BAZALT TOLASI CHIQINDISI ASOSIDA NOORGANIK KOMPOZITSION MATERIALLARNING TARKIBI VA FIZIK-MEXANIK XOSSALARINI OPTIMALLASHTIRISH

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.23394996

Annotatsiya: Ushbu tezisda bazalt tolasi chiqindisidan foydalanib noorganik kompozitsion materiallar olishda kompozitsiya tarkibini shakllantirish, komponentlar nisbatini optimallashtirish hamda materialning fizik-mexanik xususiyatlarini baholashning ilmiy asoslari ko‘rib chiqildi. Bazalt tolasi yuqori mexanik mustahkamlik, termik barqarorlik va kimyoviy chidamlilikka ega bo‘lgan noorganik silikat material hisoblanadi. Bazalt tolasi ishlab chiqarish va undan mineral izolyatsiya materiallari tayyorlash jarayonlarida hosil bo‘ladigan chiqindilarni qayta ishlash orqali ikkilamchi mineral xomashyodan foydalanish imkoniyati mavjud. So‘nggi tadqiqotlarda bazalt tolali mineral chiqindilarni kimyoviy va mexanik qayta ishlash orqali qurilish materiallari uchun mineral kukun olish imkoniyati ko‘rsatilgan. Mazkur tadqiqot yo‘nalishida bazalt tolasi chiqindisining miqdori, zarracha dispersligi va noorganik bog‘lovchi bilan o‘zaro ta’siri kompozitning zichligi, suv shimuvchanligi, siqilish va egilishdagi mustahkamligi hamda termik barqarorligini belgilovchi asosiy omillar sifatida qaraladi. Adabiyotlar tahlili asosida bazalt chiqindisi miqdorini bosqichma-bosqich o‘zgartirib, optimal tarkibni tajribaviy aniqlash maqsadga muvofiqligi asoslandi.

Kalit so‘zlar: bazalt tolasi chiqindisi, noorganik kompozit, mineral bog‘lovchi, kompozitsiya, optimallashtirish, fizik-mexanik xossalar, siqilish mustahkamligi, egilish mustahkamligi, suv shimuvchanlik, zichlik, ikkilamchi xomashyo.

Kirish

Bugungi kunda sanoat chiqindilarini ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash va ulardan yangi funksional materiallar olish resurslardan samarali foydalanishning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, mineral tarkibga ega chiqindilarni noorganik kompozitsion materiallar ishlab chiqarishga jalb qilish tabiiy xomashyo sarfini kamaytirish bilan birga chiqindilarni utilizatsiya qilish muammosini ham qisman hal etish imkonini beradi[1]. Bazalt tolasi tabiiy bazalt jinsini yuqori haroratda eritish va eritmadan tola hosil qilish orqali olinadigan noorganik silikat materialdir. Uning tarkibida asosan SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO va temir oksidlari mavjud bo‘lib, aynan ushbu komponentlar bazalt materiallarining mexanik, termik va kimyoviy xususiyatlarini shakllantiradi[2,3].

Bazalt tolasi kompozitsion materiallarda armaturalovchi komponent sifatida keng o‘rganilgan. Tadqiqotlar bazalt tolasining kompozit materiallarning mexanik xususiyatlari, yorilishga chidamliligi va chidamliligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini ko‘rsatadi. Biroq ushbu tadqiqotda asosiy e’tibor tayyor bazalt tolasidan emas, bazalt tolasi ishlab chiqarish yoki undan foydalanish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindini ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qayta ishlashga qaratiladi. 2026-yilda e’lon

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

qilingan tadqiqotda bazalt tolali mineral izolyatsiya chiqindilarini qayta ishlab, mineral kukun olish va uni qurilish materiallarida qo‘llash imkoniyati eksperimental ravishda ko‘rsatilgan. Tadqiqotda XRD, SEM-EDS va standart fizik sinovlardan foydalanilgan[4].

Shu sababli bazalt tolasi chiqindisi asosida optimal tarkibli noorganik kompozitsion material ishlab chiqish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqotning asosiy ilmiy g‘oyasi- bazalt tolasi chiqindisini mineral to‘ldiruvchi va/yoki dispers armaturalovchi komponent sifatida noorganik bog‘lovchi asosidagi kompozitsion tizimga kiritish va uning optimal miqdorini aniqlashdan iborat.

Umumiy texnologik ketma-ketlik quyidagicha taklif etiladi:

Bazalt tolasi chiqindisi
↓
saralash va begona aralashmalardan tozalash
↓
maydalash
↓
fraksiyalash
↓
noorganik bog‘lovchi bilan dozalashtirish
↓
quruq aralashtirish
↓
suv yoki texnologik eritma qo‘shish
↓
kompozitsion massa tayyorlash
↓
qoliplash/presslash
↓
quritish yoki termik ishlov berish
↓
tayyor noorganik kompozitsion material
↓
fizik-mexanik sinovlar
↓
optimal tarkibni aniqlash

Bazalt tolasi chiqindisining kompozitsiyadagi roli- Bazalt chiqindisining kompozitdagi vazifasi uning dispersligi, shakli va matritsa bilan o‘zaro ta’siriga bog‘liq. Yirikroq fraksiyalar mineral to‘ldiruvchi vazifasini bajarishi mumkin, mayda dispers zarrachalar esa matritsadagi bo‘shliqlarni to‘ldirib, strukturani zichlashtirishga yordam berishi mumkin. Bazalt tolasi kompozitlarida matritsa–tola interfeysi muhim omillardan biri hisoblanadi. Ilmiy sharhlarda interfeysning mustahkamligi yuklamaning matritsadan tolaga samarali uzatilishiga ta’sir qilishi va kompozitning mexanik xususiyatlarini belgilashi qayd etilgan[5,6,7].

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

1-jadval. Kompozitsion material tarkibidagi asosiy komponentlarning vazifasi

Komponent	Kompozitsiyadagi vazifasi	Asosiy ta'siri
Bazalt tolasi chiqindisi	Mineral to'ldiruvchi/armaturalovchi component	Mustahkamlik va strukturaviy yaxlitlikka ta'sir qiladi
Noorganik bog'lovchi	Matritsa hosil qiluvchi komponent	Kompozitning asosiy bog'lanish fazasini hosil qiladi
Mineral qo'shimcha	Strukturani modifikatsiyalash	Zichlik va mexanik xossalarga ta'sir qiladi
Suv	Texnologik komponent	Aralashtirish va bog'lovchi reaksiyalari uchun zarur
Modifikator	Kompozitsiya xususiyatlarini boshqaruvchi komponent	Reologik va mexanik xususiyatlarni o'zgartiradi

Kompozitsiya tarkibini optimallashtirish- Kompozitsiyaning optimal tarkibini aniqlashda bazalt chiqindisi miqdorini bir necha bosqichda o'zgartirish maqsadga muvofiq. Bunda dastlabki tarkiblar laboratoriya tajribasi orqali tekshiriladi. Quyidagi nisbatlar tayyor eksperimental natija emas, tajribani rejalashtirish uchun taklif etilayotgan variantlar hisoblanadi.

2-jadval. Bazalt tolasi chiqindisi miqdorini bosqichma-bosqich o'zgartirib sinash uchun tavsiya etiladigan kompozitsiyalar

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

Bu jadval ilmiy tajribani rejalashtirish varianti sifatida berilgan. Aniq optimal tarkib laboratoriya natijalari asosida belgilanadi. Bunday bosqichma-bosqich yondashuv kompozitsiyadagi bazalt chiqindisi miqdorining material xususiyatlariga ta'sirini aniqlash imkonini beradi[8,9]. Bazalt tolali kompozitlarda tolalar miqdori va uzunligi mexanik xossalarga sezilarli ta'sir ko'rsatishi ilmiy adabiyotlarda ko'rsatilgan. Masalan, bazalt tolasi bilan mustahkamlangan qayta ishlangan beton bo'yicha keng qamrovli sharhda tola miqdori 0–1,5% oralig'ida, turli uzunliklarda o'rganilgani va optimal mexanik xossalarga erishishda tola miqdorini nazorat qilish muhimligi qayd etilgan[10]. Biroq ushbu ma'lumotlarni bazalt chiqindisi + noorganik bog'lovchi tizimiga to'g'ridan-to'g'ri ko'chirish mumkin emas. Shu sababli aynan ushbu dissertatsiya tizimi uchun optimal nisbat eksperimental ravishda aniqlanishi kerak.

Fizik-mexanik xossalarni baholash- Kompozitsion materialning optimal tarkibini aniqlashda faqat bitta ko'rsatkichdan foydalanish yetarli emas. Materialning zichligi, suv shimuvchanligi, siqilishdagi mustahkamligi, egilishdagi mustahkamligi va termik barqarorligini kompleks baholash zarur.

3-jadval. Kompozitsion materialni baholashning asosiy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Aniqlanadigan xususiyat	Optimallashtirishdagi ahamiyati
Zichlik	Materialning strukturaviy	Kompozitning umumiy sifatini

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

	zichligi	baholash
Suv shimuvchanlik	G‘ovaklik va namlikka chidamlilik	Ekspluatatsion barqarorlikni baholash
Siqilishdagi mustahkamlik	Yuklamaga chidamlilik	Asosiy mexanik ko‘rsatkich
Egilishdagi mustahkamlik	Egiluvchi yuklamaga qarshilik	Kompozitning yaxlitligini baholash
G‘ovaklik	Ichki struktura	Mustahkamlik va suv shimuvchanlikka ta’sir qiladi
Termik barqarorlik	Harorat ta’siriga chidamlilik	Yuqori haroratli qo‘llanishlar uchun muhim
Fazaviy tarkib	Mineral fazalar	Strukturaviy o‘zgarishlarni aniqlash
Mikrostruktura	Matritsa va chiqindi o‘zaro ta’siri	Mexanizmni tushuntirish

Bazalt chiqindisi miqdorining xossalarga ta’siri- Kompozitsiyada bazalt chiqindisi miqdorini oshirish har doim ham mustahkamlikning ortishiga olib kelmasligi mumkin. Optimal miqdordan ortiq qo‘shilganda bog‘lovchi matritsaning uzluksizligi buzilishi, zarrachalar orasida bo‘shliqlar paydo bo‘lishi yoki komponentlarning bir tekis taqsimlanishi qiyinlashishi mumkin.

Aksincha, juda kam miqdorda bazalt chiqindisi ishlatilganda uning kompozitning mexanik va strukturaviy xususiyatlariga ta’siri yetarlicha namoyon bo‘lmasligi mumkin.

Shuning uchun optimal tarkibni quyidagi prinsip asosida aniqlash maqsadga muvofiq:

bazalt chiqindisi miqdori → struktura → g‘ovaklik → zichlik → matritsa bilan bog‘lanish → mexanik mustahkamlik. Ilmiy adabiyotlarda ham bazalt tolasi miqdori oshishi bilan mexanik ko‘rsatkichlarning yaxshilanishi mumkinligi, biroq kompozitning umumiy samaradorligi matritsa–tola interfeysi va dispersiyaga kuchli bog‘liqligi ko‘rsatilgan[11].

4-jadval. Kutilayotgan o‘zgarishlarning ilmiy modeli

Bazalt chiqindisi miqdori	Zichlik	Suv shimuvchanlik	Siqilish mustahkamligi	Egilish mustahkamligi
Juda kam	—	—	Ta’siri cheklangan	Ta’siri cheklangan
Optimal miqdor	↑	↓	↑	↑
Ortiqcha miqdor	↑/↓	↑	↓	↓ yoki beqaror
Optimaldan yuqori	Strukturaviy nomutanosiblik ehtimoli	G‘ovaklik ortishi mumkin	Pasayishi mumkin	Pasayishi mumkin

Izoh: ↑ va ↓ belgilar tajribada kuzatilishi kutiladigan yo‘nalishni bildiradi, aniq natija sifatida qabul qilinmaydi.

Mikrostrukturani o‘rganish. Kompozitning mexanik xususiyatlarini tushuntirish uchun mikrostrukturani o‘rganish muhim. Buning uchun SEM-EDS usulidan foydalanish mumkin.

SEM yordamida:

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

- bazalt chiqindisi zarrachalarining morfologiyasi;
- matritsadagi taqsimlanishi;
- zarracha–matritsa kontakt sohasi;
- mikroyoriqlar;
- g‘ovaklar

aniqlanadi. EDS esa ushbu sohalardagi elementlarning taqsimlanishini baholash imkonini beradi. Bazalt tolali mineral chiqindilarni qayta ishlash bo‘yicha 2026-yilgi tadqiqotda ham XRD va SEM-EDS usullari yordamida boshlang‘ich chiqindi va qayta ishlangan mahsulotning mineralogik hamda kimyoviy xususiyatlari o‘rganilgan[11].

Fazaviy tarkibni o‘rganish- Rentgen-difraksion tahlil (XRD) kompozitsion materialning fazaviy tarkibidagi o‘zgarishlarni aniqlash uchun qo‘llanadi.

XRD orqali:

1. boshlang‘ich bazalt chiqindisining fazaviy tarkibi;
2. bog‘lovchining mineral fazalari;
3. kompozitsion materialda hosil bo‘lgan yangi fazalar;
4. termik ishlovdan keyingi fazaviy o‘zgarishlar

o‘rganilishi mumkin.

Bu esa “tarkib → texnologik ishlov → struktura → xossa” bog‘liqligini ilmiy asoslash imkonini beradi.

Optimallashtirishning ilmiy mezoni- Mazkur tadqiqot uchun optimal kompozitsiya faqat eng yuqori siqilish mustahkamligiga ega namuna sifatida emas, balki bir nechta ko‘rsatkichlarning kompleks qiymati asosida tanlanishi maqsadga muvofiq.

5-jadval. Optimal kompozitsiyani tanlash mezonlari

Mezon	Optimal yo‘nalish
Siqilishdagi mustahkamlik	Maksimal
Egilishdagi mustahkamlik	Maksimal
Suv shimuvchanlik	Minimal
G‘ovaklik	Maqsadga muvofiq darajada minimal
Zichlik	Qo‘llanish sohasiga mos
Termik barqarorlik	Yuqori
Chiqindidan foydalanish ulushi	Imkon qadar yuqori
Texnologik ishlov berish qulayligi	Yuqori
Xomashyo sarfi	Iqtisodiy jihatdan maqbul

Xulosa

Bazalt tolasi chiqindisi asosida noorganik kompozitsion material olishda xomashyoning miqdori, dispersligi, mineral bog‘lovchi bilan o‘zaro ta’siri va hosil bo‘ladigan strukturaning zichligi materialning fizik-mexanik xususiyatlarini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi. Bazalt tolasi yuqori mexanik, termik va kimyoviy barqarorlikka ega noorganik material bo‘lib, uning chiqindilarini qayta ishlash ikkilamchi mineral xomashyodan foydalanishning istiqbolli yo‘nalishini tashkil etadi. Adabiyotlar tahlili bazalt tolali chiqindilarni qayta ishlash orqali mineral kukun va boshqa ikkilamchi materiallar olish mumkinligini ko‘rsatadi. 2026-yilgi tadqiqotda bunday chiqindilarni qayta ishlash natijasida olingan mineral kukunning qurilish materiallarida qo‘llanish imkoniyati ko‘rsatilgan.

Bazalt chiqindisi asosidagi kompozitsiyaning optimal tarkibini aniqlash uchun chiqindi miqdorini bosqichma-bosqich o‘zgartirish, tayyor namunalarni zichlik, suv shimuvchanlik, siqilish va egilishdagi

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.

mustahkamlik hamda termik barqarorlik bo‘yicha baholash maqsadga muvofiq. XRD va SEM-EDS tahlillari esa fizik-mexanik xususiyatlarning o‘zgarishini mikrostrukturaviy va fazaviy nuqtayi nazardan izohlash imkonini beradi.

Natijada bazalt tolasi chiqindisi → optimal kompozitsiya → strukturaviy xususiyat → fizik-mexanik ko‘rsatkich → tayyor noorganik kompozit o‘rtasidagi ilmiy bog‘liqlikni aniqlash mumkin.

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. DOI
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. DOI
4. 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. DOI
5. A review of the mechanical properties and durability of basalt fiber recycled concrete // Construction and Building Materials. – 2024. – Vol. 412. – Article 134882. – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2024.134882. ScienceDirect
6. Developments and Industrial Applications of Basalt Fibre Reinforced Composite Materials // Journal of Composites Science. – 2022. – Vol. 6, No. 12. – Article 367. MDPI
7. Technology of Mineral Insulation Waste Utilization // Fibers. – 2026. – Vol. 14, No. 2. – Article 17. – DOI: 10.3390/fib14020017. MDPI
8. 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. Sage Journals
9. 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. MDPI
10. 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. DOI

© 2026 London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation. All Rights Reserved.