

# АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ



УДК 625.85

- © В.К. Жданюк, докт. техн. наук, професор,
- © Д.Ю. Костін,
- © О.О. Арінушкіна (ХНАДУ)

## ВЛАСТИВОСТІ ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВИХ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ НА МОДИФІКОВАНИХ БІТУМАХ

**Анотація.** Наведені результати експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей та колієстійкості щебенево-мастикових асфальтобетонів.

**Ключові слова:** щебенево-мастиковий асфальтобетон, полімер “Kraton D 1101”, водний катіонний латекс “Butonal NS 198”, низькомолекулярна добавка “Licomont BS 100”, колієстійкість.

**Аннотація.** Приведены результаты экспериментальных исследований свойств и колеустойчивости щебеночно-мастичных асфальтобетонов.

**Ключевые слова:** щебеночно-мастичный асфальтобетон, полимер “Kraton D 1101”, водный катионный латекс “Butonal NS 198”, низкомолекулярная добавка “Licomont BS 100”, колеустойчивость.

**Annotation.** The results of scientific investigations influence on the properties and rutting resistance stone mastic asphalt.

**Key words:** stone mastic asphalt, polymer Kraton D 1101, water cationic latex Butonal NS 198, low-molecular modifier Licomont BS 100, rutting resistance.

Відомо [1 – 5], що одним з ефективних способів підвищення довговічності покриттів дорожніх одягів нежорсткого типу є застосування для їх влаштування асфальтобетонних сумішей на основі бітумів, модифікованих полімерами різних класів, латексами, поверхнево-активними речовинами, низькомолекулярними модифікаторами, природними асфальтами. Модифікуючі добавки забезпечують бітумам підвищену теплостійкість та адгезійну активність по відношенню до поверхні мінеральних складових асфальтобетонних сумішей, що суттєво відображається на корозійній стійкості та колієстійкості асфальтобетонних покриттів у процесі експлуатації.

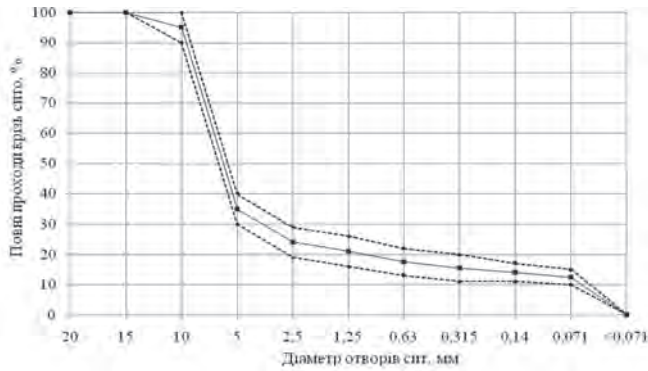
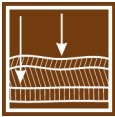
За результатами раніше виконаних досліджень [6, 7] можна стверджувати, що щебенево-мастикові асфальтобетони (ЩМА) є більш стійкими до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії, порівняно з традиційними щільними дрібнозернистими асфальтобетонами. Підвищення колієстійкості шарів дорожнього одягу з ЩМА можливо

досягти шляхом застосування для приготування щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей (ЩМАС) бітумів з підвищеною теплостійкістю.

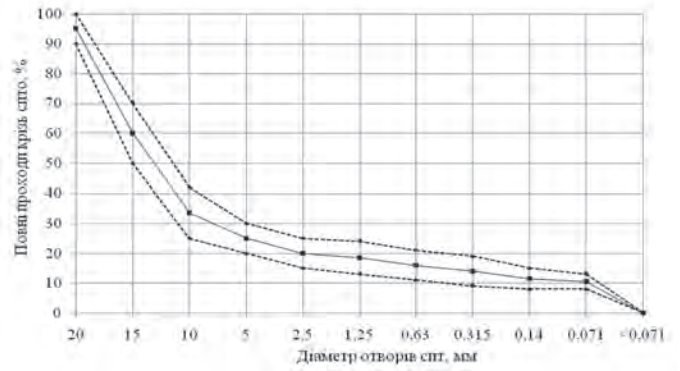
**Метою** цієї роботи були порівняльні дослідження впливу добавок до бітуму, що збільшують його теплостійкість, на фізико-механічні властивості та колієстійкість ЩМА.

У лабораторних умовах для приготування ЩМАС використовували гранітний щебінь фракцій 5 – 8 мм, 8 – 11 мм, 11 – 16 мм і відсів подрібнення виробництва ОАО “Гайворонський гранітний кар’єр”, вапняковий мінеральний порошок, стабілізуючу волокнисту домішку Viator-66 і нафтовий дорожній бітум марки БНД 60/90 Лисичанського НПЗ. Для модифікації бітуму були використані: низькомолекулярна добавка “Licomont BS 100”, полімер “Kraton D 1101” та водний катіонний латекс “Butonal NS 198”.

Гранулометричні склади мінеральної частини ЩМА, прийнятих для досліджень, зображені на **рис. 1** і **рис. 2**.



**Рис. 1.** Гранулометричний склад мінеральної частини ЦМАС-10



**Рис. 2.** Гранулометричний склад мінеральної частини ЦМАС-20

Наведені у **табл. 1** експериментальні дані свідчать, що прийняті для досліджень модифікуючі добавки суттєво підвищують температуру розм'якшення бітуму та зменшують глибину занурення голки. Серед досліджених добавок найбільше зростання показника температури розм'якшення забезпечує Licomont BS 100.

Аналіз результатів дослідження фізико-механічних властивостей ЦМА (**табл. 2 – 5**) показує, що

зі збільшенням концентрації досліджуваних добавок у складі бітуму показники міцності при стиску та розколі, зчеплення при зсуві та водостійкості при тривалому водонасиченні асфальтобетонів зростають.

Порівняльні експериментальні дослідження колієстійкості прийнятих для досліджень асфальтобетонів проводили за допомогою електромеханічного прилада-колієміра конструкції ХНАДУ

**Таблиця 1**

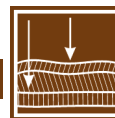
**Властивості модифікованих бітумів**

Найменування показника	БНД 60/90	БНД 60/90 + 2 % Licomont BS 100	БНД 60/90 + 3 % Licomont BS 100	БНД 60/90 + 2 % Butonal NS 198	БНД 60/90 + 3 % Butonal NS 198	БНД 60/90 + 2 % Kraton D 1101	БНД 60/90 + 3 % Kraton D 1101
Пенетрація при 25 °С, 1/10 мм	78	52	35	56	52	53	45
Температура розм'якшення, °С	49	73	84	55	60	61	63

**Таблиця 2**

**Фізико-механічні властивості ЦМА-10 на основі бітуму, модифікованого Licomont BS 100**

Найменування показника	ЦМА-10 на бітумі БНД 60/90	ЦМА-10 на бітумі БНД 60/90 + 2 % Licomont BS 100	ЦМА-10 на бітумі БНД 60/90 + 3 % Licomont BS 100
Водонасичення, % по об'єму	1,7	1,2	1,2
Границя міцності при стиску, МПа, за температури:	20 °С,	3,9	4,4
	50 °С,	1,3	1,5
Коефіцієнт внутрішнього тертя	0,91	0,91	0,91
Зчеплення при зсуві за температури 50 °С, МПа	0,23	0,31	0,33
Границя міцності на розтяг при розколі за температури 0 °С, МПа	5,2	5,5	5,6
Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,90	0,91	0,92
Показник стікання в'язучого	0,04	0,05	0,06
Вміст в'язучого, %	6,1	6,1	6,1



Таблиця 3

## Фізико-механічні властивості ЩМА-20 на основі бітуму, модифікованого Licomont BS 100

Найменування показника	ЩМА-20 на бітумі БНД 60/90	ЩМА-20 на бітумі БНД 60/90 + 2 % Licomont BS 100	ЩМА-20 на бітумі БНД 60/90 + 3 % Licomont BS 100
Водонасичення, % по об'єму	2,5	2,0	2,0
Границя міцності при стиску, МПа, за температури: 20 °С, 50 °С,	2,2 0,7	2,9 0,8	3,0 0,9
Коефіцієнт внутрішнього тертя Зчеплення при зсуві за температури 50 °С, МПа	0,94 0,16	0,94 0,24	0,94 0,26
Границя міцності на розтяг при розколі за температури 0 °С, МПа	4,4	4,6	5,0
Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,90	0,91	0,95
Показник стікання в'язучого	0,06	0,08	0,07
Вміст в'язучого, %	5,5	5,5	5,5

Таблиця 4

## Фізико-механічні властивості ЩМА-10 на основі бітуму, модифікованого Butonal NS 198 та Kraton D 1101

Найменування показника	ЩМА-10 на бітумі БНД 60/90	ЩМА-10 на бітумі БНД 60/90 + 2 % Butonal NS 198	ЩМА-10 на бітумі БНД 60/90 + 3 % Butonal NS 198	ЩМА-10 на бітумі БНД 60/90 + 2 % Kraton D 1101	ЩМА-10 на бітумі БНД 60/90 + 3 % Kraton D 1101
Водонасичення, % по об'єму	1,7	1,4	1,3	1,3	1,2
Границя міцності при стиску, МПа, за температури: 20 °С, 50 °С,	3,9 1,3	4,4 1,4	4,9 1,6	4,5 1,4	4,8 1,8
Коефіцієнт внутрішнього тертя Зчеплення при зсуві за температури 50 °С, МПа	0,91 0,23	0,91 0,27	0,92 0,30	0,91 0,25	0,92 0,28
Границя міцності на розтяг при розколі за температури 0 °С, МПа	5,2	5,7	6,4	5,8	5,9
Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,90	0,92	0,94	0,92	0,93
Показник стікання в'язучого	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
Вміст в'язучого, %	6,1	6,3	6,3	6,3	6,3

Таблиця 5

## Фізико-механічні властивості ЩМА-20 на основі бітуму, модифікованого Butonal NS 198 та Kraton D 1101

Найменування показника	ЩМА-20 на БНД 60/90	ЩМА-20 на БНД 60/90 + 2 % Butonal NS 198	ЩМА-20 на БНД 60/90 + 3 % Butonal NS 198	ЩМА-20 на БНД 60/90 + 2 % Kraton D 1101	ЩМА-20 на БНД 60/90 + 3 % Kraton D 1101
Водонасичення, % по об'єму	2,5	2,3	2,2	2,2	2,1
Границя міцності при стиску, МПа, за температури: 20 °С, 50 °С,	2,2 0,7	3,0 0,8	3,6 0,9	3,0 0,9	3,5 1,0
Коефіцієнт внутрішнього тертя Зчеплення при зсуві за температури 50 °С, МПа	0,94 0,16	0,94 0,19	0,95 0,21	0,94 0,18	0,94 0,21
Границя міцності на розтяг при розколі за температури 0 °С, МПа	4,4	4,7	5,0	4,8	5,0
Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,90	0,91	0,95	0,93	0,94
Показник стікання в'язучого	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04
Вміст в'язучого, %	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5

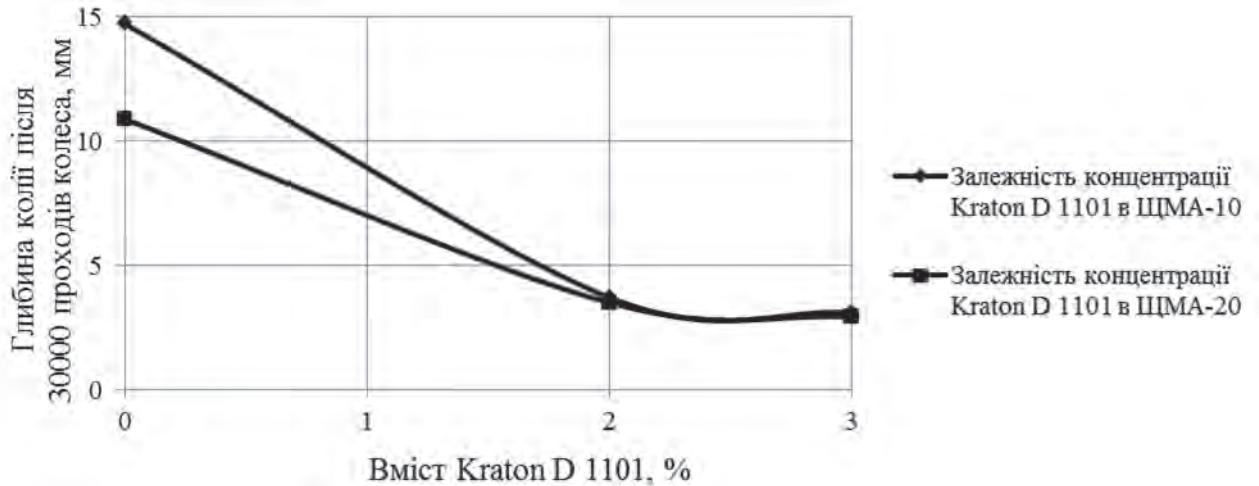


Рис. 3. Залежність глибини колії в БТМА від вмісту термоеластопласту “Kraton D 1101” у бітумі марки БНД 60/90

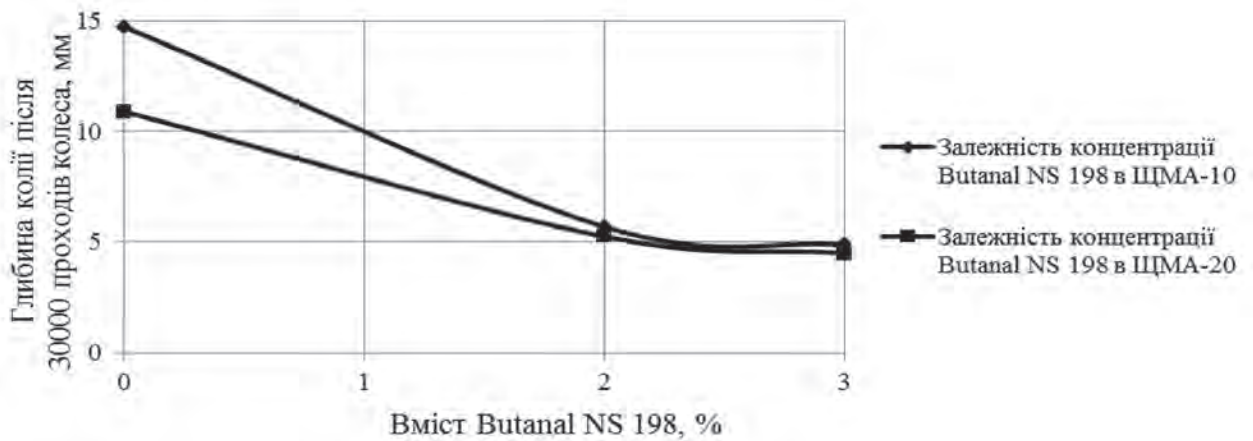


Рис. 4. Залежність глибини колії в БТМА від вмісту латексу “Butanal NS 198” у бітумі марки БНД 60/90

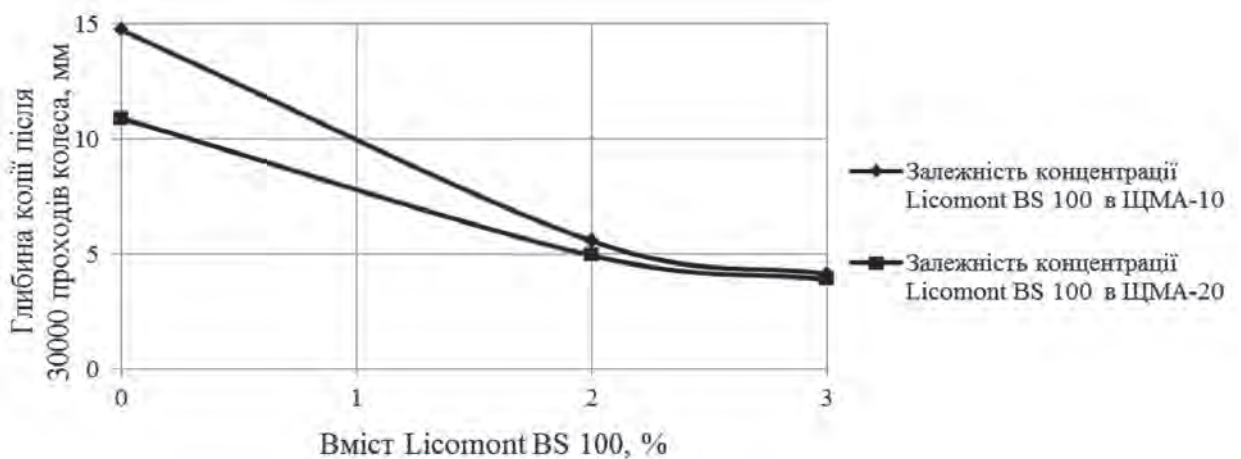
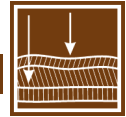


Рис. 5. Залежність глибини колії в БТМА від вмісту низькомолекулярної структуруючої добавки “Licomont BS 100” у бітумі марки БНД 60/90



при багаторазових проходах колеса, покритого гумою, по одному сліду у прямому та зворотному напрямках по поверхні зразка при еквівалентному навантаженні на колесо 57,5 кН. Випробування виконували при температурі 65 °С.

Наведені на **рис. 3 – 5** результати досліджень вказують на те, що ЩМА на основі модифікованих бітумів характеризуються більшою колієстійкістю порівняно з ЩМА на основі вихідного бітуму. Так, глибина колії у ЩМА-10 на бітумі, модифікованому 2 % термоеластоласту “Kraton D 1101”, зменшується у 3,96 рази та у 4,74 рази при модифікації бітуму 3 % полімеру. У ЩМА-20 на основі бітуму, модифікованому 2 % та 3 % полімеру, колія зменшилась у 3,10 та у 3,71 рази відповідно.

Результати дослідження впливу добавки катіонного латексу “Butonal NS 198” до бітуму у кількості 2 % та 3 % (**рис. 4**) на колієстійкість ЩМА показують, що глибина колії в ЩМА-10 зменшується у 2,59 та у 3,02 рази відповідно, порівняно з ЩМА-10 на бітумі без латексу. У ЩМА-20 при модифікації бітуму 2 % та 3 % латексу колія зменшується у 2,07 та у 2,42 рази відповідно.

Модифікація бітуму низькомолекулярною структуруючою добавкою “Licomont BS 100” теж забезпечує зростання колієстійкості досліджуваних щебенево-мастикових асфальтобетонів на його основі. Глибина колії в ЩМА-10 на бітумі, модифікованому 2 % “Licomont BS 100” зменшується у 2,65 рази та у 3,57 рази при модифікації бітуму 3 % вказаної добавки, порівняно з ЩМА-10 на вихідному бітумі марки БНД 60/90. У ЩМА-20 на основі бітуму, модифікованому 2 % та 3 % “Licomont BS 100” колія зменшилась у 2,19 та у 2,79 рази відповідно.

#### Висновки

Досліджені щебенево-мастикові асфальтобетони на основі бітуму БНД 60/90 відрізняються за показником колієстійкості. Більша колієстійкість властива ЩМА-20, порівняно з ЩМА-10. Модифікація бітуму термопластичним еластомером “Kraton D 1101”, катіонним латексом “Butonal NS 198” та низькомолекулярною структуруючою добавкою “Licomont BS 100” забезпечує зростання його температури розм’якшення і, відповідно, міцності та стійкості ЩМА до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії. По рівню підвищення колієстійкості ЩМА низькомолекулярний модифікатор “Licomont BS 100” та катіонний латекс “Butonal NS 198” характери-

зуються практично однаковою ефективністю. За критерієм стійкості ЩМА до колієутворення зі всіх досліджуваних добавок найбільш ефективним є термоеластоласт “Kraton D 1101”. При 2 % досліджених добавок у складі бітуму забезпечується практично однакова колієстійкість ЩМА-10 та ЩМА-20. Збільшення у складі бітуму вмісту будь-якої дослідженої добавки (до 3 %) достатньо помірно позначається на зростанні колієстійкості ЩМА.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Sybilski D., Szczepaniak Z. Beton asfaltowy modyfikowany kopolimerem SBS // Prace Instytutu Badawczego Drog i Mostow. – 1992. – № 1. – Р. 5 – 28.
2. Соломенцев А.Б., Жданюк В.К., Маляр В.В., Круть В.В. Влияние поверхностно-активных веществ на кинетику окисления гудрона и качество битума // Химия и технология топлив и масел. – 1999. – № 5. – С. 20 – 22.
3. Жданюк В.К., Ковальчек М., Шевченко В.П., Масолитин А.В. Об устройстве асфальтобетонных покрытий с применением асфальтобетонных смесей на основе битума, модифицированного термопластичным эластомером “Кратон Д-1101 СМ” // Коммунальное хозяйство городов. Серия: Технические науки. – 2002. – Вып. 42. – С. 75 – 80.
4. Zhdanyuk V., Ivzhenko A. Criteria of choice of stone materials for manufacture of asphalt mixes and performance of water-resistant pavements in Ukraine // IX International Conference “Durable and safe road pavements”, Kielce, Poland, 2003. – Р. 213 – 220.
5. Жданюк В.К., Чугуенко С.А., Воловик О.О., Костін Д.Ю. Підвищення колієстійкості асфальтобетонних покриттів нежорстких дорожніх одягів // Автошляховик України. – 2010. – № 5. – С. 29 – 32.
6. Жданюк В.К., Костін Д.Ю., Воловик О.О. Дослідження колієстійкості щебенево-мастикових асфальтобетонів при різних температурах // Автошляховик України. – 2012. – № 2. – С. 25 – 29.
7. 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. Харків, ХНАДУ, 2010.