

Чугуєнко С.А., канд. техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРУ PR PLAST S ПРИ ВВЕДЕННІ В БІТУМ ТА АСФАЛЬТОБЕТОННУ СУМІШ

Реферат. У статті розглянуто два способи модифікації асфальтобетону полімером PR PLAST S з порівнянням фізико-механічних властивостей.

Об'єкт дослідження – асфальтобетон з використанням полімеру PR PLAST S.

Мета роботи – визначити ефективності введення полімеру PR PLAST S в асфальтобетонну суміш на етапі змішування мінеральних матеріалів у порівнянні з введенням цього ж полімеру у бітум з подальшим використанням отриманого в'язучого в асфальтобетонній суміші.

Метод дослідження – аналіз фізико-механічних властивостей асфальтобетону.

Поширеним способом зменшення кількості пластичних деформацій на асфальтобетонних покриттях є використання в їх складі полімерних та інших модифікаторів. Існує два шляхи використання полімерів в складі асфальтобетонів: модифікація бітуму в спеціальних змішувачах та введення полімеру в асфальтобетонну суміш на етапі приготування. Виконано дослідження ефективності обох шляхів на прикладі полімеру PR PLAST S шляхом дослідження фізико-механічних характеристик асфальтобетону.

Результати дослідження показали, що ефективніше вводити полімер на етапі приготування в'язучого. Найбільшим чином це відбивається на показнику колієстійкості асфальтобетону.

Ключові слова: бітум, полімер, асфальтобетон, глибина колії, фізико-механічні властивості.

Abstract. The article considers two ways of modifying asphalt concrete polymer PR PLAST S with the comparison of physical and mechanical properties.

The object of study - asphalt concrete using polymer PR PLAST S.

Objective - to determine the effectiveness of introducing the polymer PR PLAST S in the asphalt mix in step mixing mineral materials compared with the introduction of the polymer into the bitumen and using a further binder in the resulting asphalt mix.

Method of research - analysis of physical and mechanical properties of the asphalt concrete.

A common way to reduce the amount of plastic deformation in the asphalt concrete pavement is the use of the composition of the polymer, and other modifiers. There are two ways to use the polymers in the asphalt composition: bitumen modification special mixers and the polymer into the asphalt mix preparation step. The research of the effectiveness of both pathways, the example of the polymer PR PLAST S, by studying the physical and mechanical properties of asphalt concrete.

The results showed that the efficiency of input stage of the preparation of polymer binder. The biggest way it affects on the rut resisting asphalt concrete.

Keywords: bitumen, polymer, asphalt concrete, rut resisting, physical and mechanical properties.

Реферат. В статье рассмотрено два способа модификации асфальтобетона полимером PR PLAST S со сравнением физико-механических свойств.

Объект исследования – асфальтобетон с использованием полимера PR PLAST S.

Цель работы – определить эффективность введения полимера PR PLAST S в асфальтобетонную смесь на этапе смешивания минеральных материалов в сравнении с введением того же полимера в битум с дальнейшим использованием полученного вяжущего в асфальтобетонной смеси.

Метод исследования – анализ физико-механических свойств асфальтобетона.

Распространённым способом уменьшения количества пластических деформаций на асфальтобетонных покрытиях является использование в их составе полимерных и других модификаторов. Существует два способа использования полимеров в составе асфальтобетонов: модификация битума в специальных мешалках и введение полимера в асфальтобетонную смесь на этапе приготовления. Выполнено исследование эффективности обоих путей, на примере полимера PR PLAST S, путем исследования физико-механических характеристик асфальтобетона.

Результаты исследования показали, что эффективнее вводить полимер на этапе приготовления вяжущего. Наибольшим образом это сказывается на показателе колееустойчивости асфальтобетона.

Ключевые слова: битум, полимер, асфальтобетон, глубина колеи, физико-механические свойства.

Поширеною практикою боротьби з накопиченням пластичних деформацій на асфальтобетонних покриттях автомобільних доріг є використання добавок полімерів [1]. Це призводить до збільшення вартості кінцевої продукції. Що відбувається не тільки за рахунок використання додатково добавки, а і у зв'язку зі збільшенням кількості технологічних операцій на етапі приготування модифікованого в'язучого, що потребує більшої кількості енергоресурсів. Крім того використання тих чи інших добавок обумовлюється наявністю технологічного обладнання для приготування модифікованого в'язучого. Відсутність спеціального обладнання приготування модифікованих бітумів для асфальтобетонних сумішей виробники компенсують добавками, що можуть використовуватися для модифікації безпосередньо у асфальтозмішувальній установці.

До таких добавок відносять полімери EVA, PE, Superplast, синтетичні воски Licomont, CCbit та природні асфальти Trinidad Epure, також при виготовленні щебенево-мастикових сумішей можуть бути використані волокна оброблені полімерами типу Duroflex (WA-80) і існує технологія модифікації латексом типу Butonal [2, 3, 4].

Однією з таких добавок є PR PLAST S виробництва компанії PR INDUSTRIE (Франція). Виробник рекомендує вводити її у асфальтобетонну суміш на етапі введення мінерального порошку у кількості 0,4-0,6% від маси суміші. За інформацією виробника добавка PR PLAST S призначена для зменшення пластичних деформацій на асфальтобетонних покриттях автомобільних доріг [5].

Цю добавку майже не використовували на території України, тому необхідно визначити її ефективність. Крім того досі достеменно не відомо наскільки ефективно використання модифікації асфальтобетонної суміші в асфальтозмішувачі у порівнянні з модифікацією бітуму полімером.

Для моделювання введення полімеру у асфальтозмішувач використовували лабораторний змішувач. Полімер вводився одночасно з мінеральним порошком за температури мінеральних матеріалів 170 °С, що рекомендована виробником. Тривалість перемішування складала 2 хвилину. Після чого вводився бітум БНД 60/90. Гранулометричний склад

асфальтобетонної суміші типу А з максимальною крупністю зерен щебеню 15 мм було використано для оцінки впливу полімеру на фізико-механічні властивості асфальтобетону, що наведені в таблиці 1.

Отримані данні вказують, що введення добавки PR PLAST S у асфальтобетонну суміш на етапі перемішування мінеральних матеріалів призводить до зростання границь міцності при стиску при температурах 20 та 50 °С. Так при 20 °С міцність зростає в інтервалі від 4,5 до 5 МПа у залежності від кількості добавки, а при 50 °С в інтервалі від 1,8 до 2,1 МПа. При цьому традиційно полімер більше впливає на високотемпературні механічні властивості. Введення добавки PR PLAST S призводить спочатку до зростання водонасичення порівняно з асфальтобетоном без добавки, а подальше її збільшення веде до зниження цього показника.

Крім нормативних показників фізико-механічних властивостей асфальтобетонів визначили показник глибини колії для асфальтобетонів, що досліджуються. Для визначення глибини колії використовували прилад розроблений на кафедрі будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ [6]. Результати визначення глибини колії представлені у вигляді залежності глибини колії від кількості проходів колеса по сліду і наведена на рисунку 1.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості асфальтобетонів з добавкою PR PLAST S та без неї

Показники фізико-механічних властивостей	Вихідний бітум БНД 60/90	Кількість полімеру у суміші, % від маси мінеральних матеріалів		
		0,4 % PR PLAST S	0,5 % PR PLAST S	0,6 % PR PLAST S
Середня щільність, г/см ³	2,398	2,394	2,390	2,397
Водонасичення, %	0,9	1,3	1,1	0,9
Набрякання, %	0	0	0	0
Границя міцності при стиску $R_{сж}$, МПа за температури:				
20 °С	4,2	4,5	4,9	5
50 °С	1,2	1,8	1,9	2,1

Введення добавки PR PLAST S у кількості 0,4 % від маси мінеральних матеріалів дозволяє знизити показник колієутворення з 21 мм до 17,5 мм при 15000 проходів по сліду. Збільшення вмісту добавки до 0,5 % знижує колію до 13 мм, а подальше збільшення вмісту PR PLAST S до 0,7 % до 9,5 мм.

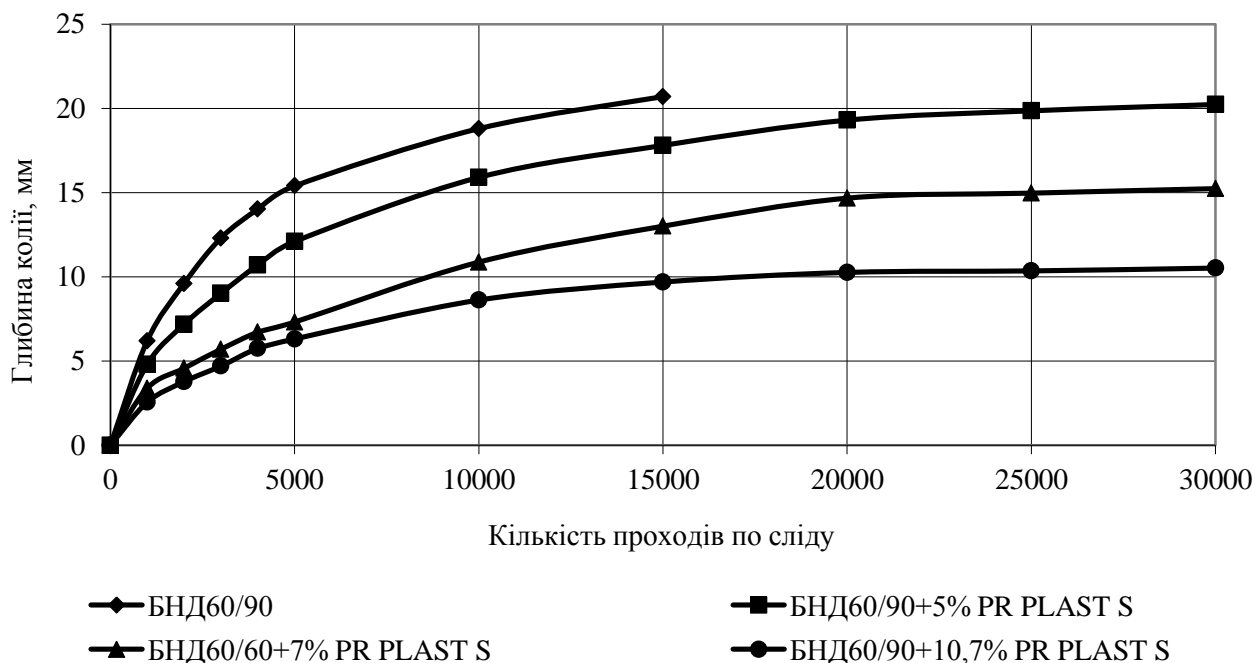


Рисунок 1 – Залежність глибини колії від кількості проходів колеса по сліду при 65 °С для асфальтобетонів при введенні PR PLAST S у асфальтобетонну суміш

Для порівняльної оцінки ефективності введення полімеру в суміш мінеральних матеріалів використано традиційну методику введення полімеру у бітум в лабораторній мішалці та подальше використання модифікованого бітуму для приготування асфальтобетонної суміші. Полімер у бітум додавали у кількості 5 та 7 % від маси бітуму, що відповідає вмісту 0,4 та 0,5 % від маси мінеральних матеріалів, за температури 180 °С та перемішували протягом 60 хвилин, по закінченні перемішування відбиралися зразки для визначення властивостей в'язучих та залишок одразу використовували для приготування асфальтобетонної суміші.

Для приготування в'язучого модифікованого полімером PR PLAST S використовували бітум БНД 60/90, а для порівняння його впливу на властивості в'язучого та асфальтобетону використали досить поширений полімер типу SBS Kraton D1101 у кількості 3 %.

Властивості вихідного бітуму та бітуму модифіковані полімерами наведені у таблиці 2.

Аналіз отриманих даних показує що введення PR PLAST S призводить до збільшення температури розм'якшення та зниження пенетрації, а також значному зниженню дуктильності із збільшенням вмісту полімеру у бітумі. Використання 5 % PR PLAST S у порівнянні з 3 % Kraton D1101 призводить до майже однакового зниження показника пенетрації на меншого збільшення температури розм'якшення (на 7 та 19 °С відповідно). Збільшення вмісту PR PLAST S до 7 % знижує показник пенетрації в'язучого до 30 (0,1 мм) та підвищує температуру розм'якшення до 64 °С. Показник еластичності в'язучого складає 29 та 36 % відповідно для 5 та 7 % PR PLAST S, тобто значно менше ніж для 3 % Kraton D1101 (90 %)

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості вихідного бітуму та модифікованих в'язучих

Найменування показника	БНД 60/90	БНД60/90 +5 % PR PLAST S	БНД60/90 +7 % PR PLAST S	БНД60/90 +3 % Kraton D1101
Пенетрація за температури 25 °С, (0,1 мм)	70	50	30	53
Температура розм'якшення за кільцем та кулею, °С	50	57	64	69
Дуктильність за температури 25 °С	85	18	8	25
Еластичність, %	-	29	36	90

Для визначення впливу добавок полімерів на фізико-механічні властивості асфальтобетону визначалися перелік характеристик наведених у таблиці 3.

Введення 5 % PR PLAST S призводить до зростання границі міцності при стиску за температури 20 °С на 0,95 МПа, збільшення концентрації полімеру до 7 % призводить до зростання на 1,35 МПа порівняно з асфальтобетоном на не модифікованому в'язучому. Границя міцності на стиск за температури 50 °С збільшується на 0,4 МПа та 0,9 МПа відповідно для концентрацій полімеру 5 % та 7 %. Для порівняння 3 % полімеру Kraton D1101 призводить до зростання границь міцності при стиску на 0,8 та 0,7 МПа відповідно за температур 20 та

50 °С. Тобто вплив обох типів полімерів на фізико-механічні характеристики асфальтобетону досить схожий – це збільшення характеристик міцності асфальтобетону та незначний вплив на водонасичення і щільність асфальтобетонних зразків.

Таблиця 3 – Фізико-механічні властивості асфальтобетонів виготовлених на вихідному бітумі та модифікованих в'язучих.

Показники фізико-механічних властивостей	Вихідний бітум	Модифіковані в'язучі		
		5 % PR PLAST S	7 % PR PLAST S	3% Kraton D1101
Середня щільність, ρ , г/см ³	2,398	2,393	2,413	2,395
Водонасичення, %	0,9	1,1	0,9	0,7
Набрякання, %	0	0	0	0
Границя міцності при стиску $R_{сж}$, МПа за температури:				
	20 °С	4,2	5,15	5,55
50 °С	1,2	1,60	2,1	1,9

Результати визначення глибини колії у асфальтобетоні наведені на рисунку 2. Вони показують, що використання бітуму модифікованого 5 % PR PLAST S дозволяє знизити глибину колії більш ніж у 4 рази порівняно з асфальтобетоном на бітумі БНД 60/90. Залежність глибини колії для асфальтобетону на бітумі модифікованому 5 % PR PLAST S майже співпадає з такою для асфальтобетону на бітумі модифікованому 3 % Kraton D1101. Збільшення вмісту полімеру PR PLAST S до 7 % дозволяє знизити глибину колії більш ніж в 7 разів.

Порівняння результатів за двома способами введення полімеру показують, що введення полімеру у бітум більш ефективно, ніж у суміш. Найбільш яскраво про це свідчить показник колієутворення. Так введення 0,4 % PR PLAST S у суміш мінеральних матеріалів призводить до зниження глибини колії при 15000 проходах з 21 до 17,5 мм, а введення аналогічної кількості полімеру у бітум призводить до зниження глибини колії до 5,2 мм. Збільшення вмісту полімеру до 0,5 % при введенні у суміші призводить до утворення колії глибиною 13 мм,

аналогічна кількість полімеру введена при модифікації бітуму веде до утворення колії глибиною у 2,9 мм.

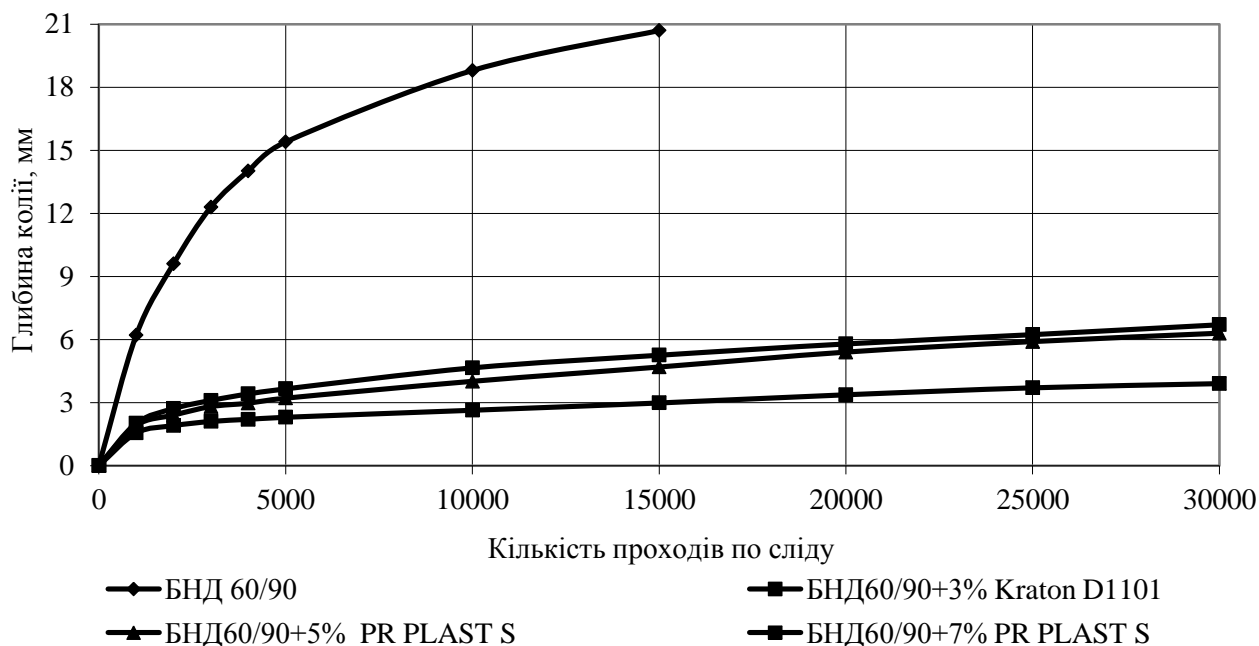


Рисунок 2 – Залежність глибини колії від кількості проходів колеса по сліду для асфальтобетонів на бітумі та модифікованих в'язучих

Але отримані результати лабораторних випробувань не можуть остаточно свідчити про неефективність введення полімерів у асфальтозмішувач. Для остаточного рішення необхідно проводити експериментальні випробування на асфальтобетонному заводі.

Література

1. Золотарёв В. А. О взаимосвязи свойств битумополимерных вяжущих и сдвигоустойчивости асфальтобетона/ В.А. Золотарёв, С.А. Чугуенко, А.В. Галкин // Автошляховик України. – 2004 – №3. – С. 25–30
2. Веренько В.А. Регулирование свойств асфальтобетона модифицирующими добавками, вводимыми в смесь/ В.А. Веренько, В.В. Занкович, П.П. Яцевич // Вісник ХНАДУ. – 2008 – №40 – С. 51–56
3. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім.О.М.Бекетова: XI міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве», 25.11.13-25.12.13, г.Харьков./ В.К. Жданюк, Д.Ю. Костін, О.О. Макарьев, Дослідження впливу термопласту на властивості щебенево-мастикового асфальтобетону. Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/34302/>
4. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім.О.М.Бекетова: XI міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве», 25.11.13-25.12.13, г.Харьков./ В.К. Жданюк, О.О. Воловик, О.О. Макарьев, К.В. Циркунова Вплив модифікації бітуму синтетичними восками на властивості дорожніх асфальтобетонів. Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/34641/>
5. PR PLAST S : Добавка Анти-износ для дорожных покрытий <http://www.pr-industrie.com/r-anti-rutting-additive.html>
6. Жданюк В.К., Об оценке устойчивости асфальтобетонных покрытий к образованию пластических деформаций в виде колеи / В.К. Жданюк, Ю.А. Масюк, С.А. Чугуенко, В.И. Плигун // Материалы II международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», ХНАГХ. – 2007.- С.168-171