

УДК 625.8

Жданюк В.К., д-р техн. наук, **Костін Д.Ю.**

ВПЛИВ МОДИФІКАЦІЇ БІТУМІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ТА КОЛІЄСТІЙКІСТЬ ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВИХ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ

Анотація. В статті наведені результати експериментальних досліджень впливу модифікації бітуму полімером «Kraton D1101» та водним катіонним латексом «Butonal NS 198» на фізико-механічні властивості і колієстійкість щебенево-мастикового асфальтобетону виду ЩМА-40.

Об'єкт дослідження – щебенево-мастикові асфальтобетони виду ЩМА-40 приготовлені на основі модифікованих бітумів.

Мета роботи – дослідження впливу модифікації бітумів на показники властивостей та колієстійкість ЩМА-40.

Методи дослідження – стандартні методи визначення фізико-механічних властивостей та колієстійкості асфальтобетонів.

В останнє десятиліття покриття дорожніх одягів, що влаштовані з використанням щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей, зарекомендували себе як найбільш стійкі до транспортних і кліматичних навантажень. На сьогодні залишається недостатньо вивченим вплив модифікації бітумів полімерами на властивості та колієстійкість ЩМА-40. Порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей показує, що ЩМА-40 на основі бітуму марки БНД 60/90 з 3 % полімеру «Kraton D1101» характерна в 1,39 рази більше значення границі міцності при стиску за температури 20 °С, та в 1,74 рази за температури 50 °С, порівняно з асфальтобетоном на основі не модифікованого бітуму. При цьому, ЩМА-40 на основі бітуму марки БНД 60/90 з 3 % катіонного латексу «Butonal NS 198» перевищує традиційний за показником границі міцності при стиску за температури 20 °С в 1,35 рази та в 1,6 рази за температури 50 °С. Застосування полімерів для модифікації бітуму забезпечує зростання колієстійкості досліджуваного ЩМА-40, порівняно з щебенево-мастиковим асфальтобетоном аналогічної гранулометрії на основі бітуму без полімерних модифікаторів. Глибина колії після 30000 проходів колеса в ЩМА-40, приготовленого на бітумі модифікованому полімером «Kraton D1101», зменшується, в 3,07 рази при модифікації бітуму 2 % полімеру та в 3,56 рази при модифікації бітуму 3 % полімеру, порівняно з асфальтобетоном на вихідному бітумі БНД 60/90. Модифікація бітуму катіонним латексом «Butonal NS 198» дещо менш ефективно впливає на колієстійкість ЩМА-40,

порівняно з термоеластопластом «Kraton D1101», так, глибина колії в ЩМА-40, приготовленому на бітумі, модифікованому латексом «Butonal NS 198», після 30000 проходів колеса зменшується в 1,9 рази при 2 % полімеру та в 2,25 рази при 3 %, порівняно з асфальтобетоном на вихідному не модифікованому бітумі марки БНД 60/90.

Результати досліджень свідчать про достатньо високу ефективність прийнятих для досліджень полімерних добавок. При збільшенні концентрації полімерних добавок у складі бітуму показники міцності та колієстійкості ЩМА-40 закономірно зростають.

Ключові слова: щебенево-мастиковий асфальтобетон, полімер «kraton d1101», водний катіонний латекс «butonal ns198», фізико-механічні властивості, гранулометричний склад, колієстійкість.

УДК 625.8

Жданюк В.К., д-р техн. наук, **Костин Д.Ю.**

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ БИТУМОВ НА СВОЙСТВА И КОЛЕЕУСТОЙЧИВОСТЬ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Аннотация. В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния модификации битума полимером «Kraton D1101» и водным катионным латексом «Butonal NS 198» на физико-механические свойства и колееустойчивость щебеночно-мастичного асфальтобетона вида ЩМА-40.

Объект исследования – щебеночно-мастичные асфальтобетоны вида ЩМА-40 приготовленные на основе модифицированных битумов.

Цель работы – исследования влияния модификации битумов на показатели свойств и колееустойчивость асфальтобетонов.

Методы исследования – стандартные методы определения физико-механических свойств и колееустойчивости асфальтобетонов.

В последнее десятилетие покрытия дорожных одежд, которые устроенные с использованием щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, зарекомендовали себя как наиболее стойкие к транспортным и климатическим нагрузкам. На сегодня остается не достаточно изученным влияние модификации битумов полимерами на свойства и колееустойчивость ЩМА-40. Сравнительный анализ результатов экспериментальных исследований физико-механических свойств показывает, что

ЩМА-40 на основе битума марки БНД 60/90 с 3 % полимера «Kraton D1101» характерны в 1,39 раз большие значения предела прочности при сжатии при температуре 20 °С и в 1,74 раза при температуре 50 °С, сравнительно с асфальтобетоном на основе не модифицированного битума. При этом. ЩМА-40 на основе битума марки БНД 60/90 с 3 % катионного латекса «Butonal NS 198» превышает традиционный за показателем предела прочности при сжатии при температуре 20 °С в 1,35 раз и в 1,6 раз при температуре 50 °С. Использование полимеров для модификации битума обеспечивает повышение колееустойчивости исследуемого ЩМА-40, сравнительно с щебеночно-мастичным асфальтобетоном с аналогичной гранулометрией на основе битума без полимерных модификаторов. Глубина колеи после 30000 проходов колеса в ЩМА-40, приготовленного на битуме модифицированном полимером «Kraton D1101», уменьшается, в 3,07 раз при модификации битума 2 % полимера и в 3,56 раз при модификации битума 3 % полимера, сравнительно с асфальтобетоном на исходном битуме БНД 60/90. Модификация битума катионным латексом «Butonal NS 198» после 30000 проходов колеса уменьшается в 1,9 раз при 2 % полимера и в 2,25 раз при 3 %, сравнительно с асфальтобетоном на исходном не модифицированном битуме марки БНД 60/90.

Результаты исследований свидетельствуют о достаточно высокой эффективности принятых для исследований полимерных добавок. При увеличении концентрации полимерных добавок в составе битума показатели прочности и колееустойчивость ЩМА-40 закономерно возрастают.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, полимер «kraton d1101», водный катионный латекс «butonal ns 198», физико-механические свойства, гранулометрический состав, колееустойчивость.

UDK 625.8

Zhdaniuk V.K., Dr. Tech. Sci., Kostin D.U.

THE BITUMEN MODIFICATION INFLUENCE ON THE STONE MASTIC ASPHALTS PROPERTIES AND RUTTING RESISTANCE

Abstract. The results of the experimental study of the bitumen modification by “Kraton D 1101” polymer and water cationic latex “Butonal NS 198” influence on the properties and rutting resistance of the SMA of the SMA-40 type are given in the article.

Subject of research – stone mastic concretes of the SMA-40 type made on the basis of modified bitumens.

Purpose of work – investigation of the modified bitumens influence on the properties indexes rutting resistance of the SMA-40.

Methods of research – standard methods of the asphalt concrete physical and mechanical properties and rutting resistance determination.

In the last decade the road pavements built with stone mastic asphalt mixes application have shown a good performance as a most stable to traffic and climatic loadings. At the moment the influence of the bitumen modification by polymers on the properties and rutting resistance of the SMA-40 is not sufficiently investigated. Comparative analysis of the results of the physical and mechanical properties shows that SMA-40 on the bitumen BND-60/90 base with 3 % of polymer “Kraton D 1101” is characterized by in 1/39 times higher compressive strength index at the temperature 20 °C and in 1/74 times at the temperature 50 °C in comparison with unmodified bitumen. Herewith SMA-40 on the bitumen 60/90 base with 3 % of cationic latex “Butonal NS198” exceeds the traditional one as for compression strength index at the temperature 20 °C in 1,35 times and at the 50 °C – in 1,6 times. The polymers application for the bitumen modification provides the rutting resistance increasing of the SMA-40 in comparison with stone mastic asphalt with analogous granulometric composition based on bitumen without polymer modifiers. The rut depth after 30000 wheel passes in SMA-40 made on the bitumen modified by “Kraton D1101” polymer decreases on 3,07 times at the bitumen modification by 2 % of polymer and in 3,56 times at the bitumen modification by 3 % of polymer in comparison with asphalt concrete on the initial bitumen BND 60/90. The modification of bitumen by cationic latex “Butonal NS198” produces less effective influence on the rutting resistance of the SMA-40 in comparison with thermoelastoplast “Kraton D 1101”, thus the rut depth in the SMA-40 made on the bitumen modified by “Butonal NS198” latex after 30000 wheel passes decreases in 1,9 times at the 2 % of polymer and in 2,25 times at 3 % of polymer in comparison with asphalt concrete on the initial bitumen of the BND 60/90 type.

The results of the investigations show the sufficiently high efficiency of the polymer additives accepted for research. With polymer additives concentration increasing in the bitumen composition the indexes of the compression strength and rutting resistance of the SMA-40 are increasing regularly.

Keywords: stone mastic asphalt, polymer «kraton d1101», water cationic latex «butonal ns 198», physical and mechanical properties, granulometric structure, rutting resistance.

Постійне зростання частки великовагових транспортних засобів у складі транспортного потоку потребує будівництва більш довговічних конструкцій дорожніх одягів на мережі автомобільних доріг загального користування. В останнє десятиліття покриття дорожніх одягів, що влаштовані з використанням

щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей, зарекомендували себе як найбільш стійкі до транспортних і кліматичних навантажень. Більша довговічність щебенево-мастикових асфальтобетонних покриттів дорожніх одягів забезпечується завдяки високій зсувостійкості таких асфальтобетонів на ділянках гальмування транспортних засобів, довготривалій водостійкості, морозостійкості і колієстійкості.

Згідно [1] в Україні нормовано вимоги до щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей (ЩМАС) та асфальтобетонів (ЩМА), які поділяються на п'ять видів (в залежності від максимального розміру щебеню): ЩМАС-5, ЩМАС-10, ЩМАС-15, ЩМАС-20 та ЩМАС-40. Серед зазначених асфальтобетонних сумішей остання ЩМАС-40 призначена для влаштування нижніх шарів дорожніх одягів або верхніх шарів основи. Новий вид ЩМАС-40 поки що не набув широкого застосування у дорожньому будівництві, оскільки є дещо дорожчим, порівняно з традиційними крупнозернистими асфальтобетонними сумішами. Каркасна структура ЩМА-40, що створена значним вмістом у його складі зерен щебеню кубоподібної форми, забезпечує йому меншу міцність при випробуваннях на одноосьовий стиск. Раніше виконаними дослідженнями [2,3] встановлено, що така структура матеріалу здатна сприймати більші зсувні зусилля в шарах дорожнього одягу, порівняно з традиційними щільними крупнозернистими асфальтобетонами. На сьогодні залишається недостатньо вивченим вплив модифікації бітумів полімерами на властивості та колієстійкість ЩМАС-40.

Метою даної роботи являється дослідження впливу модифікації бітумів на показники властивостей та колієстійкість ЩМА-40.

Для приготування щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей використовували гранітний щебінь фракцій 5-8 мм, 8-11 мм, 11-16 мм і відсів подрібнення виробництва ООО «Гайворонський гранітний кар'єр», гранітний щебінь фракції 20-40 мм виробництва ООО «Малокаховський гранітний кар'єр», вапняковий мінеральний порошок, стабілізуючу волокнисту добавку «Viator-66» і нафтовий дорожній бітум марки БНД 60/90 Лисичанського НПЗ. Для порівняльних досліджень бітум марки БНД 60/90 модифікували полімером «Kraton D1101» і водним катіонним латексом «Butonal NS198». При модифікації бітуму концентрація полімеру «Kraton D1101», а також латексу «Butonal NS198» у перерахунку на полімер, становила 2 та 3 %.

При модифікації бітуму БНД 60/90 полімером «Kraton D1101», а також катіонним латексом «Butonal NS198», спостерігається підвищенням його марочної в'язкості (таблиця 1). Збільшення концентрації модифікуючих добавок у складі бітуму супроводжується зменшенням глибини занурення голки пенетрометра та зростанням температури розм'якшення. Дещо більш інтенсивне зростання показника температури розм'якшення та зменшення пенетрації відбувається при введенні до складу бітуму термоеластопласту «Kraton D1101».

Таблиця 1 – Властивості в'язучих, прийнятих для дослідження

Найменування показника	БНД 60/90	БНД 60/90 + 2% Butonal NS198	БНД 60/90 + 3% Butonal NS198	БНД 60/90 + 2% Kraton D1101	БНД 60/90 + 3% Kraton D1101
Пенетрація за температури 25 °С, 1/10 мм	78	56	52	53	45
Температура розм'якшення, °С	49	55	60	61	63

Для приготування асфальтобетонних зразків був прийнятий гранулометричний склад мінеральної частини ЩМАС-40, представлений в таблиці 2.

Таблиця 2 – Гранулометричний склад мінеральної частини ЩМА-40

Повні проходи через сита	40 мм	20 мм	15 мм	10 мм	5 мм	2,5 мм	1,25 мм	0,63 мм	0,315 мм	0,14 мм	0,071 мм	<0,071 мм
Граничні значення	90-100	55-77	36-57	22-38	16-27	13-19	11-21	10-19	9-17	8-15	7-12	0
Прийняті значення	95	66	47	30	22	19	16	15	13	12	10	0

Результати порівняльних досліджень впливу бітумів, модифікованих катіонним латексом «Butonal NS198» та термоеластопластом «Kraton D1101», на фізико-механічні властивості ЩМА-40 наведені в таблицях 3 та 4.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показують, що ЩМА-40 на основі бітуму БНД 60/90 за показниками фізико-механічних властивостей відповідає вимогам ДСТУ Б.В.2.7-127-2015 «Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови», що висуваються до асфальтобетону для районів А-1, А-2, А-3 та А-6 з урахуванням кліматичних

умов роботи асфальтобетонних покриттів. Використання для приготування ЩМАС-40 бітуму, модифікованого 2 та 3 % катіонного латексу «Butonal NS198», забезпечує відповідність показників фізико-механічних властивостей ЩМА-40 вимогам стандарту, що висуваються для всіх районів за кліматичними умовами роботи асфальтобетонних покриттів. Зі збільшенням вмісту катіонного латексу «Butonal NS198» у складі бітуму спостерігається зростання показників границі міцності при стиску та розколюванні ЩМА-40, а також показника умовного зчеплення при зсуві та водостійкості при тривалому водонасиченні. Збільшення вмісту катіонного латексу «Butonal NS198» у складі бітуму також сприяє зменшенню показника стікання в'язучого в ЩМАС-40.

Таблиця 3 – Фізико-механічні властивості ЩМА-40 на основі бітуму, модифікованого катіонним латексом «Butonal NS 198»

Найменування показника	ЩМА-40 на БНД 60/90	ЩМА-40 на БНД 60/90 + 2% Butonal NS 198	ЩМА-40 на БНД 60/90 + 3% Butonal NS 198
Водонасичення, % по об'єму	2,8	2,3	2,2
Границя міцності при стиску, МПа, при температурі: 20°C, 50°C,	2,3 0,5	2,8 0,7	3,1 0,8
Умовний коефіцієнт внутрішнього тертя	0,95	0,95	0,95
Умовне зчеплення при зсуві за температури 50°C, МПа	0,09	0,13	0,16
Границя міцності на розтяг при розколюванні за температури 0°C, МПа	2,8	3,7	4,0
Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,89	0,92	0,96
Показник стікання в'язучого	0,13	0,09	0,07
Вміст в'язучого, %	5,2	5,2	5,2

Результати досліджень впливу бітуму, модифікованого полімером «Kraton D1101» на властивості ЩМА-40 також свідчать про зростання показників міцності, умовного зчеплення при зсуві та водостійкості при тривалому водонасиченні при збільшенні вмісту термоеластопласту в бітумі, а також викликає зменшення показника стікання в'язучого в ЩМАС-40. Порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень показує, що ЩМА-40 на основі бітуму марки БНД 60/90 з 3% полімеру «Kraton D1101» характерна в 1,39 рази більше значення границі міцності при стиску за температури 20 °С, та в 1,74 рази за температури 50 °С, порівняно з асфальтобетоном на основі не

модифікованого бітуму. При цьому, ЩМА-40 на основі бітуму марки БНД 60/90 з 3% катіонного латексу «Butonal NS 198» перевищує традиційний за показником границі міцності при стиску за температури 20 °С в 1,35 рази та в 1,6 рази за температури 50 °С. Застосування для приготування щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші бітуму, модифікованого 3 % досліджуваних полімерних добавок, забезпечує зменшення показника стікання в'язучого практично в 2 рази, порівняно з ЩМАС-40 на основі вихідного бітуму марки БНД 60/90.

Таблиця 4 – Фізико-механічні властивості ЩМА-40 на основі бітуму, модифікованого полімером «Kraton D1101»

Найменування показника	ЩМА-40 на БНД 60/90	ЩМА-40 на БНД 60/90 + 2% Kraton D1101	ЩМА-40 на БНД 60/90 + 3% Kraton D1101
Водонасичення, % по об'єму	2,8	2,5	2,3
Границя міцності при стиску, МПа, при температурі: 20°С, 50°С,	2,3 0,50	3,0 0,76	3,2 0,87
Умовний коефіцієнт внутрішнього тертя	0,95	0,95	0,96
Умовне зчеплення при зсуві за температури 50°С, МПа	0,09	0,14	0,17
Границя міцності на розтяг при розколюванні за температури 0°С, МПа	2,8	3,9	4,2
Водостійкість при тривалому водонасиченні	0,89	0,91	0,95
Показник стікання в'язучого	0,13	0,08	0,06
Вміст в'язучого, %	5,2	5,2	5,2

Експериментальна оцінка колієстійкості за допомогою прилада-колієміра конструкції кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ свідчить про те (рис. 1 та 3), що при збільшенні кількості проходів колеса по одному сліду при еквівалентному навантаженні 57,5 кН глибина колії закономірно збільшується в усіх досліджуваних асфальтобетонах.

З наведених залежностей видно, що застосування полімерів для модифікації бітуму забезпечує зростання колієстійкості досліджуваного ЩМА-40, порівняно з щебенево-мастиковим асфальтобетоном аналогічної гранулометрії на основі бітуму без полімерних модифікаторів. Глибина колії після 30000 проходів колеса в ЩМА-40, приготовленого на бітумі модифікованому полімером «Kraton D1101», суттєво зменшується, а саме, в

3,07 рази при модифікації бітуму 2 % полімеру та в 3,56 рази при модифікації бітуму 3 % полімеру (рис. 2), порівняно з асфальтобетоном на вихідному бітумі БНД 60/90. При цьому, за абсолютною величиною глибина колії в асфальтобетоні на бітумі з 3% «Kraton D1101» не перевищує 3 мм.

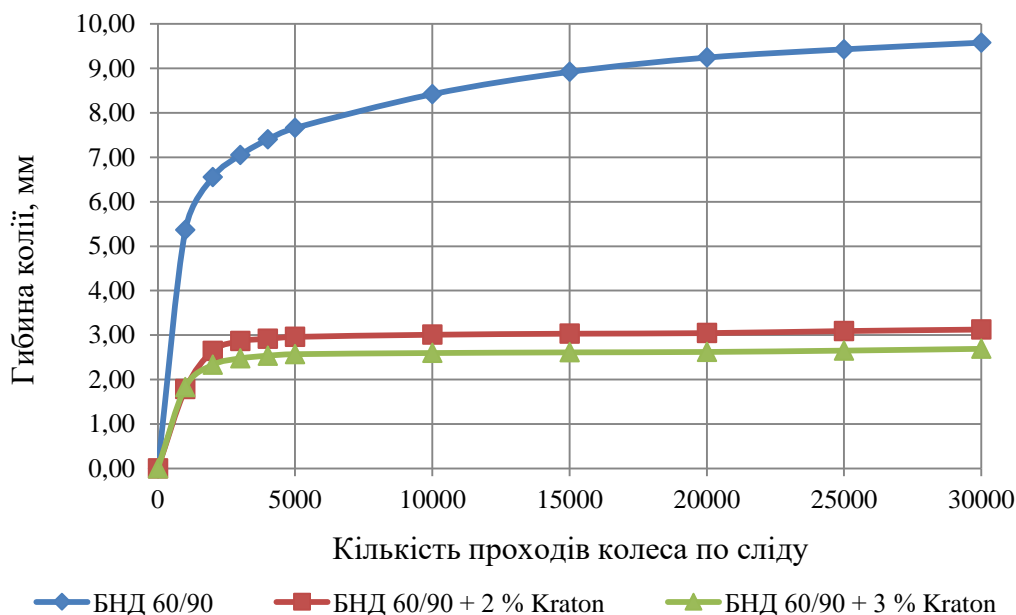


Рисунок 1 – Залежності глибини колії в ЩМА-40 на бітумі БНД 60/90, модифікованому полімером «Kraton D1101 CM», від кількості проходів колеса за температури 65 °С

Модифікація бітуму катіонним латексом «Butonal NS 198» дещо менш ефективно впливає на колієстійкість ЩМА-40, порівняно з термоеластопластом «Kraton D1101». Так, глибина колії в ЩМА-40, приготвленому на бітумі, модифікованому латексом «Butonal NS 198», після 30000 проходів колеса зменшується в 1,9 рази при 2 % полімеру та в 2,25 рази при 3 % (рис.4), порівняно з асфальтобетоном на вихідному не модифікованому бітумі марки БНД 60/90.

Результати досліджень свідчать про достатньо високу ефективність прийнятих для досліджень полімерних добавок. Модифікація бітуму полімером «Kraton D1101» або катіонним латексом «Butonal NS 198» забезпечує зростання показників міцності, умовного зчеплення при зсуві та водостійкості при тривалому водонасиченні, а також викликає зменшення показника стікання в'язучого в ЩМАС-40, порівняно з ЩМАС-40 на основі вихідного бітуму. За критерієм стійкості до колієутворення щебенево-мастиківий асфальтобетон на модифікованих бітумах суттєво перевищує ЩМА-40 на основі вихідного бітуму.

При збільшенні концентрації полімерних добавок у складі бітуму показники міцності та колієстійкість ЩМА-40 закономірно зростають.

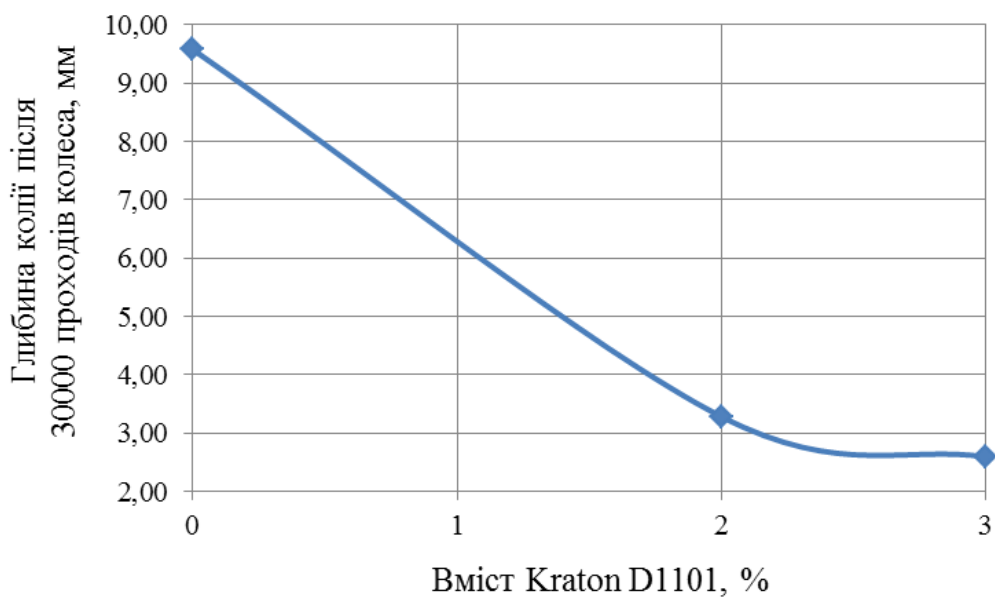


Рисунок 2 – Залежність глибини колії в ЩМА-40 за температури 65 °С після 30000 проходів колеса від вмісту полімеру «Kraton D1101» в бітумі БНД 60/90

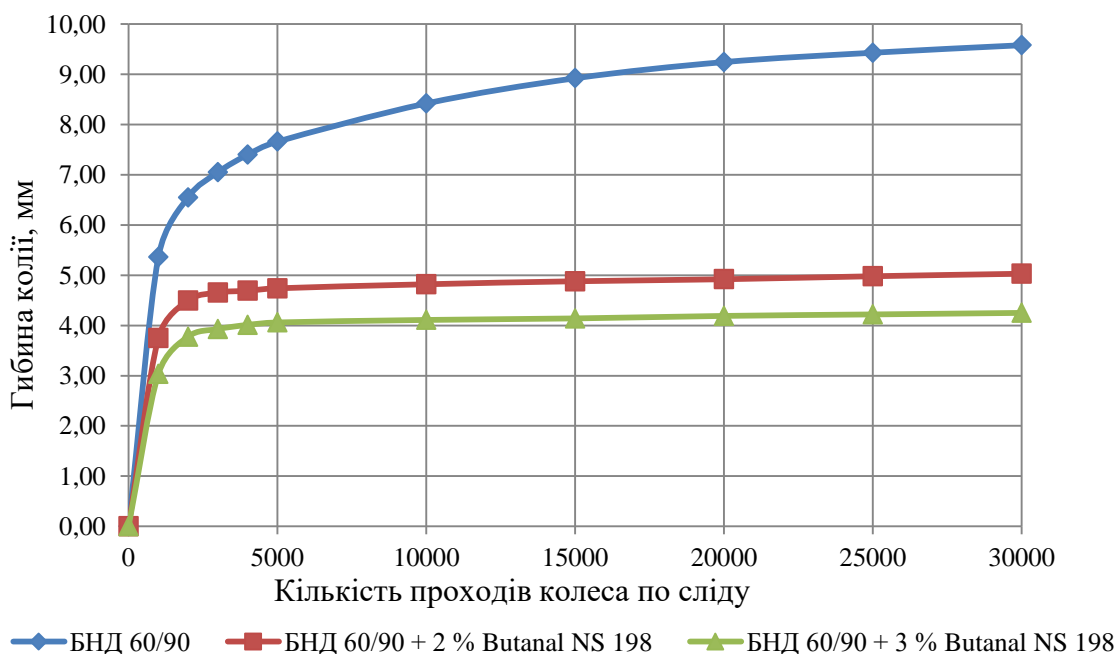


Рисунок 3 – Залежності глибини колії в ЩМА-40 на бітумі БНД 60/90, модифікованому латексом «Butonal NS 198», від кількості проходів колеса за температури 65 °С

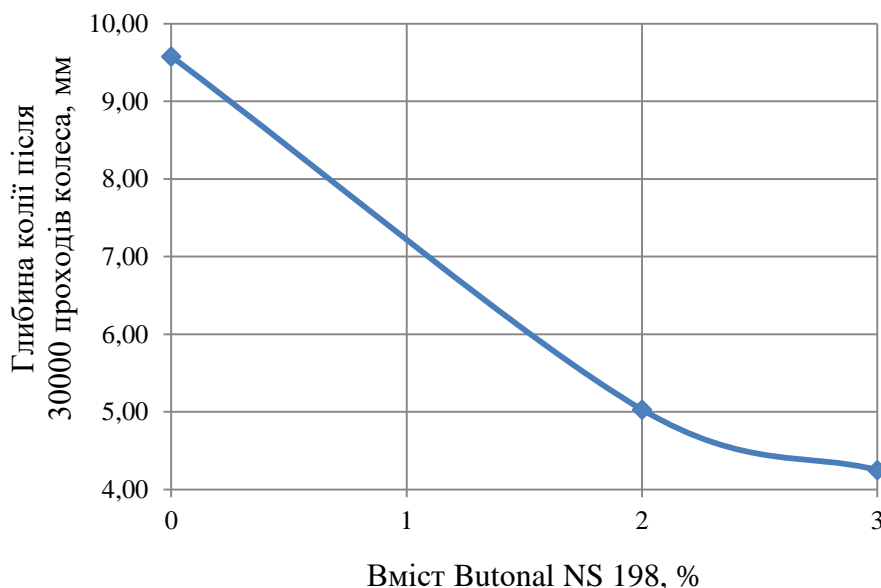


Рисунок 4 – Залежність глибини колії в ЩМА-40 за температури 65 °C після 30000 проходів колеса від вмісту латексу «Butonal NS 198» в бітумі БНД 60/90

Література

1. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-127:2015. – [Чинний від 01.07.2016]. К.: Мінрегіон України, 2015. – 30 с. – (Національний стандарт України).
2. Жданюк В.К. Дослідження колієстійкості щебенево-мастикових асфальтобетонів при різних температурах / В.К. Жданюк, Д.Ю. Костін, О.О. Воловик // Автошляховик України. – №2. –2012. – С.25-29.
3. Жданюк В.К. Колієстійкість щебенево-мастикових асфальтобетонів різних видів / В.К. Жданюк, Д.Ю. Костін, О.О. Воловик // Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів. Матеріали міжнародній науково-технічній конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету. Харків 2010. – С. 98-102.

Рецензенти:

Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.
Мозговий В.В., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewer:

Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Mozhoviyi V.V., Dr. Tech. Sci., National Transport University

Стаття надійшла до редакції: **07.03.2017 р.**