

NAMANGAN DAVLAT
UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-9]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427



02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

UO' K 666.32/.36

YOZYOVON BARXAN QUMLARINING FIZIK-KIMYOVIY VA MINERALOGIK XUSUSIYATLARI**Xokimov Abdulaziz Ergashali o' g' li**

Farg' ona davlat texnika universiteti «Kimyo muhandisligi» kafedrası assistenti, texnika fanlari falsafa doktori (PhD)

ORCID: 0000-0002-6885-4876

E-mail: abdulaziz_xokimov@fstu.uz

Eminov Ashraf Mamurovich

Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali «Kimyoviy texnologiyalar» kafedrası mudiri, texnika fanlari doktori (DSc), professor

ORCID: 0000-0003-0174-3175

E-mail: ashraf.52@mail.ru

Xamdanova Shoxida Sherzodovna

Farg' ona davlat texnika universiteti O' quv-uslubiy boshqarma boshlig' i, texnika fanlari doktori (DSc), professor

ORCID: 0000-0002-0614-8263

E-mail: hamdamova79@mail.ru

Xomidov Faxriddin G' afurovich

O' zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti «Silikatlar kimyosi va kimyoviy texnologiyasi» laboratoriyasi katta ilmiy xodimi, texnika fanlari doktori (DSc)

ORCID: 0000-0002-9110-351X

E-mail: faha0101@mail.ru

Annotatsiya: Mazkur tadqiqotda Markaziy Farg' ona hududidagi Yozyovon barxan qumlarining keramika materiallari ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatidagi xususiyatlari o' rganildi. Tadqiqot obyekti sifatida Markaziy Farg' ona konining 4- va 5-hududlaridan olingan YBQ4 va YBQ5 namunalaridan foydalanildi. Namunalarning kimyoviy tarkibi, mineralogik va granulometrik xususiyatlari, shuningdek termik o' zgarishlar zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida tadqiq qilindi. Rentgenfazaviy tahlil, infraqizil spektroskopiya, differensial termik va termogravimetrik tahlil hamda skanerlovchi elektron mikroskopiya usullaridan foydalanildi. YBQ4 namunasida kremniy dioksidi miqdorining yuqoriligi, YBQ5 namunasida esa kalsiy oksidi va kuydirishdagi massa yo' qotishining yuqoriligi aniqlandi. XRD natijalarida kvars, xlorit, muskovit, albit, kalsit va dolomit minerallari mavjudligi qayd etildi. Termik tahlil natijalarida namunalarda suvning ajralishi va karbonatlarning parchalanishi bilan bog' liq bosqichlar aniqlandi. Olingan natijalar asosida YBQ4 namunasi keyingi tadqiqotlar uchun istiqbolli xomashyo sifatida tanlandi.

Kalit so' zlar: barxan qumi, mineralogik tarkib, rentgenfazaviy tahlil, infraqizil spektroskopiya, termik tahlil, SEM

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БАРХАННЫХ ПЕСКОВ ЯЗЬЯВАНА

Аннотация: В данном исследовании изучены свойства барханных песков Язьявана, расположенных на территории Центральной Ферганы, в качестве сырья для производства керамических материалов. В качестве объектов исследования использованы образцы YBQ4 и YBQ5, отобранные на 4-м и 5-м участках Центрально-Ферганского месторождения. Химический состав, минералогические и гранулометрические характеристики образцов, а также их термические изменения исследованы с использованием современных физико-химических методов анализа. Применены рентгенофазовый анализ, инфракрасная спектроскопия, дифференциальный термический и термогравиметрический анализы, а также сканирующая электронная микроскопия. Установлено повышенное содержание диоксида кремния в образце YBQ4, тогда как в образце YBQ5 отмечено более высокое содержание оксида кальция и потери массы при прокаливании. По результатам рентгенофазового анализа установлено наличие минералов кварца, хлорита, мусковита, альбита, кальцита и доломита. В результате термического анализа выявлены стадии, связанные с выделением воды и разложением карбонатов в исследуемых

образцах. На основании полученных результатов образец YBQ4 выбран в качестве перспективного сырья для дальнейших исследований.

Ключевые слова: барханный песок, минералогический состав, рентгенофазовый анализ, ИКс, термический анализ, РЭМ

PHYSICOCHEMICAL AND MINERALOGICAL PROPERTIES OF YAZYAVAN DUNE SANDS

Abstract: This study investigated the properties of Yazyavan dune sands located in the Central Fergana region as raw materials for the production of ceramic materials. Samples YBQ4 and YBQ5 collected from the 4th and 5th sites of the Central Fergana deposit were used as the research objects. The chemical composition, mineralogical and granulometric characteristics of the samples, as well as their thermal transformations, were investigated using modern physicochemical analytical methods. X-ray diffraction analysis, infrared spectroscopy, differential thermal and thermogravimetric analyses, and scanning electron microscopy were employed. An increased content of silicon dioxide was established in the YBQ4 sample, whereas the YBQ5 sample exhibited higher contents of calcium oxide and loss on ignition. According to the X-ray diffraction results, the presence of quartz, chlorite, muscovite, albite, calcite, and dolomite minerals was established. Thermal analysis revealed stages associated with water release and carbonate decomposition in the investigated samples. Based on the obtained results, the YBQ4 sample was selected as a promising raw material for further research.

Keywords: dune sand, mineralogical composition, X-ray diffraction analysis, IR spectroscopy, thermal analysis, scanning electron microscopy

Kirish

Keramik materiallar - g'isht, chinni va sement kabi mahsulotlar - qadimdan qurilishda qo'llanilib, hozirgi kunda ham eng muhim qurilish mahsulotlari hisoblanadi. Zamonaviy yutuqlar ularni barqaror va yuqori samarali qurilish yechimlarining ajralmas qismiga aylantirdi. Sanoat inqilobidan so'ng g'ishtlar tabiiy toshni ortda qoldirib, asosiy qurilish materiali bo'ldi. Ular turli usullar orqali ishlab chiqariladi. Muhandislik g'ishtlari yuqori mustahkamlik va chidamlilikka ega bo'lib, poydevor va himoya qatlamlarida ishlatiladi. Keramik bloklar mustahkamlik bilan birga issiqlik izolyatsiyasini, tom yopish materiallari esa uzoq xizmat muddati va ob-havoga qarshilikni ta'minlaydi. So'nggi yillarda keramika sanoatining rivojlanishi global xomashyo bozori va innovatsion texnologik yechimlar bilan chambarchas bog'liq ekanini ta'kidlanmoqda. Xususan, Ankit Singh tomonidan yozilgan va Bethan Davies tomonidan ko'rib chiqilgan "The State of Scientific Marketing Survey 2025" manbaada [1] qurilish materiallari bozorida ilmiy yondashuvlar va kelajakdagi rivojlanish tendensiyalari yoritilgan bo'lib, u keramika materiallarining barqaror qurilishdagi o'rni va istiqbollarini baholashda muhim manba hisoblanadi.

Keramika sanoatining barqaror rivojlanishi, eng avvalo, texnologik jarayonlarni takomillashtirish, ishlab chiqarish liniyalarini zamonaviy texnik vositalar bilan jihozlash va mahsulot turlarini diversifikatsiya qilish bilan chambarchas bog'liq bo'lib, bugungi qurilish amaliyotida qoplamali, g'ovakli hamda klinkerli turdagi keramika mahsulotlari eng istiqbolli yo'nalishlar sifatida e'tirof etiladi. Shu bois mahsulot nomenklaturasini kengaytirish va ishlab chiqarish hajmini oshirish nafaqat mavjud ishlab chiqaruvchilar, balki yangi tashkil etilayotgan korxonalar uchun ham dolzarb vazifa bo'lib qolmoqda, bunda energiya va resurslarni tejash, iqtisodiy samaradorlik hamda ekologik xavfsizlik tamoyillariga asoslangan ilg'or ishlab chiqarish texnologiyalarini qo'llash, keramik massalarning tarkibiy tuzilmasini ilmiy asosda loyihalash, optimal issiqlik rejimlarini tanlash va ishlab chiqarishda katta miqdorda sarflanadigan tabiiy resurslarni kamaytirish maqsadida sanoat chiqindilari va texnogen xomashyolardan foydalanish orqali keramika mahsulotlarining yuqori sifatini ta'minlash va ekologik barqarorlikka erishish muhim ahamiyat kasb etadi [2].

Hozirgi kunda g'isht qurilish materiallari orasida eng ko'p talab qilinadigan mahsulotlardan biri bo'lib, an'anaviy ravishda tabiiy loyni yuqori haroratda pishirish yoki portland sement asosida ishlab chiqariladi. Biroq bunday mahsulotlar ishlab chiqarishda katta miqdorda energiya sarfi va CO₂ chiqindilari tufayli yuqori "uglerod izi"ga ega. So'nggi yillarda sifatli gilli jinslar tanqisligi hamda sanoat va neft-gaz chiqindilarini zararsizlantirish zarurati muammoga aylanib, chiqindi materiallardan g'isht ishlab chiqarishga oid tadqiqotlar dolzarb yo'nalishga aylangan [3].

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, keramik qurilish materiallari insoniyat sivilizatsiyasi taraqqiyotida muhim o'rin egallab kelgan bo'lib, zamonaviy davrda ular arxitektura va qurilish sohasida strategik ahamiyatga ega materiallardan biri sifatida rivojlanmoqda. So'nggi o'n yilliklarda bu materiallar ishlab chiqarish texnologiyalari sezilarli yangilanishlarni boshdan kechirdi, ayniqsa energiya tejamkor usullar, nanotexnologiyalar, intellektual ishlab chiqarish va raqamli texnologiyalar (3D chop etish) joriy etilishi sohaning istiqbolini belgilab bermoqda [4-7]. Shu bilan birga, energiya sarfi yuqoriligi, xomashyo resurslarining cheklanganligi, chiqindilarning ko'pligi va atrof-muhitga zararli ta'sir kabi muammolar hanz dolzarbligini saqlab turibdi. Bu holat yangi texnologiyalardan samarali foydalanish, chiqindisiz yoki

biodegradatsiyalanuvchi keramik materiallar ishlab chiqish hamda mahsulot sifati va barqarorligini oshirish yo'nalishida keng ko'lamli ilmiy-amaliy ishlar olib borish zarurligini ko'rsatadi [8-10].

Mualliflar [11] tomonidan Markaziy Osiyo hududlaridagi barxan qumlarining xususiyatlari va ularni qurilish materiallari ishlab chiqarishda qo'llash imkoniyatlari keng o'rganilgan. Jumladan, O'zbekistonda barxan qumlaridan foydalanib, kuydirilmagan qurilish materiallari, xususan, silikat g'isht ishlab chiqarish bo'yicha chuqur tadqiqotlar olib borilgan [12, 13]. Aniqlanishicha, barxan qumlarining minerallogik tarkibi GOST talablari darajasiga mos kelmaydi: ularning SiO₂ miqdori 70 % dan oshmaydi, holbuki yuqori mustahkam silikat g'isht ishlab chiqarish uchun kamida 80-90 % bo'lishi zarur. Shu bois tadqiqotchilar shixta tarkibini o'zgartirish maqsadida 15-20 % miqdorda termoaktivlashtirilgan lyoss qo'shishni taklif etishgan. Bu yondashuv barxan qumlaridan samarali foydalanish imkonini berib, yuqori sifatli silikat g'isht ishlab chiqarishga sharoit yaratadi.

Tadqiqotchi tomonidan [14-17] olib borilgan ilmiy izlanishlar keramik koshin sifatini belgilovchi hal qiluvchi omil xomashyo tarkibining kimyoviy-mineralogik xususiyatlari ekanini ko'rsatdi. Quyi Amudaryo hududi xomashyolari - Kulatau gili va Tuproqqal'a barxan qumlarining mineralogik hamda fizik-kimyoviy tarkibi chuqur o'rganilib, ularning keramik massalarda istiqbolli qo'llanilishi ilmiy asoslandi. Kulatau gili gidroslyudali-montmorillonit guruhiga kirgani bois tez pishuvchi past haroratli flyus sifatida, Tuproqqal'a barxan qumi esa dala shpatli-kvarsli tarkibi bilan dala shpatining qisman o'rnini bosuvchi komponent sifatida samarali ekanligi aniqlandi. "Gil-barxan qumi" sistemasida mullit, anortit, vollastonit va shpinel kabi yangi fazalar hosil bo'lishi kuzatilib, ular mahsulotning zich struktura va yuqori mustahkamlikka ega bo'lishini ta'minlashi qayd etildi. Shuningdek, maqbul tarkiblar asosida kuydirish haroratini 50-100°C ga pasaytirish imkoniyati isbotlanib, yuqori fizik-mexanik xossalarga ega bo'lgan glazurlangan va glazurlanmagan koshinlar olish mumkinligi ko'rsatildi.

Materiallar va tadqiqot usullari

Respublikamizdagi barxan qumlarini keramik qurilish materiallarida qo'llash bo'yicha bir qator olimlar, jumladan Botvina L.M., Raximov R.A., Abdullayeva R.A., Sabirov B.T. va boshqalar tadqiqotlar olib borishgan [14-16].

Tadqiqot ishida qurilish keramik g'isht tarkiblarini ishlab chiqishda ikkinchi komponent sifatida Markaziy Farg'ona konining 4 (YBQ4) - va 5 (YBQ5) -hududlarida joylashgan Yozyovon barxan qumlari ishlatilgan. Markaziy Farg'ona konining 4-, 5- hududlari ma'muriy jihatdan Farg'ona viloyatining Yozyovon tumanida, Qo'qon shahridan 45-57 km shimoliy-sharqda joylashgan. O'rganilgan hudud 257 gektarni tashkil etadi va hozirgi vaqtda mavjud xomashyo zaxirasi 2,764 mln tonnani tashkil qiladi [18].

Tadqiqotlar uchun o'rtacha namuna kvartlash usuli orqali tanlab olingan bo'lib, bu xomashyo sifatini baholashda aniqlikni ta'minlaydi [19-20]. Kvartlash amaliyoti bir necha marta takrorlanib, tadqiqotlar uchun zarur miqdorda (250-350 g) o'rtacha xomashyo namunasiga erishilguncha davom etadi. Shu bilan birga, qolgan material ham o'rtacha deb hisoblanadi.

Kimyoviy tahlil. Turli xil silikatli qurilish materiallarini kimyoviy tahlil qilishda [21-26] asosan quyidagi oksidlarning miqdorini aniqlash yetarli hisoblanadi: kremniy oksidi (SiO₂), alyuminiy oksidi (Al₂O₃), temir oksidlarining yig'indisi (FeO+Fe₂O₃), kalsiy oksidi (CaO), magniy oksidi (MgO), natriy oksidi (Na₂O), kaliy oksidi (K₂O), oltingugurt oksidi (SO₃) va kuydirishdagi massa yo'qotilishi (KY). Nisbatan kam hollarda oz miqdorda uchraydigan oksidlarni aniqlash zarur bo'ladi, masalan: titan oksidi (TiO₂), fosfor oksidi (P₂O₅), marganes oksidi (MnO₂), xrom oksidi (Cr₂O₃). Namunalarni kimyoviy tahlili GOST 2642.0-2014 asosida olib borildi.

Rentgenfazali tahlil. Ishlatilgan xomashyo va sintez qilingan namunalarning kristall fazalarini aniqlash uchun LABX XRD-6100 SHIMADZU (Yaponiya) va Rigaku MiniFlex 600 (Yaponiya) difraktometrlaridan foydalanildi. Rentgenfazali tahlil CuKα nurlanish (Ni-filtr, to'liq uzunligi 1,5418 Å, tok kuchi 30 mA, kuchlanish 30 kV) sharoitida olib borildi. Detektorning aylanish tezligi 0,02° (ω/2θ - birligida) qadam bilan 4 °/min, skanerlash burchagi 4 dan 80° gacha o'zgarib turadi. Kristall fazalarni va rentgen parametrlarini aniqlash uchun ICDD PDF-2 xalqaro rentgen [27-30], ma'lumotlar bazasidan foydalanilgan. Faza taqsimoti va kristall panjara parametrlarini PowderCell 2.4 dasturi yordamida aniqlandi.

Infraqizil spektral tahlil. Dastlabki va sintez qilingan namunalar IRspirit-T qurilmasida 400-4000 sm⁻¹ oralig'ida FTIR spektroskopiyasi yordamida o'rganildi. Namunalar Thermo Fisher Scientific 4 sm⁻¹ da tahlil qilindi. Materiallar diffuziya aks ettirish usuli yordamida o'rganildi; kompozitsiyaning aralashmalari quyidagi nisbatda tayyorlangan: 90 % KBr va o'rganilayotgan material 5 %.

Differensial termik tahlil. Alohida birikmalarning fazaviy o'zgarishlari va holat diagrammalari differensial-termik tahlil (DTA) usuli yordamida o'rganildi. Tadqiqotlar DTG-60 derivatografi yordamida F.Paulik, I.Paulik va L.Erdey tizimi asosida 1000°C gacha bo'lgan haroratda olib borildi. O'lchov jarayonida bir vaqtning o'zida differensial egri chiziqlar va massa yo'qotishining o'zgarish grafigi qayd etildi. Galvanometrning sezuvchanligi DTA bo'yicha 1/15, DTG bo'yicha esa 1/10 ni tashkil etdi, harorat ko'tarilish tezligi 10 °C/min bo'lib, o'lchovlar platina tigellarda amalga oshirildi. Differensial va harorat tahliliga oid ma'lumotlar Pt-Pt/Rh differensial termoparasi yordamida olindi.

Qizdirish egri chiziqlari taxminan 2 g namunalar uchun yozib borildi. Olingan natijalar differensial termik tahlil sohasidagi adabiyotlar asosida tahlil qilindi [31-32].

Elektron mikroskopik tahlil. Namunalarning sirt morfologiyasini o'rganish, energodispersiv tahlil asosida elementlarning taqsimot natijalarini olish JSM-IT210 (JEOL, USA) skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida amalga oshirildi. Suratga olish jarayoni quyidagi sharoitlarda olib borildi: kuchlanish - 10,0 kV, ishchi masofa - 6,0 mm. Xomashyo va namunalarning morfologiyasini aniqlashda kriticallografiya sohasiga oid ma'lumotnomalarga tayanildi [33-34].

Natijalar va muhokama

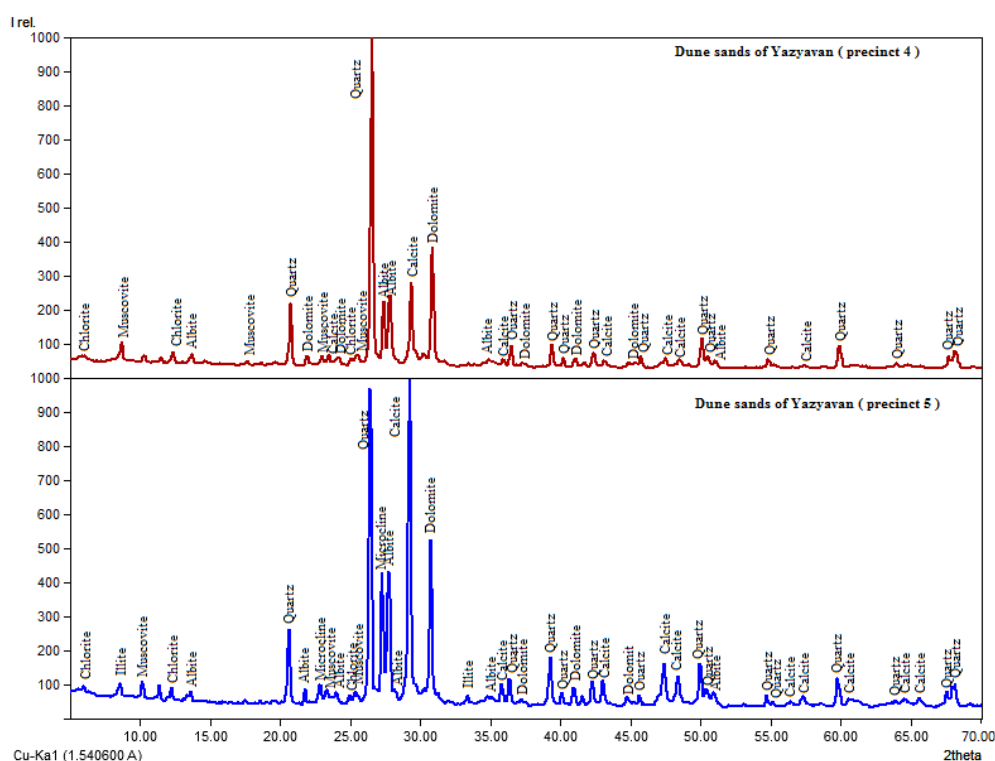
Markaziy Farg'ona konining 4 (YBQ4) - va 5 (YBQ5) – hududlarida joylashgan Yozyovon barxan qumlarining kimyoviy tarkibi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadvaldagi kimyoviy tahlil natijalaridan ko'rinib turibdiki, Yozyovon barxan qumlarining kimyoviy tarkibi hududlarga qarab sezilarli farqlanadi. YBQ4 namunalarda SiO_2 miqdori yuqori (63,68–68,12 %) bo'lib, bu ularni silikatli, kam karbonatli qumlar sifatida tavsiflaydi, CaO va K.Y. miqdori nisbatan past; aksincha, YBQ5 namunalarda SiO_2 miqdori ancha past (40,54–43,17 %), ammo CaO (17,98–20,45 %) va K.Y. (16,97–20,10 %) qiymatlari yuqori bo'lib, ular karbonatli birikmalarga boyligini ko'rsatadi. Shuningdek, YBQ5 qumlari ishqoriy va ishqoriy-yer metallari (Na_2O , K_2O , MgO) ga boyroq bo'lib, bu ularni eruvchan fazalar shakllantirish qobiliyati yuqori bo'lgan xomashyo sifatida tavsiflaydi. Shu bilan birga, yuqori KY va CaO miqdori bu qumlarning keramika ishlab chiqarish jarayonida barqarorligini pasaytirishi mumkin, shuning uchun YBQ4 uchastkasidagi qumlar texnologik jihatdan nisbatan ustunroq hisoblanadi [35].

1-Jadval

Yozyovon barxan qumlarining kimyoviy tarkibi

Namuna indeksi	Oksidlar miqdori, mas. %									KY, mas., %
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	SO_3	
YBQ4 _{o'rt}	62,94	7,14	3,4	0,35	7,10	4,05	1,85	2,01	0,3	10,86
YBQ5 _{o'rt}	43,03	7,42	2,05	0,38	18,99	3,42	2,95	3,15	0,10	18,51



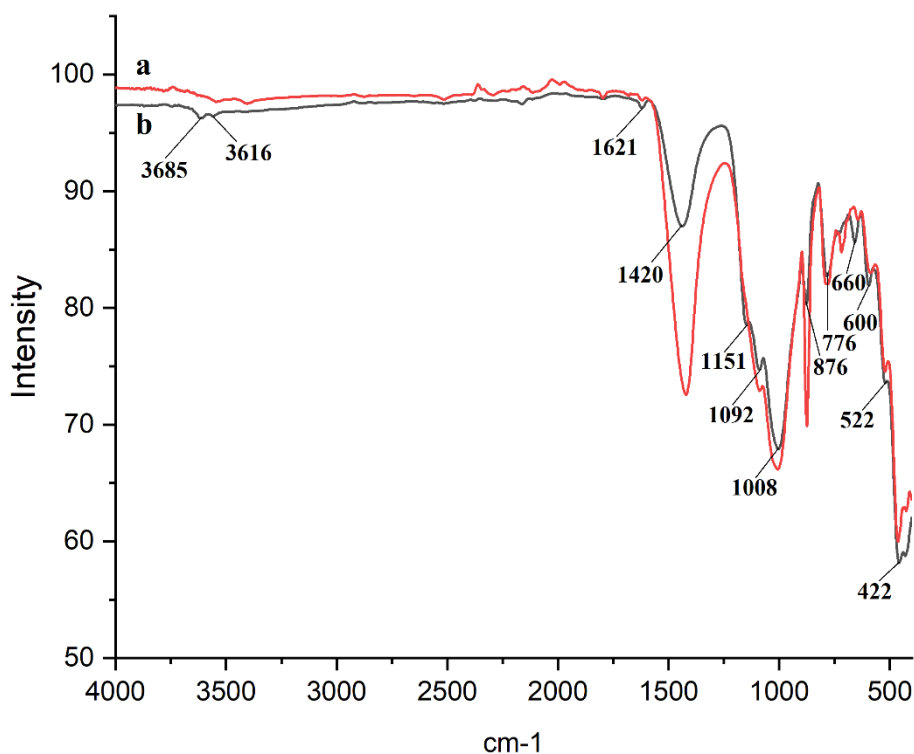
1-Rasm. YBQ4 va YBQ5 namunalari rentgenogrammalari

Rentgenfazali tahlil asosida YBQ4 va YBQ5 namunalari mineral tarkibi aniqlangan. Tahlil natijalari 1-rasmda keltirilgan.

Tahlil natijalari Markaziy Farg'ona koni ikkala hududidagi barxan qumlari tarkibida asosan kvarts ($d = 0,425; 0,334; 0,245; 0,228; 0,224; 0,212; 0,198; 0,182; 0,180; 0,167; 0,166; 0,145; 0,154; 0,138; 0,137$ nm), xlorit ($d = 1,447; 0,713; 0,349$ nm), muskovit ($d = 0,010; 0,385; 0,379; 0,349$ nm), albit ($d = 0,642; 0,404; 0,369; 0,319; 0,315; 0,257; 0,178$ nm), kalsit ($d = 0,385; 0,303; 0,284; 0,250; 0,228; 0,209; 0,191; 0,187; 0,162; 0,160; 0,152; 0,144; 0,142$ nm), dolomit ($d = 0,289; 0,268; 0,254; 0,240; 0,219; 0,202$

nm) minerallari borligi aniqlandi. YBQ5 namunasida kalsit va dolomit minerallariga tegishli difraksiya maksimumlari miqdori va intensivligi yuqori ekanligi, shuningdek qisman illit ($d = 1,024; 0,352; 0,268$ nm) minerali ham borligi aniqlandi [36].

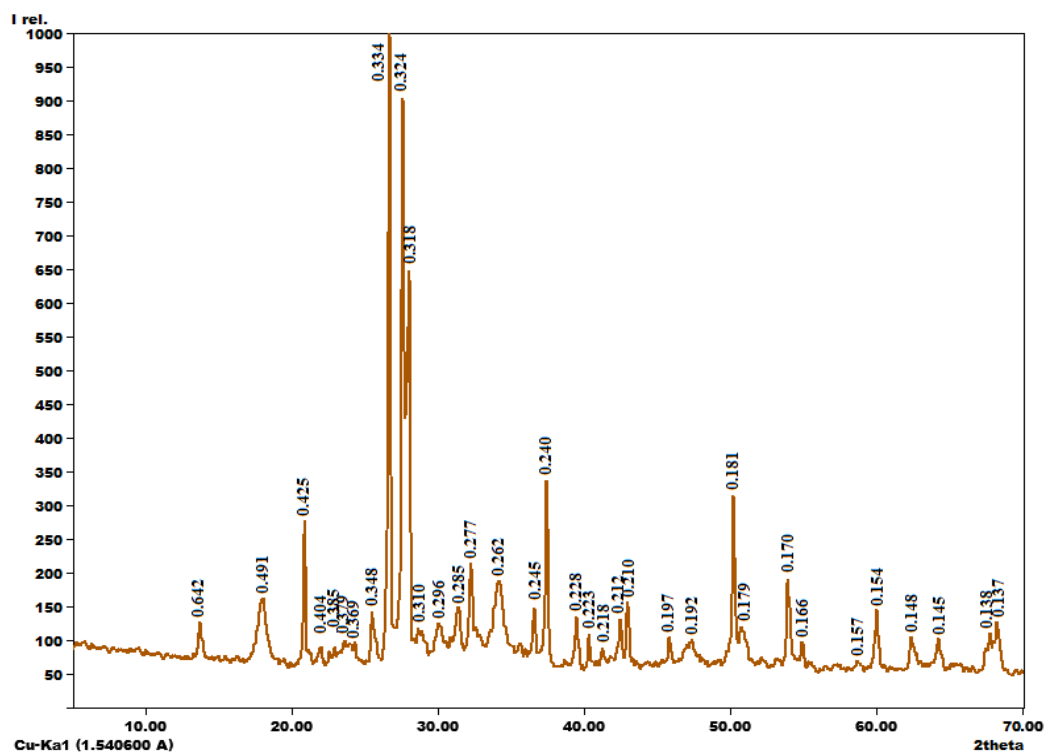
Yozyovon barxan qumining ikkala hududdagi namunalari IQ tahlillari asosida solishtirib o'rganildi (2-rasm).



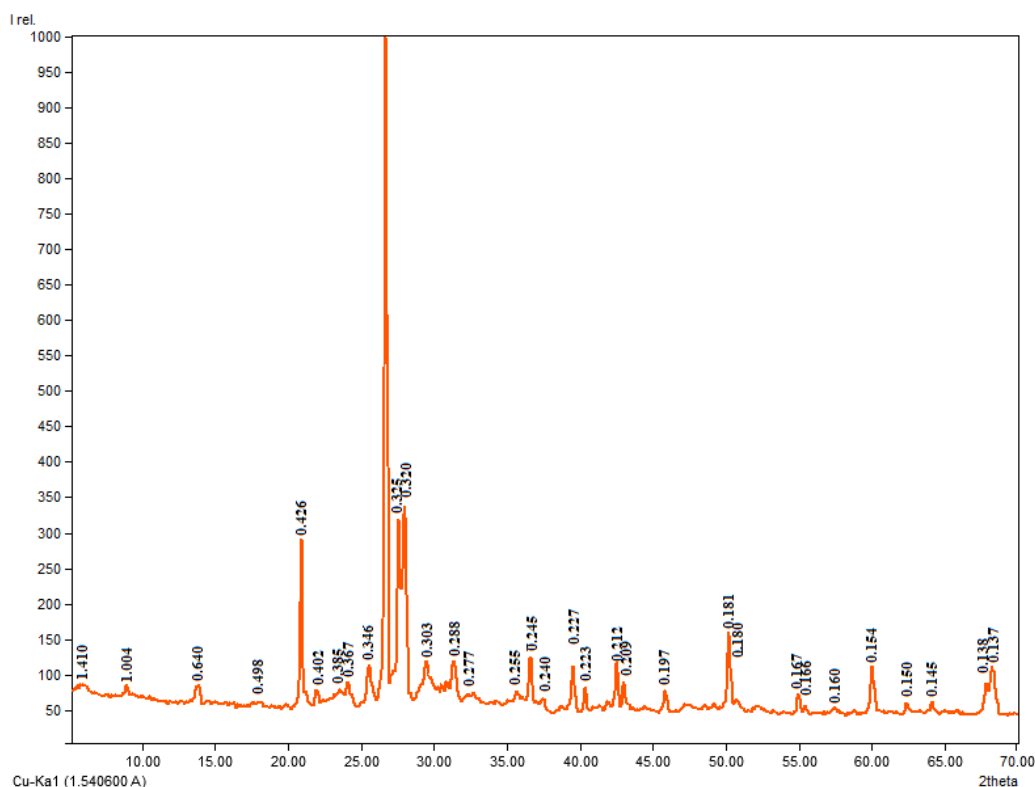
2-Rasm. YBQ5 (a) va YBQ4 (b) namunalarining IQ spektrogrammalari

Yozyovon barxan qumining ikkala hududidagi namunalari IQ tahlillarida ham -OH guruhiga kiruvchi bog'lar intensivligi juda pastligi aniqlandi. 1621 va 1420 cm^{-1} oralig'idagi yutilishlar suv molekularining deformatsion tebranishlariga va karbonat guruhlarining mavjudligiga ishora qiladi. 1151 , 1092 va 1008 cm^{-1} dagi chiziqlar Si-O-Si va Al-O-Si bog'larining valent tebranishlariga to'g'ri kelib, silikat strukturalarning mavjudligini tasdiqlaydi. 876 , 776 va 660 cm^{-1} dagi tebranishlar Al-O bog'lari va silikatlarning deformatsion tebranishlariga mos keladi, $600\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ oralig'ida esa AlO_6 yoki FeO_6 tipidagi oktaedrik bog'lanishlar bilan bog'liq rezonanslar kuzatiladi. YBQ5 namunasi intensivligi ayrim sohalarda pastroq yoki kengroq yutilishlarga ega bo'lib, u tarkibida karbonatlarning ko'proqligi (1420 cm^{-1}), shuningdek, qum va boshqa minerallarning miqdoriy farqlarning mavjudligini ko'rsatadi [18].

Termik ishlov berish jarayonida boradigan fazaviy o'zgarishlarni aniqlash maqsadida ikkala namunalarni ham 1000°C haroratda kuydirildi va rentgenfazali tahlil qilindi. Tahlil natijalari 3 va 4 rasmlarda keltirilgan.



3-Rasm. YBQ5 namunasining rentgenogrammasi



4-Rasm. YBQ4 namunasining rentgenogrammasi

Rentgenfazali tahlil natijalari ikkala namunada ham yuqori harorat ta'sirida gilli va karbonatli minerallarning strukturalari buzilishi hisobiga illit, muskovit, xlorit, kalsit va dolomit kabi minerallarga tegishli difraksiya maksimumlari miqdori va intensivligi kamaygani aniqlandi. YBQ5 namunasi rentgenogrammasida albit ($d=0,642; 0,369; 0,318$ nm), anortit ($d=0,404; 0,385; 0,379; 0,324; 0,285$ nm), CaO (lime) ($d=0,277; 0,240; 0,170; 0,145; 0,138$ nm), MgO (periklaz) ($d=0,245; 0,210; 0,148$ nm), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d=0,491; 0,310; 0,262; 0,245; 0,192; 0,179; 0,148; 0,145$ nm) minerallariga tegishli difraksiya maksimumlari oshgani kuzatildi. YBQ5 namunasi bilan farqli ravishda YBQ4 namunasi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mineraliga tegishli

difraksiya maksimumlari qayd etilmadi. Lime va periklaz minerallariga tegishli difraksiya maksimumlari miqdori esa nisbatan ancha kamligi kuzatildi.

Yozyovon barxan qumlarining kimyoviy-mineralogik tarkiblariga asoslanib, YBQ5 namunasida yuqori kuydirishdagi yo' qotish va CaO miqdorining YBQ4 nikiga nisbatan ko' pligini va bu qumlarning keramika ishlab chiqarish jarayonida barqarorligini pasaytirishi mumkinligini hisobga olib, keyingi tadqiqotlar uchun Markaziy Farg' ona konining 4-hududi (YBQ4) barxan qumi tanlab olindi [37].

YBQ4 barxan qumining granulometrik tarkibi standart elaklar yordamida GOST 8735–88 va GOST 8736–93 talablariga muvofiq elaklab aniqlangan va 2-jadvalda keltirilgan. Olingan natijalardan barxan qumini 0,315 mm o' lchamdagi elakdan 98,58 % gacha o' tishi aniqlandi.

2-Jadval

YBQ4 barxan qumi namunasining granulometrik tarkibi

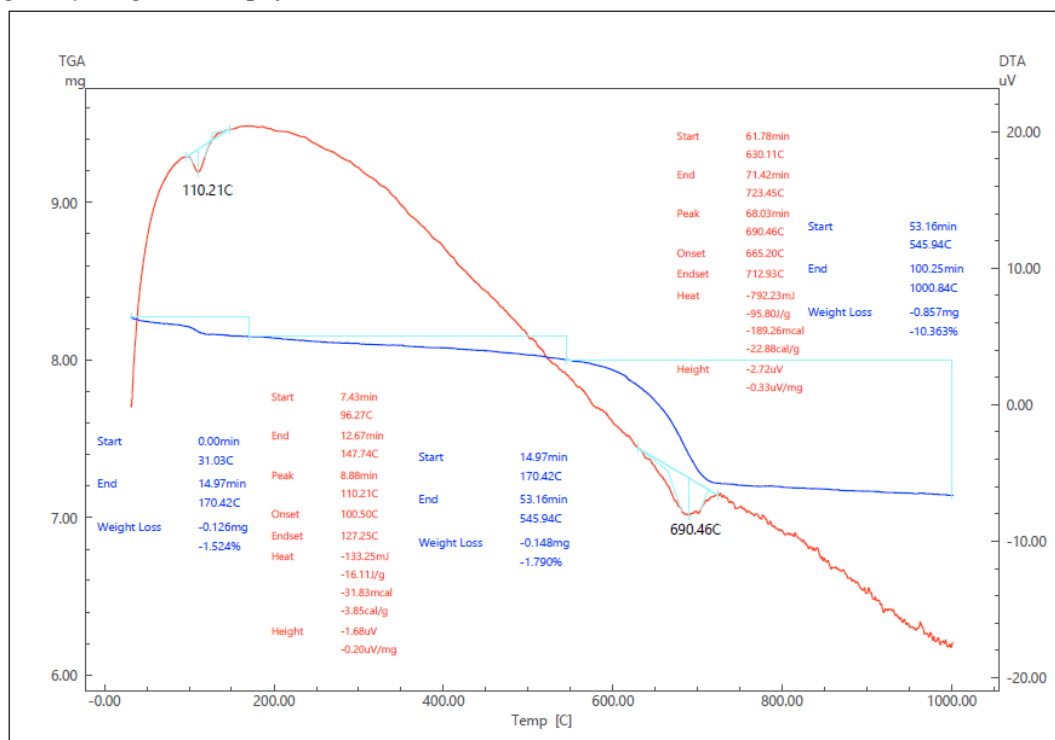
O' lchamlar ko' rsatkichi	Elak o' lchami va elakdagi barxan qumi qoldig' i, g/%	<0,063	0,063	0,1	0,16	0,315	0,63	1,25	2,5
Elakdagi qoldiq, g		12,55	348,5	470,95	153,84	14,12	-	-	-
Elakdagi qoldiq, %		1,25	34,85	47,09	15,38	1,42	-	-	-
Umumiy qoldiq A _i , %		-	98,74	63,89	16,80	1,42	-	-	-

YBQ4 barxan qumining granulometrik tarkibini aniqlash natijalari bo' yicha uning zarrachalari yirikligi moduli GOST 8735–88 bo' yicha hisoblash tenglamalari asosida aniqlangan.

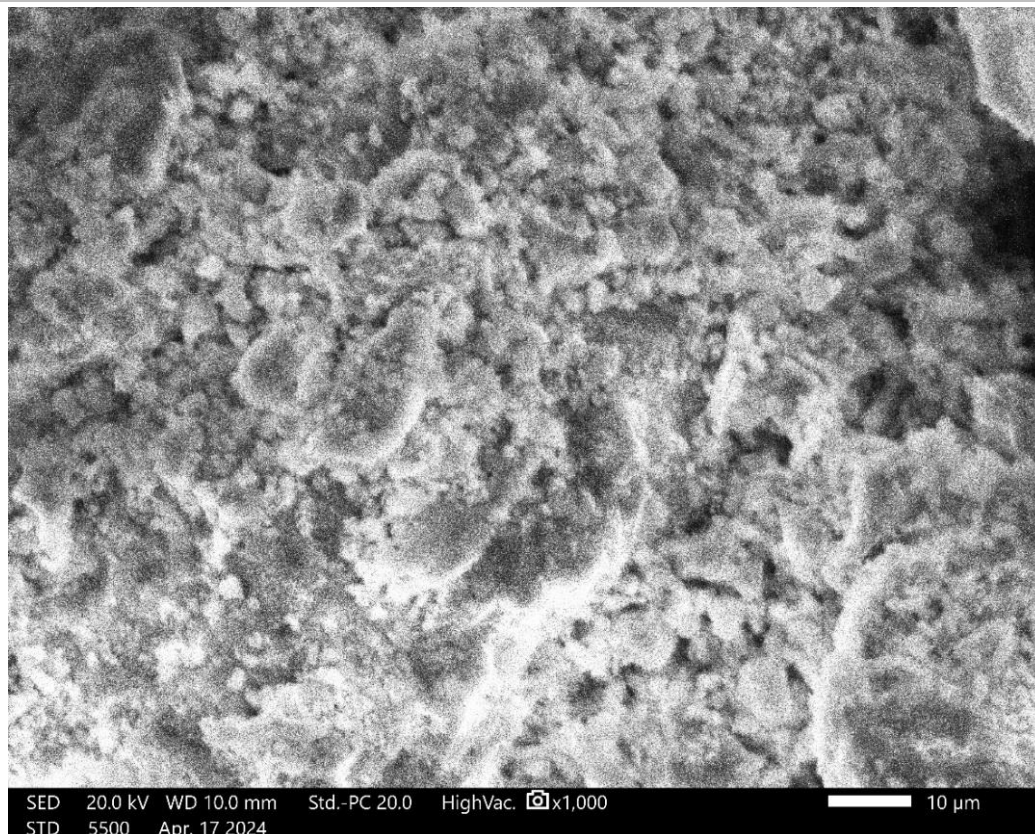
$$Mk = \frac{A_{0,315} + A_{0,16}}{100} = \frac{1,42 + 16,8}{100} = 0,18$$

Olingan natija barxan qumini juda mayin qumlar sinfiga kirishini ko' rsatdi.

Yozyovon barxan qumining DTA-TGA tahlili natijalariga ko' ra (5-rasm), 2 endotermik bosqichda massa yo' qotilishi kuzatilgan. Birinchi bosqichda (~110 °C) gigroskopik suv bug' lanishi natijasida 1,52% massa yo' qotilgan, ikkinchi bosqichda (~545°C) kristall holatdagi bog' langan suv ajralishi bilan 1,79 % yo' qotish qayd etilgan, uchinchi bosqichda esa 690°C atrofida karbonatlarning parchalanishi jarayoni natijasida 10,36 % miqdorida massa yo' qotilishi sodir bo' lgan. Umumiy termik yo' qotish ~13,68 % ni tashkil etib, namunaning tarkibida gilli komponentlar, gidratlangan minerallar va karbonatlarning mavjudligini tasdiqlaydi.



5-Rasm. Yozyovon barxan qumi namunasining (YBQ4) DTA-TGA egrisi



6-Rasm. Yozyovon barxan qumi namunasining (YBQ4) SEM mikrotasviri

Yozyovon barxan qumining SEM mikrotasvirida (6-rasm) xomashyoning mikromorfologiyasi yuqori darajada aglomeratsiyalashgan va noaniq konturlarga ega bo'lgan zarrachalardan iborat bo'lib, ular o'zaro zich joylashgan, sirt morfologiyasi esa notekis va faol adsorbsion xususiyatlarga ega ekanligi bilan ajralib turadi. Zarrachalar o'lchami taxminan 1–5 μm diapazonida bo'lib, bu ularning yuqori disperslik darajasi va qum tarkibida gilli fazaning mavjudligini ko'rsatadi, SEM tahlilning ushbu xususiyatlari qumning tarkibida slyuda va gidroslyuda guruhiga mansub qatlamli minerallarning mavjudligini anglatadi [38-39].

Xulosa

Yozyovon barxan qumlarining YBQ4 hududi tarkibida kremniy oksidi (SiO_2) yuqori ekanligi, granulometrik va termik xossalari ularni keramik material shixta tarkiblariga samarali qo'shimcha sifatida ishlatish imkonini berishi aniqlandi.

Olingan ma'lumotlar asosida YBQ4 barxan qumi, shov'rsuv gili va neft shlamidan foydalanib, fizik-mexanik va texnologik xossalari talab darajasiga javob beradigan g'isht va g'ovakli to'liq kabi keramik materiallar tarkiblarini ishlab chiqish imkoniyati mavjudligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Singh A. Ceramics in Construction: Properties, Applications, and Future Trends. Updated: February 12, 2025. AzoBuild.
2. Комар А.Г. Строительные материалы и изделия. – Москва: Высшая школа, 1988 – 527с.
3. Zhang L. Production of bricks from waste materials – A review. Construction and Building Materials. 2013. Vol. 47. – P. 643-655.
4. Mehran D., Jean-Marc T., Abdollah S., Luca I. Additive manufacturing of ceramics: Advances, challenges, and outlook // Journal of the European Ceramic Society, Volume 43, Issue 15, 2023, P. 6635-6664.
5. Harshavardhan B., Shruthy S., Muthu P.S., Brigita D.V., Swaminathan S., Dhakshinamoorthy S., Deepak M.K. Ceramic materials for 3D printing of biomimetic bone scaffolds – Current state-of-the-art & future perspectives // Materials & Design, Volume 231, 2023, P. 112064.
6. Abdelkader M., Petrik S., Nestler D., Fijalkowski M. Ceramics 3D Printing: A Comprehensive Overview and Applications, with Brief Insights into Industry and Market // Ceramics 2024, 7 (1), 68-85.
7. Zhangwei Ch., Ziyong L., Junjie L., Chengbo L., Changshi L., Yuelong F., Changyong L., Yang L., Pei W., Yi H. 3D printing of ceramics: A review // Journal of the European Ceramic Society, Vol. 39, Iss. 4, 2019, P. 661-687.

8. Nannan W. The role of the construction industry in China's sustainable urban development // Habitat International, Vol. 44, 2014, P. 442-450.
9. Geiger G. Introduction to ceramics // Journal of American Ceramic Society, 2014. Vol.12. – P.66-70.
10. Carter C.B. Norton M.G. Ceramic materials: science and engineering. Springer New York, NY, 2013. – 766 p.
11. Абдуллаев Р.А., Исмаилова Г.И., Бойтураев С.А. Силикатные материалы на основе барханных песков // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2019. No 7(61).
12. Рахимов Р.А., Ботвина Л.М. Силикатный кирпич на базе барханного песка для строительства зданий // Архитектура и строительство Узбекистана. -Ташкент, 1999.№1-2.-С.21-22.
13. Патент №4698, РУз. Сырьевая смесь для силикатного кирпича автоклавного твердения. Рахимов Р.А., Ботвина Л.М. 30.12.97. Бюл. № 4.
14. Djabberganov Dj.S., Kadyrova Z.R., Kuryazov Z.M., Babayev Z.K. Anorthite ceramic based on loess loam. Glass and Ceramics, 2021. Vol. 78, № 7-8. - P. 337-342.
15. Джабберганов Дж.С., Эминов А.М., Бойжанов И.Р. Исследование глины Кулатауского месторождения как легкоплавкая флюсующая добавка в составе керамики // Композиционные материалы. 2022. №1. С.101-104.
16. Djabberganov Dj.S. Eminov A.M., Boyjanov I.R. Energy-Saving Compositions of Masses of Ceramic Tiles from the Raw Material Resources of the Lower Amudarya region. International Journal of Current Science Research and Review. 2023, vol. 06, I. №7. –P.5061-5064
17. Джабберганов Дж.С., Эминов А.М., Бойжанов И.Р. Физико-механические свойства керамической плитки в композиции глина–барханный песок // Стекло и керамика. 2024. Т. 97, № 4. -С. 39-44.
18. Khokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Mirsalimova S.R. Study of dune sands of Yazyavan for producing ceramic materials // Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2025. Volume 60, № 4, pages 563-570. SJR-0,196.
19. Андрианов Н.Т. и др. Практикум по технологии керамики / под ред. И.Я. Гузмана. – Москва: Стройматериалы, 2005. – 334 с.
20. Ерофеев В.Т., Родин А.И., Казначеев С.В., Федорцов А.П., Губанов Д.А., Богатов А.Д. Строительная керамика. Практикум // Саранск, 2017. – 215 с.
21. Салахов А.М., Салахова Р.А. Керамика: Исследование сырья, структура, свойства. Издательство КНИТУ. - 2013.- Казань.- 245 с.
22. Ботвинкин О.К., Кликовский Г.И., Мануйлов Л.А., Лабораторный практикум по общей технологии силикатов и техническому анализу строительных материалов. – М.: Стройиздат. -1966. 76-93с.
23. ГОСТ 21216.0-91, ГОСТ 21216.4-91, ГОСТ 21216.6-91, ГОСТ 21216.1-91. Сырье глинистое. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов. 1981. 40с.
24. ГОСТ 9169-91. Сырье глинистое для керамической промышленности. –М.: Изд-во стандартов. -1977. 7с.
25. О' z DSt 3255:2017. Кирпич и камни керамические. Технические условия. – Тошкент.: Изд-во стандартов. 2017. 28с.
26. ОСТ 2178-88. Сырье глинистое (горные породы) для производства керамических кирпича и камней. Технические требования. Методы испытаний. М.: -1988. 26с.
27. ASTM Standards Part 17, Refractories, Glass, Ceramic Materials, Carbon and Graphite Products // ASTM, Philadelphia, 2005, pp. 7-9, 51-61.
28. Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. - М., 1976. – 232 с.
29. Михеев В.И. Рентгенографический определитель минералов. - М.: Госгеолтехиздат., 1957. - 863 с.
30. Толкачев С.С Таблицы межплоскостных расстояний. – Л.: Химия, 1968. – 132 с.
31. Берг Л.Г. Введение в термографию. М.: Наука.-1969.-208 с.
32. Топор Н.Д. Дифференциально-термический и термовесовой анализ минералов. М.: Недра.-1964.-214 с.
33. Карякин Л.И. Петрография огнеупоров. Гос. научн. техн. издательство литературы по черной и цветной металлургии, Харьков.-1962.-314 с.
34. Егоров-Тисменко Ю.С. Кристаллография и кристаллохимия. Учебник под ред. академика Урусова В.С. – М. КДУ. 2005. 592 с.
35. Khokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Eminov Sh.O. Physico-chemical study of the composition and properties of dune sands. XIII International Conference on Chemistry for Young Scientists «Mendeleev-2024», Sankt-Peterburg, September 2-6, 2024, p. 705.
36. Хокимов А.Э., Эминов А.М., Кадырова З.Р., Мирсалимова С.Р., Рахмонов О.К., Худайназаров Ф.С. Керамические материалы с добавкой нефтяного шлама. FDTU «Kimyoviy texnologiya va mineral resurslardan samarali foydalanish: ilm-fandan amaliyotga» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallar to' plami, Farg' ona, 16-17-may, 2025, 1106-1110 b.

37. Хокимов А.Э., Эминов А.М., Кадирова З.Р., Худайназаров Ф.С., Турдикулов И.Э. Перспективы применение нефтяных шламов в производстве керамических строительных материалов // Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. 2025. № 2. стр. 164-168.

38. Хокимов А.Э., Эминов А.М., Кадырова З.Р., Мирсалимова С.Р. Синтез керамических материалов с добавкой нефтяного шлама в системе глина-барханный песок // Новые огнеупоры. 2025. №4, стр. 3-7.

39. Hokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Eminov Sh.O. Farg' ona viloyati xomashyolarining keramik massa tarkibida ishlatishning istiqbollari // Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi. 2024. №4. 126-129 b.

References

1. Singh A. Ceramics in Construction: Properties, Applications, and Future Trends. Updated: February 12, 2025. AzoBuild.
2. Komar A.G. Stroitel'nye materialy i izdeliya. Moskva: Vysshaya shkola, 1988. 527 p.
3. Zhang L. Production of bricks from waste materials – A review. Construction and Building Materials. 2013. Vol. 47. P. 643–655.
4. Mehran D., Jean-Marc T., Abdollah S., Luca I. Additive manufacturing of ceramics: Advances, challenges, and outlook. Journal of the European Ceramic Society. 2023. Vol. 43. Issue 15. P. 6635–6664.
5. Harshavardhan B., Shruthy S., Muthu P.S., Brigita D.V., Swaminathan S., Dhakshinamoorthy S., Deepak M.K. Ceramic materials for 3D printing of biomimetic bone scaffolds – Current state-of-the-art & future perspectives. Materials & Design. 2023. Vol. 231. P. 112064.
6. Abdelkader M., Petrik S., Nestler D., Fijalkowski M. Ceramics 3D Printing: A Comprehensive Overview and Applications, with Brief Insights into Industry and Market. Ceramics. 2024. Vol. 7. No. 1. P. 68–85.
7. Zhangwei Ch., Ziyong L., Junjie L., Chengbo L., Changshi L., Yuelong F., Changyong L., Yang L., Pei W., Yi H. 3D printing of ceramics: A review. Journal of the European Ceramic Society. 2019. Vol. 39. Issue 4. P. 661–687.
8. Nannan W. The role of the construction industry in China's sustainable urban development. Habitat International. 2014. Vol. 44. P. 442–450.
9. Geiger G. Introduction to ceramics. Journal of American Ceramic Society. 2014. Vol. 12. P. 66–70.
10. Carter C.B., Norton M.G. Ceramic Materials: Science and Engineering. New York, NY: Springer, 2013. 766 p.
11. Abdullaev R.A., Ismailova G.I., Boituraev S.A. Silikatnye materialy na osnove barkhannyh peskov. Universum: Khimiya i biologiya. 2019. No. 7(61).
12. Rakhimov R.A., Botvina L.M. Silikatnyy kirpich na baze barkhannogo peska dlya stroitel'stva zdaniy. Arkhitektura i stroitel'stvo Uzbekistana. Tashkent. 1999. No. 1–2. P. 21–22.
13. Rakhimov R.A., Botvina L.M. Syryevaya smes' dlya silikatnogo kirpicha avtoklavnogo tverdeniya. Patent No. 4698, Republic of Uzbekistan. 30.12.1997. Bulletin No. 4.
14. Djabberganov Dj.S., Kadyrova Z.R., Kuryazov Z.M., Babayev Z.K. Anorthite ceramic based on loess loam. Glass and Ceramics. 2021. Vol. 78. No. 7–8. P. 337–342.
15. Dzhabberganov Dzh.S., Eminov A.M., Boyzhanov I.R. Issledovanie gliny Kulatauskogo mestorozhdeniya kak legkoplavkaya flyusuyushchaya dobavka v sostave keramiki. Kompozitsionnye materialy. 2022. No. 1. P. 101–104.
16. Djabberganov Dj.S., Eminov A.M., Boyzhanov I.R. Energy-Saving Compositions of Masses of Ceramic Tiles from the Raw Material Resources of the Lower Amudarya Region. International Journal of Current Science Research and Review. 2023. Vol. 06. No. 7. P. 5061–5064.
17. Dzhabberganov Dzh.S., Eminov A.M., Boyzhanov I.R. Fiziko-mekhanicheskie svoystva keramicheskoy plitki v kompozitsii glina-barkhanny pesok. Steklo i keramika. 2024. Vol. 97. No. 4. P. 39–44.
18. Khokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Mirsalimova S.R. Study of dune sands of Yazyavan for producing ceramic materials. Journal of Chemical Technology and Metallurgy. 2025. Vol. 60. No. 4. P. 563–570.
19. Andrianov N.T. et al. Praktikum po tekhnologii keramiki. Ed. by I.Ya. Guzman. Moskva: Stroymaterialy, 2005. 334 p.
20. Erofeev V.T., Rodin A.I., Kaznacheev S.V., Fedortsov A.P., Gubanov D.A., Bogatov A.D. Stroitel'naya keramika. Praktikum. Saransk, 2017. 215 p.
21. Salakhov A.M., Salakhova R.A. Keramika: Issledovanie syr'ya, struktura, svoystva. Kazan: Izdatel'stvo KNITU, 2013. 245 p.
22. Botvinkin O.K., Klikovskiy G.I., Manuilov L.A. Laboratornyy praktikum po obshchey tekhnologii silikatov i tekhnicheskomu analizu stroitel'nykh materialov. Moskva: Stroyizdat, 1966. P. 76–93.
23. GOST 21216.0-91, GOST 21216.4-91, GOST 21216.6-91, GOST 21216.1-91. Syrye glinistoe. Metody analiza. Moskva: Izdatel'stvo standartov, 1981. 40 p.

24. GOST 9169-91. Syrye glinistoe dlya keramicheskoy promyshlennosti. Moskva: Izdatel'stvo standartov, 1977. 7 p.
25. O' z DSt 3255:2017. Kirpich i kamni keramicheskie. Tekhnicheskie usloviya. Tashkent: Izdatel'stvo standartov, 2017. 28 p.
26. OST 2178-88. Syrye glinistoe (gornye porody) dlya proizvodstva keramicheskikh kirpicha i kamney. Tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. Moskva, 1988. 26 p.
27. ASTM Standards Part 17, Refractories, Glass, Ceramic Materials, Carbon and Graphite Products. Philadelphia: ASTM, 2005. P. 7–9, 51–61.
28. Kovba L.M., Trunov V.K. Rentgenofazovyy analiz. Moskva, 1976. 232 p.
29. Mikheev V.I. Rentgenograficheskiy opredelitel' mineralov. Moskva: Gosgeoltekhizdat, 1957. 863 p.
30. Tolkachev S.S. Tablitsy mezhploskostnykh rasstoyaniy. Leningrad: Khimiya, 1968. 132 p.
31. Berg L.G. Vvedenie v termografiyu. Moskva: Nauka, 1969. 208 p.
32. Topor N.D. Differentsial'no-termicheskiy i termovesovoy analiz mineralov. Moskva: Nedra, 1964. 214 p.
33. Karyakin L.I. Petrografiya ogneporov. Kharkov: Gosudarstvennoe nauchno-tekhnicheskoe izdatel'stvo literatury po chernoy i tsvetnoy metallurgii, 1962. 314 p.
34. Egorov-Tismenko Yu.S. Kristallografiya i kristallokhimiya. Ed. by Academician V.S. Urusov. Moskva: KDU, 2005. 592 p.
35. Khokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Eminov Sh.O. Physico-chemical study of the composition and properties of dune sands. XIII International Conference on Chemistry for Young Scientists "Mendeleev-2024", Saint Petersburg, September 2–6, 2024. P. 705.
36. Khokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Mirsalimova S.R., Rakhmonov O.K., Khudaynarov F.S. Keramicheskie materialy s dobavkoy neftyanogo shlama. FDTU "Kimyoviy texnologiya va mineral resurslardan samarali foydalanish: ilm-fandan amaliyotga" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari to' plami, Fergana, May 16–17, 2025. P. 1106–1110.
37. Khokimov A.E., Kadirova Z.R., Khudaynarov F.S., Turdikulov I.E. Perspektivy primeneniya neftyanikh shlamov v proizvodstve keramicheskikh stroitel'nykh materialov. Kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali. 2025. No. 2. P. 164–168.
38. Khokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Mirsalimova S.R. Sintez keramicheskikh materialov s dobavkoy neftyanogo shlama v sisteme glina–barkhanny pesok. Novye ognepory. 2025. No. 4. P. 3–7.
39. Xokimov A.E., Eminov A.M., Kadirova Z.R., Eminov Sh.O. Farg' ona viloyati xomashyolarining keramik massa tarkibida ishlatishning istiqbollari. Namangan davlat universiteti ilmiy axborotnomasi. 2024. No. 4. P. 126–129.