BAZALT TOLA VA UNING XOSSALARI.

Xoliyorova O‘g‘iloy Jumanazar qizi
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti “Kimyo muhandisligi” kafedrasi tayanch doktoranti.
E-mail: oxolyorova95@gmail.com
Tel: 97- 554-88-95

Anotatsiya. Ushbu tezisda bazalt tog‘ jinslaridan olinadigan bazalt tolasi, uning olinishi texnologiyasi hamda fizik-mexanik, issiqlik va kimyoviy xossalari tahlil qilinadi. Bazalt tolasi ekologik toza, yuqori mustahkamlikka ega bo‘lgan kompozit material sifatida qurilish, avtomobilsozlik, aviatsiya va issiqlik izolyatsiyasi sohalarida keng qo‘llanadi. Ishda bazalt tolasi tarkibining o‘ziga xosligi, yuqori haroratga chidamliligi, korroziyaga barqarorligi va dielektrik xususiyatlari yoritilib, an’anaviy shisha va karbon tolalari bilan taqqoslangan. Shuningdek, bazalt tolasi asosidagi materiallardan samarali foydalanish imkoniyatlari va istiqbollari muhokama etilgan.

Kalit so'zlar: basalt, basalt tola,polimer, mustahkamlovchi matritsa, shisha tola, asbest tola, mustahkamlik, korroziyaga chidamlilik, ekologik tozalik, mineral tola, yuqori haroratga bardoshlilik.

Abstract. This thesis examines basalt fiber derived from natural basalt rocks, focusing on its production methods as well as its physical-mechanical, thermal, and chemical properties. Basalt fiber is presented as an environmentally friendly and high-strength composite material widely used in construction, automotive engineering, aviation, and thermal insulation applications. The study highlights the unique composition of basalt fiber, its notable resistance to high temperatures, strong corrosion durability, and advantageous dielectric behavior. A comparative analysis with conventional glass and carbon fibers is provided. In addition, the work discusses the practical potential and future prospects of utilizing basalt-fiber-based composite materials across various industrial sectors.

Keywords: basalt, basalt fiber, polymer-based materials, reinforcing matrix, glass fiber, asbestos fiber, mechanical strength, corrosion resistance, environmental safety, mineral fiber, high-temperature tolerance

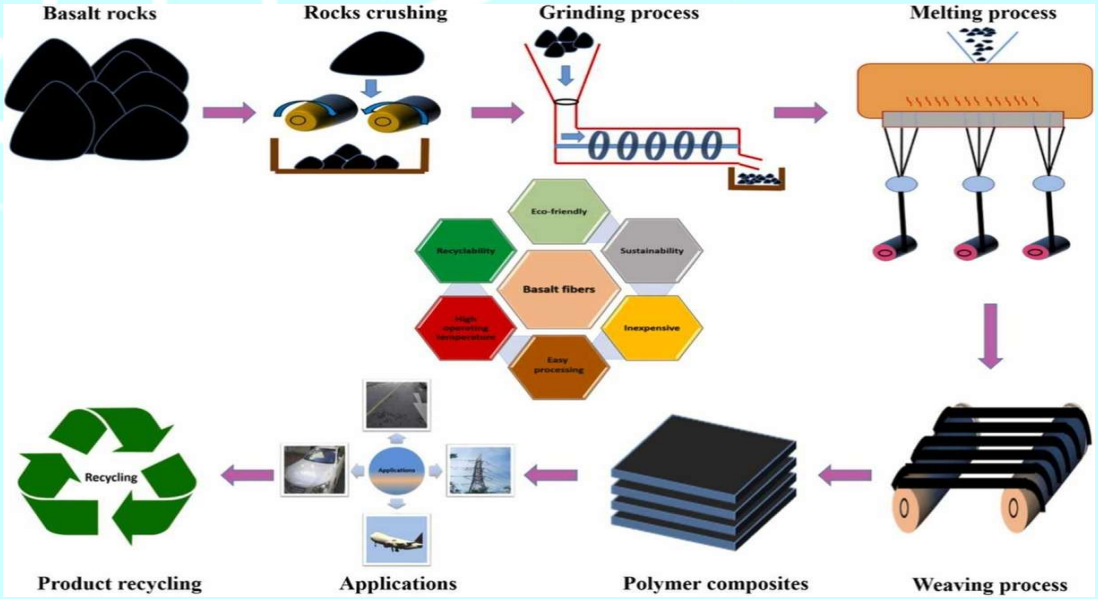
Аннотация. В данной работе рассматриваются свойства базальтового волокна, получаемого из природных базальтовых пород, а также особенности его производства. Проанализированы физико-механические, термические и химические характеристики материала. Показано, что базальтовое волокно является экологически безопасным и высокопрочным композитом, находящим широкое применение в строительстве, автомобилестроении, авиационной промышленности и в системах тепловой изоляции. Особое внимание уделено составу волокна, его устойчивости к высоким

температурам, коррозионной стойкости и диэлектрическим свойствам. Проведено сравнительное рассмотрение базальтового волокна с традиционными стеклянными и углеродными волокнами. Также обсуждаются перспективы использования базальтовых композитов и их потенциальные преимущества в различных отраслях промышленности.

Ключевые термины: базальт, базальтовое волокно, полимерные материалы, армирующая матрица, стекловолокно, асбестовое волокно, прочностные характеристики, устойчивость к коррозии, экологическая безопасность, минеральные волокна, термостойкость.

Kirish

Bazalt bu dunyoning deyarli hamma joyida ko'rish mumkin bo'lgan mashhur tosh va tabiiy ravishda paydo bo'lgan modda bo'lib, muzlatilgan lavadan hosil bo'lgan vulqon jinslarida joylashgan va erish nuqtasi 1500 ° dan 1700 ° C gacha. Oddiy vulqon jinsidan olingan bazalt tolalari polimer matritsalari bilan mustahkamlash uchun yaxshi variant bo'lishi mumkin . Uning kimyoviy tarkibi shishaga juda o'xshaydi; uning asosiy komponentlari SiO_2 , Al_2O_3 , CaO, MgO, K_2O, Na_2O, Fe_2O_3 va FeO [1]. Shunday qilib, so'nggi bir necha yil ichida bazalt tolasini polimerlar uchun mustahkamlovchi material sifatida qo'llash bo'yicha intensiv tadqiqotlar boshlandi. Uning erish harorati 1350 dan 1700 ° C gacha . Sekin-asta sovutilganda, bazalt qisman kristalli struktura sifatida qotib qoladi.



1- rasm basalt minerali asosida basalt tola olish va tola asosida olingan materiallar.

Shu nuqtai nazardan, bazaltni polimerlar va beton konstruktsiyalar bilan mustahkamlash sifatida ishlatish CO_2 emissiyasini sezilarli darajada kamaytiradi va turli polimerlar va shisha tolali materiallarni ishlab chiqarish natijasida yuzaga keladigan ifloslanishni ma'lum darajada kamaytirishga yordam

ISSN 3030-3907

beradi. So'nggi yillarda atrof-muhit muammolariga qiziqish ortib borayotgani polimer asosidagi kompozitsiyalarda tabiiy tolalardan foydalanishni kuchaytirdi [2].

Materiallar va usullar. Bazalt tolasi ishlab chiqarish jarayoni to‘rt asosiy bosqichdan iborat:

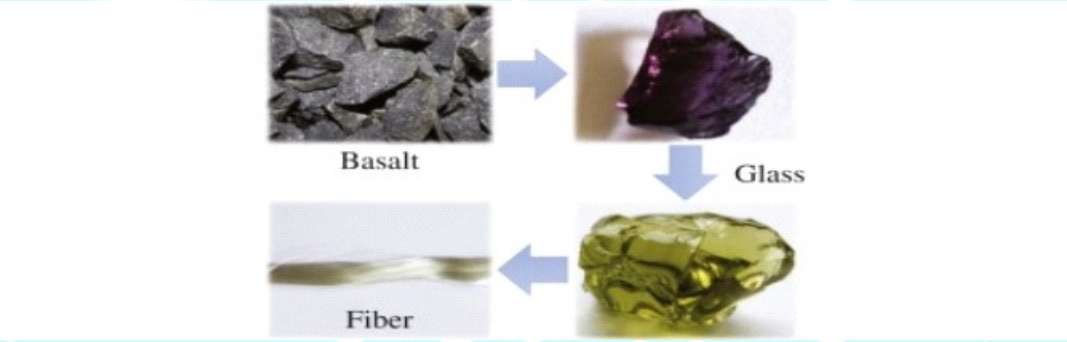
1. **Xomashyoni tayyorlash** – bazalt jinslari maydalab saralanadi, tarkibi barqaror bo‘lishi uchun aralashtiriladi.
2. **Eritish** – maxsus pechlarda yuqori haroratda eritiladi.
3. **Tola olish (cho‘zish)** – eritilgan massa platinanikel yoki keramik filyerlar orqali o‘tkazilib, ingichka tolalar olinadi.
4. **Yig‘ish va tozalash** – filamanlar yig‘ilib, sirtiga maxsus bog‘lovchi moddalar surtiladi.

Mazkur jarayon boshqa mineral tolalar ishlab chiqarishga nisbatan ekologik xavfsiz bo‘lib, energiya sarfi kamroq.

Tabiiy tolalarning ko'p turlari, shu jumladan o'simlik tolalari o'rganilgan, ammo ular termal va gigroskopik yuklarga juda sezgir va cheklangan mexanik xususiyatlarni ko'rsatadi. Ekologik muammolarni hisobga olgan holda, o'simlik tolalarining kamchiliklarini bartaraf etishning mumkin bo'lgan yechimi bazalt kabi tabiiy mineral tolalardan foydalanishdir. Darhaqiqat, bazalt tolalari tanlangan eritilgan bazalt jinslaridan yuqori haroratlarda yigiriladi va ularni ishlab chiqarish shisha tolalar kabi ikkilamchi xom komponentlarni qo'shishni talab qilmaydi [3]. Shuning uchun so'nggi yillarda uzluksiz yoki qisqa bazalt tolalari polimer matritsali kompozitsiyalarda qo'llanilishi mumkin bo'lgan imkoniyatlarni hisobga olgan holda o'rganildi. Tog' jinslarining o'ziga xos xususiyatiga asoslanib, turli xil kimyoviy tarkibga va mexanik xususiyatlarga ega bo'lgan bazalt tolalarining turli toifalarini olish mumkin. Bazalt tolalarining oxirgi avlodi mukammal ovoz izolyatsiyasi xususiyatlari, issiqlikka chidamliligi (shishadan yuqori) va ko'plab kimyoviy moddalarga yaxshi qarshilik bilan tavsiflanadi. O'simlik tolalari bilan taqqoslaganda, bazalt tolalari shisha tolalarnikiga o'xshash yoki ba'zi hollarda undan ham yuqori bo'lgan mukammal mexanik ko'rsatkichlar bilan ajralib turadi [4]. Boshqa tomondan, bazalt tolalarining narxi E-shishadan yuqori bo'lsa-da, S-shisha narxidan past bo'lib, bu materialni turli sanoat sohalarida shisha tolalarni almashtirish uchun mos qiladi. Pol Dhe bazalt tolalarini ishlab chiqarishda tarixiy tashabbusni amalga oshirdi va o'z ishi uchun AQSh patentini oldi. Bazalt qazib olish arzonligi va qulayligi bilan ajralib turadi. Bazalt aylanma bozori 2022 yilda sotuvlar hajmi 300 million dollarga yetishi kutilmoqda, bu esa yillik o'rtacha 13,5% o'sish sur'ati bilan [5]. Ishlab chiqarish tannarxiga ko'ra, bazalt tolalarini ishlab chiqarish shisha tolalar ishlab chiqarishga qaraganda kamroq qayta ishlash xarajatlarini talab qiladi. Umumiy omil sifatida issiqxona effektini kamaytirish

ISSN 3030-3907

ham maishiy, ham tijorat maqsadlarida foydalanish uchun materiallar ishlab chiqarishda asosiy mezon hisoblanadi



2-rasmda bazalt jinsidan tolaga aylanish jarayoni bosqichlari ko‘rsatilgan.

Avvalo, tabiiy bazalt tog‘ jinslari olinib, yuqori haroratda eritish jarayoni orqali shisha massasi hosil qilinadi. Hosil bo‘lgan shisha keyingi bosqichlarda qayta ishlanib, cho‘zish texnologiyasi yordamida uzluksiz tolalarga aylantiriladi. Shu tariqa bazaltning tabiiy minerallardan iborat xomashyosi termal va texnologik ishlov berish orqali yuqori mexanik va issiqlik xossalariga ega bo‘lgan bazalt tolalarga aylantirilishi tasvirlangan [6].

Bazalt tolasi yuqori mexanik kuchga ega bo‘lib, uzilishdagi mustahkamligi 3000 MPa gacha yetishi mumkin. Uning elastiklik moduli ham yuqori bo‘lib, strukturaviy barqarorlikni ta’minlaydi. Tola yengil, ammo mustahkam bo‘lgani uchun kompozit materiallar uchun ideal aralashma hisoblanadi. Shuningdek, buzilishdan oldin yuqori darajada energiya yutish qobiliyatiga ega. Bazalt tolasi 700–800 °C gacha bo‘lgan haroratlarda shaklini saqlab, issiqlikka chidamli bo‘ladi. Ba’zi o‘ta qattiq sharoitlarda ham termal barqarorligini yo‘qotmaydi. Kimyoviy moddalarga nisbatan yuqori chidamlilikka ega, ayniqsa ishqor va kislotalarga qarshi bardoshliligi uni korroziyaga moyil bo‘lgan muhitlarda qo‘llash imkonini beradi. Shu bois u kimyo sanoati va dengiz muhitida ishlatiladigan konstruksiyalarda keng qo‘llanadi. Bazalt tolasi dielektrik xususiyatga ega bo‘lib, elektr tokini o‘tkazmaydi. Shu sababli, elektrotexnika sohasida izolyatsion material sifatida qo‘llanadi. Ushbu tola namlikni kam yutadi, bu xususiyat uning dielektrik ko‘rsatkichlarini yanada barqaror qiladi.

Qisqa va arzon bazalt tolalarini ishlab chiqarish uchun puflovchi eritish texnologiyalari taklif etiladi, bu esa past mexanik xususiyatlar bilan tavsiflanadi [7]. Bazalt tolasini qo'llashning ko'payishi bazalt tolasi sog'liq uchun zararlimi degan savolni tug'dirdi.

Asbest va bazalt tolalari o'xshash tarkibga ega bo'lsa ham, bazalt xavfsiz ko'rinadi, chunki turli morfologiya va sirt xususiyatlari asbest o'rniga taqdim etiladigan har qanday kanserogen yoki toksik ta'sirlardan qochadi[8]. Xususan, Kogan va boshqalar. [9] kalamushlarni 6 oy davomida asbest va bazalt tolalari bo'lgan havoni nafas olishiga majbur qildi. Asbest tolalari 1,7 g kg

ISSN 3030-3907

^{1} dozada (kalamushning tana vazniga ishora qilinadi) bo'lsa, hayvonlarning uchdan bir qismi nobud bo'ldi, 2,7 g kg $^{-1}$ doza esa barcha kalamushlarni o'ldirdi. Bazalt tolasiga kelsak, barcha hayvonlar dozasi 10 g kg $^{-1}$ kontsentratsiyasiga etganida ham omon qolishdi. Shu kabi tadqiqotlar McConnell va boshqalar tomonidan o'tkazildi. [10] va ular bazalt tolalari odamlar uchun hech qanday xavf tug'dirmaydi degan xulosaga kelishdi. Bazalt tolasidan turli matolar, rovingslar, trikotaj armaturalar va kompozit panellar ishlab chiqiladi. Bazalt plastik armaturalari metall armaturalarga nisbatan yengil, korroziyaga chidamli va uzoq xizmat muddatiga ega[11]. Bazalt kompozitlar qurilish sanoati, yo‘l qurilishi, ko‘priklar, suv inshootlari va energetika sohalarida keng qo‘llanmoqda. Shuningdek, sport anjomlari, avtomobil va aviatsiya detallari ishlab chiqarishda ham yuqori samaradorlikka erishilmoqda[12].

XULOSA

Bazalt tolasi o‘zining yuqori mustahkamlik-og‘irlik nisbati, issiqlik va kimyoviy ta’sirlarga chidamliligi, ekologik xavfsizligi hamda arzon xomashyo bazasi bilan boshqa ko‘plab tolali materiallardan ustun turadi. Uni ishlab chiqarish jarayoni nisbatan sodda bo‘lib, chiqindisiz va atrof-muhitga kam zarar yetkazadi. Bazalt tolasi asosidagi kompozitlar qurilish sanoatida armaturalar, panellar, issiqlik va ovoz izolyatsiyasi materiallari sifatida qo‘llanganda yuqori samaradorlik ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, bazalt tolasi sanoatning ko‘plab tarmoqlarida iqtisodiy va texnik jihatdan istiqbolli material hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Praveenkumara Jagadeesh , Sanjay Mavinkere Rangappa , Suchart Siengchin . Basalt fibers: An environmentally acceptable and sustainable green material for polymer composites. Construction and Building Materials 436 (2024) 136834.https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136834

2. Ayub Ali , Rumana Hossain , Heriyanto, Veena Sahajwalla. Valorisation of plastic and wood waste through the incorporation in basalt fibre reinforced polymeric composites: A critical review. Process Safety and Environmental Protection 198 (2025) 107016.https://doi.org/10.1016/j.psep.2025.107016.

3. N. T. Kakhramanova, *, O. M. Guliyevaa , and A. A. Gasanovaa. Thermo-Deformation Properties of Basalt Containing Plastics Based on Modified High Density Polyethylene. ISSN 1995-4212, Polymer Science, Series D, 2024, Vol. 17, No. 4, pp. 777–782. © Pleiades Publishing, Ltd., 2024. DOI: 10.1134/S199542122470134X.

4. Praveenkumara Jagadeesh1 · Sanjay Mavinkere Rangappa1 · Vincenzo Fiore2 · Hom Nath Dhakal3 · Suchart Siengchin1. Basalt powder based thermoset and thermoplastic composites for lightweight applications. Journal of Polymer Research (2024) 31:258. https://doi.org/10.1007/s10965-024-04103-3.

ISSN 3030-3907

5. Yu. M. Evtushenkoa, *, Yu. A. Grigoreva , and S. A. Levanovb. Composite Materials Based on Basalt. Part 1. Application of Basalts in Composite Materials. ISSN 1995-4212, Polymer Science, Series D, 2023, Vol. 16, No. 2, pp. 401–405. © Pleiades Publishing, Ltd., 2023. DOI: 10.1134/S1995421223020089.
6. Yunsheng Chong1,2 · Wanjing Zhang1 · Jinming Liu3 · Jingchen Chu2 · Liyan Wang1 · Yanming Chen1 · Pengfei Lang2 · Yanyan Lin3 · Meng Wang. Study on the properties of bio-based nylon 56 composites with different basalt fiber content. Journal of Polymer Research (2025) 32:194. https://doi.org/10.1007/s10965-025-04426-9.
7. Serhat Çelikten1 · Mehmet Berfun Çavuşoğlu2. Mechanical and microstructural properties of fiber-reinforced basalt rock cutting waste-based geopolymer composites exposed to high temperatures. Environmental Science and Pollution Research (2025) 32:3629–3648. https://doi.org/10.1007/s11356-025-35916-4.
8. Kumar, A.A.J., Kumar, R.S., Madan, M. et al. Thermal and mechanical enhancements in polyimide/basalt fiber composites through mineral-based nano-dust particles. Iran Polym J (2025). https://doi.org/10.1007/s13726-025-01481-3.
9. R. A. Alekhinaa, *, S. P. Tuzhilina, A. S. Sviridova, and Yu. A. Goncharovaa. Evaluation of Uniformity of Particle Distribution in Composite Materials Based on Molded Polyurethanes. ISSN 1995-4212, Polymer Science, Series D, 2023, Vol. 16, No. 4, pp. 993–997. © Pleiades Publishing, Ltd., 2023. DOI: 10.1134/S1995421223040020.
10. Mateusz Barczewski1 · Jakub Cyganek1 · Danuta Matykiewicz1 · Jacek Andrzejewski1. The Impact of Engine Oil and Windshield Washer Fluid Exposure on the Structure and Properties of Injection-Molded Nucleated Polylactide-Basalt Composites. Arabian Journal for Science and Engineering https://doi.org/10.1007/s13369-025-10269-9.
11. Ersilia Cozzolino1 · Francesco Napolitano2 · Pietro Russo2 · Antonello Astarita1 · Ilaria Papa1. Additive manufacturing of low environmental impact PLA-basalt/ hemp biocomposites: life cycle assessment and mechanical properties. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology (2025) 139:1405–1421 https://doi.org/10.1007/s00170-025-15961-6.
12. Kakhramanov, N.T., Nuralieva, G.K., Arzumanova, N.B. et al. Mechanochemical Synthesis and Properties of Basalto-Plastics Based on Polypropylene Random Copolymer. Inorg. Mater. Appl. Res. 16, 429–434 (2025). https://doi.org/10.1134/S2075113324701831.

ISSN 3030-3907