ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -12

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 12

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

“OSMONSOY-1” BAZALTLARI ASOSIDA KISLOTALI MUHITGA BARDOSHLI MATERIALLARNING STRUKTURAVIY VA FAZAVIY XUSUSIYATLARINI O‘RGANISH NATIJALARI

Bo‘ri Sirojovich Kamolov
Qarshi davlat texnika universiteti mustaqil tadqiqotchi
E-mail: kamolov.b.s@mail.ru
Masharipova Sharofat Muxammadovna
Abu Rayxon Beruniy nomidagi Urganch davlat Universiteti texnika fanlari falsafa doktori, PhD
E-mail: sarofatmasaripova5@gmail.com

Annotatsiya Ushbu tezisda mahalliy “Osmonsoy-1” bazaltlari asosida agressiv kislotali muhitlarga bardoshli keramik materiallar olish texnologiyasini ishlab chiqish natijalari bayon etilgan. Tadqiqotlarda bazalt, kvarts qumi, bentonit va texnik glinozyom asosida kompozitsion tarkiblar shakllantirilib, ularning fizik-mexanik, strukturaviy va kimyoviy xossalari o‘rganildi. Materiallarni olish jarayonida xomashyo tarkibi, presslash bosimi, kuydirish harorati va ushlash vaqtining material xossalariga ta’siri kompleks ravishda tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, optimal texnologik parametrlar sifatida 25 MPa presslash bosimi, 1150°C kuydirish harorati, 60 minut ushlash vaqti hamda 3°C/min sovitish tezligi tanlandi. XRD, FTIR va SEM tahlillari asosida material tarkibida mullit, anortit va plagioklaz fazalari shakllanishi aniqlanib, zich alumosilikat skelet hosil bo‘lishi hisobiga yuqori kislotabardoshlik ta’minlanishi asoslandi.

Kalit so‘zlar: bazalt, kislotabardosh material, kvarts qumi, bentonit, texnik glinozyom, mullit, anortit, plagioklaz, mikrostruktura, agressiv muhit, kimyoviy barqarorlik.

Abstract This thesis presents the development results of a technology for producing acid-resistant ceramic materials based on local "Osmonsoy-1" basalts designed for highly aggressive acidic environments. Composite formulations based on basalt, quartz sand, bentonite, and technical alumina were synthesized, and their physical-mechanical, structural, and chemical properties were thoroughly investigated. During the fabrication process, the synergistic effects of raw material composition, compaction pressure, sintering temperature, and holding time on the final properties of the material were comprehensively analyzed. Based on the experimental results, the optimal technological parameters were established as a compaction pressure of 25 MPa, a sintering temperature of 1150°C, a holding time of 60 minutes, and a cooling rate of 3°C/min. XRD, FTIR, and SEM analyses confirmed the formation of mullite, anorthite, and plagioclase phases within the microstructure. The enhanced acid resistance is attributed to the

ISSN 3030-3907

development of a dense aluminosilicate skeleton resulting from these crystalline phases.

Keywords: basalt, acid-resistant material, quartz sand, bentonite, technical alumina, mullite, anorthite, plagioclase, microstructure, aggressive environment, chemical stability.

Аннотация. В данной диссертации изложены результаты разработки технологии получения керамических материалов, устойчивых к агрессивным кислотным средам, на основе местных базальтов «Осмонсой-1». В ходе исследований были разработаны композиционные материалы на основе базальта, кварцевого песка, бентонита и технического глинозема, изучены их физико-механические, структурные и химические свойства. В процессе получения материалов комплексно проанализировано влияние состава сырья, давления прессования, температуры обжига и времени выдержки на свойства материала. По результатам исследований в качестве оптимальных технологических параметров были выбраны давление прессования 25 МПа, температура обжига 1150°C, время выдержки 60 минут и скорость охлаждения 3°C/мин. На основании анализа XRD, FTIR и SEM было установлено, что материал содержит фазы муллита, анортита и плагиоклаза, что обеспечивает высокую кислотостойкость за счет образования плотного алюмосиликатного каркаса.

Ключевые слова: базальт, кислотостойкий материал, кварцевый песок, бентонит, технический глинозем, муллит, анортит, плагиоклаз, микроструктура, агрессивная среда, химическая стойкость.

KIRISH.

Bugungi kunda kimyo, metallurgiya, neft-gaz, energetika va qurilish sanoati tarmoqlarida agressiv kislotali muhitlarda ishlovchi texnologik uskunalar hamda himoya materiallariga bo‘lgan talab tobora ortib bormoqda. Sanoat korxonalarida qo‘llanilayotgan an’anaviy sementli va silikatli materiallar kuchli kislotali muhitlarda tez yemirilishi natijasida ekspluatatsion muddat qisqarib, iqtisodiy zararlar yuzaga kelmoqda. Ayniqsa, H_2SO_4, HCl va boshqa agressiv reagentlar ta’sirida CaO va $Ca(OH)_2$ ga boy materiallarning strukturasi buzilib, mexanik mustahkamligi keskin kamayadi [1, 2].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, alyumosilikat tizimlar asosidagi materiallar agressiv muhitlarga nisbatan yuqori kimyoviy barqarorlikka ega bo‘lib, ularning chidamliligi fazaviy tarkib va mikrostrukturaviy zichlik bilan bevosita bog‘liqdir [1, 3]. Bazalt tog‘ jinslari tarkibidagi SiO_2 va Al_2O_3 komponentlari yuqori termik va kimyoviy barqarorlikni ta’minlab, zich alumosilikat skelet hosil qiladi. Natijada ionlar diffuziyasi cheklanib, materiallarning yemirilish tezligi sezilarli darajada kamayadi. Shu sababli bazalt

ISSN 3030-3907

asosidagi kompozitsion materiallar agressiv muhitlarda ishlovchi himoya qoplamalari va kislotabardosh plitalar olishda istiqbolli xomashyo sifatida qaralmoqda.

Biroq mavjud ilmiy tadqiqotlarda mahalliy bazalt xomashyolari asosida kislotabardosh materiallar olish texnologiyasi yetarli darajada tizimli o‘rganilmagan. Ayniqsa, “Osmonsoy-1” bazaltining mineralogik tarkibi, kuydirish rejimlari hamda modifikatsiyalovchi qo‘shimchalarning material xossalariga ta’siri bo‘yicha ilmiy ma’lumotlar cheklangan.

Shu sababli mazkur tadqiqotning asosiy мақсади “Osmonsoy-1” bazalti asosida agressiv kislotali muhitlarga bardoshli keramik materiallar olish texnologiyasini ishlab chiqish hamda optimal tarkib va texnologik parametrlarni aniqlashdan iborat bo‘ldi.

TADQIQOT MATERIALI VA USULLARI.

Tadqiqotlarda asosiy xomashyo sifatida Jizzax вилоятида жойлашган “Osmonsoy-1” konidan olingan bazalt ishlatildi. Qo‘shimcha komponent sifatida Qizilqum kvarts qumi, Navbahor bentoniti va Sho‘rtan gaz-kimyo sanoati чиқиндиси asosidagi texnik glinozyom qo‘llanildi.

Xomashyolar dastlab maydalandi ва 0,05–0,10 mm granulometrik tarkibgacha elandi. Tayyorlangan qorishmalar yarim quruq presslash usuli asosida shakllantirildi. Presslash jarayoni 20–30 MPa bosim oralig‘ida olib borildi. Namunalarning fizik-mexanik xossalariga kuydirish harorati, ushlash vaqti hamda sovitish tezligining ta’siri kompleks ravishda o‘rganildi.

Namunalarni kuydirish 1000–1200°C harorat oralig‘ida amalga oshirildi. Fazaviy tarkib XRD tahlili yordamida, kimyoviy bog‘lanishlar FTIR usuli orqali, mikrostrukturaviy xususiyatlar esa SEM tahlillari yordamida o‘rganildi.

Kimyoviy bardoshlilikni aniqlash uchun namunalar H_2SO_4 va HCl eritmalarida saqlandi hamda massa yo‘qotilishi, mexanik mustahkamlikning kamayishi va strukturaviy o‘zgarishlar tahlil qilindi.

TADQIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMA.

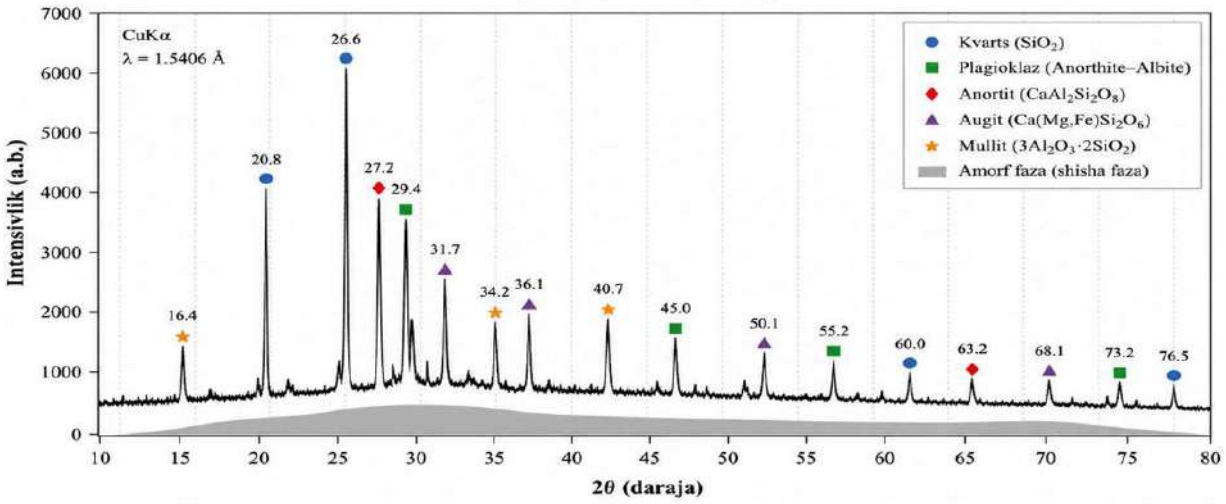
Olingan natijalar asosida 25 MPa presslash bosimi, 1150°C kuydirish harorati, 60 minut ushlash vaqti hamda 3°C/min sovitish tezligi optimal texnologik parametrlar sifatida tanlandi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, yuqori haroratlarda bazalt asosidagi tizimlarda suyuq faza hosil bo‘lishi strukturaviy zichlashuvni kuchaytiradi [2, 3]. Olingan ma’lumotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, aynan 1150°C da material tarkibida mullit, anortit va plagioklaz fazalari intensiv shakllanadi. Ushbu fazalar zich alumosilikat skelet hosil qilib, agressiv kislotali eritmalar diffuziyasini cheklaydi.

ISSN 3030-3907

XRD tahlillari kristall fazalar hosil bo‘lishini tasdiqladi. FTIR spektrlari esa Si–O–Si va Al–O–Si bog‘lanishlari intensivligi ortganligini ko‘rsatdi. SEM tahlillari natijasida mikrostrukturaviy zichlashuv va g‘ovaklikning kamayishi kuzatildi.

Optimal tarkibli namunalarning fazaviy tarkibini aniqlash maqsadida XRD tahlillari bajarildi. Rentgen-difraktogrammalar natijalariga ko‘ra material tarkibida plagioklaz va augit tipidagi kristall fazalarning ustunligi aniqlandi. Shuningdek, qisman amorf shisha fazaning mavjudligi ham qayd etildi.



Asosiy fazalar va ularning mos keluvchi piklari		
Faza nomi	Simvol	Asosiy piklar (2θ, °)
Kvarts (SiO_2)	●	20.8; 26.6; 50.1; 60.0; 76.5
Plagioklaz (Anorthite–Albite)	■	27.7; 29.4; 45.0; 55.2; 73.2
Anortit ($CaAl_2Si_2O_8$)	◆	28.2; 63.2
Augit ($Ca(Mg,Fe)Si_2O_6$)	▲	31.7; 36.1; 50.1; 68.1
Mullit ($3Al_2O_3·2SiO_2$)	★	16.4; 34.2; 40.7
Amorf faza (shisha faza)	▬	Keng diffuz fon (15–35°; 40–70° oralig‘i)

Izohlar:
- $2\theta \approx 20.8°$ va 26.6° – kvarts fazasiga xos intensiv piklar.
- 27–30° oralig‘i – plagioklaz va anortit fazalariga tegishli reflekslar.
- 31–36° va 50–68° oralig‘i – augit fazasiga xos piklar.
- 16–18°, 25–26° va 40–41° oralig‘i – mullit fazasining asosiy reflekslari.
- Keng fonli diffuz sohalar – qisman amorf shisha fazaning mavjudligini ko‘rsatadi.

1-rasm. Optimal tarkibli materialining XRD difraktogrammasida aniqlangan asosiy fazalar

Bazalt–kvarts qumi–bentonit–texnik glinozyom asosidagi kompozitsion materialda kuydirish jarayonida hosil bo‘lgan kristall fazalarni aniqlash maqsadida rentgen-fazaviy (XRD) tahlillar amalga oshirildi. Tahlil natijalari va aniqlangan asosiy fazalar quyidagi 1-rasmda keltirilgan.

1-rasmda bazalt–kvarts qumi–bentonit–texnik glinozyom asosidagi BKBG-5 tarkibli namunaning rentgen-difraktogrammasi keltirilgan bo‘lib, unda material tarkibida hosil bo‘lgan asosiy kristall fazalar va ularning xarakterli reflekslari aks ettirilgan. XRD tahlillari CuKα nurlanish manbai (λ = 1.5406 Å) asosida 2θ = 10–80° diapazonda amalga oshirildi. Difraktogramma natijalari material tarkibida kvarts, plagioklaz, anortit, qoldiq augit va mullit fazalarining shakllanganligini ko‘rsatdi.

Difraktogrammada $2\theta \approx 20.8°$ va 26.6° sohalarda kuzatilgan intensiv piklar kvarts (SiO_2) fazasiga tegishli bo‘lib, kompozitsiya tarkibiga kiritilgan kvarts

ISSN 3030-3907

qumining kuydirish jarayonidan keyin ham qisman kristall holatda saqlanib qolganligini tasdiqlaydi. Ushbu faza material tarkibida qo‘shimcha silikat karkas hosil qilib, strukturaviy barqarorlik va kislotali muhitga chidamlilikni oshirgan.

27–30° oralig‘ida kuzatilgan reflekslar plagioklaz va anortit fazalariga xos bo‘lib, bazalt tarkibidagi CaO, Al_2O_3 va SiO_2 komponentlarining yuqori haroratda o‘zaro reaksiyaga kirishishi natijasida hosil bo‘lgan. Anortit fazasi materialning kimyoviy barqarorligi va mexanik mustahkamligini oshirishda muhim rol o‘ynagan. Plagioklaz fazalarining hosil bo‘lishi esa materialning zich kristall struktura shakllanishiga yordam bergan.

31–36° hamda 50–68° oralig‘ida qayd etilgan ayrim reflekslar bazalt tarkibidagi qoldiq augit fazalari bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi. Ushbu fazalar bazaltning tabiiy mineral tarkibi bilan bog‘liq bo‘lib, kuydirish jarayonidan so‘ng qisman saqlanib qolgan. Augit fazalarining mavjudligi materialning termik barqarorligiga ma’lum darajada ijobiy ta’sir ko‘rsatgan.

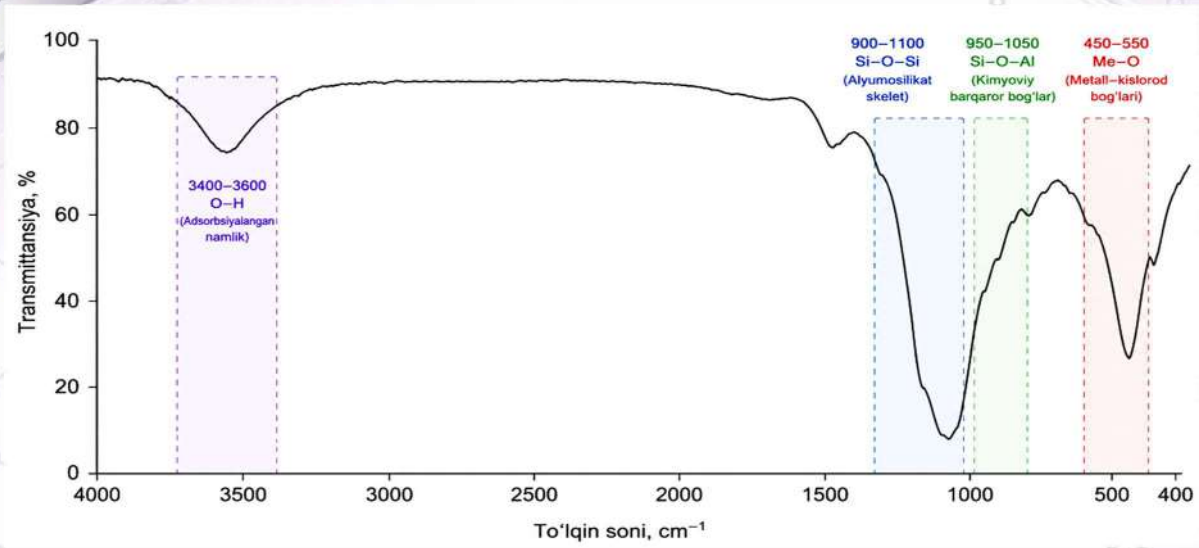
Difraktogrammada 16.4°, 34.2° va 40.7° sohalarda mullit fazasiga tegishli reflekslarning paydo bo‘lishi texnik glinozyom (Al_2O_3) ning faol modifikator sifatida ishtirok etganligini ko‘rsatadi. Mullit fazasi yuqori kimyoviy inertlik va termik barqarorlikka ega bo‘lib, agressiv kislotali muhitlarda materialning bardoshliligini sezilarli ravishda oshiradi. Shu bilan birga, mullit kristallarining hosil bo‘lishi mikrostrukturaviy zichlashuvni kuchaytirib, g‘ovaklikning kamayishiga xizmat qilgan.

Shuningdek, rentgen-difraktogrammada kuzatilgan keng diffuz fon zonalari qisman amorf shisha fazaning mavjudligini ko‘rsatdi. Ushbu amorf faza kuydirish jarayonida zarrachalararo bog‘lanishni kuchaytirib, materialning bir jinsli va zich struktura hosil qilishiga yordam bergan. Natijada agressiv kislotali eritmalarning material ichki qatlamlariga diffuziyasi cheklanib, kislotabardoshlik ko‘rsatkichlari ortgan.

Umuman olganda, XRD tahlillari natijalari BKBG-5 tarkibli namunada kristall va amorf fazalarning muvozanatli shakllanishi yuz berganligini ko‘rsatdi. Hosil bo‘lgan mullit, anortit va plagioklaz fazalari materialning yuqori fizik-mexanik xossalari hamda kislotabardoshligini ta’minlagani aniqlandi. Rentgen-difraksion tahlil natijalariga ko‘ra, 1150°C kuydirish haroratida kristall fazalarning faol shakllanishi va alumosilikat strukturaning zichlashuvi kuzatildi.

Optimal tarkibli bazalt–kvarts qumi–bentonit–texnik glinozyom asosidagi kompozitsion materialda hosil bo‘lgan kimyoviy bog‘lanishlar va alumosilikat strukturaning shakllanish jarayonini aniqlash maqsadida FTIR tahlillari amalga oshirildi. Infraqizil spektr natijalari quyidagi 2-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Optimal tarkibli materialining FTIR spektridagi asosiy yutilish polosalari

Material tarkibidagi kimyoviy bog‘lanishlar va alumosilikat strukturaning shakllanish jarayonini o‘rganish maqsadida FTIR tahlillari bajarildi. Infraqizil spektrlar yordamida namunada mavjud asosiy funksional guruhlar va kimyoviy bog‘lanishlarning tebranish chastotalari aniqlandi.

2-rasmda bazalt–kvarts qumi–bentonit–texnik glinozyom asosidagi BKBG-5 namunasining FTIR spektri hamda unda kuzatilgan asosiy yutilish polosalari keltirilgan. Spektr natijalariga ko‘ra 900–1100 sm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan intensiv yutilish polosalari Si–O–Si bog‘lariga xos bo‘lib, material tarkibida zich va barqaror silikat skelet shakllanganligini ko‘rsatadi. Ushbu bog‘lanishlar kvarts qumi va bazalt tarkibidagi silikat komponentlarning yuqori haroratda qayta tashkil topishi natijasida hosil bo‘lgan.

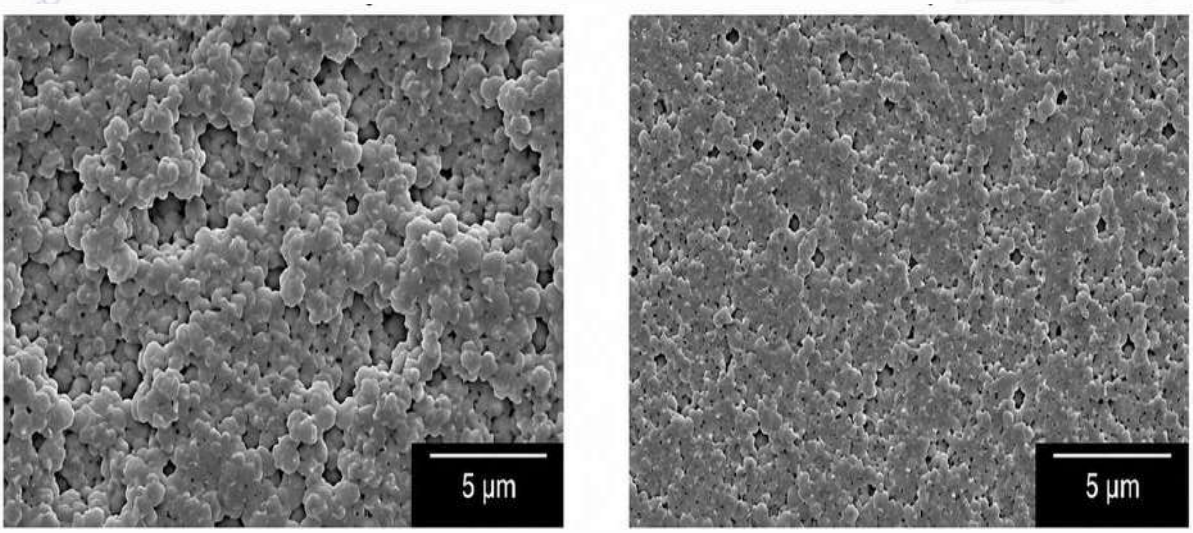
950–1050 sm^{-1} diapazonda kuzatilgan yutilish polosalari Si–O–Al bog‘lariga tegishli bo‘lib, texnik glinozyom (Al_2O_3) va bentonit tarkibidagi alyuminiy komponentlari asosida alumosilikat strukturalarning shakllanganligini tasdiqlaydi. Ushbu bog‘lanishlarning hosil bo‘lishi materialning kimyoviy inertligi va kislotali muhitga bardoshliligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

450–550 sm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan polosalar metall–kislorod bog‘lariga mos kelib, mullit, anortit va plagioklaz kabi kristall fazalarning mavjudligini ko‘rsatadi. Ushbu fazalar materialning termik va mexanik barqarorligini oshirib, yuqori haroratda strukturaviy mustahkamlikni ta’minlagan.

3400–3600 sm^{-1} diapazonida kuzatilgan keng yutilish polosalari O–H bog‘lariga tegishli bo‘lib, material yuzasida adsorbsiyalangan namlik hamda qisman gidroksil guruhlar mavjudligini bildiradi. Biroq ushbu polosalar intensivligining pastligi kuydirish jarayonida erkin namlikning asosiy qismi yo‘qotilganligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

FTIR tahlillari natijalari XRD ma’lumotlari bilan mos ravishda material tarkibida barqaror alumosilikat mikrostruktura shakllanganligini tasdiqladi. Ayniqsa, Si–O–Si va Si–O–Al bog‘larining kuchli shakllanishi bazalt–kvarts qumi–bentonit–Al_2O_3 kompozitsiyasining yuqori kislotabardoshligi va strukturaviy barqarorligini ta’minlagani aniqlandi.



3-rasm. Optimal tarkibli kislotabardosh materialning SEM tasvirlari asosida aniqlangan mikrostrukturaviy xususiyatlar

Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida bazalt–kvarts qumi–bentonit–texnik glinozyom asosidagi BKBG-5 tarkibli namunalar mikrostrukturasi o‘rganildi. SEM tasvirlari natijalariga ko‘ra namunalar yuzasida zich va kompakt mikrostruktura shakllangani hamda ochiq g‘ovaklikning minimal darajada saqlanib qolganligi kuzatildi. Ushbu holat yuqori haroratda sinterlash jarayonining faol kechishi va komponentlar orasida kuchli strukturaviy bog‘lanishlar hosil bo‘lishi bilan izohlanadi.

SEM tasvirlarida zarrachalarning bir-biri bilan yaxshi birikkanligi, mikrobo‘shliqlarning kamaygani va strukturaning bir jinsli holatga kelgani aniqlandi. Ayniqsa, kvarts qumi, bentonit va texnik glinozyom qo‘shimchalari ta’sirida hosil bo‘lgan zich alumosilikat matritsa material tarkibida mustahkam silikat karkas shakllanishiga xizmat qilgan. Hosil bo‘lgan mullit va anortit fazalari mikrostrukturaviy zichlashuvni kuchaytirib, materialning termik va kimyoviy barqarorligini oshirgan.

SEM tahlillari natijalariga ko‘ra amorf-shishasimon fazaning zarrachalararo bo‘shliqlarni qisman to‘ldirgani kuzatildi. Ushbu holat agressiv kislotali eritmalarning material ichki qatlamlariga diffuziyasini cheklab, kimyoviy yemirilish jarayonlarini sekinlashtirgan. Shu sababli material tarkibida kislotali muhitga nisbatan yuqori bardoshlilik shakllangani aniqlandi.

Mikrostrukturaviy tahlillar natijasida BKBG-5 tarkibli namunada zich va muvozanatli kristall-amorf struktura hosil bo‘lgani qayd etildi. Strukturaning

ISSN 3030-3907

kompaktligi va g‘ovaklikning kamayishi materialning mexanik mustahkamligi hamda uzoq muddatli ekspluatatsion xossalariga ijobiy ta’sir ko‘rsatgan.

Umuman olganda, XRD, FTIR va SEM tahlillari natijalari bir-biri bilan mos ravishda bazalt–kvarts qumi–bentonit–texnik glinozyom asosidagi modifikatsiyalangan kompozitsion materiallarda barqaror alumosilikat fazalar shakllanganligini tasdiqladi. Hosil bo‘lgan mullit, anortit va plagioklaz fazalari hamda zich mikrostrukturaviy tuzilma materialning yuqori kislotabardoshligi, past g‘ovakligi va agressiv kimyoviy muhitlarga bardoshliligini ta’minlagani aniqlandi.

Tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, optimal tarkibli namunalarda siqilishdagi mustahkamlik 42–54 MPa oralig‘ida shakllandi. Ochiq g‘ovaklik 6–10 % ni tashkil etdi. Demak, ishqorbardoshlik va kislotabardoshlikning oshishi material mikrostrukturasi zichlashuvi bilan bevosita bog‘liqdir.

Kimyoviy bardoshlilik sinovlarida H_2SO_4 va HCl eritmalarida massa yo‘qotilishi 0,46–1,84 % dan oshmadi. Bu esa materiallarning yuqori kimyoviy barqarorligini tasdiqlaydi. Muallif tahliliga ko‘ra, texnik glinozyom qo‘shimchasi mullit va anortit fazalarining shakllanishini jadallashtirib, materialning mexanik va kimyoviy barqarorligini oshiradi.

Shuningdek, kvarts qumi va bentonitning optimal nisbatda qo‘llanilishi strukturaviy zichlashuvni kuchaytirib, mikrostrukturadagi g‘ovaklikni kamaytiradi. Natijada ionlar diffuziyasi cheklanadi va yemirilish jarayonlari sekinlashadi.

XULOSA.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

“Osmonsoy-1” bazalti asosida agressiv kislotali muhitlarga bardoshli materiallar olish texnologiyasi ishlab chiqildi.

Optimal texnologik parametrlar sifatida 25 MPa presslash bosimi, 1150°C kuydirish harorati, 60 minut ushlash vaqti hamda 3°C/min sovitish tezligi tanlandi.

XRD, FTIR va SEM tahlillari natijasida material tarkibida mullit, anortit va plagioklaz fazalari shakllanishi aniqlandi.

Siqilishdagi mustahkamlik 42–54 MPa, ochiq g‘ovaklik 6–10 % oralig‘ida bo‘lishi hamda agressiv kislotali muhitlarda massa yo‘qotilishi 0,46–1,84 % dan oshmasligi qayd etildi.

Ishlab chiqilgan texnologiya mahalliy mineral xomashyolar ва sanoat chiqindilaridan samarali foydalanish imkonini beradi.

Taklif etilgan materiallar kimyo, metallurgiya, energetika va konchilik sanoati uchun istiqbolli kislotabardosh himoya materiallari hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Davidovits J. *Geopolymer Chemistry and Applications*. – Paris: Institut Géopolymère, 2015.
2. Singh M., Rogers D. Acid resistant aluminosilicate ceramic composites // *Ceramics International*. – 2021. – Vol. 47. – P. 658–670.
3. Provis J.L., van Deventer J.S.J. *Alkali Activated Materials*. – Springer, 2014.
4. Wang S., Scrivener K. Hydration products of alkali activated slag cement // *Cement and Concrete Research*. – 1995. – Vol. 25. – P. 561–571.
5. Bernal S.A., Provis J.L. Durability of alkali-activated materials // *Journal of the American Ceramic Society*. – 2014. – Vol. 97. – P. 997–1008.
6. Камолов, Б. С. (2025). Анализ физико-химических свойств базальтов месторождения «osmonsoy-1». *Universum: технические науки*, *7*(11 (140)), 65-69.

ISSN 3030-3907