

# АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ



УДК 625.85

- © В.К. Жданюк, докт. техн. наук, професор,
- © Д.Ю. Костін,
- © І.В. Ничипорчук (ХНАДУ)
- © Р.С. Гураль, директор (ТзОВ “Пролог ТД”)

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВОК “SASOBIT” ТА “ТОРТЕХ В”, ЯК МОДИФІКАТОРІВ БІТУМУ, НА ВЛАСТИВОСТІ ЩЕБЕНЕВО- МАСТИКОВОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ

*Анотація.* Наведено результати експериментальних досліджень впливу добавок “Sasobit” та “Tortex B” на фізико-механічні властивості бітуму та щебенево-мастикового асфальтобетону.

*Ключові слова:* щебенево-мастиковий асфальтобетон, бітум, модифікуючі добавки, теплостійкість, міцність.

*Аннотация.* Приведены результаты экспериментальных исследований влияния добавок “Sasobit” и “Tortex B” на физико-механические свойства битума и щебеночно-мастичного асфальтобетона.

*Ключевые слова:* щебеночно-мастичный асфальтобетон, битум, модифицирующие добавки, теплоустойчивость, прочность.

*Annotation.* The research results of influence of additives “Sasobit” and “Tortex B” on physical and mechanical properties of bitumen and stone mastic asphalt are described.

*Key words:* stone mastic asphalt, bitumen, modifying additives, heat resistance, strength.

### Вступ

На сьогодні як найбільш довговічні та стійкі до транспортних і кліматичних навантажень зарекомендували себе щебенево-мастикові асфальтобетонні покриття дорожніх одягів. Відомо також [1 – 4], що подальшого підвищення довговічності асфальтобетонних шарів дорожніх одягів можливо досягти введенням до складу нафтових дорожніх бітумів або асфальтобетонних сумішей модифікуючих добавок (полімери, латекси, поверхнево-активні речовини, природні бітуми, низькомолекулярні модифікатори, полімерна фібра тощо). Модифікація бітумів забезпечує їм підвищену теплостійкість та адгезійну активність по відношенню до поверхні мінеральних складових щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей (ШМАС).

Метою даного дослідження було встановлення ефективності впливу добавок синтетичного воску “Sasobit” та модифікованого синтетичного латексу “Tortex B” на показники фізико-механічних властивостей бітуму та щебенево-мастикового асфальтобетону на його основі.

### Основна частина

Добавка “Sasobit” належить до синтетичних восків (тверді насичені вуглеводні) та призначена для модифікації нафтових дорожніх бітумів. “Tortex B” – це по суті латексний SBR-полімер (стирол-бутадієновий синтетичний каучук). Хоча вказаний продукт, спеціально розроблений для використання як модифікатор катіонних бітумних емульсій, його також можна використовувати для модифікації в'язких нафтових дорожніх бітумів.



Для експериментальних досліджень був прийнятий бітум марки БНД 90/130, який характеризувався наступними показниками фізико-механічних властивостей: пенетрація при 25 °С – (94 · 0,1) мм, температура розм'якшення – 47 °С, дуктильність при 25 °С – більше 100 см, температура крихкості – мінус 20 °С, зчеплення плівки бітуму з поверхнею скла – 42,3 %. Загальний вигляд скляних пластин після випробування бітуму наведено на рис. 1.



Рис. 1. Загальний вигляд скляних пластин після визначення показника зчеплення плівки вихідного бітуму марки БНД 90/130

Приготування бітуму, модифікованого добавками "Sasobit" та "Toptex B", здійснювали при температурі 175 °С протягом 60 хвилин у лабораторній мішалці. Мішалка обладнана системою обігріву, яка забезпечує рівномірне нагрівання всього об'єму бітуму до температури суміщення та її підтримання протягом необхідної тривалості перемішування. Кількість обертів вала лабораторної мішалки (1200 об/хв), об'єм бітуму, температура і тривалість перемішування залишалися

постійними величинами при приготуванні модифікованих бітумів з різним вмістом добавок.

Технологія приготування модифікованих бітумів в лабораторній мішалці полягала в наступному: розігрівання бітуму марки БНД 90/130 до робочої температури; введення в бітум добавки при постійному повільному перемішуванні; заповнення робочої ємності мішалки бітумом, суміщенням з добавкою, і доведення температури суміші до 175 °С; перемішування при робочій температурі суміші бітуму з добавкою протягом 60 хвилин. З метою підвищення адгезійної активності бітумів, модифікованих досліджуваними добавками, в мішалку додатково вводили 0,4 % поверхнево-активної речовини "Wetfix BE" за 10 хвилин до закінчення перемішування. Після закінчення перемішування модифікований бітум підлягав випробуванням в лабораторії. Результати дослідження основних фізико-механічних властивостей модифікованих бітумів наведені в табл. 1.

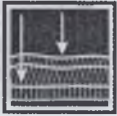
З наведених в табл. 1 даних видно, що із зростанням в бітумі концентрації досліджуваних добавок спостерігається зростання показника температури розм'якшення, зменшення глибини занурення голки та дуктильності.

При додаванні 2 % "Sasobit" до бітуму з 0,4 % поверхнево-активної речовини "Wetfix BE" спостерігається зменшення показника дуктильності на 86 %. При додаванні до того ж бітуму 3 % синтетичного латексу "Toptex B" показник дуктильності в'язучого зменшується достатньо помірно (на 18 %). При цьому бітум набуває еластичності, значення якої становить 82 %, порівняно з бітумом, модифікованим "Sasobit".

Таблиця 1

Результати порівняльних досліджень властивостей бітумів

| Назва показника  | БНД 90/130 + 2 % Sasobit | БНД 90/130 + 3 % Toptex B | БНД 90/130 + 1 % Sasobit + 3 % Toptex B | БНД 90/130 + 2 % Sasobit + 3 % Toptex B | БНД 90/130 + 3 % Sasobit + 3 % Toptex B | БНД 90/130 + 2 % Sasobit + 2 % Toptex B |
|--|--------------------------|---------------------------|---|---|---|---|
| Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм                           | 44                       | 67                        | 49                                      | 41                                      | 36                                      | 49                                      |
| Температура розм'якшення, °С                           | 72                       | 59                        | 67                                      | 77                                      | 87                                      | 74                                      |
| Дуктильність при 25 °С, см                             | 14                       | 82                        | 23                                      | 20                                      | 16                                      | 20                                      |
| Еластичність, %  | –                        | 83                        | 57                                      | 52                                      | 44                                      | 50                                      |
| Температура крихкості, °С                              | –19                      | –20                       | –19                                     | –18                                     | –19                                     | –19                                     |
| Зчеплення плівки бітуму з поверхнею скляних пластин, % | 98,7                     | 98,0                      | 100                                     | 100                                     | 100                                     | 100                                     |



Добавка "Sasobit" більш суттєво підвищує температуру розм'якшення бітуму, порівняно з синтетичним латексом "Tortex B". Так, 2 % "Sasobit" забезпечує зростання температури розм'якшення до 72 °С, що на 53 % більше ніж у вихідного бітуму марки БНД 90/130, а 3 % латексу "Tortex B" збільшує цей показник на 25 %. При вказаних концентраціях обидві добавки практично не впливають на значення температури крихкості модифікованих бітумів. Отримані результати лабораторних досліджень показують, що добавка "Sasobit", при її концентрації 2 % за масою, не забезпечує відповідність модифікованого бітуму вимогам СОУ 45.2-00018112-068:2011 до марки БМВ 40/60 за показником дуктильності при 25 °С, а бітум, модифікований 3 % латексу "Tortex B", відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-135:2007 до марки БМП 60/90-52 за всіма дослідженими властивостями.

Якщо бітум, модифікований одночасно 3 % "Tortex B" і 0,4 % поверхнево-активної речовини "Wetfix BE", прийняти за базовий, то додаткове введення до його складу 1 % синтетичного воску "Sasobit" практично не впливає на показники температури крихкості та зчеплення плівки бітуму з поверхнею скляних пластин, тобто їх значення залишаються близьким до базового бітуму. При цьому спостерігається зростання температури розм'якшення на 8 °С, зменшення дуктильності у 3,6 рази, еластичності у 1,5 рази та глибини занурення голки у 1,4 рази. Аналіз досліджених показників фізико-механічних властивостей показує, що бітум, модифікований вказаним комплексом добавок, відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-135:2007, та належить до марки БМП 40/60-56.

Збільшення у складі базового бітуму вмісту синтетичного воску до 2 % викликає подальше зростання його температури розм'якшення (на 18 °С) та зменшення еластичності (у 1,6 рази). При цьому показники температури крихкості, дуктильності та глибини занурення голки змінюються достатньо помірно (у межах похибки експерименту), порівняно з базовим бітумом, модифікованим 1 % "Sasobit".

Введення до складу базового бітуму 3 % синтетичного воску "Sasobit" забезпечує зменшення значень глибини занурення голки та еластичності нижче вимог ДСТУ Б В.2.7-135:2007 до марки БМП 40/60-56.

При модифікації вихідного бітуму марки БНД 90/130 одночасно 2 % "Tortex B", 2 % "Sasobit" та 0,4 % поверхнево-активної речовини "Wetfix BE" отримане в'язуче, характеризується високою температурою розм'якшення (на 27 °С вища від вихідного бітуму), відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-135:2007 до марки БМП 40/60-56 за всіма дослідженими властивостями.

Для дослідження впливу одночасної модифікації бітуму добавками "Sasobit" та "Tortex B" на властивості асфальтобетону був прийнятий щебенево-мастиковий асфальтобетон виду ЩМА-15, гранулометричний склад мінеральної частини якого наведений на рис. 2.

Для приготування щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей використовували гранітний щебінь та відсів, вапняковий мінеральний порошок, гранульовану стабілізуючу целюлозну добавку "Antrocel G" та бітум, одночасно модифікований 2 % "Sasobit" + 2 % "Tortex B" і 0,4 % "Wetfix BE". Прийнятий для приготування ЩМАС модифікований бітум забезпечує значення показника зчеплення плівки з поверхнею скляних пластин на рівні 100 % (рис. 3). Для перевірки ефективності гранульованої стабілізуючої целюлозної добавки "Antrocel G" її концентрацію змінювали у межах 0,3 – 0,4 % від маси мінеральної частини.

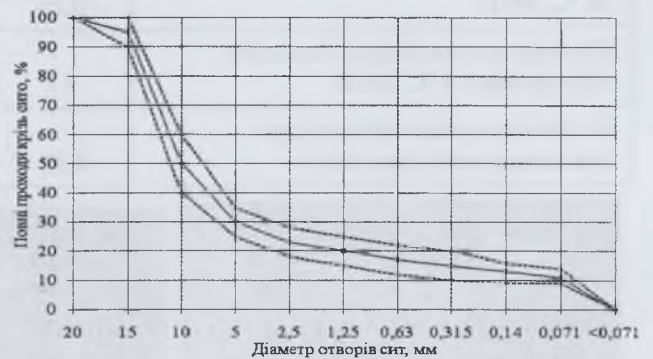


Рис. 2. Гранулометричний склад мінеральної частини щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші виду ЩМА-15

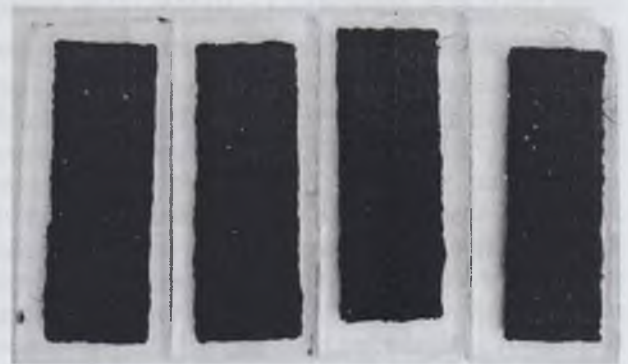


Рис. 3. Загальний вигляд скляних пластин після визначення показника зчеплення плівки вихідного бітуму марки БНД 90/130, модифікованого одночасно 2 % "Sasobit" + 2 % "Tortex B" + 0,4 % "Wetfix BE"



Таблиця 2

## Фізико-механічні властивості ЩМА-15

| Назва показника   | Бітум БНД 90/130    |                     |                     |                     |                     |                     |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|   | Вихідний БНД 90/130 | Вихідний БНД 90/130 | Вихідний БНД 90/130 | Модифікований бітум | Модифікований бітум | Модифікований бітум |
| Концентрація стабілізуючої добавки Antrocel G, %                            | 0,30                | 0,35                | 0,40                | 0,30                | 0,35                | 0,40                |
| Показник стікання, %  | 0,52                | 0,16                | 0,09                | 0,18                | 0,08                | 0,03                |
| Водонасичення, % за об'ємом   | 2,5                 | 1,9                 | 1,5                 | 2,3                 | 1,9                 | 2,1                 |
| Границя міцності при стиску, МПа, за температури:                           |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|   | 20 °С               | 3,4                 | 3,6                 | 3,5                 | 4,1                 | 4,3                 |
| 50 °С   | 0,7                 | 0,7                 | 0,7                 | 1,3                 | 1,2                 | 1,3                 |
| Коефіцієнт внутрішнього тертя Зчеплення при зсуві за температури 50 °С, МПа |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|   | 0,95                | 0,95                | 0,94                | 0,95                | 0,94                | 0,95                |
| 0,16  | 0,16                | 0,17                | 0,23                | 0,24                | 0,24                |                     |
| Границя міцності при розколі за температури 0 °С, МПа                       | 5,1                 | 4,9                 | 5,0                 | 5,6                 | 5,4                 | 5,5                 |
| Коефіцієнт водостійкості при тривалому водонасиченні                        | 0,90                | 0,90                | 0,90                | 0,94                | 0,93                | 0,95                |



1)

2)

3)

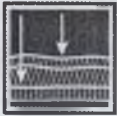
1 – ЩМАС-15 на вихідному бітумі БНД 90/130 при 0,30 % Antrocel G; 2 – ЩМАС-15 на модифікованому бітумі при 0,30 % Antrocel G; 3 – ЩМАС-15 на модифікованому бітумі при 0,40 % Antrocel G

Рис. 4. Загальний вигляд стаканів після визначення показника стікання

Результати експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей ЩМА-15 (табл. 2) показують, що вміст 0,3 % стабілізуючої целюлозної добавки "Antrocel G" в ЩМАС-15 на основі вихідного бітуму не забезпечує вимоги ДСТУ Б В.2.7-127:2006, що висуваються до щebeneво-мастикових асфальтобетонів за показником стікання в'язучого. При збільшенні концентрації стабілізуючої добавки до 0,35 % ЩМАС на основі вихідного бітуму за показником стікання в'язучого, який становить 0,16 %, відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-127:2006. Збільшення концентрації "Antrocel G" до 0,4 % зменшує показник стікання в'язучого на 44 %, порівняно з ЩМАС-15 з 0,35 % цієї ж добавки. З наведених в табл. 2 даних видно, що при всіх досліджених концентраціях стабілізуючої

добавки "Antrocel G" ЩМАС-15 на основі модифікованого бітуму за показником стікання в'язучого відповідає вимогам стандарту. Загальний вигляд скляних стаканів після визначення показника стікання в'язучих наведено на рис. 4.

Порівняльний аналіз фізико-механічних властивостей щebeneво-мастикового асфальтобетону показує, що модифікація нафтового дорожнього бітуму марки БНД 90/130 одночасно добавками "Sasobit", "Tortex B" та "Wetfix BE" забезпечує зменшення показника стікання в'язучого з поверхні мінеральних зерен в ЩМАС-15 та підвищення показників границі міцності при стиску при 50 °С до 86 % та зчеплення при зсуві при 50 °С до 50 %, коефіцієнта тривалої водостійкості до 0,95, порівняно з ЩМА-15 на основі вихідного бітуму.



## Висновки

Результати виконаних досліджень свідчать про високу ефективність прийнятих для досліджень добавок. Модифікація бітуму одночасно латексом та синтетичним воском забезпечує високу еластичність та значно більшу температуру розм'якшення, порівняно з в'язучим, модифікованим тільки полімером. Поверхнево-активна речовина у складі бітуму підвищує водостійкість плівок бітуму на поверхні мінерального матеріалу. Змінюючи концентрацію досліджених добавок у складі бітуму та їх співвідношення можливо отримати модифіковане в'язуче з комплексом необхідних показників фізико-механічних властивостей. Щебенево-мастиковий асфальтобетон на основі бітуму, що модифікований одночасно добавками синтетичного воску "Sasobit", латексу "Tortex B" та ПАР "Wetfix BE", характеризується підвищеними показниками границі міцності при стиску, зчеплення при зсуві за температури 50 °C та коефіцієнта водостійкості при тривалому водонасиченні, порівняно з щебенево-мастиковим асфальтобетоном на вихідному бітумі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Sybilski D., Szczepaniak Z. Beton asfaltowy modyfikowany kopolimerem SBS // Prace Instytutu Badawczego Drog i Mostow. – 1992. – №1. – S. 5 – 28.
2. Вирожемський В.К., Кішинський С.В. Вплив структуруючої добавки Licomont BS 100 на властивості бітумів і асфальтобетонів // Автошляхових України. – 2007. – № 2. – С. 38 – 40.
3. Жданюк В.К., Макачев О.О., Шрестха Р.Б., Костін Д.Ю., Воловик О.О. Дослідження впливу модифікуючих добавок до бітуму на фізико-механічні властивості та колієстійкість дрібнозернистого асфальтобетону // Вестник ХНАДУ. – 2012. – Вип. 58. – С. 130 – 133.
4. Кішинський С.В., Кириченко Л.Ф., Копинець І.В. Вплив природних бітумів на властивості бітумів і асфальтобетонів // Дороги і мости. – 2010. – Вип. 12. – С. 63 – 73.
5. Жданюк В.К., Костін Д.Ю., Воловик О.О. Колієстійкість щебенево-мастикових асфальтобетонів різних видів // Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів. Матеріали міжнародній науково-технічній конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету. Харків 2010.
6. Жданюк В.К., Костін Д.Ю., Воловик О.О. Дослідження колієстійкості щебенево-мастикових асфальтобетонів при різних температурах // Автошляхових України. – 2012. – №2. – С. 25 – 29.