HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

BAZALT TOLASI CHIQINDISIDAN NOORGANIK KOMPOZITSION MATERIAL OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH VA UNING FIZIK-MEXANIK XOSSALARINI TADQIQ ETISH

Xoshimova Gulchiroy Oxunjon qizi
Andijon davlat texnika instituti "Materialshunoslik va kimyo muhandisligi " stajyor- o'qituvchisi
Orazimbetova Gulistan Jaksilikovna
Andijon davlat texnika instituti "Materialshunoslik va kimyo muhandisligi"kafedrasi professori t.f.d(DSc)

Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.23395275

Annotatsiya: Mazkur maqolada bazalt tolasi chiqindisini ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qayta ishlash hamda undan noorganik kompozitsion material olish texnologiyasini ishlab chiqishning ilmiy asoslari yoritilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi bazalt tolasi chiqindisini tayyorlash, fraksiyalash, noorganik bog‘lovchi bilan kompozitsiyalash, qoliplash va termik ishlov berish bosqichlarini o‘z ichiga olgan texnologik jarayonni asoslash hamda hosil bo‘ladigan materialning fizik-mexanik xossalarini baholashdan iborat. Adabiyot ma’lumotlari bazalt tolasi tarkibida SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO va temir oksidlari ustunligini ko‘rsatadi. Mazkur tarkib bazalt chiqindisini silikat-alumosilikat asosidagi noorganik kompozitsiyalar uchun istiqbolli mineral komponent sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Tadqiqotda xomashyoni XRF, XRD va SEM-EDS usullarida tavsiflash, kompozitsion materiallarning zichligi, suv shimuvchanligi, siqilish va egilishdagi mustahkamligini aniqlash taklif etildi. Adabiyotlar tahlili bazalt asosidagi chiqindilarni qayta ishlash orqali ikkilamchi mineral kukun va kompozitsion materiallar olish imkoniyatlari mavjudligini ko‘rsatdi. Ishlab chiqilayotgan texnologiyaning asosiy ilmiy-amaliy ahamiyati bazalt tolasi chiqindisini foydali ikkilamchi xomashyoga aylantirish, tabiiy mineral resurslardan foydalanishni kamaytirish va noorganik kompozitsion materiallarning yangi tarkibini yaratishdan iborat.

Kalit so‘zlar: bazalt tolasi, bazalt tolasi chiqindisi, noorganik kompozitsion material, mineral bog‘lovchi, ikkilamchi xomashyo, silikat, alumosilikat, fizik-mexanik xossalar, XRF, XRD, SEM-EDS, texnologiya.

KIRISH. Sanoat ishlab chiqarishining rivojlanishi bilan mineral tarkibli chiqindilarni qayta ishlash va ularni ikkilamchi xomashyo sifatida iqtisodiy muomalaga qaytarish masalasi dolzarb bo‘lib bormoqda. Ayniqsa, qurilish va issiqlik izolyatsiyasi materiallari ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan mineral tolali chiqindilarni qayta ishlash ekologik va texnologik nuqtayi nazardan muhimdir. 2026-yilda e’lon qilingan tadqiqotda bazalt tolasi asosidagi mineral izolyatsiya chiqindilarini qayta ishlash muammosi ko‘rib chiqilib, ularni kimyoviy va mexanik usullar yordamida mineral kukunga aylantirish imkoniyati ko‘rsatilgan. Tadqiqotda XRD, SEM-EDS va standart fizik sinovlardan foydalanilgan[1,2].

Bazalt tolasi tabiiy bazalt jinsini yuqori haroratda eritish va eritmadan tola hosil qilish orqali olinadigan noorganik silikat materialdir. Uning asosiy tarkibiy komponentlari SiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

hamda temir oksidlaridan iborat. Zamonaviy sharhlarda SiO_2 miqdori odatda taxminan 47–55 massa % oralig‘ida bo‘lishi ko‘rsatilgan. Bazalt tolalarining yuqori mexanik mustahkamligi, termik barqarorligi, kimyoviy chidamliligi va namlikka nisbatan barqarorligi ularni kompozitsion materiallarda qo‘llash uchun istiqbolli komponentga aylantirgan[3]. Biroq tayyor bazalt tolasidan foydalanishdan tashqari, bazalt tolasi ishlab chiqarish va undan foydalanish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindilarni qayta ishlash ham alohida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Chiqindini qayta ishlash orqali bir tomondan chiqindilar hajmini kamaytirish, ikkinchi tomondan esa tarkibidagi mineral komponentlardan yangi material olish mumkin. Shu sababli mazkur tadqiqotning asosiy ilmiy g‘oyasi bazalt tolasi chiqindisini noorganik bog‘lovchi asosidagi kompozitsion material tarkibiga kiritish va uning texnologik hamda fizik-mexanik xususiyatlarini baholashdan iborat.

Tadqiqot maqsadi- Bazalt tolasi chiqindisini dastlabki tayyorlash, fraksiyalash va noorganik bog‘lovchi bilan kompozitsiyalash asosida yangi noorganik kompozitsion material olish texnologiyasini ilmiy jihatdan asoslash hamda materialning asosiy fizik-mexanik xossalarini baholash.

Tadqiqot vazifalari

1. Bazalt tolasi chiqindisining fizik-kimyoviy va mineralogik xususiyatlarini o‘rganish.
2. Chiqindini maydalash, fraksiyalash va noorganik bog‘lovchi bilan aralashtirishning maqbul texnologik sharoitlarini aniqlash.
3. Bazalt chiqindisi miqdorining kompozitning zichligi, suv shimuvchanligi, siqilish va egilishdagi mustahkamligiga ta’sirini baholash.
4. Optimal tarkibli noorganik kompozitsion material olish texnologik sxemasini ishlab chiqish.

MATERIAL VA METODLAR

Tadqiqot obyekti sifatida bazalt tolasi ishlab chiqarish yoki bazalt asosidagi mineral materiallarni qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan tolali va maydalangan chiqindilar tanlanadi.

Tadqiqot predmeti — bazalt tolasi chiqindisi asosidagi noorganik kompozitsion materialning tarkibi, strukturasi, texnologik parametrlari va fizik-mexanik xossalari.

Bazalt tolasi chiqindisini dastlabki tayyorlash

Chiqindi dastlab mexanik aralashmalardan tozalanadi va fraksiyalarga ajratiladi. Keyinchalik material mexanik maydalash orqali kerakli disperslikka keltiriladi[5,6].

Tavsiya etiladigan texnologik ketma-ketlik:

chiqindini qabul qilish → saralash → tozalash → maydalash → fraksiyalash → quritish → dozalashtirish → bog‘lovchi bilan aralashtirish → qoliplash → presslash → quritish/termik ishlov → tayyor kompozit.

Kompozitsion material tarkibini shakllantirish- Tajriba ishlarini rejalashtirishda bazalt chiqindisi miqdorini bosqichma-bosqich oshirish maqsadga muvofiq. Masalan, nazorat namunasida bazalt

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

chiqindisi bo‘lmagan tarkib olinib, keyingi namunalarda uning miqdori 5, 10, 15, 20 va 25 % gacha oshirilishi mumkin[7].

1-jadval Tajribani rejalashtirish uchun taklif etiladigan kompozitsiyalar

Namuna	Bazalt tolasi chiqindisi, %	Noorganik bog‘lovchi, %	Mineral qo‘shimcha, %
K-0	0	70	30
K-1	5	65	30
K-2	10	60	30
K-3	15	55	30
K-4	20	50	30
K-5	25	45	30

Izoh: jadvaldagi tarkiblar tayyor eksperimental natijalar emas, balki tajribani rejalashtirish uchun tavsiya etilgan variantlardir. Optimal tarkib haqiqiy laboratoriya natijalari asosida aniqlanadi. Bunday tajriba dizaynining afzalligi shundaki, bazalt chiqindisi miqdorining kompozit xossalariga ta’sirini bosqichma-bosqich kuzatish mumkin[8].

Fizik-kimyoviy tahlil usullari- Bazalt tolasi chiqindisi va tayyor kompozitsion materialni tavsiflash uchun instrumental analizlarning kompleksidan foydalanish maqsadga muvofiq[9,10].

2-jadval. Tadqiqotda qo‘llaniladigan instrumental usullar

Usul	Aniqlanadigan ko‘rsatkich	Tadqiqotdagi vazifasi
XRF	Oksidlarning miqdoriy tarkibi	Kimyoviy tarkibni aniqlash
XRD	Mineral va kristall fazalar	Fazaviy tarkibni aniqlash
SEM	Mikrostruktura	Zarracha va matritsa tuzilishini o‘rganish
EDS	Elementlarning lokal tarkibi	Elementlar taqsimotini aniqlash
Granulometrik analiz	Zarracha o‘lchami	Optimal fraksiyani aniqlash
Gravimetrik usul	Namlik	Texnologik tarkibni nazorat qilish

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

Fizik-mexanik sinovlar	Mustahkamlik va zichlik	Tayyor material sifatini baholash

Bazalt tolasi chiqindisini qayta ishlash bo‘yicha 2026-yilgi tadqiqotda ham XRD va SEM-EDS usullaridan foydalanilib, boshlang‘ich chiqindi va qayta ishlangan mineral kukunning tarkibi hamda morfologiyasi baholangan[11,12].

NATIJALAR

Bazalt chiqindisining kimyoviy tarkibi- Bazalt tolasining kimyoviy tarkibi boshlang‘ich bazalt jinsining kelib chiqishi va ishlab chiqarish texnologiyasiga qarab o‘zgaradi. Shu sababli aniq laboratoriya tarkibi XRF orqali aniqlanishi lozim.

3-jadval. Bazalt tolasida uchraydigan asosiy oksidlarning adabiyotlarda keltirilgan tipik tarkibi

Oksid	Tipik miqdor, massa %	Kompozitdagi ahamiyati
SiO_2	≈47–55	Silikat karkasi va kimyoviy barqarorlik
Al_2O_3	sezilarli miqdor	Strukturaviy va termik barqarorlik
CaO	o‘zgaruvchan	Mineral fazalar shakllanishi
MgO	o‘zgaruvchan	Silikat fazalarining shakllanishi
Fe_2O_3/FeO	o‘zgaruvchan	Termik va mineral xususiyatlar
Na_2O, K_2O	kam miqdorda	Eritma va faza hosil bo‘lish jarayonlariga ta’sir
TiO_2	kam miqdorda	Fazaviy va termik xususiyatlarga ta’sir

Adabiyotlarda bazalt tolasining asosiy komponentlari SiO_2, Al_2O_3, MgO va CaO ekanligi hamda ularning nisbatlari bazalt xomashyosiga qarab o‘zgarishi ko‘rsatilgan. Agar chiqindi material ichida bir tekis taqsimlansa, kompozitning strukturaviy yaxlitligi oshishi mumkin. Aksincha, chiqindining aglomeratsiyasi yoki haddan tashqari yuqori miqdori kompozit ichida nuqsonlar paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkin.

Bazalt tolalari bilan mustahkamlangan noorganik kompozitlar bo‘yicha tadqiqotlarda ham bazalt komponentining miqdori va matritsa bilan o‘zaro ta’siri mexanik xossalarga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ko‘rsatilgan. Bazalt chiqindisi asosidagi kompozitlarning fizik-mexanik xususiyatlarini baholashda nazorat namunasi bilan taqqoslash muhim.

Masalan, 2024-yilda chop etilgan tadqiqotda chiqindi bazalt kukunining sement qorishmalaridagi qo‘llanilishi o‘rganilib, bazalt kukunining sement matritsasiga qo‘shilishi fizik zichlashuv va matritsa–

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

to‘ldiruvchi o‘tish zonasining mustahkamlanishi bilan bog‘liq o‘zgarishlar bergani qayd etilgan. Mualliflar ayrim tarkiblarda siqilish mustahkamligi yaxshilanganini ko‘rsatgan.

Bu natija mazkur tadqiqot uchun muhim ilmiy asos bo‘lib, bazalt tarkibli ikkilamchi mineral komponentlardan noorganik bog‘lovchi asosidagi materiallarda foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi.

5-jadval. Mazkur maqola uchun natijalarni rasmiylashtirish shakli

Namuna	Bazalt chiqindisi, %	Zichlik, g/cm³	Suv shimuvchanlik, %	Siqilish mustahkamligi, MPa	Egilish mustahkamligi, MPa
K-0	0	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi
K-1	5	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi
K-2	10	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi
K-3	15	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi
K-4	20	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi
K-5	25	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi	laboratoriya natijasi

MUHOKAMA

Tadqiqot natijalarini baholashda bazalt chiqindisining kompozitdagi miqdori bilan material xossalari o‘rtasidagi bog‘liqlik asosiy masala hisoblanadi.

Bazalt chiqindisi miqdori ortishi bilan materialning mineral komponentlar ulushi ortadi. Biroq bu o‘zgarish mexanik mustahkamlikning cheksiz ortishiga olib kelmasligi mumkin. Optimal miqdordan yuqori qo‘shilganda matritsaning uzluksizligi buzilishi va g‘ovaklik ortishi ehtimoli mavjud. Shuning uchun optimal tarkibni faqat maksimal mustahkamlik asosida emas, balki mustahkamlik + suv shimuvchanlik + zichlik + texnologik qulaylik + chiqindidan foydalanish darajasi kompleks mezonlari asosida aniqlash maqsadga muvofiq. Bazalt tolasi bilan mustahkamlangan beton bo‘yicha 137 ta tadqiqotni qamrab olgan sharhda bazalt tolasi mexanik va sinish xususiyatlari hamda chidamlilikka sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ko‘rsatilgan. Bundan tashqari, bazalt tolali kompozitlarning zamonaviy sharhlarida ularning mexanik xususiyatlari bilan bir qatorda termik barqarorligi, kimyoviy chidamliligi

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

va qayta ishlanish imkoniyatlari ham muhim afzallik sifatida qayd etilgan. Mazkur tadqiqotning yangiligi esa tayyor bazalt tolasidan oddiy armaturalovchi komponent sifatida foydalanish emas, balki bazalt tolasi chiqindisini ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qayta ishlash va undan yangi noorganik kompozitsion material olishga qaratilganligidadir.

ILMIY-AMALIY AHAMIYATI

Tadqiqotning ilmiy ahamiyati bazalt tolasi chiqindisining tarkibi, dispersligi va miqdorining noorganik kompozit strukturasi hamda fizik-mexanik xossalariga ta’sirini aniqlashdan iborat.

Amaliy jihatdan ishlab chiqilayotgan texnologiya:

- bazalt tolasi chiqindisini ikkilamchi xomashyoga aylantirish;
- chiqindi hajmini kamaytirish;
- tabiiy mineral xomashyo sarfini qisqartirish;
- yangi noorganik kompozitsion material yaratish;
- material xossalarini tarkib orqali boshqarish

imkonini beradi.

Bazalt mineral izolyatsiya chiqindisini qayta ishlash bo‘yicha 2026-yilgi tadqiqot ham bunday chiqindilarni foydali mineral mahsulotga aylantirish resurslarni tejash va chiqindi poligonlariga tushadigan yukni kamaytirish nuqtayi nazaridan istiqbolli ekanini ko‘rsatadi.

XULOSA

Bazalt tolasi chiqindisidan noorganik kompozitsion material olish texnologiyasini ishlab chiqish chiqindilarni ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qayta ishlashning istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir.

Bazalt tolasining SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO va temir oksidlariga boy mineral tarkibi uni noorganik kompozitsion tizimlar uchun potensial komponent sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Tadqiqot uchun taklif etilgan texnologik jarayon saralash → maydalash → fraksiyalash → quritish → dozalashtirish → noorganik bog‘lovchi bilan aralashtirish → qoliplash → presslash → quritish/termik ishlov → fizik-mexanik sinovlar ketma-ketligidan iborat.

tarkibini optimallashtirishda bazalt chiqindisi miqdorini bosqichma-bosqich o‘zgartirish va nazorat namunasi bilan taqqoslash maqsadga muvofiq. Materialning sifatini baholash uchun zichlik, suv shimuvchanlik, siqilish va egilishdagi mustahkamlik, shuningdek XRD va SEM-EDS tahlillaridan foydalanish tavsiya etiladi.

Adabiyotlar tahlili bazalt asosidagi chiqindilarni mineral kukun va kompozitsion materiallarga aylantirish texnologik jihatdan mumkinligini ko‘rsatadi.

Shunday qilib, bazalt tolasi chiqindisi → qayta ishlash → optimal kompozitsiya → struktura → fizik-mexanik xossalar → tayyor noorganik kompozitsion material zanjiri mazkur tadqiqotning asosiy ilmiy konsepsiyasini tashkil etadi.

HSR (LONDON),
HOUGHTON STREET REVIEW JOURNAL
ISSN: 2058-5519|Impact factor-15.9
http://houghtonstreetreview.com/index.php/hsr

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fiore V., Scalici T., Di Bella G., Valenza A. A review on basalt fibre and its composites // Composites Part B: Engineering. – 2015. – Vol. 74. – P. 74–94. – DOI: 10.1016/j.compositesb.2014.12.034.
2. Dhand V., Mittal G., Rhee K.Y., Park S.J., Hui D. A short review on basalt fiber reinforced polymer composites: materials and applications // Composites Part B: Engineering. – 2015. – Vol. 73. – P. 166–180. – DOI: 10.1016/j.compositesb.2014.12.011.
3. Khandelwal S., Rhee K.Y. Recent advances in basalt-fiber-reinforced composites: Tailoring the fiber-matrix interface // Composites Part B: Engineering. – 2020. – Vol. 192. – Article 108011. – DOI: 10.1016/j.compositesb.2020.108011.
4. Zheng Y., Zhang Y., Zhuo J., Zhang Y., Wan C. A review of the mechanical properties and durability of basalt fiber-reinforced concrete // Construction and Building Materials. – 2022. – Vol. 359. – Article 129360.
5. Developments and Industrial Applications of Basalt Fibre Reinforced Composite Materials // Journal of Composites Science. – 2022. – Vol. 6, No. 12. – Article 367.
6. Ziada M., Erdem S., Tammam Y., Kara S. The Effect of Basalt Fiber on Mechanical, Microstructural, and High-Temperature Properties of Fly Ash-Based and Basalt Powder Waste-Filled Sustainable Geopolymer Mortar // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, No. 22. – Article 12610.
7. Abo Hashem I.A., Gaber G.A., Ahmed A.S.I., et al. Assessment of blended cement containing waste basalt powder: physicomechanical and electrochemical impedance spectroscopy investigations // Discover Applied Sciences. – 2024. – Vol. 6. – Article 380.
8. Chen L., et al. Recent advances to engineer tough basalt fiber reinforced composites: A review // Polymer Composites. – 2024. – Vol. 45, No. 14. – P. 12559–12574. – DOI: 10.1002/pc.28711.
9. Technology of Mineral Insulation Waste Utilization // Fibers. – 2026. – Vol. 14, No. 2. – Article 17. – DOI: 10.3390/fib14020017.
10. Moges G., Asres M. Basalt Fiber Technology: From Raw Materials to Engineering Applications—A Review // Journal of Macromolecular Science, Part A. – 2026. – DOI: 10.1177/1934578X261489670.
11. Farghal H.H., Madkour T.M. Basalt Fiber Composites: Structure, Properties, Sustainability, and Life Cycle Analysis // Journal of Composites Science. – 2026. – Vol. 10, No. 5. – Article 253.
12. Valorisation of plastic and wood waste through the incorporation in basalt fibre reinforced polymeric composites: A critical review // Process Safety and Environmental Protection. – 2025. – Article 107016.