

Наукова робота

II тур

Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт

2019/2020 н.р

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРИГОТУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ
ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ З ГУМОВОЮ
КРИХТОЮ

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Існуючі способи застосування гумової крихти в асфальтобетонних сумішах.....	5
1.1 Властивості та класифікація щебенево-мастикових асфальтобетонів.	5
1.2 Існуючі способи запобігання стіканню в'язучого.....	7
1.3 Технологія приготування щебенево-мастикового асфальтобетону.....	8
1.4 Висновки по розділу та задачі дослідження.....	9
2. Прийняті матеріали та методи дослідження.....	10
2.1 Прийняті матеріали для дослідження та їх фізико-механічні властивості.....	10
2.1.1 Органічні в'язучі.....	10
2.1.2 Мінеральні матеріали.....	10
2.1.3 Стабілізуючі добавки.....	16
2.2 Зерновий склад ЩМА.....	16
2.3 Прийняті методи дослідження.....	17
3. Результати експериментальних досліджень.....	18
3.1 Визначення оптимального вмісту гумової крихти.....	18
3.2 Визначення показника стікання в'язучого.....	20
3.3 Порівняльні дослідження фізико-механічних властивостей ЩМА з волокнистою домішкою та гумовою крихою.....	25
3.4 Дослідження впливу гумової крихти на колієстійкість ЩМА-15.....	28
3.5 Дослідження розрахункових характеристик.....	22
3.6 Рекомендації щодо застосування гумової крихти.....	27
Висновки.....	28
Перелік посилань.....	29

Шифр роботи – «СТАБІЛІЗУЮЧІ ДОБАВКИ»

АНОТАЦІЯ

Предмет дослідження – вплив гумової крихти MuActiv 75 та волокнистої домішки Viator-66 на показник стікання та властивості щебенево-мастикових асфальтобетонів.

Мета дослідження – полягає в проведенні досліджень щодо впливу гумової крихти на фізико-механічні властивості щебенево-мастикових асфальтобетонів та можливості її застосування замість волокнистої домішки.

Об'єкт дослідження – щебенево-мастикові асфальтобетони ЩМА-15.

Методи дослідження – стандартні методи та прилади для визначення фізико-механічних властивостей щебенево-мастикових асфальтобетонів в лабораторних умовах. Для дослідження колієстійкості асфальтобетонів використовували прилад-коліємір, розроблений на кафедрі будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ. Обробку експериментальних даних виконано математичними та статистичними методами з використанням ПК.

Робота складається з: 30 сторінок основної частини, містить 11 рисунків, 15 таблиць та 12 джерел посилань.

ГУМОВА КРИХТА, КОЛІЄСТІЙКІСТЬ, МОРОЗОСТІЙКІСТЬ, СТАБІЛІЗУЮЧІ ДОБАВКИ, ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВІ АСФАЛЬТОБЕТОНИ

ВСТУП

Зношена гума являється забруднювачем довготривалої дії на оточуюче середовище внаслідок високої стійкості до дії різноманітних факторів. Зношені шини є одними з багатотонажних полімерних відходів: щорічно лише в країнах Європи утворюється понад 300 мільйонів штук [9]. Тому проблема переробки знощеної автомобільної гуми має велике екологічне та економічне значення в усіх розвинених країнах.

Щебенево-мастикові асфальтобетонні суміші знаходять все більш широке застосування в більшості країн світу при влаштуванні верхніх шарів дорожніх і аеродромних покриттів, забезпечуючи стійкі показники міцності, рівності, шорсткості та зчеплення в процесі експлуатації, у тому числі в умовах інтенсивного та великовантажного руху транспортних засобів. Покриття з ЩМА характеризуються високою зсувостійкістю та деформативністю при високих температурах, високою тріщиностійкістю при низьких температурах.

Виходячи з вартості матеріалів, виробництво щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші обходиться приблизно на 20 % дорожче виробництва звичайних асфальтобетонних сумішей, внаслідок використання більшої кількості бітуму, щебеню високої якості та застосування стабілізуючої добавки. Але так як термін служби покриття з ЩМА значно більший, то його застосування стає економічно виправданим.

1 ІСНУЮЧІ СПОСОБИ ЗАСТОСУВАННЯ ГУМОВОЇ КРИХТИ В АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШАХ

1.1 Властивості та класифікація щебенево-мастикових асфальтобетонів

Згідно нормам [5] щебенево-мастикові асфальтобетонні суміші – це суміші мінеральних матеріалів (щебеню, піску і мінерального порошку), стабілізуючої добавки та бітуму, віддозованих в заданих співвідношеннях і перемішаних в нагрітому стані.

Специфіка складу і структури ЩМА передбачає обов'язкову присутність в якості основних складових міцного щебеню з поліпшеною (кубовидної) формою зерен, «об'ємного» бітуму і невеликої кількості стабілізуючої (зазвичай волокнистої) добавки. Під об'ємним бітумом прийнято розуміти ту частину в'язучого в асфальтобетонній суміші, яка не схильна до сильного структуруючого впливу дальнодіючих поверхневих сил на межі розділу фаз [7].

На відміну від асфальтобетонних сумішей типу А за ДСТУ Б В.2.7-119 [8], що містять від 45 до 55 % щебеню, в ЩМА його обсяг досягає 60-80 %.

Мастика – другий компонент складу ЩМАС и складає близько 20-25 % за вагою та близько 30-35 % за об'ємом. Мастика складається з (рис. 1.1):

Пропорція складових компонентів мастики представлена на рис. 1.2.

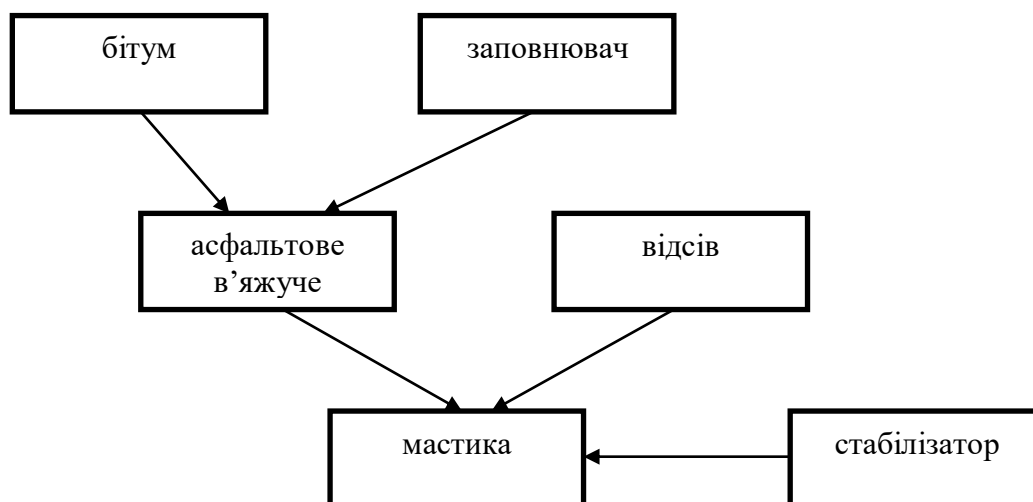


Рисунок 1.1 – Складові мастики в ЩМА

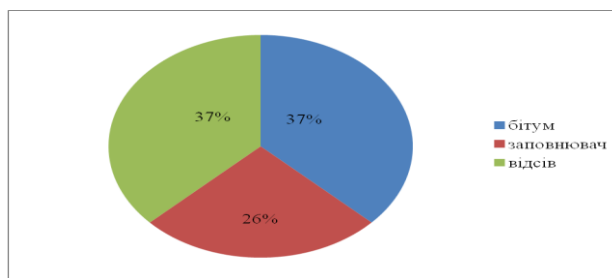


Рисунок 1.2 – Приблизний вміст складових мастики

Мастика в складі асфальтобетону виконує наступні завдання:

- зв’язує всі компоненти суміші воедино;
- забезпечує добре ковзання крупних зерен щебеню і відповідне розташування їх в шарі;
- ущільнення шару – заповнює порожнечі між щебенем, і таким чином, від неї залежить довговічність шару й опір старінню від різних чинників (води, протижелезних матеріалів тощо).

Для приготування ЩМАС необхідно використовувати лише пісок із відсівів подрібнення щільних гірських порід. При цьому марка за міцністю вихідної гірської породи повинна бути не менше, ніж 1000. Вміст в піску глинистих часток, не повинен перевищувати 0,5 % за масою. Вміст зерен розміром більше 5 мм у відсівах подрібнення гірських порід не повинен перевищувати 5 % за масою. Вміст в них зерен розміром більше 10 мм не допускається.

Як мінеральний порошок для приготування ЩМАС також допускається використовувати цемент низької активності не вище марки “300” за умови відповідності його гранулометричного складу вимогам стосовно складу мінерального порошку. Решта цієї фракції повинна бути представлена зернами мінерального порошку. Вміст глинистих часток у пиловидній фракції відсіву не повинен перевищувати 1 % за масою [1].

За весь час експлуатації покриттів з щебенево-мастичного асфальтобетону виділяють такі позитивні експлуатаційні властивості:

- зсувостійкість при високих літніх температурах;
- шорстка текстура поверхні і добре зчеплення з колесом автомобіля;

- висока зносостійкість, в тому числі до дії шини з шипами;
- водонепроникність;
- тріщиностійкість при деформаціях покриття і при механічних впливах транспорту;

Для улаштування таких шарів покриття ЩМА рекомендується використовувати суміш ЩМА-10 (ГОСТ 31015-2002) із стабілізатором VIATOR.

Використання тонких шарів ЩМА на дорогах із малим транспортним навантаженням забезпечує:

- суттєве зменшення загальних витрат на проведення робіт із улаштування та ремонту навіть у порівнянні з асфальтобетонними покриттями;
- збільшення терміну безремонтної експлуатації покриття до 5-8 років;
- зниження витрат на утримання і ремонт дорожнього покриття за весь період експлуатації в 2-4 рази;
- підвищення довговічності дорожнього покриття в 2-3 рази;

1.2 Існуючі способи запобігання стіканню в'язучого

Вид і властивості застосовуваних добавок мають велике значення для забезпечення необхідного вмісту в'язучого і підвищення якості суміші.

Основна мета застосування стабілізуючих добавок полягає в підвищенні товщини бітумних плівок, які забезпечують присутність вільного (об'ємного) бітуму і однорідності ЩМАС. Спочатку як стабілізуючі добавки переважно використовували азбест і гумову крихту, що дозволяло вводити в ЩМА до 7 % бітуму. У ході експериментальних робіт встановлено, що добавки целюлозних, полімерних і мінеральних волокон, термопластів і похідних кременевої кислоти так само здатні в тій чи іншій мірі утримувати великий обсяг бітуму в суміші і забезпечувати стійкість до розшаровування. В даний час найбільшого поширення набули стабілізуючі добавки на основі целюлоз.

1.3 Технологія приготування щебенево-мастикового асфальтобетону

Гарячі щебенево-мастикові асфальтобетонні суміші виготовляються на звичайних асфальтобетонних заводах, обладнаних змішувачами примусового перемішування, шляхом змішування у нагрітому стані щебеню, піску з відсівів дроблення з додаванням стабілізуючих добавок, мінерального порошку, бітуму або бітуму-полімерного в'язучого.

Стабілізуючу гранульовану добавку рекомендується вводити в мішалку сучасної асфальтозмішувачої установки на розігрітий кам'яний матеріал перед подачею або разом з мінеральним порошком, передбачаючи «сухе» перемішування в змішувачах циклічної дії протягом 10-20 сек.

Технологічний процес приготування суміші в змішувачах періодичної дії включає наступні основні операції:

- підготовка мінеральних матеріалів (подача і попереднє дозування, висушування і нагрівання до необхідної температури) і пофракційне дозування їх у змішувач;

- подача холодного мінерального порошку і стабілізуючої добавки через дозатор у змішувач;

- підготовка бітуму (розігрівання, випарювання вологи, яка в ньому міститься, й нагрівання до робочої температури, у необхідних випадках введення поверхнево-активних речовин та інших модифікуючих добавок, дозування перед подачею в змішувач);

- «сухе» перемішування гарячих мінеральних матеріалів з холодним мінеральним порошком і стабілізуючою добавкою;

- перемішування мінеральних матеріалів з бітумом і вивантаження готової асфальтобетонної суміші в накопичувальний бункер або автомобілі-самоскиди.

При приготуванні ЦМАС температура вихідних матеріалів ті самої суміші повинна відповідати вимогам таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Температура ЩМАС та вихідних матеріалів [1]

Марка бітуму	Температура, °С		
	бітуму, що подається в змішувач	мінеральних матеріалів на виході з сушильного барабана	суміші на виході зі змішувача
БНД 40/60	145-160	180-190	160-175
БНД 60/90	145-155	175-180	155-170
БНД 90/130	135-145	170-175	150-165

Щоб забезпечити гарне зчеплення шару, що укладається з основою, поверхню останньої очищають від пилу і бруду, після чого обробляють органічним в'яжучим: бітумною емульсією або бітумом з розрахунку від 0,20 л до 0,30 л бітуму на 1 м². Гаряча ЩМАС укладається і ущільнюється як стандартна суміш за допомогою асфальтоукладальників і гладковальцових котків.

Для ущільнення ЩМА найбільш придатні гладковальцові котки вагою 8-10 т, що рухаються короткими хватками зі швидкістю 5-6 км/год, наближаючись якомога ближче до асфальтоукладача.

1.4 Висновки по розділу та задачі дослідження

Основними задачами дослідження є:

- визначення оптимального вмісту гумової крихти у ЩМА;
- визначення та порівняння фізико-механічних властивостей ЩМА з гумовою крихтою та волокнистою домішкою;
- проведення дослідження впливу гумової крихти на стійкість до колієутворення;
- проведення досліджень щодо можливості застосування гумової крихти замість волокнистої домішки.

2 ПРИЙНЯТІ МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Прийняті матеріали для дослідження та їх фізико-механічні властивості

2.1.1 Органічні в'язучі

В якості в'язучого для щибенево-мастикових асфальтобетонів було прийнято бітум нафтовий дорожній в'язкий марки БНД 60/90 виробництва Кременчуцького НПЗ. Властивості прийнятого для досліджень бітуму наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Властивості бітуму нафтового дорожнього в'язкого марки БНД 60/90, прийнятого для приготування щибенево-мастикових асфальтобетонних сумішей

Назва показників властивостей	Вимоги ДСТУ 4044	Бітум БНД 60/90
Глибина проникнення голки, мм ⁻¹ , при температурі 25 °С	61-90	78
Температура розм'якшення за кільцем і кулею, °С	47-53	49
Розтяжність (дуктильність) при температурі 25 °С, см	не менше 55	66

2.1.2 Мінеральні матеріали

Для приготування щибенево-мастикових асфальтобетонних сумішей згідно [1] використовувався гранітний щибінь кубовидної форми та відсів подрібнення гранітної гірської породи «Гайворонського» спецкар'єру, а також вапняковий мінеральний порошок.

Для оцінки якості та придатності для приготування щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей для експериментальних робіт був прийнятий гранітний щебінь фракцій 5-8 мм, 8-11 мм, 11-16 мм.

Результати експериментально визначених показників фізико-механічних властивостей мінерального порошку, щебеню та відсіву подрібнення наведені в таблицях 2.2 – 2.7.

Аналіз наведених результатів показує, що за дослідженими показниками фізико-механічних властивостей мінеральні матеріали відповідають вимогам чинних в Україні нормативних документів [2-4].

Таблиця 2.2 – Фізико-механічні властивості мінерального порошку

Найменування показника	Фактичні значення	Норми для марок порошку	
		I	II
Вміст часток, % за масою, не менше:			
– дрібніше 0,071 мм	95	від 70 до 80	70
– дрібніше 0,315 мм	99	90	80
– дрібніше 1,25 мм	100	100	100
Пористість при ущільненні 40 МПа, % за об'ємом	25	не більше 35	не більше 40
Набрякання зразків із суміші порошку з бітумом, % за об'ємом	2,3	не більше 2,5	не більше 3,0
Вологість, % за масою	0,1	не більше 1,0	не більше 2,5

Таблиця 2.3 – Фізико-механічні показники властивостей гранітного щебеню фракції 5-8 мм

№ з/п	Найменування випробувань	Од. вим.	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-127, ДСТУ Б В.2.7-75	Результати випробувань
1.	Насипна щільність	кг/м ³	–	1418
2.	Середня щільність		2,0-2,8	2,76
3.	Істинна щільність	г/см ³	–	2,77
4.	Пустотність		–	48,60
5.	Пористість	г/см ³	–	0,40
6.	Вміст зерен пластинчастої та голчастої форми	%	не більше 10-15	8
7.	Вміст пилюватих часток	%	не більше 1,0	0
8.	Вміст зерен слабких порід	%	не більше 5,0	0
9.	Вміст глини у грудках	%	не більше 0,25	0
10.	Марка за міцністю: – за дробимістю – за стиранистю у поличному барабані		не менше 1200 не нижче Ст-1	3,1/1400 Ст-1
11.	Вологість	%	–	0,15
12.	Водопоглинання	%	–	0,50

Таблиця 2.4 – Фізико-механічні показники властивостей гранітного щебеню фракції 8-11 мм

№ з/п	Найменування випробувань	Од. вим.	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-127, ДСТУ Б В.2.7-75	Результати випробувань
1	2	3	4	5
1.	Насипна щільність	кг/м ³	–	1456
2.	Середня щільність	г/см ³	2,0-2,8	2,72
3.	Істинна щільність	г/см ³	–	2,77
4.	Пустотність	%	–	46,50

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
5.	Пористість	%	–	1,8
6.	Вміст зерен пластинчастої та голчастої форми	%	не більше 10-15	12
7.	Вміст пилюватих часток	%	не більше 1,0	0
8.	Вміст зерен слабких порід	%	не більше 5,0	0
9.	Вміст глини у грудках	%	не більше 0,25	0
10.	Марка за міцністю: – за дробимістю – за стиранністю у поличному барабані		не менше 1200 не нижче Ст-1	9,2/1400 Ст-1
11.	Вологість	%	–	0,12
12.	Водопоглинання	%	–	0,49

Таблиця 2.5 – Фізико-механічні показники властивостей гранітного щебеню фракції 11-16 мм

№ з/п	Найменування випробувань	Од. вим.	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-127, ДСТУ Б В.2.7-75	Результати випробувань
1	2	3	4	5
1.	Насипна щільність	кг/м ³	–	1496
2.	Середня щільність	г/см ³	2,0-2,8	2,68
3.	Істинна щільність	г/см ³	–	2,77
4.	Пустотність	%	–	44,50
5.	Пористість	%	–	2,6
6.	Вміст зерен пластинчастої та голчастої форми	%	не більше 10-15	10
7.	Вміст пилюватих часток	%	не більше 1,0	0
8.	Вміст зерен слабких порід	%	не більше 5,0	0
9.	Вміст глини у грудках	%	не більше 0,25	0
10.	Марка за міцністю: – за дробимістю – за стиранністю у поличному барабані		не менше 1200 не нижче Ст-1	9,2/1400 Ст-1

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
11.	Вологість	%	–	0,11
12.	Водопоглинання	%	–	0,50

Таблиця 2.6 – Показники фізико-механічних властивостей піску з відсівів
подрібнення

№ з/п	Найменування випробувань	Од. вим.	Вимоги ДСТУ Б.В.2.7-32, ДСТУ Б.В.2.7-127	Результати випробувань
1.	Насипна щільність	кг/м ³	не більше 1650	1537
2.	Істинна щільність	г/см ³	–	2,77
3.	Модуль крупності		більше 2,5 до 3,0 (крупний)	3,18
4.	Вміст пилюватих та глинистих часток (метод відмучування)	%	не більше 7,0	6,11
5.	Вміст глинистих часток при набуханні	%	не більше 0,5	0
6.	Вміст глини в грудках	%	не більше 0,35	0
7.	Вологість	%	–	0,8

2.1.3 Стабілізуючі добавки

Для порівняльних досліджень в якості стабілізуючої добавки використовували волокнисту домішку Viator-66, яка є однією з найбільш поширених у застосуванні. Вона представляє собою циліндричні гранули сірого кольору без запаху, в яких кожне целюлозне волокно має бітумне покриття.

Прийнята для досліджень нова стабілізуюча добавка представляє собою подрібнену гумову крихту марки «Му Active 75». За даними постачальника, це продукт переробки старих автомобільних шин в гумову крихту. Зерновий склад добавки приведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Зерновий склад гумової крихти марки «Му Active 75»

Залишки на ситах, %	Вміст зерен, %, більше даного розміру, мм						
	2,5	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

2.2 Зерновий склад ЩМА

Для визначення показників фізико-механічних властивостей, колієстійкості, морозостійкості та розрахункових характеристик щебенево-мастикового асфальтобетону виду ЩМА-15 згідно ДСТУ Б В.2.7-127 був прийнятий зерновий склад, який наведено на рисунку 2.2.

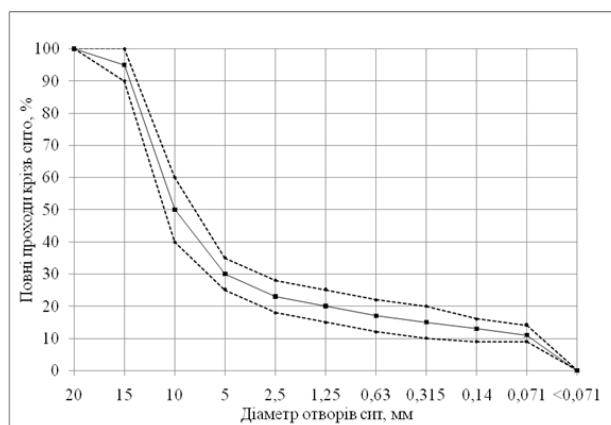


Рисунок 2.2 – Прийнятий зерновий склад ЩМА-15

2.3 Прийняті методи дослідження

Для визначення фізико-механічних властивостей щебенево-мастикових асфальтобетонів приймаємо стандартні методи дослідження згідно ДСТУ Б В.2.7 (ГОСТ 12801) з доповненнями ДСТУ 4044.

В лабораторних умовах ущільнення стандартних циліндрів відбувалось на гідравлічному пресі. Визначення межі міцності при стиску виконували на гідравлічному пресі Р-20.

Для дослідження стійкості щебенево-мастикових асфальтобетонів різних типів до утворення колії, в лабораторії кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ був створений Електромеханічний Випробувальний Стенд Колієутворення (ЕМВСК ХНАДУ) (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3– Електромеханічний Випробувальний Стенд Колієутворення (ЕМВСК ХНАДУ)

Прилад-коліємір має рухоме огумлене колесо діаметром 23,5 см та шириною 28 мм, яке за допомогою шатуна та водила приєднане до мотора з редуктором таким чином, що воно може рухатись по поверхні асфальтобетонного зразка, розташованого під кожухом та закріпленого на рамі. Температура випробування під час експерименту контролюється та підтримується за допомогою терморегулюючого приладу у діапазоні температур від плюс 20 °С до плюс 65 °С.

Приготування асфальтобетонних сумішей виконувалось в лабораторній мішалці. Визначення колії при лабораторних випробуваннях виконують шляхом вимірювання глибини колії у п'яти послідовних точках електронно-цифровим штангенциркулем по центру колії, що утворена в результаті випробування. [12].

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Визначення оптимального вмісту гумової крихти

За результатами експериментальних досліджень показників фізико-механічних властивостей, прийнятий щебенево-мастиковий асфальтобетон виду ЩМА-15 відповідає вимогам [1]. Результати виконаних досліджень приведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Фізико-механічні властивості ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90

Назва показника	ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90
Водонасичення, % за об'ємом	1,8
Границя міцності при стиску, МПа, за температури:	
20 °С	2,6
50 °С	1,0
Коефіцієнт внутрішнього тертя	0,93
Коефіцієнт тривалої водостійкості	0,90
Зчеплення при зсуві за температури 50 °С, МПа,	0,17
Границя міцності на розтяг при розколюванні за температури 0 °С, МПа	3,5
Показник стікання в'язучого, %	0,04
Вміст в'язучого, %	5,5

Першим етапом досліджень було визначення оптимального вмісту гумової крихти у складі ЩМА-15 за основними фізико-механічними властивостями. Для цього було виготовлено сім сумішей з наступним вмістом гумової крихти від маси бітуму: 0 %, 7 %, 9 %, 11 %, 13 %, 15 %, 17 %.

Результати досліджень приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні фізико-механічні характеристики ЩМА-15 на бітумі марки БНД 60/90 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	0,94	
Водонасичення, %	2,6	1,8	1,6	1,7	2,0	2,7	3,8	
Середня щільність, г/см ³	2445	2444	2443	2442	2441	2438	2435	
Показник стікання в'язучого, %	0,25	0,1	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01	
Границя міцності при стиску за температури:	20 °С, МПа	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,7	2,7
	50 °С, МПа	1,0	1,1	0,9	1,0	1,1	1,0	0,9

Порівнюючи отримані результати досліджень з даними таблиці 3.1 можна зробити висновок, що за наведеними показниками фізико-механічних властивостей, найбільш наближеними до щебенево-мастикового асфальтобетону ЩМА-15, приготовленого з волокнистою домішкою Viator-66 у кількості 0,4 % від маси мінеральної частини, є ЩМА-15 з гумовою крихтою у кількості 0,61 % від маси мінеральної частини, що складає 11 % від маси в'язучого. Залежності показників водонасичення та стікання в'язучого від вмісту гумової крихти відображено на рисунках 3.1 та 3.2.



Рисунок 3.1 – Залежність водонасичення від вмісту гумової крихти у складі ЩМА-15

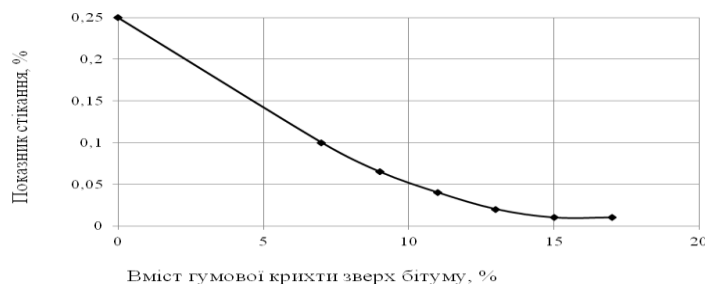


Рисунок 3.2 – Залежність показника стікання від вмісту гумової крихти у складі ЩМАС-15

Виходячи з цього для подальших досліджень приймаємо концентрацію гумової крихти у кількості 0,61 % від маси мінеральної частини, що складає 11 % від маси в'язучого.

3.2 Визначення показника стікання в'язучого.



а – з гумовою крихтою; б – з волокнистою домішкою

Рисунок 3.3 – Стікання в'язучого для ЩМА-15 на БНД-60/90

3.3 Порівняльні дослідження фізико-механічних властивостей асфальтобетону

Третім етапом досліджень було визначення фізико-механічних характеристик згідно ДСТУ Б В.2.7-127 для щебенево-мастикового асфальтобетону виду ЩМА-15 з додаванням гумової крихти та волокнистої домішки і порівняння отриманих результатів. Результати досліджень приведені в таблицях 3.2.

Таблиця 3.2 – Фізико-механічні властивості ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90

Назва показника	ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з гумовою крихтою (11 % від маси бітуму)	ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з волокном Viatop 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 при 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 при зсуві за температури 50 °С, МПа,	0,17	0,17
Границя міцності на розтяг при розколюванні за температури 0 °С, МПа	3,3	3,5
Показник стікання в'язучого	0,04	0,04
Вміст в'язучого, %	5,5	5,5

Результати виконаних досліджень показують, що щебенево-мастиковий асфальтобетон виготовлений з використанням різних добавок майже не відрізняються за своїми фізико-механічними властивостями.

Визначення показника морозостійкості

За критерій показника морозостійкості асфальтобетонів було прийнято коефіцієнт морозостійкості.

Для визначення коефіцієнта морозостійкості було виготовлено асфальтобетонні зразки циліндричної форми згідно з ДСТУ Б В.2.7-319 при величині ущільнюючого навантаження згідно з ДСТУ Б В.2.7-127.

Коефіцієнт морозостійкості визначаємо як відношення середньоарифметичного значення границі міцності при розколі основних зразків, які

піддавали двадцяти п'яти циклам заморожування та відтавання до середньоарифметичного значення границі міцності при розколі контрольних зразків, які не піддавали заморожуванню та відтаванню, за формулою:

$$K_{мрз} = \frac{R_{рц}^{cp}}{R_p^{cp}}, \quad (3.1)$$

де $R_{рц}^{cp}$ – середньоарифметичне значення границі міцності при розколі основних зразків, які піддавали 25 циклам заморожування та відтавання;

R_p^{cp} – середньоарифметичне значення границі міцності при розколі контрольних зразків, які не піддавали заморожуванню та відтаванню.

Результати випробувань. Коефіцієнти морозостійкості визначали на 5, 10, 15, 20, 25 та 35 цикл заморожування-відтавання. Результати порівняльних досліджень морозостійкості ЩМА-15 приготовлених з різними домішками наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнти морозостійкості досліджуваних щебенево-мастикових асфальтобетонів

Цикли заморожування-відтавання	ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з гумовою крихтою (0,61 % від мін частини)	ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з волокном Viator 66 (0,4 % від мін. частини)
5	0,99	0,98
10	0,95	0,94
15	0,9	0,89
20	0,88	0,87
25	0,87	0,85
35	0,83	0,81

За отриманими результатами експериментальних досліджень коефіцієнти морозостійкості для ЩМА-15 з гумовою крихтою майже однакові, в порівнянні з ЩМА-15 з волокном Viator 66.

Визначення коефіцієнта довготривалої водостійкості

Суть методу полягає у визначенні ступеня зниження міцності при стиску зразків асфальтобетонів під дією на них води протягом 15 діб порівняно зі зразками, витриманими на повітрі за температури $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

Зразки, що витримувались у воді та на повітрі, розміщували на перфорованих полицях та на відстані один від одного не менше ніж (10 ± 1) мм. Зразки, що випробовували після довготривалого водонасичення та після витримання на повітрі були однакового віку. Після закінчення 15 діб безпосередньо перед випробуванням водонасичені та неводонасичені зразки поміщали в ємність з температурою води $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$ та витримували протягом (60 ± 1) хв.. Після цього зразки видаляли з води, обтирали м'якою тканиною і визначали границю міцності при стиску.

За результатами випробувань з точністю до другого десяткового знака обчислили коефіцієнт водостійкості $K_{\text{вд}}$ після тривалого водонасичення за формулою:

$$K_{\text{вд}} = \frac{R_{\text{ст}}^{\text{вд}}}{R_{\text{ст}}^{20}}, \quad (3.2)$$

де $R_{\text{ст}}^{\text{вд}}$ – міцність при стиску при температурі $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ зразків після насичення водою протягом 15 діб, МПа;

$R_{\text{ст}}^{20}$ – міцність при стиску при температурі $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ зразків до насичення водою, МПа.

Коефіцієнти довготривалої водостійкості визначали на 7, 15, та 30 добу. Результати порівняльних досліджень довготривалої водостійкості ЩМА-15 приготвлених з різними домішками наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Коефіцієнти довготривалої водостійкості щебенево-мастикових асфальтобетонів

Доба тривалого водонасичення	ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з гумовою крихтою (0,61 % від мін. частини)	ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з волокном Viator 66 (0,4 % від мін. частини)
7	0,95	0,95
15	0,91	0,90
30	0,85	0,83

За отриманими результатами експериментальних досліджень коефіцієнти довготривалої водостійкості для ЩМА-15 з гумовою крихтою практично однакові з ЩМА-15 з волокном Viator 66.

3.4 Дослідження колієстійкості асфальтобетонів

Дослідження виконували шляхом циклічного прокочування навантаженого о gumленого колеса по поверхні асфальтобетонних зразків при наступних режимах: еквівалентне навантаження на колесо – 57,5 кН; максимальна кількість проходів колеса – 30 000, температура випробування – плюс 65 °С. Зразки з ЩМАС мають форму прямокутника з розмірами 30x15x7 см.

Результати порівняльних досліджень приведені на рисунку 3.4.

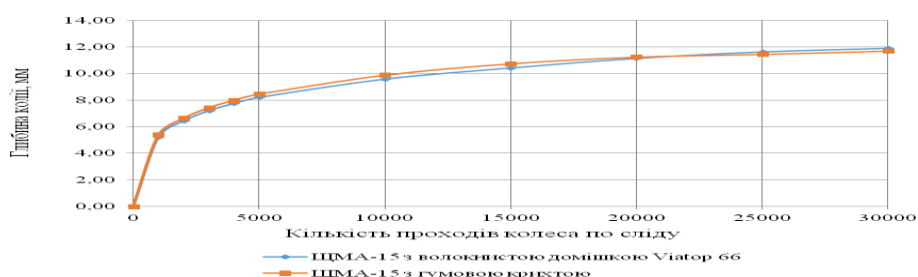


Рисунок 3.4 – Залежність глибини колії від кількості проходів колеса по одному сліду для досліджуваних зразків.

За отриманими результатами експериментальних досліджень можна зробити висновок, що колієстійкість ЩМА-15 з гумовою крихтою майже однакова, в порівнянні з ЩМА-15 з волокном Viator 66.

3.5 Дослідження розрахункових характеристик

Дослідження деформаційних і міцнісних характеристик щебенево-мастикових асфальтобетонів виконували за методами, прийнятими для оцінки властивостей бетонів на основі органічних в'язучих [5, 6].

Виготовлення зразків-балочок розміром 40×40×160 мм здійснювали в лабораторних умовах згідно [5, 6]. Зразки формували шляхом ущільнення щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші протягом 3 хвилин при відповідних ущільнюючих навантаженнях. Перед випробуванням зразки термостатували при заданій температурі протягом 2 години у водяній бані [5].

Міцність на розтяг при згині і модуль пружності при температурі від 0 °С до 20 °С визначали за результатами випробувань короткочасно діючими навантаженнями зразків-балочок розміром 40 × 40 × 160 мм, за наступною методикою.

Для проведення випробування згідно ВБН В.2.3-218-186-2004 використовували маятниковий прилад ДерждорНДІ.

Перед випробуванням зразки витримують протягом 2 годин при заданій температурі, яку підтримують і в процесі випробування.

Модуль пружності лабораторний визначали за формулою:

$$E_{л} = \frac{K_l K_t P l^3}{48 f J}, \quad (3.3)$$

де K_l , K_t – поправки, що визначаються за формулами 3.2 і 3.3;

P – вертикальне навантаження;

l – розрахунковий проліт балочки (0,14 м);

f – пружній прогин балочки;

J – момент інерції перетину зразка ($J=bh^3/12$, а b , h – ширина і висота балочки).

Якщо начіпна рамка вимірювального пристрою закріплена на торцях зразка

довжиною L , у розрахунки за формулою (3.3) уводиться поправка:

$$K_l = \frac{3L - l}{2l}. \quad (3.4)$$

При випробуванні з тривалістю навантаження t_n , що відрізняється від розрахункової $t_p = 0,1$ с, у розрахунки за формулою (3.3) вводили поправку:

$$K_t = \sqrt[3]{\frac{t_p}{t_n}}. \quad (3.5)$$

Для визначення короточасного модуля пружності випробовували не менше ніж три зразки. За значення модуля пружності приймали середнє арифметичне. Розбіжності між даними паралельних випробувань не перевищували 15 %.

Розрахунковий пружний прогин визначали за формулою:

$$f = f_{випр} - f_{дод}. \quad (3.6)$$

Спосіб підготування зразків до випробування на міцність при згині і схема їх навантаження ті самі, що і при випробуванні з метою визначення модуля пружності. Зразки випробовують на пресі Р-20 із швидкістю деформування 100 мм/хв при розрахунковій температурі асфальтобетону.

При згині одноразовим навантаженням межа міцності на розтяг визначалася за формулою:

$$R_{лаб} = \frac{3P_p l}{2bh^2} \quad (3.7)$$

Випробовували не менше, ніж три зразки. За нормативне приймали середнє арифметичне значення показника. Результати приведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Розрахункові характеристики досліджуваних щебенево-мастикових асфальтобетонів

Матеріал	Розрахункові характеристики	
	Модуль пружності, МПа	Міцність на розтяг при згині, МПа
Щебенево-мастиковий асфальтобетон виду ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з домішкою Viator 66, при розрахунковій температурі, °С:	3600	3,9
	2600	2,8
	1600	1,7
Щебенево-мастиковий асфальтобетон виду ЩМА-15 на бітумі БНД 60/90 з гумовою крихтою, при розрахунковій температурі, °С:	3600	3,9
	2475	2,7
	1440	1,6

За отриманими результатами досліджень можна зробити висновок, що ЩМА-15 з гумовою крихтою має достатньо близькі значення модуля пружності та границі міцності на розтяг при згині до ЩМА-15 на основі целюлозної волокнистої добавки.

3.6 Рекомендації щодо застосування гумової крихти

На основі проведених досліджень щодо впливу гумової крихти на властивості щебенево-мастикових асфальтобетонів розроблено технологічний регламент на приготування щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші, із використанням гумової крихти у якості стабілізуючої добавки та влаштування верхнього шару дорожнього покриття з її використанням .

ВИСНОВКИ

1. Отримані результати досліджень вказують на те, що збільшення концентрації гумової крихти у складі ЩМА викликає зміну показників водонасичення та стікання в'язучого. При оптимальному вмісті гумової крихти у складі ЩМА він відповідає вимогам чинного стандарту.

2. За показниками фізико-механічних властивостей, найбільш наближеними до щебенево-мастикового асфальтобетону ЩМА-15, приготовленого з використанням волокнистої домішки Viator-66 у кількості 0,4 % від маси мінеральної частини, є ЩМА-15 з гумовою крихтою у кількості 0,61 % від маси мінеральної частини.

3. Результати виконаних досліджень показують, що щебенево-мастикові асфальтобетони різних гранулометричних складів виготовлені з використанням волокнистої домішки Viator-66 та гумової крихти майже не відрізняються за показниками фізико-механічних властивостей, тривалою водо– та морозостійкістю, колієстійкістю та розрахунковими характеристиками. Гумова крихта може використовуватись як замітник волокнистих целюлозних добавок при приготуванні щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови. – Чинний від 01.04.2016.
2. Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-75-98. – [Чинний від 1999-01-01]. – К. : Держбуд України, 1999. – 14 с. – (Державний стандарт України).
3. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-32-95. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держкоммістобудування України, 1996. – 13 с. – (Державний стандарт України).
4. Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-121-2014. – [Чинний від 2014-27-05]. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 12 с. – (Державний стандарт України).
5. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань: – [Чинний від 2017 – 04 – 01]. – К.: Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості, 2017. – 71 с. – (Державний стандарт України).
6. ВБН В.2.3-218-186-2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. К.: Укравтодор, 2004. – 176 с. – Чинний від 01.01.2005.
7. Кирюхин Г.Н. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. / Г.Н. Кирюхин, Е.А. Смирнов. – М.: ООО «Издательство "Элит"», 2009. – 176 с.
8. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний: ДСТУ Б В.2.7-119-2011. – [Чинний від 2012-10-01]. – К. : Держбуд України, 2011. – 44 с. – (Державний стандарт України).
9. Лунева Г.И. Старые шины – и опасный и полезный вид отходов // Рециклинг отходов. – 2008. – № 1 (13), – С. 2-10.

10. Костин В. И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. Учебное пособие. / В. И. Костин. – Н. Новгород: издание ННГАСУ, 2009. – 65 с.

11. Смирнов Е. В. Щебеночно-мастичный асфальтобетон / Е.В. Смирнов // Автомобильные дороги. – 2001, – №11.

12. Руденский А.В. Обеспечение эксплуатационной надежности дорожных а/б покрытий-М.Транспорт, 1975 Слепая Б.М., Питецкий Ю.Н., Гезенцевей Л.Б. Исследования некоторых свойств асфальтобетона с добавками резины. // Труды СоюздорНИИ. – Вып. 34. – Москва. – 1969. – С. 83-90.