

**ԲԱԶԱՆՏԵ ԹԵԼԻԿՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ԴՐԱՆՑ
ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՇԽԱՆԱՐԱՌՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ**

Խաչիկ Միմոնի Չքոլյան

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
xachik.chqolyan@mail.ru*

Հետազոտական աշխատանքում ներկայացվում է բազալտե թելիկների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների և դրանց կիրառության վերլուծությունը Հայաստանի Հանրապետության ճանապարհաշինարարության ոլորտում: Ուսումնասիրվում են բազալտե թելիկների ամրությունը, ջերմակայունությունը, կոռոզիոն կայունությունը և դրանց առավելություններն օգտագործվող նյութերի նկատմամբ: Ներկայացվում են փորձարարական տվյալներ, տնտեսական հաշվարկներ և բնապահպանական վերլուծություններ: Բազալտե թելիկների ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տվել բարձր արդյունավետություն՝ նվազեցնելով ճանապարհների վերանորոգման ծախսերը և բարձրացնելով դրանց երկարակեցությունը:

***Բանալի բառեր.** Բազալտե թելիկներ, ֆիզիկամեխանիկական հատկություններ, ճանապարհաշինարարություն, ասֆալտբետոն, հավելանյութեր*

Ներածություն

Գոյություն ունեցող ճանապարհային ցանցի տեխնիկական վիճակի պահպանման և վերականգնման միջոցառումները համաշխարհային ճանապարհաշինության համար տարեց-տարի դառնում են ավելի արդիական: Բնակչության աճի և տնտեսական զարգացման հետևանքով, վերջին տարիների ընթացքում ամբողջ աշխարհում ձևավորվել է ասֆալտբետոնային ծածկով ճանապարհների ճյուղավորված զարգացած ցանց: Վերոնշյալ ճանապարհների վրա դինամիկ բեռների ազդեցության տակ ժամանակի ընթացքում առաջանում են բազում խնդիրներ, որոնցից հիմնականը ճաքերի առաջացումն է: Հետևաբար, ճաքերը և դրանց հետևանքները հայտնի են որպես բարդ խնդիրներ, որոնք չեն կարող անտեսվել ծածկի նախագծման և կառուցման ժամանակ: Ներկայումս ասֆալտբետոնե ծածկերի ճաքերի խնդրի լուծումը ճանապարհաշինության ոլորտում արդի խնդիր է հանդիսանում [1–4]: Ճիշտ և նպատակային իրականացված նախագծային գործընթացները կարող են նվազեցնել այդ ներդրումները, ինչպես նաև բարձրացնել շահագործման ժամանակ ճանապարհածածկերի հուսալիությունը: Ասֆալտբետոնե խառնուրդի կազմի նախագծումն ընդհանուր նախագծային գործընթացի կարևոր մասերից է և դրանում ընդունված սկզբունքներն ու ընթացակարգերը, ընդհանուր գործընթացի այլ բաղադրամասերի հետ մեկտեղ, մեծ չափով կարող են նպաստել ճանապարհածածկերի որակի և երկարակեցության բարձրացմանը, որը ներկայումս Հայաստանի Հանրապետությունում նույնպես խիստ արդիա-

կան է [5]: Նմանատիպ բաղադրիչ կարող են լինել մանրաթելերը, որոնց օգտագործումը, ինչպիսին բազալտն է, արդյունավետ միջոց է ասֆալտբետոնն խառնուրդների ամրությունը, ճաքերի դիմադրությունը և երկարակեցությունը բարձրացնելու համար [6-10]: Սույն հոդվածը նպատակ ունի ուսումնասիրել միջազգային գիտահետազոտողների կողմից իրականացված բազալտե թելիկների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների հետազոտությունները և ըստ այդ հետազոտությունների իրականացնել վերլուծություններ և ֆինանսատնտեսական հաշվարկներ Հայաստանի Հանրապետության պայմաններում՝ համատեղելով տեսական հիմքերը, միջազգային փորձը և փորձարարական տվյալները:

Նյութեր և մեթոդներ

Բազալտե թելիկների քիմիական կազմը, ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները և արտադրությունը: Բազալտե թելիկները արտադրվում են բնական բազալտի հալեցումից 1300...1700 °C ջերմաստիճանում, որին հաջորդում է թելերի ձգումը բարձր արագությամբ պտտվող գլանների միջոցով: Բազալտի քիմիական կազմը ներառում է՝ SiO₂ (45...55%), Al₂O₃ (15...20%), Fe₂O₃ (5...15%), CaO (5...10%) և այլ օքսիդներ, որոնք ապահովում են բարձր կայունություն:

- **Առաձգականություն:** 3000...4000 ՄՊա, 20...30% ավելի բարձր, քան ապակե թելիկներինը (2500...3000 ՄՊա) և պողպատը (3500...4500 ՄՊա):
- **Առաձգականության մոդուլ:** 85...100 ԳՊա, ապահովում է կոշտություն, որը կանխում է դեֆորմացիան ծանր բեռների դեպքում:
- **Խտություն:** 2,6...2,8 գ/սմ³, 3 անգամ ավելի թեթև, քան պողպատը (7,8 գ/սմ³), ինչը հեշտացնում է տեղափոխումը և կիրառումը:
- **Ջերմակայունություն:** Դիմակայում է մինչև 700 °C ջերմաստիճան՝ առանց կառուցվածքի փոփոխության, ի տարբերություն սինթետիկ թելիկների, որոնք հալվում են 200...300 °C-ում:
- **Կոռոզիոն կայունություն:** Քիմիապես կայուն է ալկալային (pH 12...14) և թթվային (pH 2...4) միջավայրերում, ի տարբերություն պողպատի, որը ենթակա է ժանգոտման:

Արտադրության գործընթացն էներգաարդյունավետ է՝ համեմատած պողպատի կամ ապակե թելիկների հետ, քանի որ չի պահանջում բարդ քիմիական մշակում [11-15]:

Բազալտե թելիկների կիրառությունը ճանապարհաշինարարությունում: Բազալտե թելիկներն օգտագործվում են ճանապարհաշինարարության տարբեր ոլորտներում:

- **Ասֆալտբետոնի ամրապնդում:** Թելիկները (0,2...0,5% զանգվածով, 12 մ/երկարությամբ, որի ձգման ամրությունը 2325 ՄՊա է) ավելացվում են ասֆալտբետոնին՝ բարձրացնելով ճաքակայունությունը և ջերմաստիճանային տատանումների նկատմամբ կայունությունը:

- **Գեոցանցեր և ամրացման ցանցեր:** Բազալտե գեոցանցերը կիրառվում են ճանապարհի հիմքի ամրապնդման համար, նվազեցնելով հիմնատակի դեֆորմացիան և բարձրացնելով կրողունակությունը:
- **Բետոնե կոնստրուկցիաներ:** Բազալտե թելիկները օգտագործվում են կամուրջների, ճանապարհային սալերի և ջրահեռացման համակարգերի ամրապնդման համար՝ փոխարինելով պողպատե ամրանները [16, 17]:

Արդյունքներ և քննարկում

Հայաստանի ճանապարհաշինության առանձնահատկությունները: Հայաստանի Հանրապետության ճանապարհային ցանցը ժամանակի ընթացքում բախվում է բազմաթիվ խնդիրների՝ կապված լեռնային տեղանքի, ջերմաստիճանային տատանումների, սեյսմիկ ակտիվության և ծանր բեռնատարների ազդեցության հետ: Ավտոճանապարհների կառուցումը պահանջում է զգալի միջոցների ներդրումներ, որոնց մեծ մասը բաժին է հասնում ասֆալտբետոնային ծածկերին: Այս պայմանները պահանջում են նյութեր, որոնք դիմակայում են ջերմաստիճանային ճաքերին, խոնավության ներթափանցմանը և դինամիկ բեռներին: Ըստ վերևում նշված գիտահետազոտողների հետազոտությունների, կարելի է եզրակացնել, որ բազալտե թելիկները, շնորհիվ իրենց ջերմակայունության, կոռոզիոն կայունության և սեյսմիկ բեռներին դիմակայելու ունակության, կարող են դրական ազդեցություն ունենալ Հայաստանի Հանրապետության ճանապարհաշինարարության վրա (նկար):

Տնտեսական վերլուծություն: Հաշվարկները հիմնված են Հայաստանի պաշտոնական տվյալների վրա [18]: Կամայական վերցնում են Հայաստանի Հանրապետությունում գտնվող 10 կմ երկարությամբ ճանապարհային հատված, որն ունի 8 մ լայնություն, 8 սմ հաստություն:

- **Բազալտե թելիկներով ասֆալտբետոն.**

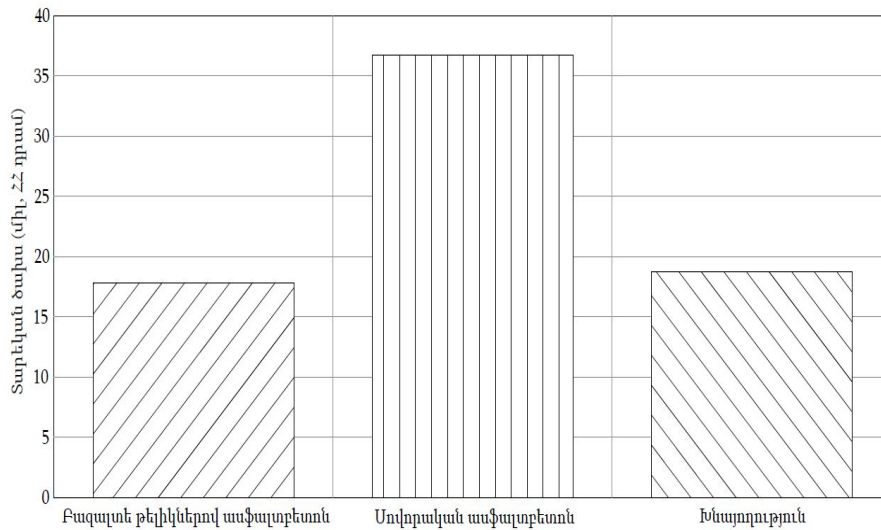
- o թելիկների զին՝ 500 000 ՀՀ դրամ/տոննա, 0,4% խառնուրդում,
- o բիտում՝ 250 000 ՀՀ դրամ/տոննա, լցանյութ՝ 20 000 ՀՀ դրամ/տոննա,
- o 1 մ³-ի արժեք՝ 70 000 ՀՀ դրամ,
- o ընդհանուր ծախս ($10000 \times 8 \times 0,08 = 6400$ մ³)՝ 0,448 մլրդ ՀՀ դրամ,
- o ծառայության ժամկետ՝ 20...25 տարի, վերանորոգում չի պահանջվում,
- o տարեկան ծախս (25 տարի)՝ 17,92 մլն ՀՀ դրամ:

- **Սովորական ասֆալտբետոն.**

- o 1 մ³-ի արժեք՝ 60 000 ՀՀ դրամ,
- o ընդհանուր ծախս՝ 0,384 մլրդ ՀՀ դրամ,
- o վերանորոգում 10 տարին մեկ (0,214 մլրդ ՀՀ դրամ), 25 տարվա ընթացքում՝ 0,919 մլրդ ՀՀ դրամ,
- o տարեկան ծախս (25 տարի)՝ 36,76 մլն ՀՀ դրամ:

- **Խնայողություն.**

Բազալտե թելիկները խնայում են 0,471 մլրդ ՀՀ դրամ 25 տարվա ընթացքում՝ հաշվի առնելով վերանորոգման ցածր հաճախականությունը:



Նկ. Բազալտե թելիկներով ասֆալտբետոնի և սովորական ասֆալտբետոնի ծախսերի համեմատությունը

Եզրակացություն

Հետազոտական աշխատանքը ցույց է տվել, որ բազալտե թելիկները զգալի ազդեցություն կունենան Հայաստանի Հանրապետության ճանապարհաշինարարության ոլորտում՝ շնորհիվ իրենց բարձր ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների: Լաբորատոր փորձարկումները հաստատել են, որ բազալտե թելիկներն ունեն բարձր սեղմման և առաձգական ամրություն, ջերմա- և կոռոզիոն կայունություն: Հայաստանի կլիմայական պայմաններում՝ բնորոշ ջերմաստիճանային տատանումներով և սեյսմիկ ակտիվությամբ, բազալտե թելիկներն ապահովում են ճանապարհային ծածկույթի կայունություն՝ նվազեցնելով ջերմային ճաքերի առաջացումը և բարձրացնելով ծառայության ժամկետը մինչև 15...20 տարի: Տնտեսական վերլուծությունը ցույց է տվել, որ բազալտե թելիկների օգտագործումը նվազեցնում է ճանապարհների վերանորոգման ծախսերը՝ համեմատած ավանդական նյութերի հետ: Հաշվի առնելով Հայաստանի բյուջետային սահմանափակումները և ճանապարհային ցանցի ընդլայնման անհրաժեշտությունը՝ նշված տեխնոլոգիան առաջարկում է ծախսարդյունավետ լուծում: Բազալտե թելիկները, շնորհիվ իրենց բարձր ամրության, ջերմակայունության և կոռոզիոն կայունության, առաջարկում են արդյունավետ լուծում Հայաստանի ճանապարհաշինարարության համար:

Գրականության ցանկ

- [1] **B. Peng, W. Gong, and X. G. Meng**, A study on gradation design method of micro asphalt gravel middle layer mixtures, *Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science & Engineering)* 25 (2018) 259–263.
- [2] **L. Wang and Z. G. Liu**, Cracking cause and treatment measure of semi-rigid base asphalt pavement, *Journal of China & Foreign Highway* 5 (2020) 84–86.
- [3] **J. G. Wei, Q. L. Fu, and J. D. Xu**, Effect of asphalt binder on pavement performance of asphalt macadam, *Journal of Highway and Transportation Research and Development* 11 (2014) 1–8.
- [4] **D. Li**, Research on mechanical characteristics and design method of graded crushed stone material, *China and Foreign Highway* 19 (2017) 102–106.
- [5] **Է. Կ. Բեգոյան, Հ. Հ. Գյուլգադյան**, Ասֆալտբետոնային խառնուրդի կազմի նախագծման մասին. ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ 2 (80) (2021) 40–47:
- [6] **A. Ibrahim, S. Faisal, and N. Jamil**, Use of basalt in asphalt concrete mixes. *Construction and Building Materials* 23(1) (2009) 498–506.
- [7] **N. Morova**, Investigation of usability of basalt fibers in hot mix asphalt concrete. *Construction and Building Materials*, 47 (2013) 175–180.
- [8] **Y. Zheng, Y. Cai, G. Zhang, and H. Fang**, Fatigue property of basalt fiber-modified asphalt mixture under complicated environment. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.* 29(5) (2014) 996–1004.
- [9] **C. Gao, and W. Wu**, Using ESEM to analyze the microscopic property of basalt fiber reinforced asphalt concrete. *International Journal of Pavement Research and Technology* 11(4) (2018) 374–380.
- [10] **É. Lachance-Tremblay, M. Vaillancourt, and D. Perraton**, Evaluation of the impact of recycled glass on asphalt mixture performances. *Road Materials and Pavement Design* 17(3) (2016) 600–618.
- [11] **A. Dorigato, A. Pegoretti**, Fatigue resistance of basalt fibers-reinforced laminates. *J Compos Mater* 46 (15) (2012) 1773–1785.
- [12] **T. De'ak, T. Czig'any**, Chemical composition and mechanical properties of basalt and glass fibers: A comparison. *Text Res J* 79 (7) (2009) 645–651.
- [13] **V.V. Gur'ev, E.I. Neproshin, G.E. Mostovoi**, The effect of basalt fiber production technology on mechanical properties of fiber. *Glass Ceram* 58 (2001) 62–65.
- [14] **V. Dhand, G. Mittal, K.Y. Rhee, S.J. Park, D. Hui**, A short review on basalt fiber reinforced polymer composites. *Compos Part B Eng* 73 (2015) 166–180.
- [15] **K. Singha**, A short review on basalt fiber. *Int J Text Sci* 1 (4) (2012) 19–28.
- [16] **Г.Э. Окольников, Н.В. Новиков, А.Ю. Старчевская, Г.С. Пронин**, Применение базальтовой сетки в конструкциях автомобильных дорог. Российский университет дружбы народов, Инженерная академия, Департамент архитектуры и строительства. Системные технологии 2 (31) (2019).
- [17] **Xin Yan, Ronghua Ying, Jian Jin and Yuntai Zhang**, Study on Cracking Resistance of Basalt Fiber-Reinforced Microbond Asphalt Macadam. *Advances in Civil Engineering*. Article ID 6647766 (2021) 9 p.
- [18] Ճանապարհաշինության ծախսերի և վերանորոգման ծրագրեր 2022–2023. ՀՀ Տրանսպորտի, կապի և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների նախարարություն, Երևան, Հայաստան, 2023:

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

Хачик Симонович Чколян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
xachik.chqolyan@mail.ru

В исследовательской работе представлен анализ физико-механических характеристик базальтовых волокон и областей их применения в сфере дорожного строительства Республики Армения. Изучаются прочность, термо- и коррозионная стойкость базальтовых волокон и их преимущества по сравнению с традиционно используемыми материалами. Представлены экспериментальные данные, экономические расчеты и экологический анализ. Результаты исследования показали высокую эффективность базальтовых волокон, способствующих снижению затрат на ремонт дорог и увеличению их долговечности.

Ключевые слова: базальтовые волокна, физико-механические свойства, дорожное строительство, асфальтобетон, добавки

PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF BASALT FIBERS AND THEIR USE IN ROAD CONSTRUCTION IN THE REPUBLIC OF ARMENIA

Khachik Chkolyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA
xachik.chqolyan@mail.ru

The research paper presents an analysis of the physical-mechanical properties and use of basalt fibers in the road construction sector of the Republic of Armenia. The study examines the strength, thermal resistance, corrosion resistance, and advantages of basalt fibers compared to conventionally used materials. Experimental data, economic calculations, and environmental analyses are provided. The results of the study demonstrate the high efficiency of basalt fibers, reducing road maintenance costs and enhancing their durability.

Keywords: Basalt fibers, physical-mechanical properties, road construction, asphalt concrete, additives

Չրոլյան Խաչիկ Միմոնի (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ճանապարհների և կառուցողների ամբիոն, ասպիրանտ, (+374)77028155, xachik.chqolyan@mail.ru

Чколян Хачик Симонович (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Дорог и мостов, аспирант, (+374)77028155, xachik.chqolyan@mail.ru

Chkolyan Khachik (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Roads and Bridges, PHD student, (+374)77028155, xachik.chqolyan@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 20.05.2025թ.

Գրախոսվել է՝ 09.06.2025թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 29.08.2025թ.