in porcelain tile production: A simulation-based approach. Journal of the American Ceramic Society. 2024;107(4):2110–2127. DOI: 10.1111/jace.19581.
6. Tite M. S., Freestone I. C., Wood N. An investigation into the relationship between the raw materials used in the production of Chinese porcelain and stoneware bodies and the resulting microstructures. Archaeometry. 2012;54:37–55. DOI: 10.1111/j.1475-4754.2011.00614.x.

© 2026 Worldly Knowledge.

Mualliflik huquqi egasi tomonidan ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.