BAZALT TOLASI CHIQINDISINING FIZIK-KIMYOVIY TARKIBI VA UNDAN NOORGANIK KOMPOZITSION MATERIALLAR OLISH IMKONIYATLARI

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.23394076

Annotatsiya: Ushbu tezisda bazalt tolasi ishlab chiqarish va undan foydalanish jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilarning noorganik kompozitsion materiallar olish uchun ikkilamchi mineral xomashyo sifatidagi imkoniyatlari tahlil qilindi. Bazalt tolasi vulqon jinslaridan yuqori haroratda eritib olinadigan noorganik silikat material bo'lib, uning tarkibida asosan SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3/FeO, CaO va MgO mavjudligi aniqlangan. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, SiO_2 bazalt tolasining asosiy komponenti bo'lib, odatda 47–59 % atrofida, Al_2O_3 esa 13–18 % oralig'ida uchraydi. Ushbu oksidlarning mavjudligi materialning termik barqarorligi, kimyoviy chidamliligi va mexanik xususiyatlarini belgilovchi muhim omillardan hisoblanadi. Bazalt tolasi chiqindisini maydalash, fraksiyalash va mineral bog'lovchi bilan kompozitsiyalash orqali yangi turdagi noorganik kompozitsion materiallar olish imkoniyati asoslandi. Chiqindidan foydalanish tabiiy mineral resurslarni tejash, chiqindi hajmini kamaytirish va qo'shimcha funksional xususiyatlarga ega kompozitsion materiallar yaratish nuqtayi nazaridan istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Kalit so'zlar: bazalt tolasi, bazalt tolasi chiqindisi, ikkilamchi xomashyo, noorganik kompozitsion material, silikat, SiO_2, Al_2O_3, mineral bog'lovchi, fizik-kimyoviy xossalar, qayta ishlash, kompozitsiya.

Asosiy qism: Bugungi kunda sanoatda hosil bo'ladigan mineral chiqindilarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash va ulardan yangi funksional materiallar olish materialshunoslikning muhim yo'nalishlaridan biridir. Ayniqsa, tarkibida silikat va alumosilikat komponentlari yuqori bo'lgan mineral chiqindilardan qurilish, issiqlik izolyatsiyasi, keramika va kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyatlari kengayib bormoqda. Bazalt tolasi tabiiy bazalt jinsini yuqori haroratda eritish va eritmadan uzluksiz yoki shtapel tolalar hosil qilish orqali olinadigan yuqori samarali noorganik silikat material hisoblanadi. Bazalt tolalarining xossalari boshlang'ich bazaltning mineralogik va kimyoviy tarkibi, eritish sharoiti hamda tolalash jarayoniga bog'liq. Adabiyotlarda bazalt tolasining asosiy komponentlari sifatida SiO_2, Al_2O_3, CaO, MgO va temir oksidlari qayd etiladi[1].

Bazalt tolasi tarkibining o'ziga xosligi shundaki, unda polimer yoki organik komponentlardan farqli ravishda mineral oksidlar majmuasi ustunlik qiladi. Shu sababli bazalt tolasi chiqindisini oddiy ishlab chiqarish chiqindisi sifatida emas, balki ma'lum tarkib va funksional xususiyatlarga ega ikkilamchi mineral xomashyo sifatida ko'rib chiqish mumkin.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

1-jadval. Bazalt tolasining asosiy oksid komponentlari

Komponent	Adabiyotlarda uchraydigan tipik miqdor, massa %	Materialdagi asosiy funksional ahamiyati
SiO_2	47–59	Silikat karkasini hosil qiladi, kimyoviy va termik barqarorlikka hissa qo'shadi
Al_2O_3	13–18	Termik barqarorlik va mexanik xususiyatlarni yaxshilaydi
Fe_2O_3 + FeO	9–14	Rang, termik xususiyat va kristallanish jarayonlariga ta'sir qiladi
CaO	7–12	Silikat fazalarining shakllanishi va mineral bog'lanish jarayonlarida ishtirok etadi
MgO	3–10	Mineral fazalar va termik xususiyatlarning shakllanishida qatnashadi
Na_2O + K_2O	2–6	Eritmaning xususiyatlari va faza hosil bo'lish jarayonlariga ta'sir qiladi
TiO_2	0,2–3,5	Kristallanish va termik xususiyatlarga ta'sir qiluvchi komponent

Izoh: qiymatlar turli adabiyotlarda berilgan tipik diapazonlarni umumlashtiradi; aniq tarkib bazalt koni, xomashyo va ishlab chiqarish texnologiyasiga qarab o'zgaradi.

Jadvaldan ko'rinadiki, bazalt tolasi tarkibida SiO_2 va Al_2O_3 ning yuqori miqdorda bo'lishi uning alumosilikat-silikat tabiatini belgilaydi. Shu bilan birga CaO, MgO va temir oksidlarining mavjudligi materialning fazaviy tarkibi va termik xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadi. Zamonaviy sharhlarda bazalt tolasi tarkibining aynan ushbu oksidlar majmuasi bilan belgilanib, uning mexanik va termik xususiyatlariga bevosita bog'liqligi qayd etilgan. [2,3].

2-jadval. Bazalt tolasi chiqindisini tavsiflashda muhim fizik-kimyoviy ko'rsatkichlar

Ko'rsatkich	Aniqlash usuli	Kompozitsion material olishdagi ahamiyati
Kimyoviy oksid tarkibi	XRF	Xomashyoning mineral tarkibini baholash
Element tarkibi	SEM-EDS	Alohida zarracha va fazalarning element tarkibini aniqlash
Fazaviy tarkib	XRD	Kristall va amorf fazalarni aniqlash
Morfologiya	SEM	Zarrachalar shakli va yuzasini o'rganish
Zarracha o'lchami	Elak/tarqalish analizi	Kompozitning zichligi va strukturasini boshqarish
Namlik	Gravimetrik usul	Texnologik aralashma tarkibini hisoblash
Qizdirishda massa yo'qotilishi	TGA/LOI	Termik barqarorlik va uchuvchan komponentlarni baholash
Zichlik	Piknometrik yoki	Kompozitning yakuniy zichligini

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

	standart usul	hisoblash
Suv shimuvchanlik	Standart fizik sinov	Tayyor materialning ekspluatatsion xususiyatini baholash

Bazalt tolasi chiqindisini kompozitsion material ishlab chiqarishga jalb qilishdan oldin uning fizik-kimyoviy xususiyatlarini kompleks o'rganish muhim. Xususan, XRF yordamida asosiy oksidlarning miqdoriy tarkibini, XRD orqali mineral va fazaviy tarkibini, SEM-EDS yordamida esa zarrachalarning morfologiyasi hamda lokal element tarkibini aniqlash mumkin. 2026-yilda chop etilgan tadqiqotda ham bazalt asosidagi mineral chiqindilarni qayta ishlashda XRD, SEM-EDS va fizik sinovlar kompleksidan foydalanilgan[4,5].

Bazalt tolasi chiqindisining kompozitsion material olishdagi imkoniyati

Bazalt tolasi chiqindisini noorganik kompozitsion material tarkibiga kiritishning asosiy ilmiy g'oyasi uning mineral tabiatidan kelib chiqadi. Chiqindi maydalangan yoki ma'lum fraksiyaga ajratilgan holda noorganik bog'lovchi bilan birgalikda kompozitsion massa hosil qilishi mumkin. Bunday tizimni umumiy ko'rinishda quyidagicha ifodalash mumkin:

Bazalt tolasi chiqindisi → saralash → maydalash → fraksiyalash → mineral bog'lovchi bilan aralashtirish → qoliplash/presslash → quritish yoki termik ishlov → noorganik kompozitsion material.

Bu yerda bazalt chiqindisi to'ldiruvchi, dispers mineral komponent yoki armaturalovchi komponent sifatida ishtirok etishi mumkin. Uning aniq funksiyasi chiqindining tolali yoki kukunsimon holati, zarracha o'lchami, ishlov berish usuli va tanlangan noorganik matritsaga bog'liq bo'ladi.

3-jadval. Bazalt tolasi chiqindisidan foydalanishning mumkin bo'lgan yo'nalishlari

Chiqindining shakli	Kompozitsiyadagi vazifasi	Kutiladigan samarasi
Qisqa tolali chiqindi	Armaturalovchi komponent	Mexanik mustahkamlikni oshirish
Maydalangan bazalt chiqindisi	Mineral to'ldiruvchi	Material tarkibini optimallashtirish
Mayda dispers kukun	Faol mineral komponent	Matritsa strukturasini zichlashtirish
Aralash fraksiyali chiqindi	Kompleks mineral to'ldiruvchi	Chiqindidan maksimal foydalanish
Modifikatsiyalangan chiqindi	Maxsus funksional komponent	Matritsa–to'ldiruvchi o'zaro ta'sirini yaxshilash

Bazalt tolalarining kompozitlarda qo'llanishi ularning yuqori mustahkamligi, termik barqarorligi va kimyoviy chidamliligi bilan bog'liq. Tadqiqotlarda bazalt tolalarining polimer, sement, metall va boshqa matritsalar bilan birgalikda qo'llanishi ko'rsatilgan[5,6]. Shu nuqtayi nazardan, chiqindini qayta ishlash orqali yangi noorganik kompozitsion material olish nafaqat chiqindini kamaytirish, balki uning tarkibidagi foydali mineral komponentlarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta iqtisodiy muomalaga kiritish imkonini beradi.

Bazalt chiqindisi va noorganik matritsaning o'zaro ta'siri- Noorganik kompozitsion materialning yakuniy xossalari faqat bazalt chiqindisining tarkibiga emas, balki uning matritsa bilan

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

o'zaro ta'siriga ham bog'liq. Kompozit tarkibida bazalt chiqindisi va bog'lovchi o'rtasidagi kontakt yuzasining ortishi material strukturasining zichlashishiga ta'sir qilishi mumkin. Bunda zarracha o'lchami alohida ahamiyatga ega. Juda yirik fraksiyalarda kompozit ichida bo'shliqlar hosil bo'lishi ehtimoli ortadi. Haddan tashqari mayda fraksiya esa bog'lovchi sarfini oshirishi mumkin. Shu sababli dissertatsiya doirasida chiqindining optimal disperslik darajasini tajribaviy aniqlash maqsadga muvofiq. Bazalt tolalarining sement asosidagi kompozitlarda qo'llanilishi bo'yicha tadqiqotlarda ularning matritsa bilan mosligi va mexanik xossalarga ta'siri ko'rsatilgan. Masalan, bazalt tolasi qo'shilgan sement kompozitlarida tolalarning yuqori mustahkamligi kompozitning egilish xususiyatlariga ijobiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Bundan tashqari, bazalt tolasi asosidagi mineral chiqindini kimyoviy qayta ishlash orqali mineral kukun olish va uni qurilish materiallariga mineral qo'shimcha sifatida qo'llash imkoniyati ham zamonaviy tadqiqotlarda ko'rsatilgan.

Tadqiqotning ilmiy-amaliy ahamiyati- Mazkur yo'nalishning ilmiy ahamiyati bazalt tolasi chiqindisining tarkibiy va strukturaviy xususiyatlarini o'rganish hamda ushbu parametrlar asosida kompozitsion materialning optimal tarkibini tanlashdan iborat.

Amaliy jihatdan esa bazalt tolasi chiqindisini ikkilamchi xomashyo sifatida qo'llash:

- mineral chiqindilar hajmini kamaytirish;
- tabiiy mineral xomashyoga bo'lgan ehtiyojni qisqartirish;
- chiqindining foydali komponentlarini qayta ishlatish;
- yangi turdagi noorganik kompozitsion materiallar yaratish;
- materialning mexanik va termik xususiyatlarini boshqarish

imkonini berishi mumkin[7,8].

Shu bilan birga, 2026-yilgi tadqiqotlar mineral izolyatsiya va bazalt tolasi asosidagi chiqindilarni kimyoviy qayta ishlash orqali mineral kukunga aylantirish va qurilish materiallarida qo'llash mumkinligini ko'rsatmoqda. Bu esa bazalt tolasi chiqindisini ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash yo'nalishining dolzarbligini tasdiqlaydi.

Xulosa

Bazalt tolasi chiqindisini noorganik kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda ikkilamchi mineral xomashyo sifatida qo'llash ilmiy va amaliy jihatdan istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Adabiyot ma'lumotlari tahlili shuni ko'rsatadiki, bazalt tolasining mineral asosini asosan SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3/FeO, CaO va MgO tashkil etadi. Ayniqsa, SiO_2 va Al_2O_3 ning yuqori miqdori bazalt chiqindisini silikat-alumosilikat asosidagi noorganik kompozitsiyalar uchun potensial xomashyo sifatida qarash imkonini beradi.

Bazalt tolasi chiqindisining kompozitsion materialdagi funksiyasi uning fizik holati, dispersligi va kimyoviy tarkibiga bog'liq bo'lib, u mineral to'ldiruvchi, dispers komponent yoki armaturalovchi komponent sifatida ishlatilishi mumkin. Bunda XRF, XRD, SEM-EDS, zarracha o'lchami tahlili va termik analiz kabi instrumental usullar xomashyoning texnologik yaroqliligini asoslash uchun muhimdir. Shunday qilib, bazalt tolasi chiqindisini saralash, maydalash, fraksiyalash va noorganik bog'lovchi bilan kompozitsiyalash asosida yangi kompozitsion material olish texnologiyasini ishlab chiqish dissertatsiya tadqiqotining istiqbolli yo'nalishi sifatida tavsiya etiladi. Keyingi bosqichda chiqindi miqdori, zarracha o'lchami va bog'lovchi tarkibining materialning zichligi, suv shimuvchanligi, siqilish va egilishdagi mustahkamligi hamda termik barqarorligiga ta'sirini eksperimental aniqlash dissertatsiyaning muhim ilmiy natijalarini shakllantirishi mumkin.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

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. Singha K. A short review on basalt fiber reinforced polymer composites // Composites Part B: Engineering. – 2012. – Vol. 43. – P. 1–10. (Bazalt tolasi va polimer kompozitlarining umumiy xususiyatlari bo'yicha adabiyot manbasi.)
3. Deák T., Czigány T. Chemical composition and mechanical properties of basalt and glass fibers: a comparative study // Textile Research Journal. – 2009. – Vol. 79. – No. 7. – P. 645–651.
4. Liu Q., Shaw M.T., Parnas R.S., McDonnell A.M. Investigation of basalt fiber surface morphology and effect on fiber-matrix adhesion // Composites Part B: Engineering. – 2006. – Vol. 37. – P. 332–339.
5. Fiore V., Scalici T., Di Bella G., Valenza A. Basalt fiber reinforced polymer composites: manufacturing and applications. – London: Elsevier, 2015.
6. 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.
7. Developments and Industrial Applications of Basalt Fibre Reinforced Composite Materials // Journal of Composites Science. – 2022. – Vol. 6. – No. 12. – Article 367.
8. A Review on Basalt Fiber Composites and Their Applications in Clean Energy Sector and Power Grids // Polymers. – 2022. – Vol. 14. – No. 12. – Article 2376.
9. Basalt Fiber Reinforced Polymer Composites (BFRP) other than rebars: A review // Materials Today Communications. – 2023. – Vol. 37. – Article 107359.
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.
11. Sodium-based, geopolymer foamed composites reinforced with phosphate mine waste particulates and hemp/basalt fibers // Journal of the American Ceramic Society. – 2025.
12. Technology of Mineral Insulation Waste Utilization // Fibers. – 2026. – Vol. 14. – No. 2. – Article 17.
13. 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.
14. Moges G., Asres M. Basalt Fiber Technology: From Raw Materials to Engineering Applications—A Review // Journal of Macromolecular Science, Part A. – 2026.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.