ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 9

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” BAZALT XOMASHYOSINING TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARI VA KISLOTALI MUHITGA BARDOSHLI MATERIALLAR OLISHGA YAROQLILIGINI SINASH BO‘YICHA TADQIQOTLAR NATIJALARI

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

Annotatsiya. Mazkur maqolada mahalliy “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining texnologik xususiyatlari va uning kislotali muhitga bardoshli materiallar olishga yaroqliligini baholash bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Tadqiqotlarda bazaltning kimyoviy, fazaviy, termik va mikrostrukturaviy xususiyatlari FTIR, XRF, XRD, DTA–TGA va SEM usullari yordamida kompleks ravishda o‘rganildi. Olingan natijalar asosida bazalt tarkibida barqaror alyumosilikat skelet mavjudligi, plagioklaz va augit fazalarining ustunligi hamda yuqori termik barqarorlik aniqlangan. Tadqiqot natijalari “Osmonsoy-1” bazaltining kislotali muhitga bardoshli materiallar ishlab chiqarishda istiqbolli xomashyo ekanini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar: bazalt, kislotabardosh material, FTIR, XRD, XRF, SEM, DTA–TGA, alumosilikat tizim, mikrostruktura, termik barqarorlik.

Abstract. This article presents the research results on evaluating the technological characteristics of local "Osmonsoy-1" basalt raw materials and their suitability for producing acid-resistant materials. The chemical, phase, thermal, and microstructural properties of the basalt were comprehensively investigated using FTIR, XRF, XRD, DTA–TGA, and SEM techniques. The obtained results revealed the presence of a stable aluminosilicate skeleton, a predominance of plagioclase and augite phases, and high thermal stability within the basalt structure. The findings confirm that "Osmonsoy-1" basalt is a highly promising raw material for the production of materials resistant to aggressive acidic environments.

Keywords: basalt, acid-resistant material, FTIR, XRD, XRF, SEM, DTA–TGA, aluminosilicate system, microstructure, thermal stability.

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований по оценке технологических характеристик местного базальтового сырья

месторождения «Осмонсой-1» и его пригодности для получения кислотоупорных материалов. Химические, фазовые, термические и микроструктурные свойства базальта были комплексно изучены с помощью методов ИК-фурье (FTIR), РФА (XRD), РХА/РФА (XRF), ДТА–ТГА (DTA–TGA) и СЭМ (SEM). На основе полученных результатов установлено наличие в структуре базальта стабильного алюмосиликатного скелета, преобладание фаз плагиоклаза и авгита, а также высокая термическая стабильность. Результаты исследований подтвердили, что базальт «Осмонсой-1» является перспективным сырьем для производства материалов, устойчивых к кислым средам.

Ключевые слова: базальт, кислотоупорный материал, ИК-фурье (FTIR), РФА (XRD), РФА/РХА (XRF), СЭМ (SEM), ДТА–ТГА (DTA–TGA), алюмосиликатная система, микроструктура, термическая стабильность.

KIRISH.

Bugungi kunda kimyo, metallurgiya, energetika, neft-gaz va qurilish sanoati tarmoqlarida agressiv kislotali muhitlarda ishlovchi materiallarga bo‘lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, kuchli mineral kislotalar ta’sirida an’anaviy sement va silikat materiallarining tez yemirilishi ularning ekspluatatsion muddatini qisqartirib, sanoat obyektlarida katta iqtisodiy zararlarni yuzaga keltirmoqda. Shu sababli yuqori kimyoviy barqarorlikka ega bo‘lgan kislotabardosh materiallar ishlab chiqarish dolzarb ilmiy-amaliy muammo hisoblanadi [1, 2].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, alyumosilikat tizimlar asosidagi materiallar agressiv muhitlarga nisbatan yuqori kimyoviy va termik barqarorlikka ega. Davidovits tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda geopolimer va alumosilikat tizimlar tarkibidagi Si–O–Si hamda Si–O–Al bog‘lanishlari yuqori barqarorlikka ega ekanligi, aynan ushbu bog‘lanishlar ionlar diffuziyasini cheklab, materiallarning kimyoviy inertligini ta’minlashi asoslab berilgan [1]. Provis va van Deventer tadqiqotlarida esa alkali-aktivlangan alumosilikat tizimlarining zich mikrostrukturaga ega bo‘lishi agressiv muhitlarda yemirilish jarayonlarini sezilarli darajada sekinlashtirishi qayd etilgan [3].

Tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, bazalt tog‘jinslari kislotabardosh materiallar ishlab chiqarish uchun istiqbolli mineral xomashyo hisoblanadi. Singh va Rogers tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda bazalt asosidagi keramik kompozitsiyalarda yuqori mexanik mustahkamlik va agressiv muhitlarga chidamlilik kuzatilgan. Mualliflar bazalt tarkibidagi alumosilikat fazalar zich kristall skelet hosil qilib, materiallarning kimyoviy barqarorligini oshirishini qayd etganlar [2].

Wang va Scrivener ishlarida alumosilikat tizimlarda gidratatsiya mahsulotlarining shakllanishi va ularning strukturaviy xususiyatlari o‘rganilgan

ISSN 3030-3907

bo‘lib, zich mikrostrukturaga ega materiallarda agressiv eritmalarning diffuziyasi sezilarli darajada kamayishi aniqlangan [4]. Bernal va Provis tadqiqotlarida esa alkali-aktivlangan materiallarning uzoq muddatli ekspluatatsion barqarorligi tahlil qilinib, zich va kam g‘ovakli mikrostrukturaga ega tizimlarda kimyoviy yemirilish darajasi juda past bo‘lishi ko‘rsatib berilgan [5].

Yılmaz va Karaşahin tomonidan bazalt asosidagi keramik materiallarning kislotali muhitdagi xossalari o‘rganilib, SiO_2 va Al_2O_3 komponentlarining yuqori ulushi materialning kimyoviy barqarorligini oshirishi aniqlangan [6]. Krivenko va Petropavlovskiy tadqiqotlarida esa alumosilikat tizimlarda barqaror kristall fazalar hosil bo‘lishi agressiv muhitlarga bardoshlilikni oshiruvchi asosiy omillardan biri sifatida baholangan [7].

Chakhmouradian va Mitchell tadqiqotlari bazalt jinslarining sanoat miqyosidagi qo‘llanilishiga bag‘ishlangan bo‘lib, ularda bazalt tarkibidagi plagioklaz va piroksen fazalarining yuqori termik va kimyoviy barqarorlikka ega ekanligi ta’kidlangan [8]. Duxson va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda geopolimer texnologiyalarining zamonaviy holati tahlil qilinib, alumosilikat tizimlarda strukturaviy zichlashuvning agressiv muhitlarga bardoshlilikni oshirishdagi roli asoslab berilgan [9].

Komnitsas va Zaharaki ishlarida geopolimerlashuv jarayonlari tahlil qilinib, mineral xomashyolar tarkibidagi alumosilikat komponentlarining kimyoviy inertlikni ta’minlashdagi ahamiyati ko‘rsatib o‘tilgan [10]. Xu va van Deventer tadqiqotlarida esa alumosilikat minerallarning geopolimerlashuv mexanizmlari tahlil qilinib, Si/Al nisbatining strukturaviy barqarorlikka ta’siri aniqlangan [11].

Fernández-Jiménez va Palomo tomonidan FTIR usuli yordamida alumosilikat tizimlarning strukturasi o‘rganilib, Si–O–Si va Si–O–Al bog‘lanishlarining agressiv muhitlarda barqarorligi tasdiqlangan [12]. Heah va hammualliflar tadqiqotlarida kaolin asosidagi geopolimer tizimlarning fizik-mexanik xossalari o‘rganilib, zich mikrostrukturaga ega materiallarda suv shimuvchanlik va g‘ovaklikning kamayishi qayd etilgan [13].

Zharikov va Shapovalov tadqiqotlarida bazalt asosidagi kislotabardosh materiallarning kimyo sanoatida qo‘llanilishi tahlil qilinib, ularning agressiv reagentlarga yuqori chidamlilik ko‘rsatishi aniqlangan [14]. Pavlov va Krenev ishlarida esa bazalt keramikaning yuqori kimyoviy barqarorligi va aşinishga chidamliligi ilmiy jihatdan asoslangan [15].

Yuqoridagi tadqiqotlar natijalariga asoslanib aytish mumkinki, bazalt asosidagi alumosilikat tizimlar agressiv kislotali muhitlarda ishlovchi materiallar ishlab chiqarish uchun katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Biroq, mavjud tadqiqotlarda mahalliy “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining texnologik

ISSN 3030-3907

xususiyatlari va uning kislotabardosh materiallar olishdagi imkoniyatlari yetarli darajada kompleks o‘rganilmagan.

Shu sababli mazkur tadqiqotda “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining kimyoviy, fazaviy, termik va mikrostrukturaviy xususiyatlarini kompleks baholash hamda uning kislotali muhitga bardoshli materiallar ishlab chiqarishga yaroqliligini aniqlash asosiy maqsad sifatida belgilandi [15].

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI.

Tadqiqotlarda asosiy xomashyo sifatida “Osmonsoy-1” bazalti tanlandi. Bazalt dastlab maydalandi va 0,05–0,10 mm granulometrik tarkibgacha elandi. Olingan namunalar kimyoviy, fazaviy, termik va mikrostrukturaviy jihatdan tahlil qilindi.

Bazaltning kimyoviy tarkibi rentgen-flyuorestsensiya (XRF) usuli yordamida aniqlanib, asosiy oksidlar tarkibi baholandi. Fazaviy tarkib rentgen-difraksion tahlil (XRD) orqali o‘rganildi. Infraqizil spektroskopiya (FTIR) yordamida Si–O–Si va Si–O–Al bog‘lanishlari tahlil qilindi.

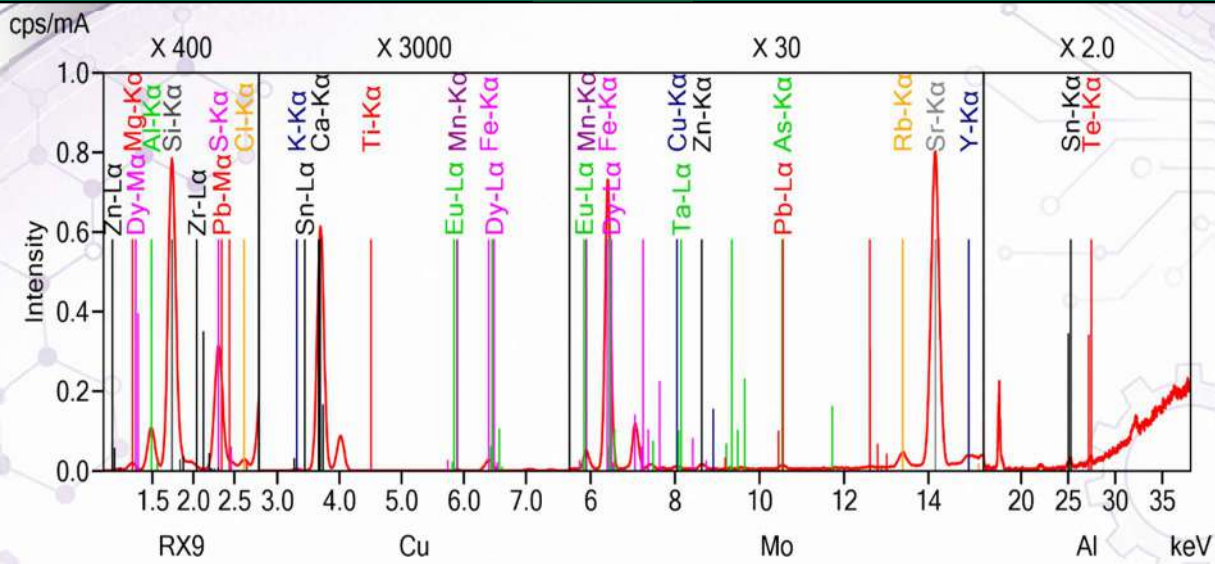
Bazaltning termik xususiyatlarini aniqlash uchun differensial-termik tahlil (DTA) va termogravimetrik tahlil (TGA) usullaridan foydalanildi. Mikrostrukturaviy xususiyatlar skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida o‘rganildi.

TADQIQOT NATIJALARI VA MUHOKAMA.

“Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining texnologik xususiyatlarini baholashda uning kimyoviy, fazaviy, termik va mikrostrukturaviy ko‘rsatkichlari kompleks tahlil qilindi. Ushbu tahlillar natijalari bazalt asosida kislotali muhitga bardoshli materiallari olish imkoniyatini ilmiy jihatdan asoslab beradi.

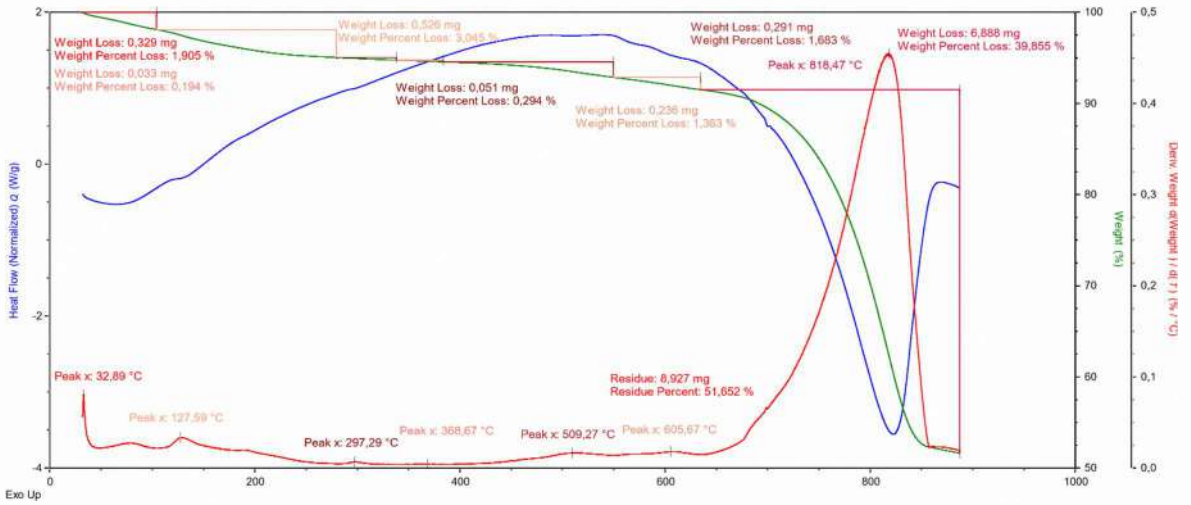
Bazalt xomashyosining infraqizil (FTIR) spektroskopiyasi natijalari 1-rasmda keltirilgan. Spektrda 900–1100 sm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan intensiv yutilish polosalari Si–O–Si va Si–O–Al bog‘lariga xos bo‘lib, bazaltning alyumosilikat strukturaga ega ekanini tasdiqlaydi. 450–550 sm^{-1} oralig‘idagi tebranishlar metall–kislorod (Me–O) bog‘lari bilan bog‘liq bo‘lib, strukturaviy barqarorlikni belgilovchi muhim omil hisoblanadi. Ushbu bog‘larning saqlanib qolishi bazalt xomashyosining kislotali muhitlarda yuqori kimyoviy bardoshliligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining FTIR spektri

Bazalt xomashyosining termik xossalari differensial-termik va termogravimetrik tahlil (DTA–TGA) yordamida o‘rganildi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan. TGA egri chiziqlariga ko‘ra, 800 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida massaviy yo‘qotish 2 % dan oshmaydi, bu bazalt tarkibida uchuvchan va termik jihatdan beqaror komponentlarning kamligini bildiradi. DTA egri chiziqlarida 700–900 °C oralig‘ida kuzatilgan ekzotermik effektlar kristall fazalarning qayta tashkil topishi va strukturaviy zichlashuv jarayonlari bilan izohlanadi.



2-rasm. “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining DTA–TGA egri chiziqlari

“Osmonsoy-1” bazalt xomashyosi va uning asosida tayyorlangan kislotabardosh materiallarining termik xossalari differensial-termik tahlil (DTA) va termogravimetrik tahlil (TGA) usullari yordamida o‘rganildi. Tadqiqotlar natijalari materiallarning yuqori termik barqarorlikka ega ekanini ko‘rsatdi.

TGA egri chiziqlariga ko‘ra, 20–200 °C harorat oralig‘ida kuzatilgan kichik massaviy yo‘qotish (≈0,8 – 1,2%) xomashyoda fizik bog‘langan namlik va adsorbsiyalangan suvning ajralib chiqishi bilan izohlanadi. Ushbu bosqichda

ISSN 3030-3907

kimyoviy parchalanish jarayonlari qayd etilmadi, bu esa bazaltning past gigroskopik xususiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

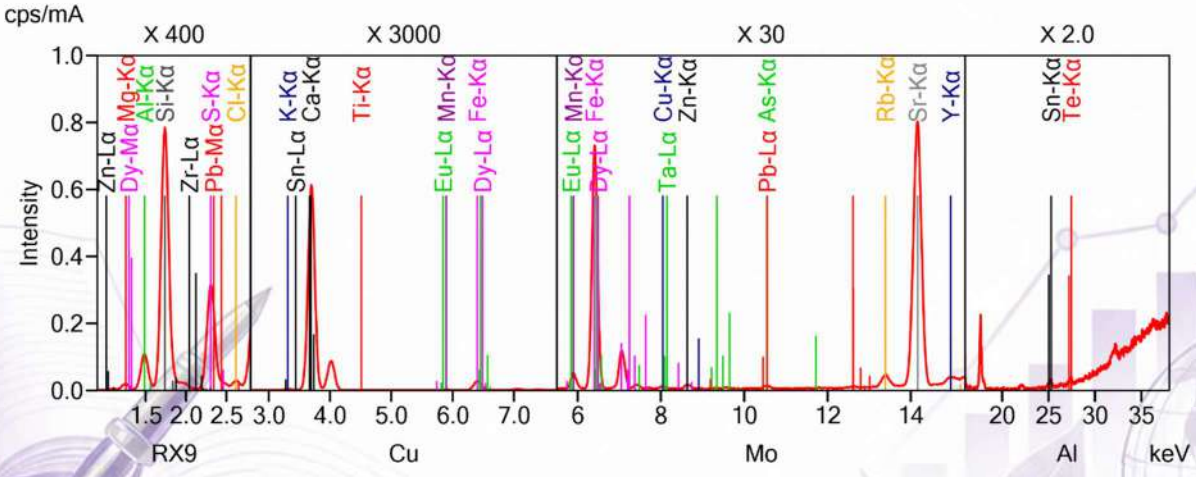
200–600 °C oralig‘ida massaviy yo‘qotish juda kam bo‘lib (≈0,3–0,6 %), bu bazalt tarkibida uchuvchan va termik jihatdan beqaror komponentlarning deyarli mavjud emasligini bildiradi. DTA egri chiziqlarida ushbu oraliqda aniq endotermik yoki ekzotermik effektlar kuzatilmagan.

700–900 °C harorat oralig‘ida DTA egri chiziqlarida yaqqol ekzotermik cho‘qqilar qayd etildi. Ushbu effektlar bazalt tarkibida mavjud bo‘lgan amorf va metastabil fazalarning qayta kristallanishi, shuningdek piroksen va plagioklaz tipidagi kristall fazalarning shakllanishi bilan bog‘liq. Bu jarayonlar materialning strukturaviy zichlashuviga va mexanik mustahkamlikning oshishiga xizmat qiladi.

900–1200 °C harorat oralig‘ida TGA egri chiziqlarida sezilarli massaviy yo‘qotishlar kuzatilmadi (umumiy yo‘qotish 2–3 % dan oshmadi), bu esa bazalt asosidagi materiallarning yuqori haroratlarda ham barqarorligini tasdiqlaydi. DTA natijalari bu bosqichda erish oldi strukturaviy qayta tashkil topish jarayonlari sodir bo‘lishini ko‘rsatadi.

Tayyor kislotabardosh materiallarida termik barqarorlik xomashyo bilan solishtirganda yanada yuqori bo‘lib, yuqori haroratlarda fazaviy parchalanish yoki keskin massaviy yo‘qotish kuzatilmadi. Bu holat ishlab chiqilgan texnologiya asosida olingan materiallarning sanoat sharoitida, jumladan yuqori harorat va agressiv kislotali muhitlarda uzoq muddat ekspluatatsiya qilish uchun yaroqli ekanini tasdiqlaydi.

Bazalt xomashyosining kimyoviy tarkibi rentgen-flyuorestsensiya (XRF) usuli yordamida aniqlanib, natijalar 3.3-rasmda aks ettirilgan. Spektrlar bazalt tarkibida Si, Al, Fe, Ca va Mg elementlari ustun ekanini ko‘rsatadi. Ishqoriy elementlarning nisbatan past ulushi bazaltning kislotali muhitlarda yuqori kimyoviy barqarorligini ta’minlaydi.



3-rasm. “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining XRF spektri

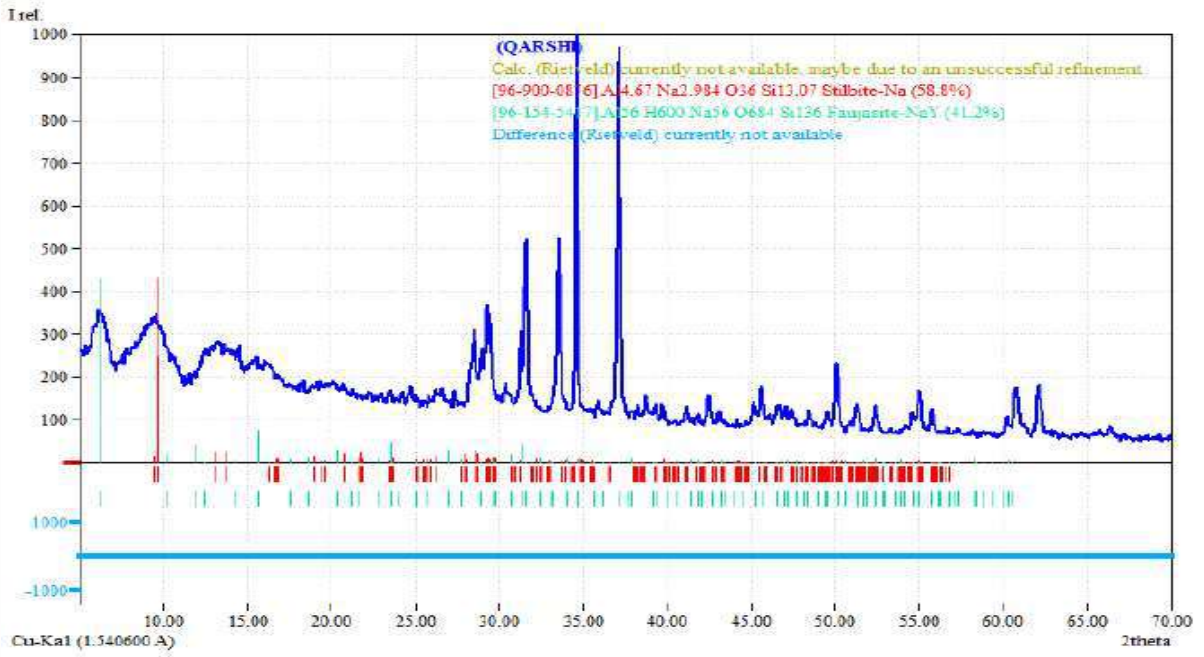
ISSN 3030-3907

Bazalt xomashyosining infraqizil spektrlari 400–4000 sm^{-1} diapazonda qayd etildi. FTIR spektrda 900–1100 sm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan kuchli yutilish polosalari Si–O–Si va Si–O–Al valent tebranishlariga mos keladi. Bu holat bazaltning asosiy strukturasi alyumosilikat skeletdan tashkil topganini ko‘rsatadi.

450–550 sm^{-1} oralig‘ida qayd etilgan yutilish polosalari Fe–O, Ca–O va Mg–O kabi metall–kislorod bog‘lariga xos bo‘lib, bazalt tarkibida piroksen va plagioklaz minerallari ustun ekanini tasdiqlaydi. 1400–1450 sm^{-1} atrofidagi kuchsiz yutilishlar karbonat qoldiqlariga, 3400–3600 sm^{-1} oralig‘idagi keng polosalar esa adsorbsiyalangan suv molekulalariga tegishli ekanligi aniqlandi.

FTIR natijalari bazalt xomashyosining kristall va kimyoviy jihatdan barqaror alyumosilikat strukturaga ega ekanini ko‘rsatadi, bu esa uning kislotali muhitlarda yuqori kimyoviy chidamliligini ta’minlovchi muhim omil hisoblanadi.

Bazalt xomashyosining fazaviy tarkibi rentgen difraksion (XRD) tahlil yordamida aniqlanib, 4-rasmda keltirilgan. Difraksion spektrlarga ko‘ra, bazalt tarkibida plagioklaz (labradorit–bytownit qatori) va piroksen (augit) fazalari ustun ekanligi aniqlandi. Bu fazalar kislotali muhitlarga nisbatan barqaror bo‘lib, materiallarining uzoq muddatli ekspluatatsiyasini ta’minlaydi.



4-rasm. “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining XRD difraktogrammasi

Rasmda “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining rentgen-difraktogrammasi keltirilgan bo‘lib, u Cu–Kα nurlanishi (λ = 1,5406 Å) yordamida 2θ = 5–70° oralig‘ida olingan. Difraktogrammada intensivligi yuqori bo‘lgan aniq va keskin difraksiya maksimumlarining mavjudligi bazalt xomashyosida kristall fazalarning ustun ekanini ko‘rsatadi.

Difraktogramma tahliliga ko‘ra, asosiy fazalar sifatida plagioklaz (asosan labrador–andesin qatori) va augit (piroksen guruhi) aniqlangan. 2θ ≈ 27–30°, 32–

ISSN 3030-3907

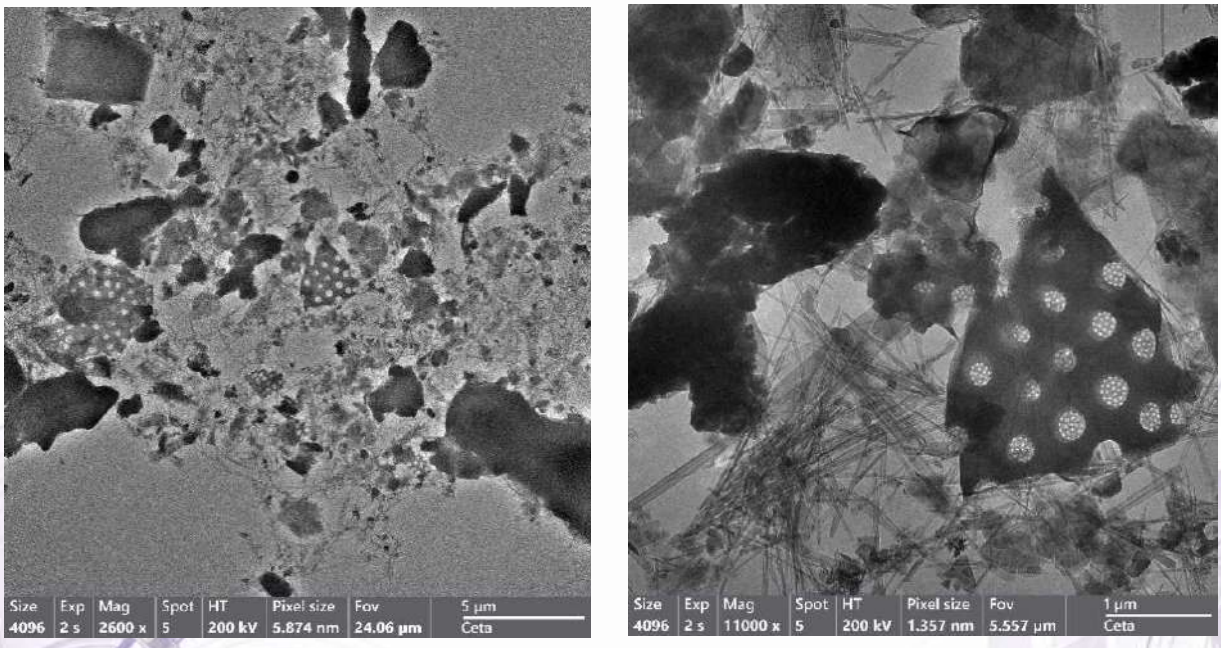
35° va 40–45° oralig‘ida kuzatilgan kuchli reflekslar plagioklaz minerallariga xos bo‘lib, ularning bazalt tarkibidagi asosiy strukturaviy komponent ekanini tasdiqlaydi. Bu holat bazaltning alyumosilikat tabiatga ega ekanini va kislotalarga nisbatan yuqori kimyoviy barqarorlikni ta’minlovchi omil sifatida baholanadi.

2θ ≈ 35–37° va 50–55° sohalarida qayd etilgan reflekslar esa augit fazasiga tegishli bo‘lib, bazalt tarkibida piroksenlarning sezilarli ulushi mavjudligini ko‘rsatadi. Augitning mavjudligi materialning mexanik mustahkamligi va aşinishga chidamliligini oshiruvchi muhim omil hisoblanadi.

Difraktogrammada keng, past intensivlikdagi fon signalining mavjudligi bazalt tarkibida qisman amorf shisha fazasi ham borligini ko‘rsatadi. Ushbu shisha faza eritish va keyingi sovitish jarayonlarida materiallarida zich, g‘ovaksiz va kompakt strukturaning shakllanishiga yordam beradi. Ayniqsa, eritilgan (fused cast) bazalt larini olish texnologiyasi uchun amorf komponentlarning mavjudligi muhim texnologik afzallik hisoblanadi.

Aniqlangan fazaviy tarkib “Osmonsoy-1” bazaltining yuqori termik barqarorlikka, kimyoviy inertlikka va kislotalar ta’siriga chidamlilikka ega ekanini ko‘rsatadi. Plagioklaz va augit fazalarining ustunligi, shuningdek, shisha fazaning mavjudligi bazalt xomashyosining kislotali muhitga bardoshli materiallarini olish uchun texnologik jihatdan yaroqli ekanini asoslaydi.

Shunday qilib, rentgen-fazaviy tahlil natijalari “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining fazaviy tarkibi materiallari ishlab chiqarish talablariga to‘liq javob berishini va uni sanoat miqyosida kislotabardosh bazalt larini olishda samarali xomashyo sifatida qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.



5-rasm. “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining SEM tasviri

Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida olingan tasvir “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining mikrostrukturaviy xususiyatlarini aniq

ISSN 3030-3907

namoyon etadi. Rasmda bazalt zarrachalarining notekis shaklli, burchakli va qisman plastinkasimon tuzilishga ega ekanligi kuzatiladi. Donalar orasida aniq chegaralarning mavjudligi xomashyoning mexanik maydalash natijasida hosil bo‘lganini ko‘rsatadi.

Mikrostrukturada zich joylashgan kristall fazalar bilan bir qatorda mayda o‘lchamli g‘ovaklar va mikrobo‘shliqlar ham aniqlanadi. Ushbu g‘ovaklar asosan donalararo chegaralarda joylashgan bo‘lib, ularning o‘lchami bir necha mikrometrdan oshmaydi. Bu holat bazalt xomashyosining keyingi eritish va fazaviy o‘zgarish jarayonlarida yuqori darajada zichlashish imkoniyatiga ega ekanini ko‘rsatadi.

Tasvirda ayrim yorqin va to‘q rangli fazalarning farqlanishi kuzatiladi. Yorqin fazalar og‘ir elementlarga boy minerallar (temir va kaltsiy saqlovchi fazalar), to‘q rangli qismlar esa alyumosilikat asosli matritsa bilan bog‘liq ekanligi bilan izohlanadi. Bunday fazaviy notekislik bazaltning tabiiy petrologik tarkibiga xos bo‘lib, eritilgan holatda shisha-keramika yoki materiallari olishda kristallanish jarayonlarini faollashtiradi.

SEM tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosi zich, kam g‘ovakli va strukturaviy jihatdan barqaror mikrostrukturaga ega. Bu esa uni kislotali muhitga bardoshli materiallari ishlab chiqarish uchun texnologik jihatdan yaroqli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi. Ayniqsa, donalararo bog‘lanishlarning mustahkamligi va ochiq g‘ovaklikning past darajasi tayyor materiallarida yuqori kimyoviy barqarorlikni ta’minlovchi muhim omil hisoblanadi.

“Osmonsay-1” bazalt xomashyosining texnologik xususiyatlarini kompleks baholash natijasida uning kislotali muhitga bardoshli materiallari olish uchun yuqori darajada yaroqli xomashyo ekanligi ilmiy jihatdan asoslandi. O‘tkazilgan kimyoviy, fazaviy, termik va mikrostrukturaviy tahlillar bazaltning tarkibi va tuzilishi sanoat talablariga to‘liq javob berishini ko‘rsatdi.

Infraqizil (FTIR) spektroskopiya natijalari bazalt xomashyosining asosiy strukturasi barqaror alyumosilikat skeletdan tashkil topganini tasdiqladi. Si–O–Si va Si–O–Al bog‘lariga xos intensiv yutilish polosalarining mavjudligi, shuningdek metall–kislorod bog‘larining saqlanib qolishi bazaltning kislotali muhitlarda yuqori kimyoviy barqarorlik namoyon etishini ko‘rsatdi. Bu holat materiallarining agressiv muhitlarda uzoq muddat ishlash imkoniyatini belgilovchi muhim omil hisoblanadi.

Differensial-termik va termogravimetrik tahlil (DTA–TGA) natijalari “Osmonsoy-1” bazaltining yuqori termik barqarorlikka ega ekanini ko‘rsatdi. 800 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida massaviy yo‘qotishning juda past bo‘lishi bazalt tarkibida uchuvchan va termik jihatdan beqaror komponentlarning deyarli

ISSN 3030-3907

yo‘qligini tasdiqlaydi. 700–900 °C oralig‘ida qayd etilgan ekzotermik effektlar esa kristall fazalarning qayta tashkil topishi va strukturaviy zichlashuv jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lib, bu materiallarining mexanik mustahkamligi va aşinishga chidamliligini oshiradi.

Rentgen-flyuorestsensiya (XRF) tahlillari bazalt tarkibida kremniy, alyuminiy, temir, kaltsiy va magniy oksidlarining ustun ekanini ko‘rsatdi. Ishqoriy oksidlar ulushining nisbatan past bo‘lishi bazaltning kislotalarga nisbatan inertligini oshirib, kislotabardosh materiallari olish uchun qulay kimyoviy tarkibga ega ekanini tasdiqlaydi.

Rentgen-difraksion (XRD) tahlil natijalariga ko‘ra, bazalt xomashyosida plagioklaz va augit fazalarining ustunligi aniqlanib, ularning kislotali muhitlarga nisbatan yuqori barqarorligi asoslab berildi. Qisman amorf shisha fazaning mavjudligi esa eritilgan bazalt asosidagi materiallarida zich va g‘ovaksiz struktura hosil bo‘lishiga texnologik jihatdan ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) tahlillari bazalt xomashyosining zich, kam g‘ovakli va strukturaviy jihatdan barqaror mikrostrukturaga ega ekanini ko‘rsatdi. Donalararo bog‘lanishlarning mustahkamligi va ochiq g‘ovaklikning past darajasi tayyor materiallarida kislotali muhitlarda diffuziya jarayonlarining cheklanishini ta’minlaydi.

Umuman olganda, o‘tkazilgan kompleks tadqiqotlar natijalari “Osmonsoy-1” bazalt xomashyosining kislotali muhitga bardoshli materiallarini olish texnologiyasini ishlab chiqish uchun ilmiy va texnologik jihatdan to‘liq yaroqli ekanini ko‘rsatdi. Aniqlangan kimyoviy tarkib, fazaviy barqarorlik, yuqori termik chidamlilik va qulay mikrostrukturaviy xususiyatlar bazalt asosidagi materiallarini sanoat miqyosida qo‘llash imkoniyatini asoslab beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Davidovits J. *Geopolymer Chemistry and Applications*. – Paris: Institut Géopolymère, 2015. – 611 p.
2. Singh M., Rogers D. Acid resistant aluminosilicate ceramic composites // *Ceramics International*. – 2021. – Vol. 47, № 1. – P. 658–670.
3. Provis J.L., van Deventer J.S.J. *Alkali Activated Materials: State-of-the-Art Report*. – Springer, 2014. – 388 p.
4. Wang S., Scrivener K. Hydration products of alkali activated slag cement // *Cement and Concrete Research*. – 1995. – Vol. 25, № 3. – P. 561–571.
5. Bernal S.A., Provis J.L. Durability of alkali-activated materials: Progress and perspectives // *Journal of the American Ceramic Society*. – 2014. – Vol. 97, № 4. – P. 997–1008.

ISSN 3030-3907

6. Yılmaz S., Karaşahin M. Investigation of basalt based ceramic materials resistant to acidic environments // *Construction and Building Materials*. – 2020. – Vol. 248. – P. 118–126.
7. Krivenko P., Petropavlovsky O. Acid-resistant alkali activated composites based on aluminosilicate systems // *Materials Science Forum*. – 2019. – Vol. 968. – P. 152–158.
8. Chakhmouradian A.R., Mitchell R.H. Basaltic rocks and their industrial applications // *Mineralogical Magazine*. – 2018. – Vol. 82. – P. 721–735.
9. Duxson P., Fernández-Jiménez A., Provis J.L., Lukey G.C., Palomo A., van Deventer J.S.J. Geopolymer technology: the current state of the art // *Journal of Materials Science*. – 2007. – Vol. 42. – P. 2917–2933.
10. Komnitsas K., Zaharaki D. Geopolymerisation: A review and prospects for the minerals industry // *Minerals Engineering*. – 2007. – Vol. 20. – P. 1261–1277.
11. Xu H., van Deventer J.S.J. The geopolymerisation of alumino-silicate minerals // *International Journal of Mineral Processing*. – 2000. – Vol. 59. – P. 247–266.
12. Fernández-Jiménez A., Palomo A. Mid-infrared spectroscopic studies of alkali-activated fly ash structure // *Microporous and Mesoporous Materials*. – 2005. – Vol. 86. – P. 207–214.
13. Heah C.Y., Kamarudin H., Al Bakri A.M.M., Bnhussain M., Luqman M., Khairul Nizar I., Ruzaidi C.M., Liew Y.M. Study on solids-to-liquid and alkaline activator ratios on kaolin-based geopolymers // *Construction and Building Materials*. – 2012. – Vol. 35. – P. 912–922.
14. Zharikov E.V., Shapovalov N.A. Acid-resistant basalt materials for chemical industry applications // *Glass and Ceramics*. – 2016. – Vol. 73, № 5–6. – P. 189–194.
15. Pavlov V.F., Krenev V.A. Basalt ceramics with high chemical resistance // *Refractories and Industrial Ceramics*. – 2017. – Vol. 58, № 4. – P. 404–410.

ISSN 3030-3907