https://doi.org/10.36100/dorogimosti2020.22.187

УДК 625.745.1:691

Онищенко А. М.[1], *д-р техн. наук, доц., https://orcid.org/0000-0002-1040-4530*
Зеленовський В. А.[2], *https://orcid.org/0000-0001-5834-5456*

[1] *Національний транспортний університет (НТУ), м. Київ, Україна*
[2] *Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДІ»), м. Київ, Україна*

ВСТАНОВЛЕННЯ СКЛАДУ ЕПОКСИАСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В ЯКОСТІ ТОНКОШАРОВОГО ПОКРИТТЯ НА МОСТАХ

Анотація

Вступ. У цій роботі представлені результати аналізу світового та вітчизняного досвіду, теоретичних і практичних досліджень з оцінки впливу термореактивних добавок на основні показники бітуму та фізико-механічні властивості асфальтобетонів. Встановлено оптимальні склади асфальтобетонів з підвищеними фізико-механічними властивостями для їх застосування в якості тонкошарових покриттів на автодорожніх мостах. Приділено увагу технології приготування епоксиасфальтобетонів при різних способах введення епоксискладових.

Проблематика. Підвищення якості будівництва, ремонту та реконструкції автодорожніх мостів лежить в основі Національної програми відновлення мостів та «Великого будівництва», а також Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018 — 2022 роки.

Реалізація цих програм передбачає довгострокове планування завдань і заходів щодо відновлення та розвитку мережі автомобільних доріг, мостів, шляхопроводів та інших транспортних споруд з відповідною дорожньою інфраструктурою на підставі чинних будівельних норм та стандартів, в яких обов'язково повинен враховуватись європейський та світовий досвід застосування сучасних технологій та матеріалів [1].

Забезпечення підвищеної колієстійкості, міцності та тріщиностійкості покриттів на автодорожніх мостах на сьогодні є однією з найважливіших проблем, що стоять перед науковцями та дорожниками України. Актуальним завданням стає підвищення експлуатаційних характеристик цих покриттів з метою продовження їх строку служби та мінімізації періодичності виконання ремонтних робіт, які особливо на мостах викликають великі труднощі та потребують значних додаткових витрат.

Мета роботи. Використання асфальтобетонної суміші модифікованої епоксискладовими в якості покриття на ортотропній або залізобетонній плиті проїзної частини мосту, як однин із способів зниження затрат на його експлуатаційне утримання. Мостове покриття зазначеного типу повинно дозволити протягом тривалого періоду після введення в експлуатацію, підтримувати низькі витрати на ремонт, що в свою чергу, дозволить істотно скоротити витрати на утримання мостів.

Не має сумнівів, що при застосуванні епоксиасфальтобетону в якості тонкошарового мостового покриття ми отримаємо міцну, гнучку поверхню, стійку до утворення тріщин та колійності. Однак, це ще не досить досліджений матеріал для можливого його широкого застосування, оскільки він потребує особливого підходу до встановлення складу та технології його приготування.

Для досягнення зазначеної мети проведено комплекс дослідних робіт:
– підбір зернового складу епоксиасфальтобетонної суміші;
– визначення життєздатності епоксиасфальтобетонної суміші;
– порівняльний аналіз впливу затверджувачів на властивості епоксиасфальтобетону;
– визначення впливу вмісту термореактивних модифікаторів на властивості асфальтобетону.

Матеріали та методи. Асфальтобетонна суміш з використанням термореактивних модифікаторів для її застосування в якості тонкошарового покриття на ортотропній або залізобетонній плиті проїзної частини мосту.

Результати. Проведено аналітичний огляд вітчизняного досвіду та досвіду інших країн щодо покращення якості покриттів на автодорожніх мостах, підвищення їх довговічності, а також вдосконалення економічної ефективності при застосуванні епоксиасфальтобетонних сумішей. Проведено комплексні дослідження з встановлення їх оптимального складу.

Висновки. Застосування тонкошарового покриття на ортотропній або залізобетонній плиті проїзної частини мосту з епоксиасфальтобетонної суміші потребує особливої уваги при встановленні оптимального підбору її складу та технології приготування. Особливу увагу також необхідно приділяти, з метою забезпечення необхідної життєздатності епоксиасфальтобетонної суміші, застосуванню потрібного затверджувача, який максимально ефективно впливатиме на її властивості, визначенню необхідної кількості термореактивних модифікаторів і визначенню тривалості затвердівання залежно від температури.

Ключові слова: асфальт, бітум, епоксиасфальтобетон, епоксиасфальтобетонна суміш, епоксидна смола, міст, покриття.

Вступ

Безпеку та комфорт руху по мосту має забезпечувати якісне дорожнє покриття. На мостах дорожнє покриття влаштовують на ортотропній або залізобетонній плиті, яка деформується під дією колісного навантаження та впливає на його роботу. Практика показує, що строк служби дорожнього покриття на мосту становить близько 5 років, що в рази менше передбачуваного строку служби (15 років і більше). Зазвичай після першого року експлуатації в дорожньому покритті з'являються поздовжні тріщини. На мостах дорожнє покриття укладають на плиту проїзної частини, яка сприймає навантаження від транспорту, який рухається, а значить і деформується між головними балками прогонової будови. Тому виникнення найбільш поширених дефектів у вигляді тріщин може відбуватись переважно зверху вниз при негативному згинальному моменті в дорожньому покритті, що виникає над стінками головних балок [2].

У зв'язку з недосконалою роботою дорожнього покриття на мостах з щільного асфальтобетону (поява тріщин у верхньому шарі дорожнього одягу, порушення зчеплення між шарами тощо) останнім часом застосовують більш сучасні типи асфальтобетону (щебенево-мастиковий або литий асфальтобетон) [3]. Застосування таких типів асфальтобетону дозволяє зменшити ризик виникнення тріщин внаслідок їх кращої роботи на розтяг при згині. Таким чином, є можливість значно зменшити товщину дорожнього покриття, що в свою чергу, зменшить навантаження на конструкцію мосту.

На теперішній час активне застосування тонкошарових покриттів на основі синтетичних смол стримується недостатнім досвідом їх експлуатації та відсутністю методик встановлення їх складу та приготування.

Виклад основного матеріалу

Визначення складу епоксиасфальтобетонних сумішей

Для встановлення складу епоксиасфальтобетонних сумішей для їх застосування в якості тонкошарового покриття на мостах проведено комплекс досліджень. Під час їх виконання використовувались такі вихідні матеріали [4]:

– бітум нафтовий дорожній в'язкий марки БНД 60/90;
– дизельне паливо;
– затверджувач епоксидної смоли Л-19;
– затверджувач епоксидної смоли І-6М;
– затверджувач епоксидної смоли МТНРА;
– епоксидну смола LE 826;
– пісок із відсівів подрібнення гірських порід;
– мінеральний порошок.

Для приготування епоксиасфальтобетонної суміші підібрано гранулометричний склад мінеральної частини гарячого дрібнозернистого асфальтобетону типу Г. Результати підбору наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Підбір зернового складу асфальтобетонної суміші

Мінеральний матеріал	Вміст мінеральних зерен в суміші за масою, %	Вміст за масою, % мінеральних зерен, дрібніших даного розміру, мм							
		10,0	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Зерновий склад вихідних матеріалів									
Пісок із відсівів подрібнення	–	100,00	95,38	65,27	42,25	23,62	11,48	4,10	0,80
Мінеральний порошок	–	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,90	98,00	83,20
Підібраний зерновий склад мінеральної частини асфальтобетону									
Пісок із відсівів подрібнення	88	88,00	83,93	57,44	37,18	20,79	10,10	3,61	0,70
Мінеральний порошок	12	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	11,99	11,76	9,98
Повні проходи через сита	100	100,00	95,93	69,44	49,18	32,79	22,09	15,37	10,69
Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119 (повні проходи)	100	100	100–95	83–68	67–45	50–28	35–18	11–24	8–16

Приготування епоксиасфальтобетонних сумішей здійснювали із дотриманням стандартної послідовності технологічних операцій згідно з ДСТУ Б В.2.7-319, але із варіативністю нижче наведених технологій [4].

1 технологія — епоксискладові вводять безпосередньо в готову асфальтобетонну суміш.

Розрідження бітуму виконували в такій послідовності:

– нагрівання вихідного бітуму до температури 140 °С;

– поступове введення дизельного палива в нагрітий бітум при постійному механічному перемішуванні;

– перемішування бітуму з дизельним паливом упродовж 60 хв за температури 140 °С.

2 технологія — асфальтобетонну суміш готують на епоксибітумному в'яжучому.

Модифікацію бітуму епоксискладовими виконували в наступній послідовності:

– нагрівання вихідного бітуму до температури 140 °С;

– поступове введення дизельного палива в нагрітий бітум при постійному механічному перемішуванні;

– перемішування бітуму з дизельним паливом упродовж 60 хв за температури 140 °С.

– охолодження розрідженого бітуму до температури 90 °С;

– поступове введення затверджувача при постійному механічному перемішуванні;

– перемішування в'яжучого із затверджувачем упродовж 60 хв за температури 90 °С;

– поступове введення епоксидної смоли при постійному механічному перемішуванні;

– перемішування в'яжучого з епоксидною смолою впродовж 10 хв за температури 90 °С.

3 технологія — асфальтобетонну суміш готують на двох в'яжучих, перше в'яжуче вміщує затверджувач, а друге — епоксидну смолу.

Підготовку в'яжучих виконували у такій послідовності:

– нагрівання вихідного бітуму до температури 40 °С;

– поступове введення дизельного палива в нагрітий бітум при постійному механічному перемішуванні;

– перемішування бітуму з дизельним паливом упродовж 60 хв за температури 140 °С.

– охолодження розрідженого бітуму до температури 90 °С та його поділ на дві частини;

– поступове введення затверджувача при постійному механічному перемішуванні в одну з частин розрідженого бітуму;

– перемішування першої частини розрідженого бітуму із затверджувачем упродовж 60 хв за температури 90 °С;

– поступове введення епоксидної смоли при постійному механічному перемішуванні в другу частину розрідженого бітуму;

– перемішування другої частини розрідженого бітуму з епоксидною смолою впродовж 10 хв за температури 90 °С.

Співвідношення (епоксидна смола — затверджувач) при використанні затверджувача Л-19 та МТНРА становило 100:80, при І-6М – 150:100.

Об'єктами дослідження були:

– асфальтобетон на вихідному бітумі марки БНД 60/90;

– асфальтобетон на розрідженому бітумі;

– епоксиасфальтобетони із затверджувачем Л-19, із загальним вмістом епоксискладових 10,0 % від маси бітуму, отримані за усіма технологіями;

– епоксиасфальтобетони із затверджувачем Л-19, із загальним вмістом епоксискладових 5,0 %, 10,0 % та 20,0 % від маси бітуму, отримані за третьою технологією;

– епоксиасфальтобетони із затверджувачами Л-19, І-6М та МТНРА, із загальним вмістом епоксискладових 10,0 % від маси бітуму, отримані за третьою технологією.

Визначення життєздатності епоксиасфальтобетонних сумішей

Життєздатність суміші визначають її рухливістю та ущільнюваністю. Показником, що характеризує ущільнення асфальтобетонної суміші – є густина отриманих з неї асфальтобетонів. Із зростанням ущільнення збільшується густина асфальтобетону. За рівних умов ущільнюваність

суміші та густина асфальтобетону залежать від в'язкості в'яжучого. У свою чергу збільшення в'язкості призводить до зменшення густини асфальтобетону [4].

При визначенні життєздатності епоксиасфальтобетонних сумішей в якості затверджувача було використано Л-19. Епоксиасфальтобетонні суміші отримували за трьома технологіями. Результати випробувань наведено на рис. 1 та рис. 2.

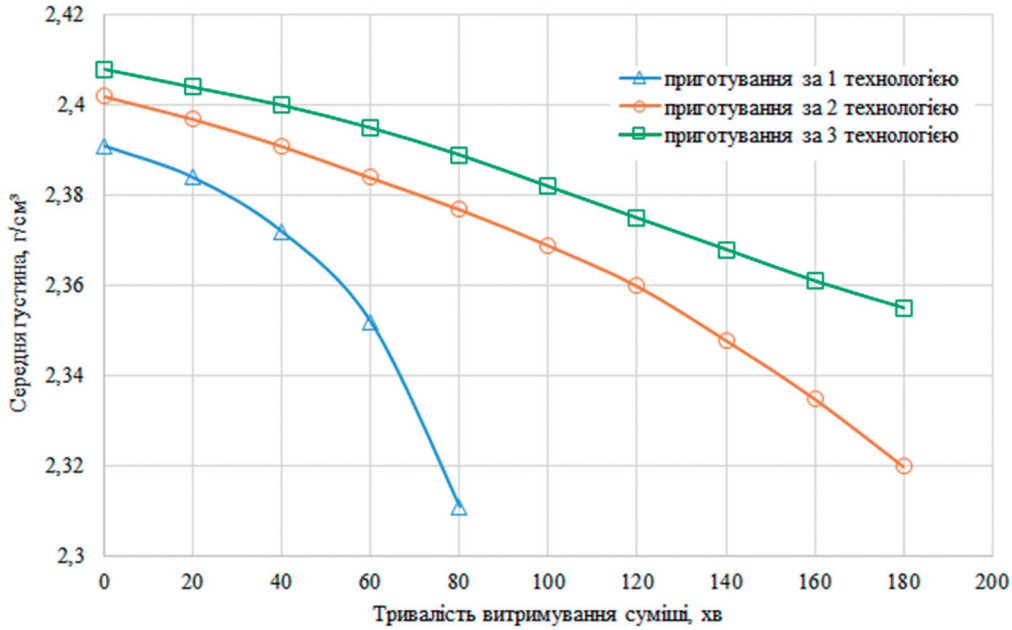


Рисунок 1 — Середня густина епоксиасфальтобетонів отриманих за різними технологіями

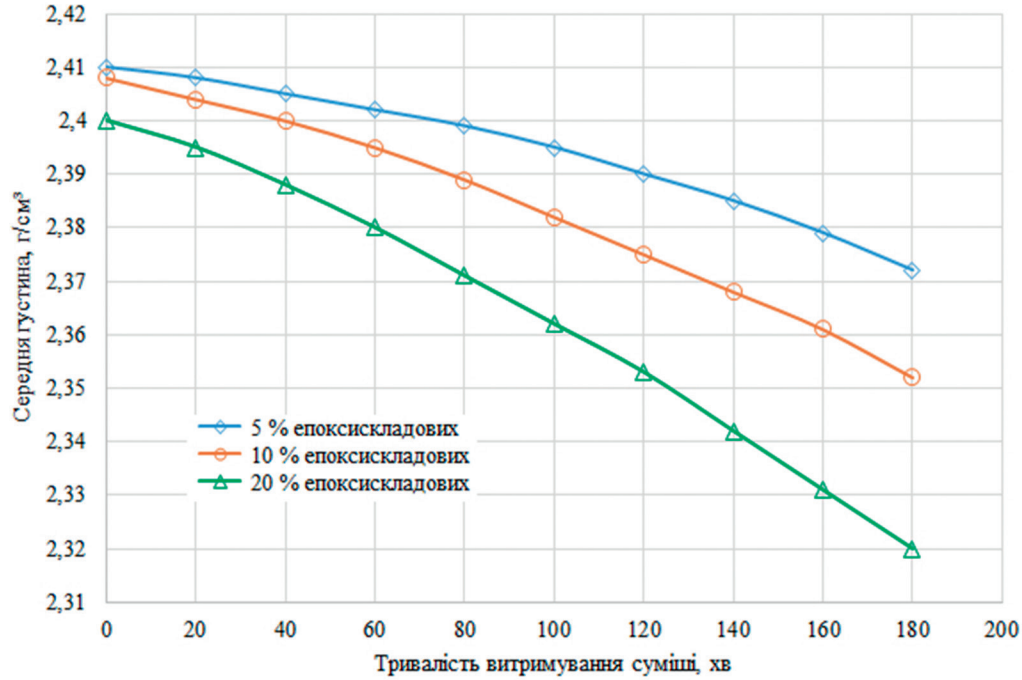


Рисунок 2 — Середня густина епоксиасфальтобетонів із різним вмістом епоксискладових отриманих за 3 технологією

Результати випробувань свідчать, що середня густина епоксиасфальтобетонів отриманих за першою технологією вже після 60 хв витримування епоксиасфальтобетонних сумішей за температури ущільнення знижується з 2,391 г/см³ до 2,352 г/см³. Збільшення тривалості витримування епоксиасфальтобетонних сумішей призводить до утворення в суміші грудок і неможливості її якісного ущільнення.

У той же час, епоксиасфальтобетони отримані за другою технологією аналогічну середню густину мають через 130 хв від їх приготування, а за третьою технологією – більше ніж через 180 хв. Таким чином, найбільш ефективною технологією приготування епоксиасфальтобетонних сумішей є третя. Тому в подальшому приготування епоксиасфальтобетонів здійснювали саме за цією технологією.

Життєздатність епоксиасфальтобетонних сумішей зменшується по мірі збільшення в них епоксискладових. Так, при практично однакових початкових значеннях середньої густини епоксиасфальтобетонів з різним вмістом епоксискладових, середня густина епоксиасфальтобетонів, отриманих після 180 хв витримування сумішей суттєво відрізняється. Епоксиасфальтобетон з 5,0 % епоксискладових має середню густину 2,372 г/см³, з 10,0 % епоксискладових — 2,355 г/см³, а з 20,0 % епоксискладових — 2,320 г/см³. У подальшому приготування епоксиасфальтобетонних зразків виконується впродовж часу, що не перевищує 30 хв після приготування епоксиасфальтобетонних сумішей.

Вплив затверджувачів на властивості епоксиасфальтобетону

Для порівняльного аналізу прийняті епоксиасфальтобетони із затверджувачами Л-19, І-6М та МТРНА. Загальний вміст епоксискладових становив 10 %. Випробування епоксиасфальтобетонів виконували через 28 діб після приготування. Результати випробувань епоксиасфальтобетонів на рис. 3.

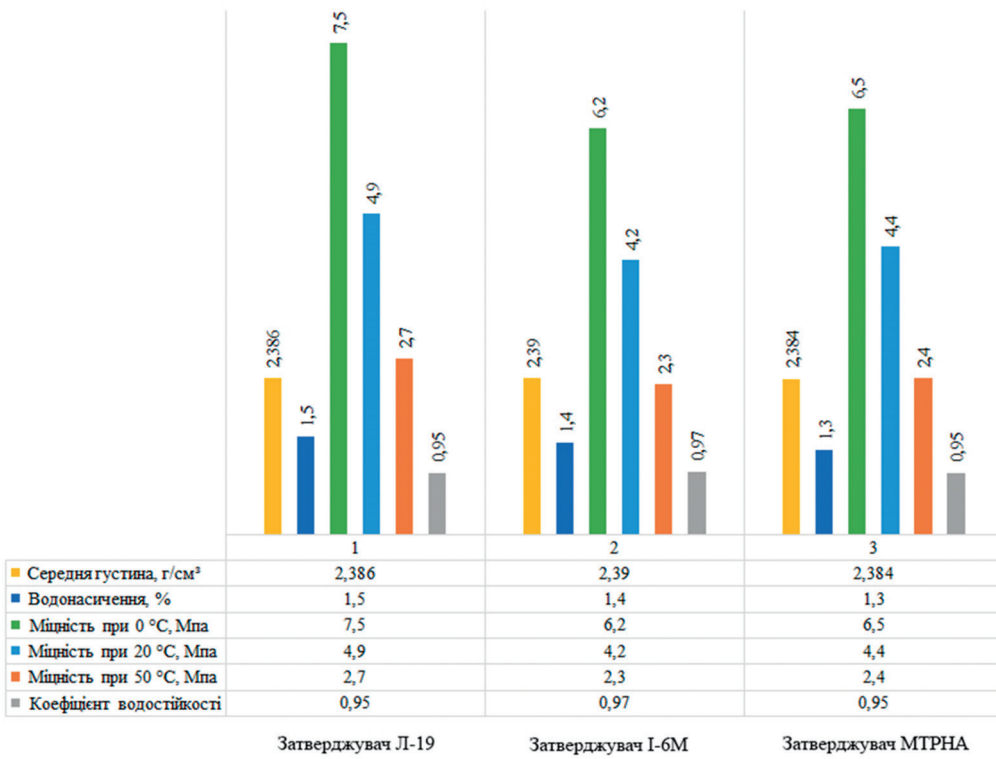


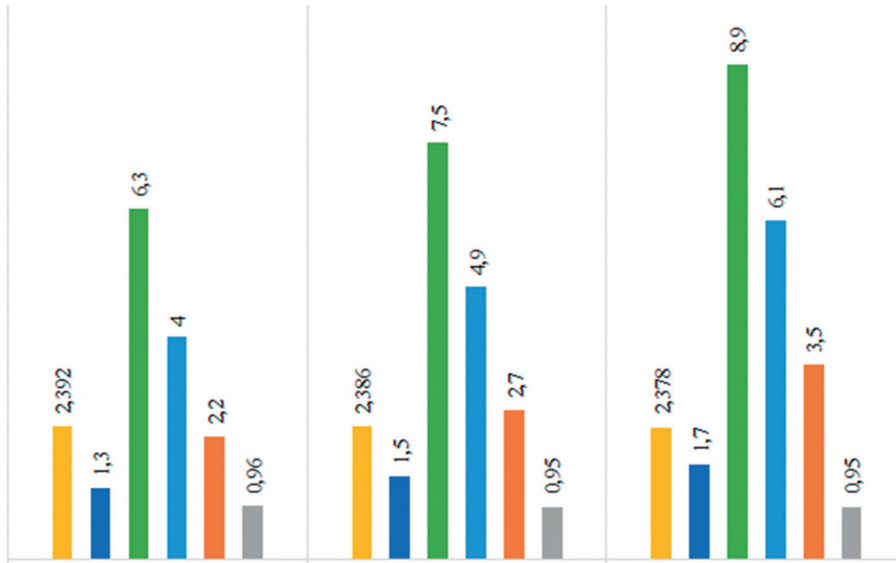
Рисунок 3 — Результати випробувань епоксиасфальтобетонів із різними затверджувачами

Результати випробувань показали, що усі епоксиасфальтобетони незалежно від марки затверджувача мають близькі значення коефіцієнта водостійкості, значення середньої густини та водонасичення.

У той же час, характеристики міцності епоксиасфальтобетонів суттєво відрізняються. Найбільшу міцність за всіх температур випробування має епоксиасфальтобетон із затверджувачем Л-19. Найменшу міцність мають епоксиасфальтобетони із затверджувачем І-6М, а епоксиасфальтобетони із затверджувачем МТРНА займають проміжне положення та є більш близькими до епоксиасфальтобетонів із затверджувачем І-6М.

Вплив вмісту термореактивних модифікаторів на властивості асфальтобетону

Для дослідження впливу вмісту термореактивних модифікаторів на властивості епоксиасфальтобетону, в якості затверджувача було використано Л-19. Вміст епоксискладових становив 5,0 %, 10,0 % та 20,0 %. Епоксиасфальтобетони випробовували після їх витримування за температури навколишнього середовища впродовж 28 діб [4]. Результати випробувань епоксиасфальтобетонів із різним вмістом термореактивних модифікаторів наведені на рис. 4.



	1	2	3
Середня густина, г/см³	2,392	2,386	2,378
Водонасичення, %	1,3	1,5	1,7
Міцність при 0 °С, МПа	6,3	7,5	8,9
Міцність при 20 °С, МПа	4	4,9	6,1
Міцність при 50 °С, МПа	2,2	2,7	3,5
Коефіцієнт водостійкості	0,96	0,95	0,95

Рисунок 4 **—** Результати випробувань епоксиасфальтобетонів із різним вмістом епоксискладових

Згідно з результатами випробування збільшення вмісту епоксискладових призводить до зниження середньої густини епоксиасфальтобетону. При вмісті 5,0 % епоксискладових середня густина епоксиасфальтобетону становить 2,392 г/см³. При збільшенні вмісту епоксискладових до 10 % середня густина знижується до 2,386 г/см³, а при збільшенні до 20 % знижується до 2,378 г/см³.

Поряд із зниженням середньої густини відбувається зростання водонасичення. Епоксиасфальтобетон з 5,0 % епоксискладових має водонасичення 1,3 %, з 10 % та 20 % відповідно 1,5 % та 1,7 %.

Зі збільшенням вмісту епоксискладових підвищується міцність епоксиасфальтобетону. За температури 0 °С епоксиасфальтобетон з 5,0 % епоксискладових має міцність 6,3 МПа. При збільшенні вмісту епоксискладових до 10 % міцність зростає до 7,5 МПа, а при 20 % епоксискладових — до 8,9 МПа. Слід зазначити, що в усьому діапазоні вмісту епоксискладових міцність за температури 0 °С відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-119.

Із збільшенням вмісту епоксискладових також спостерігається зростання міцності епоксиасфальтобетону за температури 20 °С. За даної температури епоксиасфальтобетон з 5,0 % епоксискладових має міцність 4,0 МПа. При збільшенні вмісту епоксискладових до 10 % міцність зростає до 4,9 МПа, а при 20 % — до 6,1 МПа.

Найбільш інтенсивно із збільшенням вмісту епоксискладових зростає міцність епоксиасфальтобетонів за температури 50 °С. Якщо міцність епоксиасфальтобетону з 5,0 % епоксискладових становить 2,2 МПа, то при збільшенні вмісту епоксискладових до 10 % вона зростає до 2,7 МПа, а при 20 % — до 3,5, МПа.

Вміст епоксискладових в епоксиасфальтобетоні практично не впливає на його водостійкість. Епоксиасфальтобетон з 5 % епоксискладових має коефіцієнт водостійкості 0,96, а епоксиасфальтобетон з 10 % та 20 % епоксискладових — 0,95.

Висновки

На основі проведеного комплексу досліджень та аналітичного огляду світового та вітчизняного досвіду застосування епоксиасфальтобетонного покриття на автодорожніх мостах можна зробити впевнений висновок, що використання термореактивних добавок в якості модифікаторів бітуму дозволяє значно покращити його властивості, а отже і властивості асфальтобетонів на його основі [5]. Застосування такого покриття потребує особливої уваги при визначенні оптимального складу та технології приготування.

Методика визначення складу епоксиасфальтобетонного покриття базується на проведенні таких робіт:

– визначення життєздатності епоксиасфальтобетонної суміші;
– визначення впливу затверджувачів на властивості епоксиасфальтобетону;
– визначення впливу вмісту термореактивних добавок на властивості асфальтобетону.

Отримані дані проведених досліджень дозволяють виконувати оптимальний підбір складу епоксиасфальтобетонних сумішей із урахуванням варіації температур і вмісту епоксискладових для досягнення найкращих їх технічних характеристик.

Список літератури

1. Постанова від 21 березня 2018 р. № 382 Про затвердження Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування державного значення на 2018 – 2022 роки. Київ, 2018. (Інформація та документація).

2. Онищенко А. М. Наукові основи підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колії на автодорожніх мостах : автореферат дис. … док. техн. наук. Київ, 2017. 37 с. URL: https://u.to/C785GQ (дата звернення : 13.07.2020).

3. Кожушко В.П., Бильченко А.В., Кислов А.Г., Бережная Е.В., Безбабичева О.И,

Бугаевский С.А., Краснов С.Н., Краснова Е.С. Повышение долговечности автодорожных мостов : монографія (Підвищення довговічності автодорожніх мостів). Харьков, 2016. 236 с. (Інформація та документація).

4. Кіщинський С.В., Копинець І.В. Провести дослідження та розробити енерго та ресурсозберігаючі технології влаштування довговічних дорожніх покриттів з використанням термореактивних модифікаторів асфальтобетону з епоксискладовою : Звіт про науково-дослідну роботу. Київ, 2018. 122 с.

5. Онищенко А.М. Підвищення довговічності асфальтобетонних шарів за рахунок використання полімерних латексів : автореферат дис. … канд. тех. наук. Київ, 2008. 19 с. URL: https://u.to/xEIhFg (дата звернення: 13.07.2020).

6. Peijun Xu, Peiliang Cong, Huan Ye, Shuanfa Chen. Modification of Epoxy Asphalt by Hyperbranched Polyester (Модифікація епоксидного асфальту гіперрозгалуженим поліестером). *Advanced Materials Research*. Switzerland, 2013. Vol. 716. P. 379-382. URL: https://u.to/h9ktFg (дата звернення: 15.07.2020).

7. Невінгловський В.Ф. Методи розрахунку залишкового ресурсу асфальтобетонного покриття на транспортних спорудах : автореферат дис. … канд. тех. наук. Київ, 2015. 20 с.

8. Alabaster D., Herrington P.R., Waters J. Ultra long life low noise porous asphalt (Влаштування асфальтобетонних покриттів з низьким рівнем шуму). *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2012. Vol. 131, Issue 4. 3225 p. URL: https://u.to/7-EtFg (дата звернення: 22.07.2020).

9. Yang Kang, Mingyu Song, Liang Pu, Tingfu Liu. Rheological behaviors of epoxy asphalt binder in comparison of base asphalt binder and SBS modified asphalt binder (Реологічна поведінка епоксидного асфальтового в'яжучого у порівнянні із звичайним асфальтовим в'яжучим та модифікованим асфальтовим в'яжучим SBS). *Construction and Building Materials*. Hong Kong. 2015. P. 12-18. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.020 (дата звернення: 20.07.2020).

10. ДСТУ 4044-2001 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови. Київ, 2001. 15 с. (Інформація та документація).

11. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. Київ, 2012. 59 с. (Інформація та документація).

12. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань. Київ, 2016. 64 с. (Інформація та документація).

13. СОУ 45.2-00018112-057:2010 Асфальтобетонні суміші та асфальтобетон на основі модифікованих полімерами бітумів. Київ, 2010. 15 с. (Інформація та документація).

References

1. Postanova vid 21 bereznya 2018 r. № 382 Pro zatverdzhennya Derzhavnoyi tsilovoyi ekonomichnoyi prohramy rozvytku avtomobilnykh dorih zahalnoho korystuvannya derzhavnoho znachennya na 2018 – 2022 roky (Resolution № 382 On approval of the State target economic program for the development of public roads of state importance for 2018 – 2022). Kyiv, 2018 (Information and documentation) [in Ukrainian].

2. Onyshchenko A. M. Scientific basis for improving the stability of asphalt concrete pavement to the formation of a track on road bridges (Naukovi osnovy pidvyshchennia stiikosti asfaltobetonnoho pokryttia do utvorennia kolii na avtodorozhnikh mostakh) : avtoref. dys. … Doctor of Engineering Sciences. Kyiv, 2017. 37 p. URL: https://u.to/C785GQ (Last accessed: 13.07.2020) [in Ukrainian].

3. Kozhushko V.P., Bylchenko A.V., Kyslov A.H., Berezhnaya E.V., Bezbabycheva O.Y, Buhaevskyy S.A., Krasnov S.N., Krasnova E.S. Povyshenye dolhovechnosty avtodorozhnykh mostov (Increasing the durability of road bridges) : Monograph. Kharkov, 2016. 236 p. [in Ukrainian].

4. Kishchinsky S. V., Kopinets I. V. Provesty doslidzhennya ta rozrobyty enerho ta resursozberihayuchi tekhnolohiyi vlashtuvannya dovhovichnykh dorozhnikh pokryttiv z vykorystannyam termoreaktyvnykh modyfikatoriv asfaltobetonu z epoksyskladovoyu (Conducting research and developing energy and resource-saving technologies for the construction of durable pavements using thermosetting modifiers of asphalt concrete with epoxy component) : Zvit pro naukovo-doslidnu robotu. Kyiv, 2018. 122 p. [in Ukrainian].

5. Onyshchenko A. N. Pidvyshchennia dovhovichnosti asfaltobetonnykh shariv za rakhunok vykorystannia polimernykh lateksiv (Increase of longevity of asphalt - concrete's layers for an account the use of polymeric latexes : dissertation for a scientific degree Candidate Engineering Sciences. Kyiv, 2008. 19 p. URL: https://u.to/xEIhFg (Last accessed: 13.07.2020) [in Ukrainian].

6. Peijun Xu, Peiliang Cong, Huan Ye, Shuanfa Chen. Modification of Epoxy Asphalt by Hyperbranched Polyester. *Advanced Materials Research*. Switzerland, 2013. Vol. 716. P. 379-382. URL: https://u.to/h9ktFg (Last accessed: 15.07.2020) [in English].

7. Nevinhlovskyy V. F. Metody rozrakhunku zalyshkovoho resursu asfaltobetonnoho pokryttya na transportnykh sporudakh (Methods of calculation of residual resource of asphalt concrete cover on transport structures) : dissertation for a scientific degree Candidate Engineering Sciences. Kyiv, 2015. 20 p. [in Ukrainian].

8. Alabaster D., Herrington P.R., Waters J. Ultra long life low noise porous asphalt. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2012. Vol. 131, Issue 4. 3225 p. URL: https://u.to/7-EtFg (Last accessed: 22.07.2020) [in English].

9. Yang Kang, Mingyu Song, Liang Pu, Tingfu Liu. Rheological behaviors of epoxy asphalt binder in comparison of base asphalt binder and SBS modified asphalt binder. Construction and Building Materials. Hong Kong. 2015. P. 12-18. DOI: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.12.020 (Last accessed: 13.07.2020) [in English].

10. DSTU 4044-2001 Bitumy naftovi dorozhni v″yazki. Tekhnichni umovy (State Standard of Ukraine (DSTU 4044-2001) Bitumens are oil road bindings. Specifications). Kyiv, 2001. 15 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

11. DSTU B V.2.7-119:2011 Sumishi asfal′tobetonni i asfal′tobeton dorozhniy ta aerodromnyy. Tekhnichni umovy (State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-119:2011) Mixtures of asphalt and asphalt road and airfield. Specifications). Kyiv, 2012. 59 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

12. DSTU B V.2.7-319:2016 Sumishi asfal′tobetonni i asfaltobeton dorozhniy ta aerodromnyy. Metody vyprobuvan (State Standard of Ukraine (DSTU B V.2.7-319:2016) Mixtures of asphalt and asphalt road and airfield. Test methods). Kyiv, 2016. 64 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

13. SOU 45.2-00018112-057:2010 Asfaltobetonni sumishi ta asfaltobeton na osnovi modyfikovanykh polimeramy bitumiv (Standard of organization of Ukraine (SOU 45.2-00018112-057:2010) Asphalt mixes and asphalt concrete based on polymer modified bitumen). Kyiv, 2010. 15 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

Artur Onyshchenko[1], *D.Sc., Associate Prof., https://orcid.org/0000-0002-1040-4530*
Volodymyr Zelenovskyi[2], *https://orcid.org/0000-0001-5834-5456*

[1] *National Transport University, Kyiv, Ukraine*
[2] *M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise – DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine*

DETERMINATION OF THE COMPOSITION OF EPOXY ASPHALT CONCRETE MIXTURES FOR THEIR APPLICATION AS A THIN-LAYER COATING ON ROAD BRIDGES

Abstract

Introduction. This paper presents the results of the analysis of world and domestic experience, theoretical and practical research to assess the impact of thermosetting additives on the main indicators of bitumen and physical and mechanical properties of asphalt concrete. The optimal compositions of asphalt concrete with increased physical and mechanical properties for their use as thin-layer coatings on road bridges have been established. Attention is also paid to the technology of preparation of epoxy asphalt concrete with different methods of introduction of epoxy components.

Problem Statement. Ensuring increased track resistance, strength and crack resistance of pavements on road bridges today is one of the most important problems facing scientists and road workers in Ukraine. An urgent task is to improve the performance of these coatings in order to extend their service life and minimize the frequency of repair work, which, especially on bridges, cause great difficulties and require significant additional costs.

Objective. There is no doubt that when using epoxy asphalt concrete as a thin-layer pavement, we get a strong, flexible surface, resistant to cracking and rutting. However, this is not yet a sufficiently researched material for its possible wide application, as it requires a special approach to the establishment of the composition and technology of its preparation.

Materials and methods. Asphalt concrete mixture using thermosetting modifiers for its use as a thin-layer coating on orthotropic or reinforced concrete slab of the carriageway of the bridge.

Results. An analytical review of domestic experience and the experience of other countries to improve the quality of pavements on road bridges, increase their durability, as well as improve economic efficiency in the use of epoxy-asphalt mixtures. Comprehensive studies have been conducted to establish their optimal composition.

Conclusions. The application of a thin-layer coating on an orthotropic or reinforced concrete slab of the carriageway of the bridge made of epoxy-asphalt-concrete mixture requires special attention in establishing the optimal selection of its composition and cooking technology. Particular attention should be paid to ensure the required viability of the epoxy-asphalt mixture, the use of the desired hardener, which affects its properties, determining the required number of thermosetting modifiers, determining the duration of curing depending on temperature.

Keywords: asphalt, bitumen, epoxy asphalt, epoxy asphalt concrete, epoxy resin, bridge, pavement.