

УДК 625.825

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.2.19

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГУМОВОЇ КРИХТИ ЯК СТАБІЛІЗУВАЛЬНОЇ ДОМІШКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Жданюк В.К., Костін Д.Ю., Петров В.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. У статті наведені результати експериментальних досліджень впливу концентрації стабілізуючої домішки «Муастів 75», що є гумовою крихтою, отриманою подрібненням старих вантажних шин, на показник однорідності ЩМАС-15 і властивості щебенево-мастичного асфальтобетону (ЩМА) виду ЩМА-15.

Ключові слова: щебенево-мастиковий асфальтобетон, щебенево-мастиковий асфальтобетон на суміш, стабілізуюча домішка, гумова крихта, целюлозна гранульована домішка, властивості, однорідність, показник стікання в'язучого.

Вступ

У сезон високих літніх температур під впливом великовагових транспортних засобів асфальтобетонні шари дорожнього одягу схильні до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії. Забезпечення колієстійкості асфальтобетонів у шарах дорожнього одягу традиційно здійснюється на етапі приготування асфальтобетонних сумішей шляхом підвищення теплостійкості бітуму, що використовується для їх приготування. Інший напрям підвищення колієстійкості асфальтобетонів передбачає на етапі проектування складу мінеральної частини створення жорсткого просторового щебеневого каркасу, порожнини в якому заповнені асфальтовим розчином. До асфальтобетонів з такою структурою належать щебенево-мастикові асфальтобетони (ЩМА), які широко застосовуються в Україні під час улаштування верхнього шару покриття на дорогах високих технічних категорій. Каркасна структура забезпечує покриттям із ЩМА підвищену зсувостійкість у процесі руху транспортних засобів у режимі гальмування та прискорення на спусках та підйомах. Особливістю ЩМА, порівняно з традиційними щільними асфальтобетонами, є менша міцність на розтяг і стиск та менші значення модулів пружності.

Порівняно з традиційними асфальтобетонами за ДСТУ Б В.2.7-119:2011, ЩМА містять більшу кількість щебеню та бітуму, який формує на зернах щебеню більш товсті плівки. Для утримання на поверхні зерен щебеню товстих плівок бітуму, особливо на етапі транспортування й укладання щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей

(ЩМАС), у суміш на етапі приготування вводять стабілізуючі волокнисті домішки.

Аналіз публікацій

Основним завданням під час уведення стабілізуючих домішок до складу ЩМАС є унеможливлення розшарування суміші (стікання бітуму з поверхні зерен щебеню) за умови високих технологічних температур у процесі їх використання для влаштування шарів дорожнього одягу.

Як стабілізуючі домішки для приготування ЩМАС традиційно застосовують целюлозні волокна або спеціальні гранули на їх основі, які повинні мати декларацію постачальника про відповідність згідно з [1]. Відповідно до [2] целюлозні волокна повинні мати стрічкову структуру нитки завдовжки від 0,1 до 2,0 мм. Зокрема волокна повинні бути однорідним і не містити пучків, зосереджень нероздробленого матеріалу та сторонніх включень. Стандартом допускається також застосовувати інші стабілізуючі домішки, зокрема полімерні чи волокна іншої природи з круглим або подовженим поперечним розрізом ниток завдовжки від 0,1 до 10,0 мм, які здатні утримувати бітум за умови технологічних температур від 140 °С до 175 °С, не впливаючи негативно на в'язуче та ЩМАС. Багатьма науковцями проводяться дослідження ефективності впливу стабілізуючих домішок різного походження на властивості асфальтобетонів [3–6]. Ефективність стабілізуючих домішок і оптимальний їх вміст у ЩМАС традиційно визначають безпосередньо проведенням випробування зразків ЩМА, приготування з їх використанням.

Дослідженнями встановлено, що більшість стабілізуючих домішок з чистих целюлозних волокон практично не впливають на фізико-механічні властивості асфальтобетонів. Покращення фізико-механічних властивостей досягається лише у випадку використання целюлозних волокон гранульованих спільно з різними модифікуючими домішками (поверхнево-активними речовинами, синтетичними восками, термопластами або їх комбінаціями в різних співвідношеннях). Дослідженнями встановлено, що додавання в ЦМАС полімерних та мінеральних волокон також сприяє забезпеченню однорідності суміші, а також покращенню властивостей ЦМА. Варто зауважити, що пошук ефективних стабілізуючих домішок до ЦМАС продовжується.

Мета й визначення завдання

На ринку України щорічно зростає кількість закордонних домішок, призначених для модифікації бітумів та асфальтобетонних сумішей на етапі їх приготування. До таких домішок належить і «Муactive 75» виробництва німецької компанії «ERMAFA». Зазначена домішка є гумовою крихтою, яку отримують попереднім механічним подрібненням винятково вантажних (LKW) шин і тільки розміру 22,5^{//} на крихту розміром 2–3 мм, з подальшим криогенним подрібненням до більш дрібного розміру. Виробник рекомендує застосовувати «Муactive 75» як стабілізуючу домішку до ЦМАС замість целюлозних домішок. Проте придатність не апробованих в Україні домішок необхідно обґрунтовувати за результатами попередніх випробувань ЦМАС та ЦМА в лабораторних умовах.

Метою роботи є дослідження впливу гумової крихти «Муactive 75» як стабілізуючої домішки на властивості ЦМАС та ЦМА.

Результати експериментальних досліджень

Для досліджень була прийнята щебеневомасикова асфальтобетонна суміш виду ЦМАС-15, мінеральна частина якої містила гранітний щебень та подрібнений пісок і вапняковий мінеральний порошок. Мінеральні складники за показниками властивостей відповідали вимогам чинних стандартів.

Для порівняльних досліджень як альтернативну стабілізуючу домішку використовували Viator-66, яка є достатньо застосовуваною в Україні для приготування ЦМАС.

Viator-66 є циліндричними гранулами без запаху, у яких кожне целюлозне волокно має бітумне покриття. Згідно з технічною специфікацією виробника Viator-66 – це гранульована суміш, яка на 66,6 % складається з целюлозних волокон «ARBOCEL ZZ 8-1» і на 33,3 % з бітуму. Відповідно до специфікації виробника домішка «Муactive 75» характеризується щільністю за температури 15 °С – 1100–1200 кг/м³, насипною щільністю 500–600 кг/м³, температурою горіння 220 °С, розміром зерен гумової крихти 0,1–0,6 мм. За даними виробника домішка «Муactive 75» містить поверхнево-активну речовину.

Для приготування ЦМАС як в'язуче використовували бітум нафтовий дорожній в'язкий марки БНД 60/90 виробництва Мозирського НПЗ, властивості якого наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні властивості бітуму

Назва показників властивостей	Вимоги ДСТУ 4044	Бітум БНД 60/90
Глибина проникнення голки, мм ⁻¹ , за температури 25 °С	61–90	78
Температура розм'якшення за кільцем і кулею, °С	47–53	49
Дуктильність за температури 25 °С, см	не менше ніж 55	66

Гранулометричний склад мінеральної частини ЦМАС-15, прийнятої для досліджень, наведено на рис. 1, а гранулометричний склад домішки «Муactive 75» – у табл. 2.

На першому етапі досліджень оцінювали вплив вмісту гумової крихти у складі ЦМА-15 на показники основних фізико-механічних властивостей. Для цього було приготовлено сім сумішей з вмістом гумової крихти 0, 7, 9, 11, 13, 15, 17 % від маси бітуму. Результати виконаних досліджень наведені в табл. 3.

Результати досліджень свідчать про те, що найбільш чутливими за умови зміни концентрації гумової крихти у складі суміші є показник стікання в'язучого та показник водонасичення ЦМА-15. Зі збільшенням концентрації гумової крихти показник стікання в'язучого зменшується, а показник водонасичення має мінімальне значення у разі 0,61 % «Муactive 75» від маси мінеральної частини ЦМА-15.

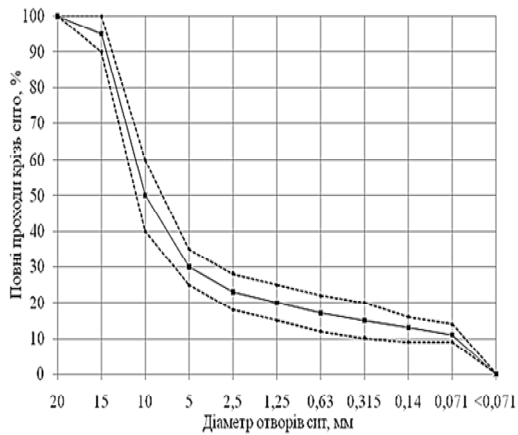


Рис. 1. Зерновий склад мінеральної частини ЦМАС-15

Таблиця 2 – Зерновий склад стабілізуючої домішки «Муактив 75»

Залишки на ситах, %	Вміст зерен, %, більший за даний розмір, мм					
	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071	<0,071
Часткові	0,06	0,15	42,51	44,47	8,45	4,36
Повні	0,06	0,21	42,72	87,19	95,64	100

Таблиця 3 – Фізико-механічні властивості ЦМАС-15 з різним вмістом гумової крихти

Вміст гумової крихти від маси бітуму, %	0	7	9	11	13	15	17
	Вміст гумової крихти від маси мінеральної частини, %	0	0,39	0,50	0,61	0,72	0,83
Водонасичення, %	2,6	1,8	1,6	1,7	2,0	2,7	3,8
Середня щільність, т/м ³	2,45	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44	2,44
Показник стікання в'язучого, %	0,25	0,1	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01
Границя міцності за умови стиску за температури:	20 °С, МПа	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,7
	50 °С, МПа	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	1,0

Показники границі міцності за умови стиску під час збільшення концентрації домішки змінюються в межах похибки експерименту.

На другому етапі виконували порівняльні дослідження фізико-механічних властиво-

стей ЦМАС-15 зі стабілізуючою домішкою «Муактив 75» та Viator-66. Для порівняння властивостей формували зразки з ЦМАС-15, які мали однаковий показник стікання в'язучого – 0,04 %. Такий показник стікання в'язучого забезпечує 0,61 % гумової крихти та 0,4 % Viator-66 у складі ЦМАС-15 від маси мінеральної частини.

Результати експериментальних досліджень наведені в табл. 4 та 5.

Таблиця 4 – Фізико-механічні властивості ЦМАС-15 з різними стабілізуючими домішками

Назва показника	ЦМАС-15 з гумовою крихтою (0,61 % від мін. частини)	ЦМАС-15 з волокном Viator 66 (0,4 % від мін. частини)
Водонасичення, % за об'ємом	1,7	1,8
Середня щільність, т/м ³	2,44	2,43
Границя міцності під час стиску, МПа, за температури: 20 °С 50 °С	2,8 1,0	2,6 1,0
Коефіцієнт внутрішнього тертя	0,94	0,93
Коефіцієнт тривалої водостійкості	0,91	0,90
Зчеплення під час зсуву за температури 50 °С, МПа,	0,17	0,17
Границя міцності на розтяг під час розколювання за температури 0 °С, МПа	3,3	3,5
Показник стікання в'язучого	0,04	0,04
Вміст бітуму, %	5,5	5,5

Отримані результати досліджень свідчать про те, що ЦМАС-15, до складу якого введено гумову крихту як стабілізуючу домішку, за показниками фізико-механічних властивостей не поступається ЦМАС-15 з целюлозною стабілізуючою домішкою Viator-66.

Висновки

Однорідність готової ЦМАС протягом наступних послідовних технологічних процесів: зберігання (за потреби), завантаження самоскидів, транспортування на місце укладання та влаштування асфальтобетонного шару дорожнього одягу (укладання та ущільнення), – традиційно забезпечується на етапі приготування шляхом додавання до їх складу стабілізуючих домішок.

Таблиця 5 – Коефіцієнти морозостійкості досліджуваних щебенево-мастикових асфальтобетонів

Цикли заморозування-відтавання	ЩМА-з гумовою крихтою (0,61 % від мін. частини)	ЩМА-15 з волокном Viatop 66 (0,4 % від мін. частини)
5	0,99	0,98
10	0,95	0,94
15	0,90	0,89
20	0,88	0,87
25	0,87	0,85
35	0,83	0,81

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що зі збільшенням вмісту гумової крихти як стабілізуючої домішки у складі ЩМАС-15 зменшується показник стікання в'язучого за технологічної температури приготування та застосування суміші. Встановлено, що вміст гумової крихти у складі ЩМАС, порівняно із вмістом целюлозних гранул, повинен бути більшим в 1,5 рази для забезпечення однакового показника стікання в'язучого. За вказаної концентрації гумової крихти як стабілізуючої домішки у складі ЩМАС, ЩМА за показниками фізико-механічних властивостей відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-127:2015 «Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови» і не поступаються ЩМА, приготуванню на основі целюлозної стабілізуючої домішки.

Література

1. ДСТУ ISO/IEC 17050-1:2006 Оцінювання відповідності. Декларація постачальника про відповідність. Ч. 1. Загальні вимоги (ISO/IEC 170501:2004, IDT).
2. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови.
3. Ефремов С.В., Лапченко А.С. Влияние волокна физико-механические и реологические свойства асфальтобетона // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Вип. 2011'1(87). С. 121–127.
4. Куцина Н.П. Щебеночно-мастичный асфальтобетон на основе технического сырья: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.23.05 «Строительные материалы и изделия». Белгород, 2007. 22 с.
5. Жданюк В.К., Костін Д.Ю. Дослідження впливу добавки Viatop Plus СТ-40 на властивості щебенево-мастикових асфальтобетонів // матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Будівництво та експлу-

атація об'єктів транспортної інфраструктури». Харків: ХНАДУ, 2018. С. 172–174.

6. Krzysztof Błażejowski. SMA. Teoria i praktyka. Rettenmaier Polska sp. z o.o., 2007. 620 s.

References

1. DSTU ISO / IEC 17050-1: 2006 Conformity assessment. Supplier Declaration of Conformity. Part 1. General requirements (ISO / IEC 170501: 2004, IDT).
2. DSTU B В.2.7-127: 2015 Asphalt concrete mixtures and stone mastic asphalt concrete. Specifications.
3. Efremov S., Lapchenko A. The fibers influence on the physical, mechanical and rheological properties of asphalt concrete // Bulletin of the Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture. Issue 2011'1 (87). P. 121–127.
4. Kutsina N. Stone mastic asphalt concrete on the basis of technical raw materials: auto-ref. diss. for the competition of science. degrees of Cand. tech. Sciences: Special. 05.23.05 Building Materials and Products. Belgorod, 2007. 22 p.
5. Zhdanjuk V., Kostin D.. Investigation of the Viatop Plus СТ-40 effect on the properties of stone mastic asphalt concrete // materials of the All-Ukrainian Scientific-Practical Internet Conference «Construction and Operation of Transport Infrastructure Objects». Kharkiv: KhNADU, 2018. P. 172–174.
6. Krzysztof Błażejowski. SMA. Teoria i praktyka. Rettenmaier Polska sp. z o.o., 2007. 620 s.

Жданюк Валерій Кузьмович, д.т.н., професор, завідувач кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, vk.zhdanuk@gmail.com, тел. 0577073735, 0577073780

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Костін Дмитро Юрійович, науковий співробітник кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, dmitric2008@ukr.net, тел. 0577073780

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Петров Володимир Іванович, аспірант кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, тел. 0577073780

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Исследование влияния резиновой крошки как стабилизирующей добавки на свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния концентрации стабилизирующей добавки «Муактиве

75», которая представляет собой резиновую крошку, полученную измельчением старых грузовых шин, на показатель однородности ШМАС-15 и свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона (ШМА) вида ШМА-15.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь, стабилизирующая добавка, резиновая крошка, целлюлозная гранулированная добавка, свойства, однородность, показатель стекания вяжущего.

Жданюк Валерий Кузьмич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой строительства та эксплуатации автомобильных дорог, vk.zhdanuk@gmail.com, тел. 0577073735, 0577073780

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Костин Дмитрий Юрьевич, научный сотрудник кафедры строительства та эксплуатации автомобильных дорог, dmitric2008@ukr.net, тел. 0577073780

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Петров Владимир Иванович, аспирант кафедры строительства та эксплуатации автомобильных дорог, тел. 0577073780

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, 61002, Украина, г. Харьков, ул. Ярослава Мудрого, 25.

Investigation of influence of the rubber crumb, as a stabilizing additive, on the properties of stone-mastic asphalt

Abstract. Problem It is noted that ensuring uniformity of crushed stone-mastic asphalt mixtures (SMA) at the stage of their preparation and use is one of the conditions that significantly affects the properties and durability of arranged layers of road pavement. Ensuring uniformity as a technological characteristic, the criterion of which is the binder runoff index, can be carried out by introducing stabilizing additives of various origins into the composition of SMA.

The stability over time is uniform, and its concentration in the composition of mixtures of a certain type depends on the effectiveness. **Goal.** The article presents the results of experimental studies based on the effect of the stabilizing additive "Myactive 75", which is a rubber crumb that is crushed from old truck tires, on the uniformity index of SMA-15 and the properties of stone-mastic asphalt (SMA) of the SMA-15 form.

Results. It was found that with an increase in the concentration of rubber crumb, as a stabilizing additive, in the composition of SMA-15, an increase in the uniformity of the mixture at technological temperatures is observed. It has been shown that to ensure the same binder runoff rate in SMA-15, it is necessary to introduce 1,5 times more "Myactive 75" stabilizing additive as compared with the "Viatop-66" stabilizing cellulose additive. Under these conditions, SMA-15 in terms of physical and mechanical properties and frizz resistance is absolutely not inferior to SMA-15, which contains 0,4% by weight of the mineral part of the stabilizing additive "Viatop-66".

Key words: stone mastic asphalt, stone mastic asphalt mixture, stabilizing additive, crush rubber, granular cellulose additive, properties, uniformity, binder runoff index.

Zhdanyuk Valery, doctor of technical sciences, professor, chef of the Department of construction and road maintenance, vk.zhdanuk@gmail.com, tel. 0577073735, 0577073780

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

Kostin Dmytro, scientific researcher, Department of Construction and Road Maintenance, dmitric2008@ukr.net, tel. 0577073780

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.

Petrov Volodymyr, postgraduate student Department of Construction and Road Maintenance, tel. 0577073780

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine