

STUDIUL ARMĂRII MIXTURII ASFALTICE CU FIBRE DE BAZALT

conf. univ., dr. Anatolie CADOCINICOV

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract. In road construction, the introduction of synthetic fibers in the asphalt mixture allows a uniform distribution and a "composite" material with superior physical and mechanical properties, which makes it possible to avoid the appearance of groove and prolong the life of the road surface. Currently, there are guidelines for the technology of reinforcing asphalt concrete pavements with the addition of basalt fibers. However, basalt fiber is not widely used. In the mixture of asphalt concrete with the addition of basalt fiber significantly increases the average density.

The mineral part of the mixture mixes well, the fiber is evenly distributed in the materials. The values of the physical-mechanical indices are within the technical requirements of the standard. Asphalt concrete samples prepared in the laboratory are free of cracks and defects. For a fuller effect of influencing the addition of fiber to the mixture, additional tests, practical experience are required.

În construcția drumurilor, introducerea fibrelor sintetice în mixtură asfaltică permite realizarea unei distribuții uniforme și obținerea unui material „compozit” cu proprietăți fizice și mecanice mai superioare, ceea ce face posibilă evitarea apariției canelurii și prelungirea duratei de viață a suprafeței drumului. În prezent, există linii directoare pentru tehnologia armării pavajelor din beton asfaltic cu adaosuri de fibre de bazalt. Cu toate acestea, fibra de bazalt nu este utilizată pe scară largă.

Bazaltul a fost folosit în construcția pavajului din timpuri imemorabile. În perioada ulterioară, domeniul de aplicare al acestui material se extinde, se utilizează în producția de plăci de pardoseală și acoperiri anti-abrazive.

La fabricarea soluțiilor de mixturilor asfaltice, se adaugă fibre pentru a crește rezistența la fisurare, deformare, abraziune, schimbări de temperatură și apă în mixtura finit.

În mixtura armată cu fibră de bazalt, în comparație cu betonul fără armături, rezistența la flexiune și la tracțiune crește de 3-5 ori, rezistența la impact - de 10-12 ori, rezistența la compresiune crește. Dar principalul avantaj al armării fibrelor de bazalt față de armarea cu alte tipuri de fibre este acela de a conferi rezistență

ridicată la fisurare și delaminare soluțiilor în timpul solidificării, t și reducerea cantității de deformare în timpul contracției. Fibra de bazalt este la fel utilizată în producția de beton celular, beton celular și alte betoane celulare, șape de umplere și tencuieli.



Figura 1. Model de distribuirea greutății uniform pe întregul strat, reducând uzura pavajului rutier armat cu fibra de bazalt

Tehnologie de producție. Patru etape de bază implică tehnologia de producție de țesături de bazalt: piatra bascală zdrobită este zdrobită, spălată, uscată; miezul de bazalt este topit într-un cuptor de topire pentru a produce o fibră continuă sub forma unui fire multifilament; se formează fibre continue; țesătura este țesută sau alte produse sunt fabricate, depinde de sfera în care fibra va fi utilizată mai târziu.

Culoarea închisă caracteristică conferă pietrei o cantitate considerabilă de oxid de fier în roca bazaltică, care crește și timpul de omogenizare, temperatura de cristalizare, curba viscozității este mai abruptă decât fibra de sticlă. Pentru aceste momente se utilizează cuptoare speciale cu design special, pentru a asigura menținerea tuturor condițiilor care susțin masa omogenă într-o stare omogenă în diferite etape ale procesului tehnologic. Metoda verticală de actualizare este utilizată într-o instalație tipică unde se produce fibre minerale continue.

În etapa finală de prelucrare a materialului după obținerea fibrelor de bazalt sub forma unui complex de fire, se utilizează și alte tehnologii similare cu cele utilizate în fabricile care produc fire textile pentru țesături.

Proprietățile fibrei de bazalt. Firul de bazalt continuu, reprezintă o țesătură care are diferite grosimi, greutate, țipar și tip de țesere. Ea este realizată în conformitate cu cerințele de funcționare.

Fibra de bazalt are următoarele proprietăți: are o adeziune bună; agent de ignifugare, neinflamabil; are o rezistență excelentă la tracțiune; menține integritatea la temperaturi de până la 982 de grade; arată rezistență la radiațiile electromagnetice.

Avantajele armării cu fibre de bazalt. Armarea cu fibră de bazalt crește următorii indicatori ai produselor:

- rezistența la impact - până la 500% (acest indicator caracterizează fragilitatea materialului și este estimat de cantitatea de muncă care trebuie cheltuită pentru distrugerea materialului);
- rezistență la abraziune - până la 300%;
- rezistență la întindere la îndoire - până la 300%, pentru despicare - până la 200%, compresie
- până la 150%, tensiune axială - până la 150%;
- limită de rezistență la fisuri - până la 250% (acest indicator caracterizează capacitatea fibrei de a preveni apariția și propagarea fisurilor datorită întăririi tridimensionale);
- rezistență la îngheț - până la 200%;
- rezistență la coroziune - până la 500% (acest indicator se realizează datorită absenței fisurilor și are un efect asupra reducerii adâncimii de carbonizare);
- rezistență la cavitație - până la 400%;
- rezistență la apă - până la 150%.

Fibra de bazalt crește rezistența la fisuri de 3 ori, rezistența la despicare - de 2 ori, rezistența la impact - de 5 ori, ceea ce face posibilă utilizarea eficientă a acesteia în construcția de structuri rezistente la cutremure, instalații rezistente la explozii și fortificații militare. Caracteristicile fibrei de bazalt fac posibilă utilizarea acesteia pentru construcția de structuri radio-transparente de forme complexe. În industrie, turnarea bazaltului este utilizată ca strat de acoperire pentru a preveni uzura abrazivă. Mecanismul de acțiune al fibrelor în pardoselile industriale este similar, fibra previne uzura abrazivă.

Rezistența la abraziune crește de cel puțin trei ori și, în consecință, durata de viață a pardoselilor este triplată. Încărcarea la șoc este un indicator foarte important pentru podele. Fibra de bazalt permite creșterea sarcinii de șoc de peste 5 ori. Toate cerințele privind calitatea pardoselilor industriale sunt îndeplinite: rezistență ridicată la diferite tipuri de sarcini (statistice, șoc, dinamice, abrazive), rezistență bună la schimbările de temperatură, rezistență foarte mare la influențe chimice.

Avantajele pardoselilor realizate pe bază de fibră bazaltică includ un consum redus de oțel și beton, timp scurt și intensitate redusă a muncii de turnare, prevenirea crăpăturilor deja în stadiul de întărire a produselor, obținerea de armături volumetrică, structură tridimensională, o reducere semnificativă a grosimii podelei de beton, menținând în același timp rezistența caracteristici.

Diferența dintre fibra de bazalt și fibra de metal este că, în primul rând, fibra de bazalt nu are un efect catodic negativ în produse și, de asemenea, nu este supusă niciunei coroziuni. Cu aceeași masă, volumul de fibre metalice și fibre bazaltice este de 1: 600, respectiv, iar suprafața fibrei bazaltice este de 25 de ori

mai mare decât cea a metalului. Greutatea specifică a fibrelor metalice este de $7,8 \text{ t / m}^3$, iar a fibrei de bazalt - $2,8 \text{ t / m}^3$.

Aceasta înseamnă că, prin masa fibrei, este necesară de 2,7 ori mai puțin, iar produsul pe bază de fibră de bazalt este mai ușor. Produsele pe bază de fibră de bazalt sunt transparente radio și nu au efect transformator. Datorită aderenței slabe a metalului și a matricei de ciment, fibrele metalice sunt produse în diferite configurații pentru a crește ancorarea: ondulate, cu capete aplatizate și îndoite. Fibra de bazalt din produse are o aderență ridicată la piatra de ciment și nu necesită modificări suplimentare ale configurației fibrelor. Piatra de ciment și fibra de bazalt au același coeficient de expansiune termică, spre deosebire de fibra de metal. Armarea prin dispersie cu fibră de bazalt crește plasticitatea masei betonului și reduce formarea fisurilor de contracție și, spre deosebire de ochiurile de oțel, care au valoare numai după ce betonul s-a fisurat, fibra previne crăpăturile din beton chiar și în stadiul când acesta se află în stare plastică.

În prezent, multe cercetări au efectuat numeroase studii asupra materialelor asfaltice armate cu fibre de bazalt. Fibra-polimer bazalti a fost folosit timpuriu pentru a îmbunătăți performanța cursului suprafeței asfaltului pe pavajul de beton, ceea ce ar putea preveni sau întârzia dezvoltarea de fisuri reflectorizante. Odată cu trecerea timpului, alte efecte ale fibrei de bazalt asupra amestecurilor de asfalt au fost explorate de cercetători.

Astfel au descoperit că stabilitatea la temperaturi ridicate, rezistența la fisurare la temperaturi scăzute și performanța la oboseală a exemplarelor care utilizează fibre de bazalt au fost îmbunătățite remarcabil.

Mortarele de asfalt sunt formate în principal din fibră de bazalt, asfalt și pulbere minerală, ale căror calități sunt cruciale pentru intensitatea amestecului de asfalt. În urma cercetării s-a stabilit că, vâscozitatea aparentă și proprietatea reologică a mortarelor de asfalt care conțin fibre de bazalt și au tras câteva concluzii semnificative despre mecanismul de întărire a fibrelor. Cu toate acestea, există încă o lipsă de cunoștințe despre mecanismul funcțional al fibrei de bazalt privind performanța mortarelor de asfalt. De exemplu, studiile privind rezistența la forfecare, rezistența la fisuri și performanța sintetică a mortarelor din fibre bazalt-asfalt sunt prea rare pentru ca cercetătorii să înțeleagă efectul îmbunătățit al fibrei bazaltice asupra mortarelor asfaltice.

Ca urmare a analizei cercetărilor internaționale s-a realizat o lucrare experimentală în cadrul Î.S. "Administrația de Stat a Drumurilor". Scopul acestei lucrări este studierea efectului asupra caracteristicilor fizico-mecanice de bază ale amestecului de beton asfaltic cu adaos de fibre de bazalt. Fibra s-a adăugat la partea minerală a amestecului după încălzirea materialelor minerale la temperatura necesară. Consumul adaosului a fost de 0,4% din greutatea agregatului.

Rezultatele acestei cercetări indică faptul că utilizarea acestor două tipuri de fibre a crescut procentul de bitum optim și la rezistența acestuia. Confecționarea mostrelor a fost efectuată conform SM STB 1115 cu tipare standarde pentru

confecționarea betonului asfaltic cu diametrul $d=71,4$ mm, sub presiunea de 40 MPa și menținerea sub sarcină timp de 3 minute.

Tabel 1. Compoziția amestecului de beton asfaltic

Denumirea materialelor	Masa procentuală, %
Piatră spartă sort 10-20 de granit	15
Piatră spartă sort 5-10 de granit	31
Nisip concasat sort 0-5 de granit	49
Filer	5
Fibra de bazalt	0,4
Bitum de tip 70/100	5,5

Tabel 2. Indicii fizico mecanici utilizind fibre de bazalt

Denumirea indicilor	Datele încercării	Condițiile tehnice	Metoda experimentală GOST	Încertitudini de măsurare U_p
		GOST 22245 BND 60/90		
1.Penetrația la 25 °C, 0,1 mm	77	61-90	11501-78	± 2
la 0 °C, 0,1 mm	20	min 20		
2.Punct de înmuiere, °C	48	min 47	11506-73	± 1
3.Ductibilitatea la 25 °C, cm	>150	min 55	11505-75	± 12
la 0 °C, cm	4,0	min 3,5		
4.Punct de rupere FRAASS, °C	minus 21	max minus 15	11507-78	± 1
5.Punct de inflamabilitate, °C	>240	min 230	4333-87	± 8
6.Indicele de penetrație	minus 0,7	-1,0 ÷ +1,0	22245-90 a. 2	-
7.Variația punctului de înmuiere după încălzire, °C	3,5 51,2- 47,7=3,5	max 5	22245-90 p.3.3 18180-72 11506-73	± 1
8.Variația masei după încălzire, %	0	-	18180-72	
9.Variația penetrației după încălzire, %	89	-	EN 12591	± 2
10.Adezivitatea cu marmură	Au rezistat după modelul etalon nr.1	Trebuie să rezistă după modelul etalon nr.2	11508-74 Metoda A 22245-90 mod.1	Nota vizuată

Pe baza rezultatelor încercărilor s-au făcut următoarele concluzii:

- în amestecul de beton asfaltic cu adaos de fibră de bazalt semnificativ crește densitatea medie.

- partea minerală a amestecului se amestecă bine, fibra se distribuie uniform în materiale. Valorile indicilor fizico-mecanici se încadrează în cerințele tehnice a standardului. Mostrele de beton asfaltic pregătite în laborator sunt fără fisuri și defecte. Pentru un efect mai deplin a influențării adaosului de fibră în amestec, sunt necesare teste suplimentare, experiență practică.

- amestecul s-a compactat bine, chiar dacă în amestec sunt 68 % fracții mari, nu s-au format pori, nu s-a evidențiat piatră spartă, nu sunt fisuri sau alte defecte.

- rezistența la compresiune la 50 °C depășește cu mult cerințele tehnice, pentru amestecurile cu nivel ridicat de piatră spartă, rezistența la 50 °C, de obicei este la limită, deci în cazul dat are un efect pozitiv.

- rezistența la forfecare față de alte amestecuri este înaltă.

- indexul rezistenței la deformațiile plastice corespunde cerințelor tehnice atât pentru zona de mișcare cât și pentru zona de frînare. Este evident că indicii sunt înalți, ceea ce nu întotdeauna este caracteristic pentru amestecurile din piatră spartă și mastic bituminos cu adaos de celuloză.

- coeficientul rezistenței la apă la saturația îndelungată în mediul agresiv după 14 zile corespunde cerințelor tehnice. Rezistența la compresiune la 50 °C după saturația în mediul agresiv nu s-a deminuat. Saturația îndelungată în mediul agresiv nu a influențat asupra durității epruvetelor.

Rezultatele cercetării demonstrează că fibra de bazalt îmbunătățește rezistența la fisurarea prin oboseală a betonului asfaltat de 2-8 ori, rezistența la fisurare la temperaturi scăzute cu 15% -25%. Rezistența la rotire crește cu 20% - 40%. Costul unui nou amestec de beton asfaltic cu fibră de bazalt îl depășește pe cel obișnuit. Cu toate acestea, ar trebui să fie compensată de costuri reduse de întreținere a drumurilor, inclusiv modificări ale rutelor de transport din cauza reparațiilor.

Rezultatele testării mecanice și ale analizei SEM indică faptul că fibra de bazalt asigură un mecanism de punte mai bun și îmbunătățește coeziunea, ceea ce suprimă localizarea micro-fisurilor și împiedică propagarea micro-fisurilor datorită încărcărilor la întindere.

Bibliografia:

1. Sim, J, and Park, C. (2005) „Characteristics of basalt fiber as a strengthening material for concrete structures” *Composites Part B:Engineering*, 36 (6),504-512.
2. Peng, G, Qian, Z, and Fu, D. (2009) „Research on Pavement

- Performance of the Short-cut Basalt Fiber-reinforced Asphalt Mixture” *Petroleum Asphalt*, 23 (1), 8-11.
3. Liangsong, N.I., Chen, H., Changshun, H.U. and Yinzi, L.U. (2003). „Discussion”.
 4. On the reinforcement mechanism of fiber-reinforced asphalt mixture. „*Journal of Hefei University of Technology*”, 26 (5), 1033-1037.
 5. Weiming, L.I, and Jinyu, Xu. (2008). „Strengthening and toughening in basalt fiber-reinforced concrete” *Journal of the Chinese Ceramic Society*, 36(4), 476-486.
 6. Menghui, Hao, Peiwen, Hao, and Qian, Yang. (2011). „Analysis on Pavement Performance of the Short-cut Basalt Fiber Modified Asphalt Mixture” *Journal of Guangxi University:Nature Science Edition*, 36 (1), 101-106.
 7. Abtahi, S. M, Sheikzadeh, M, and Hejazi, S. M. (2010). „Fiber-reinforced asphalt-concrete—a review” *Construction and Building Materials*, 24 (6), 871-877