

НОВИЙ ПОЛІМЕРНИЙ МОДИФІКАТОР БІТУМІВ ПОЛІДОМ НА ОСНОВІ ВТОРИННОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ

Кіщинський С.В.
ДерждорНДІ

З усіх компонентів асфальтобетону бітум в найбільшій мірі піддається дії транспортних навантажень та впливу погодно-кліматичних умов.

Модифікація бітумів полімерами різних класів є ефективним напрямком поліпшення їх властивостей. Серед полімерних модифікаторів найбільш поширеними є термоеластоласти на основі сополімерів стиролу (S) та бутадієну (B): SBS, SBR, SB, SIS та інші. Термоеластоласти знижують сприйнятливність бітуму до змін температури, збільшують їх когезійну міцність та теплостійкість, надають еластичності та поліпшують низькотемпературну поведінку. Завдяки цьому підвищується міцність, зсуво-, та тріщиностійкість дорожніх покриттів. Зростає їх опір руйнуванню через втому внаслідок тривалих транспортних навантажень.

Однією з основних причин, що стримує темпи зростання випуску модифікованих бітумів в Україні, є висока вартість полімерів (15-30 грн. за 1 кг).

В зв'язку з цим в ДерждорНДІ був розроблений дешевий та ефективний модифікатор бітумів, який за характером дії аналогічний термоеластоластам.

Основою модифікатора є вторинний поліетилен (ВП) – продукт переробки відходів поліетилену високого тиску.

ВП був вибраний з таких причин:

- з усіх полімерів, що виробляються в Україні, тільки він здатний безпосередньо суміщатись з бітумом.
- набагато дешевший, ніж кондиційні полімери (його вартість становить 3-4 грн. за кілограм).
- забезпечується утилізація одного з багатотоннажних відходів полімерів і поліпшується екологічний стан в Україні.

Відомо, що ВП підвищує когезійну міцність та температуру розм'якшення бітуму. Модифіковані ним бітуми не схильні до розшарування при зберіганні за робочих температур. Однак ВП не надає бітумам еластичності та не поліпшує їх низькотемпературну поведінку [1-5].

Щоб надати бітуму потрібні властивості, ВП поєднувався з мінімально необхідною кількістю термоеластопласту.

З усіх випробуваних термоеластопластів кращі результати досягаються при застосуванні латексів серії Butonal. Імовірно це пов'язано з латексною формою полімеру, що забезпечує краще його суміщення та взаємодію з ВП.

Для поліпшення суміщення ВП з термоеластопластом та бітумом (особливо в'язких марок), а також з метою покращення фізико-механічних характеристик модифікованих бітумів були використані пластифікатори: нафтові екстракти, масла та інші продукти нафтопереробки.

Композиція з оптимальним співвідношенням вторинного поліетилену (60-70 %), латексу (23-26 %) та пластифікатора (10-15 %) отримала назву модифікатора бітуму Полідом.

Слід зазначити, що кількість Butonal NS 104, яка у складі Полідому потрапляє у бітум в 4 рази менша, ніж це потрібно при модифікації бітуму одним тільки латексом.

Приготування Полідому здійснюється в агломераторах або екструдерах (черв'ячних пресах). За рахунок тертя та зсувних зусиль вторинний поліетилен нагрівається, розм'якшується та плавиться. Під час цього процесу до нього додають латекс та пластифікатор. При перемішуванні компонентів внаслідок процесів диспергування та розподілу відбувається гомогенізація суміші.

Гомогенізація суміші може проводитись також в її розплаві. Після досягнення однорідності розплавлена суміш може бути різко охолоджена водою, внаслідок чого матеріал подрібнюється на крихти (у випадку використання агломерату) або проходить через гранулятор, де утворені прутки (стренги) полімеру подрібнюються на гранули.

В таблиці 1 наведено результати дослідження впливу ВП, латексу Butonal NS 104 (But) та Полідому (ПДМ) на властивості бітуму марки БНД 90/130 українського виробництва.

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики бітуму з різним вмістом модифікаторів

Показники властивостей	Значення показників властивостей бітуму з різним вмістом модифікаторів, %						
	–	ВП ^{*)} , 2	But ^{*)} , 0,75	ПДМ, 2	ПДМ, 3	ПДМ, 4	ПДМ ^{**)} , 3
Глибина проникнення голки (пенетрація), 0,1 мм							
за температури 25 °С	96	47	56	66	69	57	47
за температури 0 °С	18	9	11	13	8	10	–
Температура розм'якшення, °С	46	51	49	53	54	57	60
Розтяжність (дуктильність), см							
за температури 25 °С	>100	20	33	24	41	35	12
за температури 0 °С	4,0	2,8	4,0	4,0	4,5	4,3	3,5
Еластичність, %	–	–	50	55	60	65	55
Температура крихкості, °С	-24	-22	-20	-22	-22,5	-19	-17,5
Зчеплення зі склом, %	17	13	19	21	21	16	14
Когезія, МПа	0,088	0,145	0,125	0,170	0,173	0,176	0,202
^{*)} Вміст ВП та But в модифікованих бітумах такий, що відповідає їх вмісту в 3 % Полідому ^{**)} Значення показників модифікованого бітуму після старіння за методом RTFOT							

Когезія бітуму визначалась за методикою професора Золотарьова В.О. Величина когезії оцінювалась зусиллям, яке призводить до втрати цілісності зразка в'язучого при плоско-паралельному зсуві за температури 25 °С.

Випробування показали, що характеристики бітумів з Полідомом є типовими для бітумів, модифікованих термоеластопластами.

Введення Полідоу в 2-2,5 рази збільшує когезійну міцність бітуму та на 7-11 °С підвищує його температуру розм'якшення. Полідом надає бітуму значної еластичності (55-65 %). Еластичність є однією з ознак ефективності полімеру і свідчить про наявність структурної сітки в бітумополімерному в'язучому та про нову конформацію його структурних елементів. Вказані зміни структури підвищують опір в'язучого дії тривалих транспортних навантажень, внаслідок чого зростає тріщиностійкість дорожніх покриттів.

При модифікації Полідомом зростає в'язкість бітуму, але температура крихкості та розтяжність за температури 0 °С залишається незмінною. Це свідчить про кращу низькотемпературну поведінку бітуму з Полідомом в порівнянні з немодифікованим бітумом такої ж в'язкості. Підвищена температура розм'якшення та стабільна температура крихкості забезпечують бітуму з Полідомом більш широкий інтервал пластичності.

Встановлено, що оптимальний вміст Полідоу у бітумі становить 3-3,5 %, температура нагрівання в'язучого при модифікації 195-200 °С, тривалість суміщення – від 2 год до 3 год.

Та кількість латексу, що знаходиться в Полідомі, при введенні в бітум самостійно не надає бітуму такої еластичності, як в композиції із вторинним поліетиленом. Це дозволяє припустити наявність синергетичного ефекту при суміщенні двох компонентів Полідоу в присутності пластифікатора.

Був вивчений вплив бітумів різного виробництва на ефективність процесу їх модифікації Полідомом.

Дослідження показали, що для приготування бітумів з Полідомом краще підходять високосмолисті бітуми з ароматичною основою. Так, дистиляційний бітум NYNAS та бітум Ухтинського НПЗ показали найбільший приріст температури розм'якшення та найвищу еластичність (рис. 1).

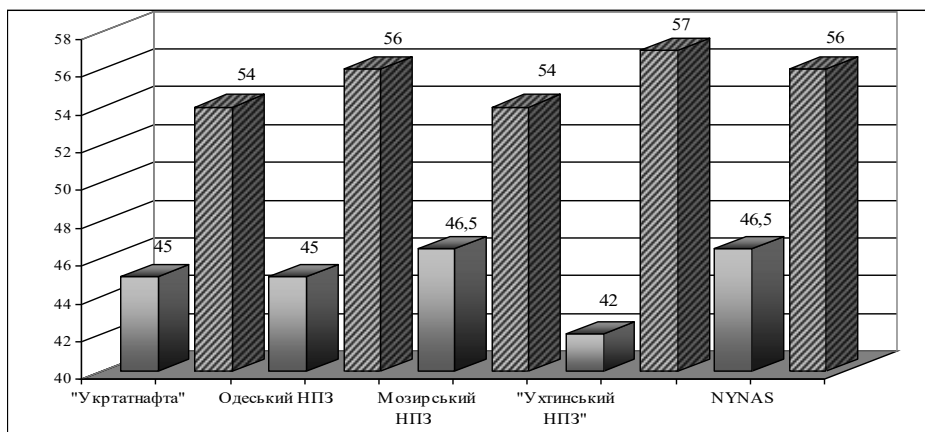


Рисунок 1 – Вплив природи бітумів на температуру розм'якшення при модифікації Полідомом

В той же час полімерний модифікатор Полідом за рахунок своєї поліетиленової основи добре суміщається також і з українськими та білоруськими парафіністими окисленими бітумами.

Важливою властивістю модифікованих бітумів є їх здатність не розшаровуватись при зберіганні за робочих температур.

Схильність модифікованих бітумів до розшарування визначалась за “TUBEN-методом”. Встановлювалась температура розм'якшення, пенетрація при 25 °С та еластичність у верхньому та нижньому шарах в'язучого після прогрівання при температурі 180 °С протягом 8 та 24 годин.

На рис. 2 представлено різницю температур розм'якшення, пенетрації та еластичності між верхнім і нижнім шарами бітуму, модифікованого Полідомом та типовим термоеластопластом типу SBS.

Результати випробувань показали, що у бітумах з Полідомом спостерігається набагато менший ступінь розшарування ніж у бітумах, модифікованих термоеластопластами типу SBS.

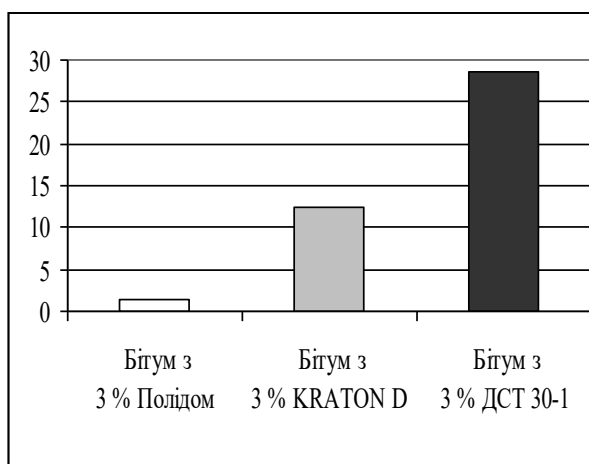


Рисунок 2 – Різниця температур розм'якшення між верхнім і нижнім шаром в'язучого

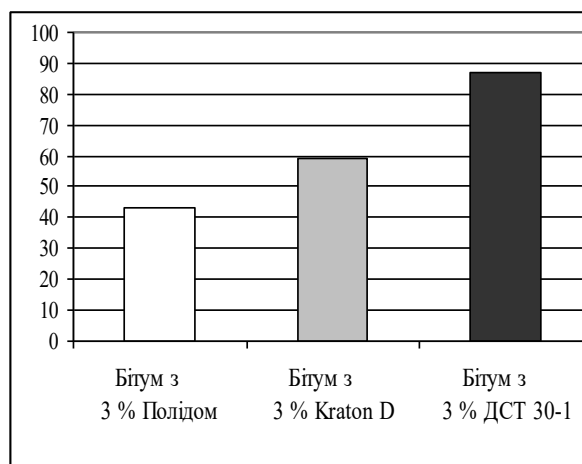


Рисунок 3 – Різниця пенетрацій між верхнім і нижнім шаром в'язучого

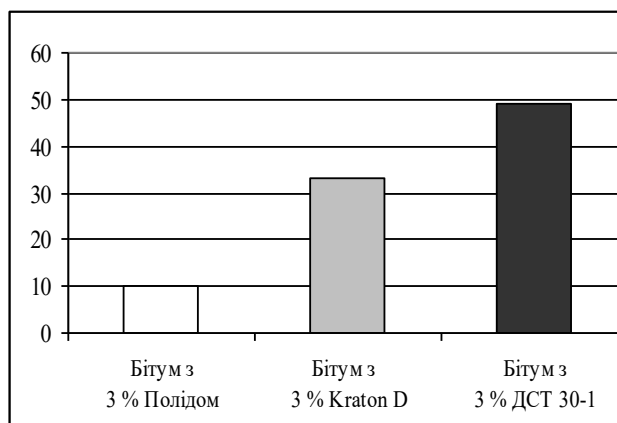


Рисунок 4 – Різниця еластичності між верхнім і нижнім шаром в'язучого

Висновки

1. На основі вторинного поліетилену розроблено полімерний модифікатор бітуму, за дією аналогічний термоеластопластам, що отримав назву Полідом.
2. Характеристики бітумів, що вміщують Полідом, є типовими для бітумів, модифікованих термоеластопластами. Вони відповідають вимогам українського стандарту. Бітуми з Полідомом мають меншу схильність до розшарування ніж бітуми, модифіковані термоеластопластами типу SBS.
3. Оптимальний вміст Полідому у бітумі становить 3-3,5 %, температура суміщення Полідому з бітумом – 195-200 °С, тривалість процесу 2-3 год.
4. Економічна ефективність застосування Полідому забезпечується значно нижчою його вартістю в порівнянні з термоеластопластами. Це досягається за рахунок використання дешевого вторинного поліетилену та пластифікатору, а також в 4 рази меншого вмісту латексу.

Література

1. Кіщинський С.В. (2006). Використання вторинного поліетилену для модифікації бітумів // Дороги і мости. – Київ: ДерждорНДІ / Зб. наук. статей, вип. 5 – С.243-258.
2. Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы и битумы с добавками в дорожном строительстве (2003) / Под ред. Золотарева В.А. – Харьков – 228 с.
3. Вторичное использование полимерных материалов (1985) / Под ред. Любешкиной Е.Г. – Москва: Химия – 192 с.
4. Веренько В.А. (2004). Новые материалы в дорожном строительстве – Минск: УП «Технопринт» – 170 с.
5. M. Merfy, M. O'Mahony. (2000). "Bitumens modified with recycled polymers" // Materials and Structures – № 33.