DOI: 10.65322/j.srd.05192026.35

ZAMONAVIY QURILISH KONSTRUKSIYALARIDA FIBROBETONDAN FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI

Alimov Xorisboy Latifovich, *t.f.n., professor,*
Bino va inshootlar qurilishi kafedrasi,
E-mail: xorisboyalimov@gmail.com,
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya: *Ushbu maqolada zamonaviy qurilish konstruksiyalarida fibrobetondan foydalanishning ilmiy-amaliy ahamiyati yoritilgan. Fibrobetonning tarkibiy tuzilishi, dispers armaturalash mexanizmi, tolalar turiga ko‘ra mexanik va fizik xususiyatlarga ta’siri tahlil qilindi. Tolalarnig darzbardoshlik, egilishdagi mustahkamligi, uzoq muddatli xizmat ko‘rsatish samaradorligi asoslab berildi. Fibrobetonning sanoat pollari, ko‘priklar, tunnellar, gidrotexnika inshootlari va yig‘ma temirbeton buyumlarida qo‘llanish imkoniyatini beradi.*

Аннотация: *В данной статье освещена научно-практическая значимость применения фибробетона в современных строительных конструкциях. Проанализированы состав и структура фибробетона, механизм дисперсного армирования, а также влияние различных видов волокон на его механические и физические свойства. Обосновано, что применение волокон способствует повышению трещиностойкости, прочности при изгибе и обеспечивает высокую долговечность конструкций. Показаны возможности использования фибробетона при устройстве промышленных полов, строительстве мостов, тоннелей, гидротехнических сооружений, а также при производстве сборных железобетонных изделий.*

Abstract: *This article highlights the scientific and practical significance of using fiber-reinforced concrete (fiber concrete) in modern construction structures. The composition and internal structure of fiber-reinforced concrete, the mechanism of dispersed reinforcement, and the influence of different types of fibers on its mechanical and physical properties are analyzed. It is demonstrated that the incorporation of fibers enhances crack resistance, flexural strength, and the long-term durability of concrete structures. The study also discusses the potential applications of fiber-reinforced concrete in industrial floors, bridges, tunnels, hydraulic engineering structures, and precast reinforced concrete elements.*

Kalit so‘zlar: *fibrobeton, dispers armaturalash, po‘lat tolalar, bazalt tolalari, polipropilen tolalar, darzbardoshlik, egilish mustahkamligi, qurilish konstruksiyalari*

Ключевые слова: *фибробетон, дисперсное армирование, стальные волокна, базальтовые волокна, полипропиленовые волокна, трещиностойкость, прочность при изгибе, строительные конструкци*

Keywords: *fiber-reinforced concrete, dispersed reinforcement, steel fibers, basalt fibers, polypropylene fibers, crack resistance, flexural strength, building structures*

Kirish. Qurilish sohasining texnologik jihatdan yangilanib borishi binolar va inshootlarga qo‘yiladigan talablarni ham tubdan o‘zgartirmoqda. Bugungi kunda konstruksiyalardan nafaqat yetarli yuk ko‘tarish qobiliyati, balki uzoq xizmat muddati, ekspluatatsiya jarayonida barqarorlik, seysmik ta’sirlarga moslashuvchanlik, energiya va resurslardan tejamkor foydalanish kabi ko‘rsatkichlar ham talab etiladi. Shu sababli an’anaviy betonning ayrim kamchiliklarini kamaytirishga qaratilgan kompozit materiallar ustida olib borilayotgan izlanishlar dolzarb ahamiyatga ega.

Oddiy beton siqilishdagi mustahkamligi yuqori bo‘lgan material sifatida keng qo‘llaniladi. Biroq uning cho‘zilish va egilishdagi qarshiligi nisbatan past, darz hosil bo‘lishiga moyilligi esa ayrim konstruksiyalarning ishonchliligini cheklaydi. Ayniqsa, dinamik yuklanishlar, takroriy

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.35

ta’sirlar, harorat-namlik o‘zgarishlari hamda seysmik kuchlar mavjud bo‘lgan sharoitda darzlarning paydo bo‘lishi va rivojlanishi konstruksiyaning xizmat muddatini qisqartirishi mumkin.

Fibrobeton ana shu muammolarni kamaytirishga xizmat qiladigan istiqbolli kompozit material hisoblanadi. U beton qorishmasiga po‘lat, bazalt, polipropilen, shisha, uglerod yoki boshqa turdagi qisqa tolalarni kiritish orqali olinadi. Tolalar beton hajmi bo‘ylab nisbatan bir tekis tarqalib, fazoviy armaturalash vazifasini bajaradi. Natijada ichki kuchlanishlarning taqsimlanishi yaxshilanadi, mikro va makro darzlarning o‘sishi cheklanadi hamda materialning egilishdagi ish qobiliyati ortadi [1].

Maqolaning maqsadi fibrobetonning zamonaviy qurilish konstruksiyalaridagi afzalliklarini, tolalar turiga bog‘liq xususiyatlarini va amaliy qo‘llanish yo‘nalishlarini ilmiy jihatdan umumlashtirishdan iborat.

Fibrobetonning tarkibi va ishlash mexanizmi

Fibrobeton tarkibi odatda sement, mayda va yirik to‘ldiruvchilar, suv, kimyoviy qo‘shimchalar hamda ma’lum miqdordagi dispers tolalardan tashkil topadi. Ushbu tarkibiy qismlarning o‘zaro mosligi betonning zichligi, suv o‘tkazuvchanligi, sovuqqa chidamliligi, mustahkamligi va deformatsion xususiyatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Tolalar esa kompozitning asosiy faol elementi bo‘lib, ular matritsa ichida darzlar hosil bo‘lish jarayonini nazorat qiladi.

Betonda dastlab mikro darzlar sement toshi va to‘ldiruvchi donalari chegarasida vujudga keladi. Yuk ortishi bilan bu darzlar birlashib, konstruktiv elementning ish qobiliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Fibrobetonda esa tolalar darz bo‘ylab “ko‘prik” vazifasini bajaradi, ya’ni darz yuzalarini bir-biriga bog‘lab turadi. Shu orqali darzning kengayish tezligi pasayadi, qoldiq yuk ko‘tarish qobiliyati saqlanadi va yemirilish jarayoni nisbatan bosqichma-bosqich kechadi.

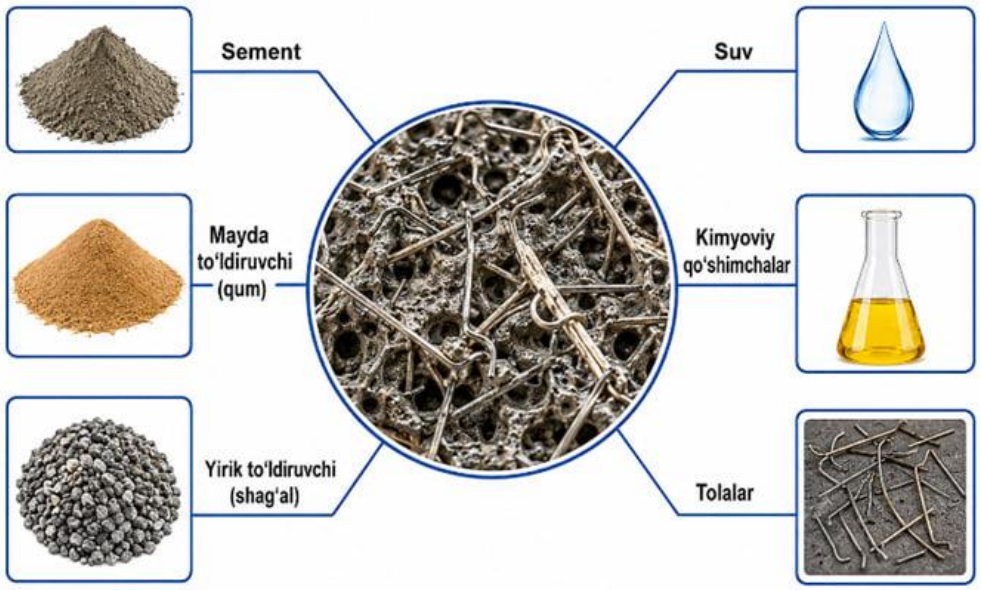
Fibrobetonning samaradorligi tolalarning turi, uzunligi, diametri, shakli, hajmiy ulushi, sirtining beton bilan birikish darajasi hamda qorishmada bir tekis taqsimlanishiga bog‘liq. Tolalar miqdorining ortishi har doim ham ijobiy natija bermaydi, chunki me’yordan yuqori miqdor qorishmaning ishlov beriluvchanligini pasaytirishi va tolalarning to‘planib qolishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun tolalar miqdori konstruksiyaning vazifasi va ishlash sharoitidan kelib chiqib tanlanishi lozim [2].

Fibrobeton ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan tolalar bir-biridan fizik-mexanik xossalari, kimyoviy barqarorligi va beton matritsasi bilan ishlash xususiyatlari bo‘yicha farqlanadi. Po‘lat tolalar yuqori elastiklik moduli va mustahkamligi bilan ajralib turadi. Ular sanoat pollari, ko‘prik elementlari, og‘ir yuklama ostida ishlaydigan plitalar va dinamik ta’sirga uchraydigan konstruksiyalarda qoldiq mustahkamlikni oshirishga xizmat qiladi.

Tolalar turlari va ularning konstruktiv samarasi

Bazalt tolalari tabiiy mineral xomashyodan olinishi, korroziyaga chidamliligi, yuqori harorat va kimyoviy muhitga nisbatan barqarorligi bilan e’tiborlidir. Bunday tolalar agressiv muhitda ishlaydigan konstruksiyalar, gidrotexnika inshootlari, fasad panellari hamda yengil kompozit elementlar uchun samarali hisoblanadi. Polipropilen tolalar esa plastik cho‘kish darzlarini kamaytiradi, betonning boshlang‘ich davrdagi ichki kuchlanishlarini yumshatadi va yuzaki darzlanish xavfini pasaytiradi [3].

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.35



1-rasm. Fibrobeton tarkibiy qismlarining umumiy ko‘rinishi

Shisha va uglerod tolalari maxsus konstruktiv yechimlarda qo‘llanadi. Shisha tolalar yupqa devorli panellar, dekorativ elementlar va yengil konstruksiyalarda foydali bo‘lsa, uglerod tolalari yuqori bikrlik va mustahkamlik talab etiladigan mas’uliyatli elementlarda samaradorlik beradi. Amaliyotda ayrim hollarda bir nechta tolani kombinatsiyalash orqali gibrid fibrobeton tarkiblari hosil qilinadi. Bunday yondashuv har bir tolaning afzalligidan kompleks foydalanish imkonini beradi.

Po‘lat tola		Yuqori mustahkamlik va egilishdagi ish qobilyatini oshiradi. Saonat pollari, ko‘priklarda va og‘ir yuklama ostidagi konstruksiyalarda qo‘llanilishi tavfsiya qiliniadi.
Bazalt tola		Korroziyaga hamda yuqori haroratga va kimyoviy muhitga chidamli hisoblanadi.
Polirpopelin tola		Mikro darzlarni kamaytiradi, suv o‘tkazuvchanligini kamaytiradi,beton pollar va qurilishda keng qo‘llaniladi.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.35

Shisha tola		Cho‘zilishdagi mustahkamligi yuqori Yupqa devor panellari hamda fasad va dekorativ buyumlar uchun ishlatiladi
Uglerod tolalar		Mustahkamlikka ega maxsus inshootlarning konstruksiyalarida qo‘llaniladi.

2-rasm. Qurilishda qo‘llaniladigan tolalar turlari

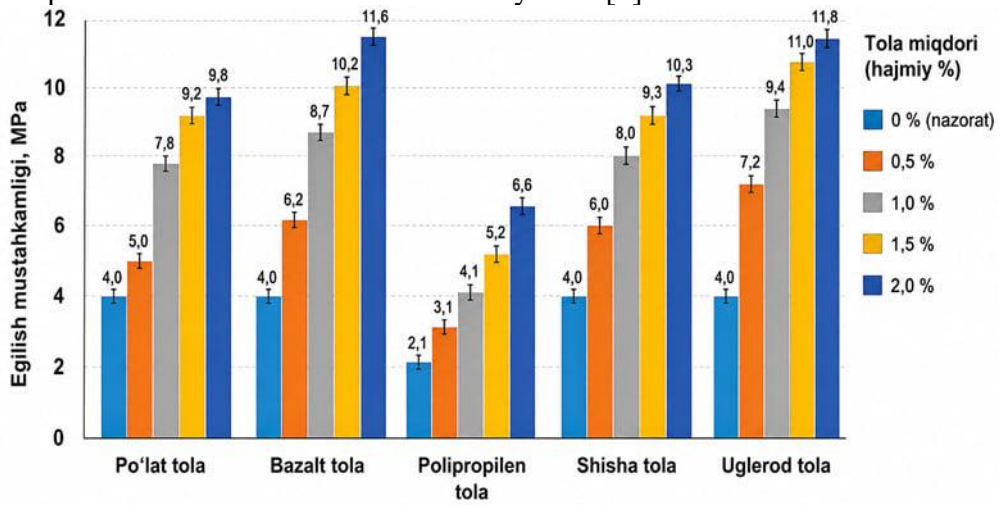
Mexanik va ekspluatatsion afzalliklari

Fibrobetonning eng muhim afzalliklaridan biri uning darzbardoshligidir. Tolalar betonning ichki strukturasida mikro darzlarning kengayishini cheklaydi va tashqi yuk ta’sirida darzlarning barqaror rivojlanishini ta’minlaydi. Bu holat konstruksiyada keskin yemirilish xavfini kamaytiradi hamda foydalanish davrida xavfsizlik darajasini oshiradi.

Egilish va cho‘zilishdagi ish qobiliyatining ortishi fibrobetonni odatiy betondan farqlantiradigan asosiy belgilar qatoriga kiradi. Oddiy betonda darz paydo bo‘lgandan so‘ng elementning yuk ko‘tarish qobiliyati tez kamayishi mumkin. Fibrobetonda esa tolalar darzdan keyingi bosqichda ham kuchlarni qisman qabul qiladi. Natijada qoldiq mustahkamlik, zarbaga chidamlilik va energiyani yutish qobiliyati oshadi.

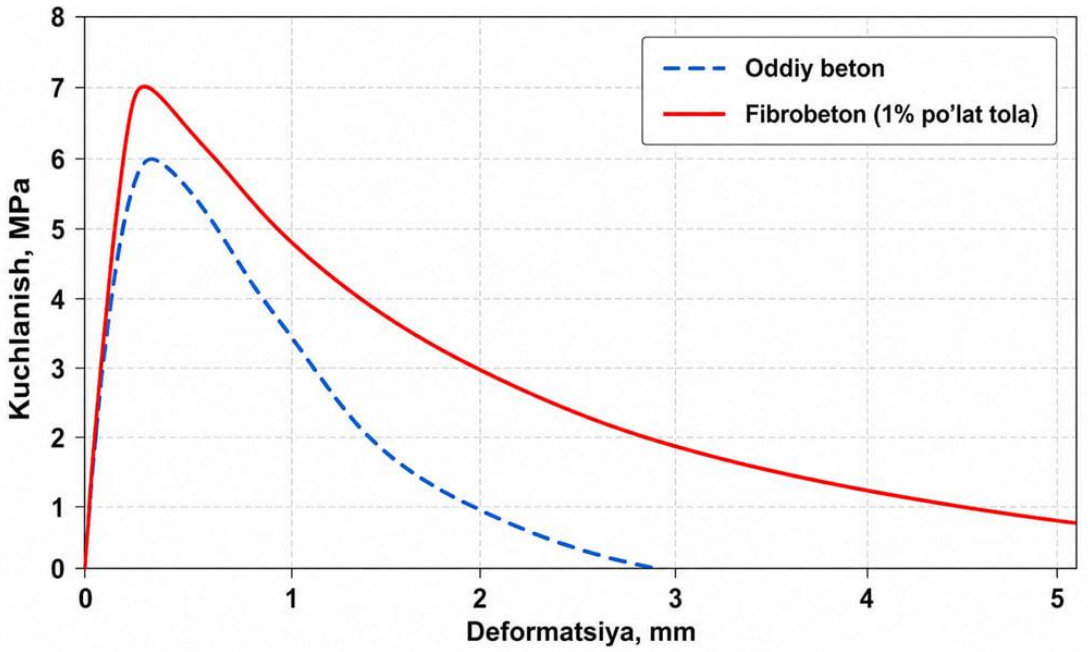
Takroriy yuklanishlar sharoitida fibrobetonning charchashga chidamliligi ham yuqori bo‘ladi. Transport oqimi, texnologik uskunalar vibratsiyasi, zarba ta’siri yoki yuklarning tez-tez o‘zgarishi natijasida yuzaga keladigan salbiy omillar tolalar yordamida yumshatiladi. Shu sababli aeroport qoplamalari, ombor va logistika markazlari pollari, ko‘prik qoplamalari hamda tunnellarda fibrobetondan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Fibrobeton suv o‘tkazuvchanlik va sovuq-issiq almashinuvi ta’siriga nisbatan ham yaxshi natija berishi mumkin. Tolalar darzlarning kengayishini cheklagani sababli agressiv moddalar, namlik va havo beton ichiga chuqur kirib borishi qiyinlashadi. Bu esa armatura korroziyasi, yuzaki yemirilish va ekspluatatsion nosozliklar xavfini kamaytiradi [4].



3-rasm Turli tolalar bo‘yicha egilishdagi mustahkamligi

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.35



4-rasm. Yuklanish deformatsiya bog‘lanish grafigi

Qo‘llanish sohalari

Fibrobeton sanoat va fuqarolik qurilishida keng qo‘llaniladigan materiallar qatoriga kirib bormoqda. Sanoat pollari, ishlab chiqarish sexlari, logistika markazlari va omborxonalarda u yuqori abraziv ta’sir, g‘ildirakli texnika yuklari hamda takroriy dinamik ta’sirlarga qarshi samarali ishlaydi. Bunday pollarda an’anaviy armaturalash hajmini kamaytirish, darzlar sonini qisqartirish va ta’mirlash oralig‘ini uzaytirish imkoniyati yuzaga keladi [5].



5-rasm. Fibrobetonni qo‘llanish sohalari

Transport inshootlarida, jumladan ko‘priklar, yo‘l qoplamalari, aeroport plitalari va tunnellarda fibrobeton yuklarning takroriy ta’siri hamda zarbaviy yuklanishlarga bardoshliligi bilan ahamiyatlidir. Gidrotexnika inshootlari, suv omborlari, qirg‘oqbo‘yi himoya devorlari va kanal qoplamalarida esa darzbardoshlik va suv o‘tkazuvchanlikni pasaytirish xususiyatlari muhim rol o‘ynaydi.

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.35

Yig‘ma temirbeton buyumlari ishlab chiqarishda fibrobetondan foydalanish mahsulotlarning sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Masalan, yupqa devorli panellar, plitalar, quvurlar, lotoklar va fasad elementlarida tolalar darzlanish xavfini kamaytirib, buyumning tashish va montaj jarayonidagi bardoshliligini oshiradi. Seysmik faol hududlarda esa fibrobeton elementlarning deformatsiyalanish qobiliyatini oshirish orqali konstruksion xavfsizlikka ijobiy ta’sir ko‘rsatadi [6].

Iqtisodiy va ekologik jihatlar

Fibrobetonning dastlabki tannarxi ayrim holatlarda oddiy betonga nisbatan yuqoriroq bo‘lishi mumkin. Biroq konstruksiyaning butun hayotiy sikli nuqtai nazaridan qaralganda, ta’mirlash va xizmat ko‘rsatish xarajatlarining kamayishi, ekspluatatsion muddatning uzayishi hamda nosozliklar xavfining pasayishi ushbu materialning iqtisodiy samaradorligini oshiradi. Ayniqsa, mas’uliyatli inshootlarda dastlabki xarajatdan ko‘ra uzoq muddatli ishonchlilik muhimroq hisoblanadi.

Ekologik jihatdan fibrobeton material sarfini optimallashtirish, konstruksiyaning xizmat muddatini uzaytirish va chiqindilar miqdorini kamaytirish imkonini beradi. Bazalt va polimer tolalarining ayrim turlari mahalliy xomashyodan foydalanish, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish hamda qurilish jarayonida resurslardan oqilona foydalanishga zamin yaratadi. Shu bilan birga, tolalar turini tanlashda ularning ishlab chiqarish texnologiyasi, qayta ishlanishi va atrof-muhitga ta’siri ham hisobga olinishi zarur [7].

Ilmiy yangilik elementlari

Fibrobetonning zamonaviy qurilish konstruksiyalarida qo‘llanilish samaradorligi tolalar turi va ularning beton matritsasiga ta’siri asosida tizimlashtirildi. Po‘lat, bazalt va polipropilen tolalarning darzbardoshlik, egilishdagi mustahkamlik va konstruksiyalarning uzoq muddatli xizmat ko‘rsatishiga ta’siri qiyosiy tahlil qilindi. Fibrobetondan sanoat pollari, ko‘priklar, tunnellar, gidrotexnika inshootlari va yig‘ma temirbeton konstruksiyalarida foydalanishning texnik va ekspluatatsion samaradorligi asoslandi.

Xuloca. Fibrobeton zamonaviy qurilish konstruksiyalari uchun yuqori texnik salohiyatga ega bo‘lgan kompozit materialdir. Dispers tolalar betonning darzbardoshligi, egilishdagi ish qobiliyati, zarbaga chidamliligi, qoldiq mustahkamligi va ekspluatatsion ishonchliligini oshiradi. Shu sababli fibrobeton yuqori yuklama, takroriy ta’sir, agressiv muhit yoki seysmik xavf mavjud bo‘lgan inshootlarda samarali yechim sifatida qaraladi.

Po‘lat, bazalt, polipropilen, shisha va uglerod tolalarining har biri muayyan konstruktiv vazifaga ega. Ularni to‘g‘ri tanlash va optimal miqdorda qo‘llash fibrobetonning sifat ko‘rsatkichlarini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Kelgusida gibrid tolali tarkiblar, ultra yuqori mustahkam fibrobetonlar, raqamli modellashtirish va ekologik xavfsiz texnologiyalarni rivojlantirish ushbu materialning qo‘llanish doirasini yanada kengaytiradi.

Fibrobetondan foydalanish qurilish konstruksiyalarining xizmat muddatini uzaytirish, ta’mirlash xarajatlarini kamaytirish, xavfsizlik darajasini oshirish hamda resurslardan oqilona foydalanish imkonini beradi. Shu bois mazkur materialni mahalliy qurilish amaliyotida kengroq joriy etish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Naaman, A.E. Fiber Reinforced Cement and Concrete Composites. Techno Press 3000, Sarasota, Florida, 2018. Ushbu manba fibrobetonning nazariy asoslari, tola–matritsa bog‘lanishi va konstruktiv xususiyatlarini yoritadi.

2. Parra-Montesinos, G.J., Reinhardt, H.W., Naaman, A.E. (Eds.). High Performance Fiber Reinforced Cement Composites 6. RILEM Bookseries, Vol. 2. Springer, Dordrecht, 2012. DOI: 10.1007/978-94-007-2436-5.

3. Reinhardt, H.W., Naaman, A.E. (Eds.). High Performance Fiber Reinforced Cement Composites. RILEM Proceedings, Vol. 15. E & FN Spon, London, 1992. Ushbu to‘plamda po‘lat,

DOI: 10.65322/j.srd.05192026.35

polipropilen, uglerod va boshqa tolalar bilan armaturalangan betonlarning xususiyatlari hamda konstruktiv qo‘llanilishi ko‘rib chiqilgan.

4. Naaman, A.E., Reinhardt, H.W. (Eds.). High Performance Fiber Reinforced Cement Composites 2. E & FN Spon, London, 1996. Manbada fibrobetonning mexanik xossalari, tola–matritsa bog‘lanishi, siklik yuklanish va amaliy konstruktiv qo‘llanilishi yoritilgan.

5. Naaman, A.E., Hammoud, H. “Fatigue characteristics of high performance fiber-reinforced concrete.” Cement and Concrete Composites, Vol. 20, Issue 5, 1998, pp. 353–363. DOI: 10.1016/S0958-9465(98)00004-3.

6. Li, Y., Zhang, J., He, Y., Huang, G., Li, J., Niu, Z., Gao, B. “A review on durability of basalt fiber reinforced concrete.” Composites Science and Technology, 2022, 225, 109519. DOI: 10.1016/j.compscitech.2022.109519. Bu manba bazalt fibrobetonning suv o‘tkazuvchanligi, karbonizatsiya, sulfat ta’siri, muzlash-erish va yuqori haroratga chidamliligini tahlil qiladi.

7. “A review of the mechanical properties and durability of basalt fiber-reinforced concrete.” Construction and Building Materials, Vol. 359, 2022, 129360. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2022.129360. Bazalt tolasi miqdori va uzunligining betonning mexanik xususiyatlari, yoriqbardoshligi va uzoq muddatli chidamliligiga ta’siri yoritilgan.