

**УДК 625.7**

**Савенко В. Я., д-р тех. наук., Мудриченко А. Я.**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА  
АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ З ВИКОРИСТАННЯ  
ТЕПЛИХ СУМІШЕЙ**

**Анотація.** В статті досліджуються питання використання теплих асфальтобетонів, які забезпечують достатнє ущільнення при низьких температурах і зменшують пошкодження структури завдяки меншим швидкостям охолодження.

Предоставлено аналіз лабораторних випробувань асфальтобетонної суміші з використанням в'язкого бітуму модифікованого добавкою Warmmix L .

**Ключові слова:** бітум, добавки, Warmmix L, теплі асфальтобетонні суміші, енергоефективність.

**УДК 625.7**

**Савенко В. Я., д-р тех. наук., Мудриченко А. Я.**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА  
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СЛОЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ТЕПЛЫХ СМЕСЕЙ**

**Аннотация.** В статье исследуют вопросы использования теплых асфальтобетонов, которые обеспечивают достаточное уплотнение при низких температурах и уменьшают повреждение структуры благодаря меньшим скоростям охлаждения.

Представлен анализ лабораторных испытаний асфальтобетонной смеси с использованием вязкого битума модифицированного добавкой Warmmix L.

**Ключевые слова:** битум, добавки, Warmmix L, теплые асфальтобетонные смеси, энергоэффективность.

**UDC 625.7**

**Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., Mudrychenko A.Ya.**

## **IMPROVING THE CONSTRUCTION TECHNOLOGY OF ASPHALT-CONCRETE LAYERS USING WARM MIX**

**Abstract.** The article is dedicated to study of the issue applying warm asphalt mixtures that provide adequate compacting at low temperatures and reduce damage of the structure due to the lower cooling rate.

Presents the implementation of the results of laboratory tests of asphalt mixture using modified bitumen with a Warmmix L.

**Keywords:** bitumen, additives, Warmmix L , warm asphalt mixes, energy efficiency.

Теплі асфальтобетонні суміші - це загальний термін, що охоплює безліч технологій, що дозволяють виготовляти, транспортувати, укласти і ущільнювати асфальтобетонні суміші при більш низьких, ніж передбачено для звичайних (гарячих) сумішей, температурах [1].

Орієнтуючись на закордонну практику, можна стверджувати, що застосування на дорожніх роботах теплих асфальтобетонних сумішей - одне з найбільш перспективних напрямків.

Відомо, що ступінь покриття кам'яних матеріалів бітумом значною мірою визначається в'язкістю в'язучого. У загальному випадку, чим нижче в'язкість бітуму, тим швидше і рівномірніше всі зерна покриваються бітумної плівкою. Зниження в'язкості досягається, як правило, підвищенням температури в'язучого: гарячу суміш виробляють традиційно в діапазоні 150-165 °С. Кам'яний матеріал при цьому є сухим (його температура при виході з сушильного барабана може досягати 180-190 °С), в'язкість бітуму знижена до такого рівня, при якому він покриває мінеральний матеріал, а суміш є досить рухомою. Верхня межа температури нагрівання в'язучого і кам'яного матеріалу обмежена у зв'язку з інтенсивним окислювальним старінням в'язучого при підвищених температурах. Гарячу суміш укладають і починають ущільнювати при 120-150 °С, коли вона ще рухлива, і завершують укочувати при температурі не нижче 80 °С [2].

Технології теплих сумішей полягають у різкому зменшенні температурного режиму як на стадії їх приготування, так і на стадіях укладання та ущільнення. У результаті, порівняно з гарячими асфальтобетонними сумішами, теплі асфальтобетонні суміші володіють цілим рядом переваг [3]:

- економія енергоресурсів при виробництві;
- зниження викидів забруднюючих речовин;
- менш інтенсивне старіння бітумного в'язучого;
- підвищення дальності транспортування і можливість укладання суміші при знижених температурах;
- поліпшення умов праці як при виробництві, так і при укладанні.

На даний момент виділяють наступні методи виробництва теплих асфальтобетонних сумішей [2, 3]:

- використання присадок, що змінюють в'язкість бітуму (органічних - амідів жирної кислоти, восків Фішера - Тропша і гірських восків, мінеральних - цеолітів);
- метод двофазного змішування;
- використання спіненого бітуму.

Використання присадок, що змінюють в'язкість бітуму, - перспективний метод, що дозволяє значно поліпшити властивості бітуму: можливо виробництво бітуму в значних температурних інтервалах.

Метод двофазного змішування може здійснюватися шляхом змішування з бітумом спочатку великих фракцій кам'яного матеріалу і подальшим до додаванням дрібних фракцій або шляхом змішування кам'яного матеріалу з бітумом низької в'язкості і подальшим додаванням більш в'язкого бітуму [3, 4]. Цей метод збільшує тривалість циклу перемішування, отже, знижує продуктивність асфальтобетонного заводу.

Використання спіненого бітуму. Спінений бітум має меншу в'язкість і значно більшу питому поверхню, що покращує процес обволікання кам'яного матеріалу.

Спінювання бітуму досягають шляхом вприскування в гарячий бітум води і повітря: при розпиленні води в гарячий бітум відбувається випаровування води і утворення спіненого бітуму - бульбашок водяної пари, покритих тонкою бітумної плівкою [4].

## Матеріали та методи досліджень

У дослідженнях використовували:

- Бітум нафтовий дорожній в'язкий марки БНД 60/90, що відповідає вимогам ДСТУ 4044 “Бітуми нафтові дорожні в'язкі.” Результати випробувань бітуму наведені у таблиці 1.

**Таблиця 1** – Фізико-механічні характеристики вихідного бітуму та бітуму з добавкою Warmmix L.

Найменування показників	Результати випробувань бітуму з вмістом добавки Warmmix L, %			Вимоги ДСТУ 4044 до бітуму марки БНД 60/90
	0	0,3	0,6	
1. Глибина проникнення голки (пенетрація), 0,1 мм: за температури 25 °С за температури 0 °С	85 26	85 28	85 30	від 61 до 90 не нормується
2. Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С	47	47	47	від 47 до 53
3. Розтяжність (дуктильність), см: за температури 0° С за температури 25 °С	4,3 75	4,2 72	4,2 72	від 3,0 від 55
4. Температура крихкості, °С	-26	-22	-22	-12, не вище

- Щебінь. Для приготування асфальтобетонної суміші використовувався щебінь гранітний фракції 10-15 мм та 5-10 мм, що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-75-98.

- Пісок. Для приготування асфальтобетонної суміші використовувався пісок із відсівів подрібнення вивержених гірських порід фракції 0-5 мм, що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-32-95.

- Мінеральний порошок. Мінеральний порошок – неактивований, що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-121-2003.

- Добавка в бітум Warmmix L для виробництва асфальтобетонних сумішей за пониженими температурами при виробництві, укладанні, ущільненні та за низькою температурою навколишнього середовища. Характеристики добавки представлені в таблиці 2.

Спосіб застосування добавки Warmmix L аналогічний застосуванню адгезійних добавок. Застосування добавки Warmmix L не вимагає додаткового перемішування. Результати випробування вихідного бітуму та бітуму з добавкою наведені в таблиці 1.

**Таблиця 2** – Фізико – механічні характеристики добавки Warmmix L

Зовнішній вигляд	В'язка рідина
Колір	Темний
Ph	Основний
Щільність при 15 °С	0,946 кг/л
В'язкість при 50 °С	<1.000сР
Точка застигання °С	< 5 °С

На основі підбраного зернового складу була виготовлена та заформована гаряча дрібнозерниста щільна типу Б не переривчастого різновиду за гранулометриєю марки 1 асфальтобетонна суміш без добавки та з добавкою Warmmix L. Вміст добавки під час випробувань складав від 0,3% до 0,6% від кількості бітуму. Приготування і ущільнення зразків відбувалось за різними робочими температурами.

За результатами показників фізико-механічних характеристик приготуваних асфальтобетонних зразків виконували оцінку впливу на них добавки Warmmix L .

Фізико-механічні характеристики асфальтобетону представлені в таблицях 3 та 4

**Таблиця 3** – Фактичні значення показників зразків виготовлених за температури 160°С і заформованих за температури 90 °С з додаванням 0,3 % добавки Warmmix L на бітумі БНД 60/90

Найменування показників	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119	Результати випробувань			Точність вимірювань	
		Фактичні показники			Середнє арифметичне	Середнє квадратичне відхилення
1	2	3	4	5	6	7
Середня густина зразка, г/см <sup>3</sup>		2,40	2,39	2,40	2,397	0,0058
Водонасичення, % за об'ємом	1,0-3,0	0,96	1,21	1,13	1,1	0,1277
Водостійкість при тривалому водонасиченні, не менше	0,85	0,87	0,85	0,86	0,86	0,01
Границя міцності на стиск, МПа за температури:						
0 °С, не більше	12,0	7,8	7,8	7,6	7,733	0,1155
20 °С, не менше	2,7	3,5	3,7	3,5	3,567	0,1155
50 °С, не менше	1,3	1,44	1,47	1,49	1,467	0,1155
Границя міцності на стиск водонасичених зразків, МПа за температури:						
20 °С	-	3,0	3,4	3,2	3,2	0,2
Коефіцієнт водостійкості, не менше	0,80	0,90			0,90	-

Таблиця 4 – Фактичні значення показників зразків виготовлених за температури 160°C і заформованих за температури 90 °С з додаванням 0,6 % добавки Warmmix L на бітумі БНД 60/90

Найменування показників	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119	Результати випробувань			Точність вимірювань	
		Фактичні показники			Середнє арифметичне відхилення	Середнє квадратичне відхилення
1	2	3	4	5	6	7
Середня густина зразка, г/см <sup>3</sup>	-	2,38	2,38	2,39	2,383	0,0058
Водонасичення, % за об'ємом	1,0-3,0	2,41	2,48	2,31	2,4	0,0854
Водостійкість при тривалому водонасиченні, не менше	0,85	0,95	0,94	0,93	0,94	0,01
Границя міцності на стиск, МПа за температури:						
0 °С, не більше	12,0	7,8	7,2	7,6	7,533	0,3055
20 °С, не менше	2,5	2,5	2,6	2,7	2,6	0,1
50 °С, не менше	1,3	1,36	1,31	1,32	1,33	0,1
Границя міцності на стиск водо насичених зразків, МПа за температури:						
20 °С	-	2,6	2,7	2,4	2,567	0,1528
Коефіцієнт водостійкості, не менше	0,80	0,99			0,99	-

На рисунках 1, 2 наведено вплив добавки Warmmix L на міцність асфальтобетонних зразків в залежності від її кількості та за різними температурами приготування та ущільнення.

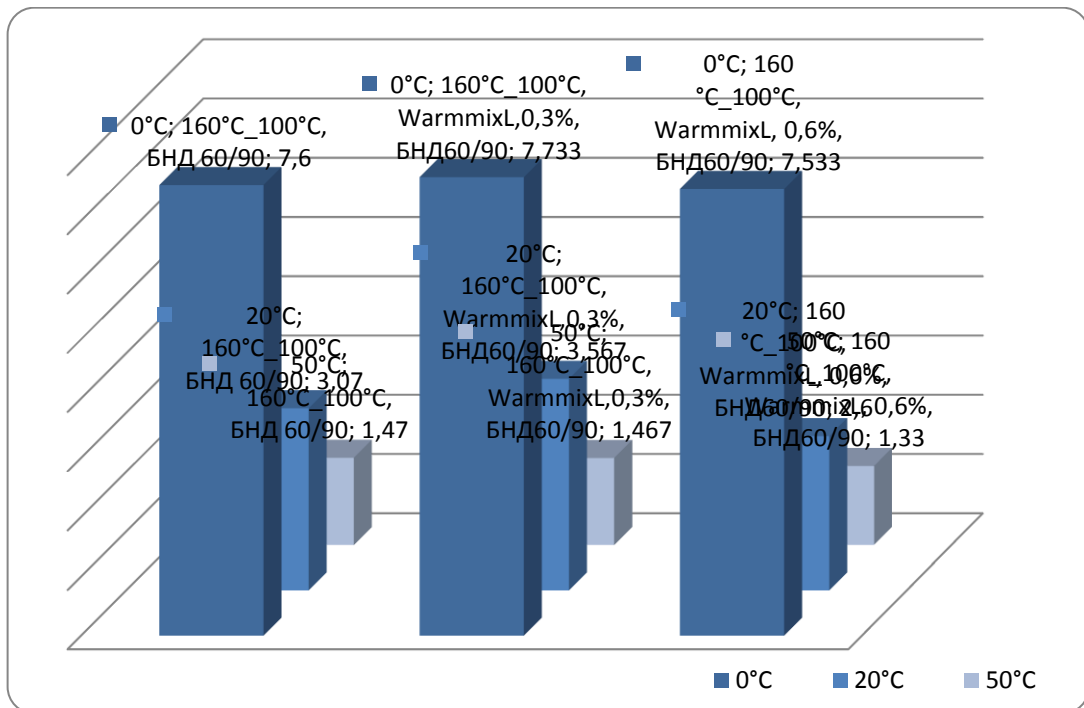
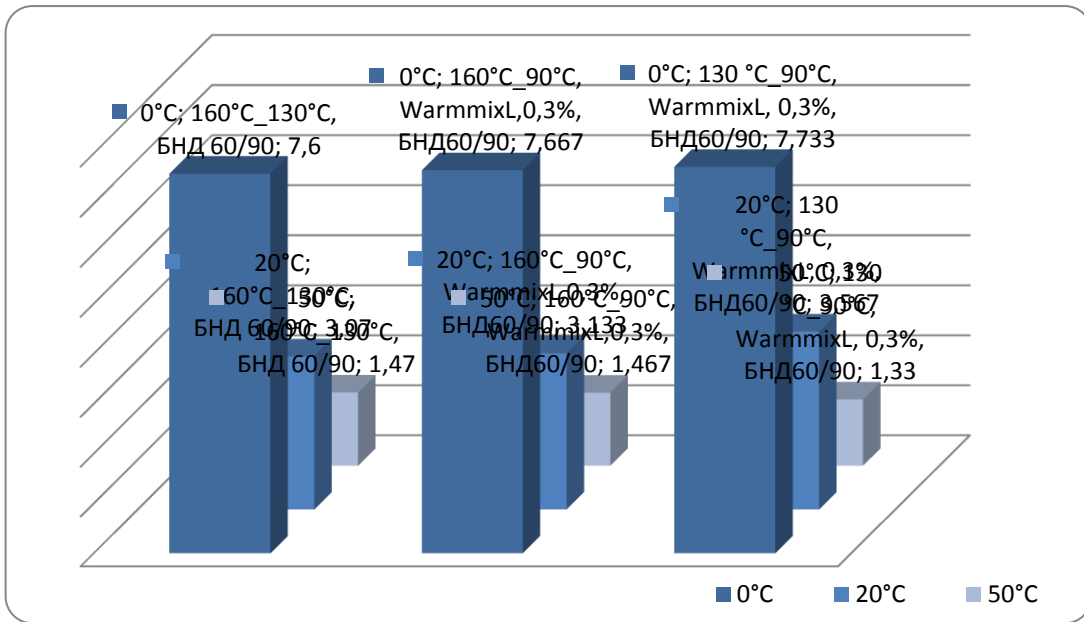


Рисунок 1 – Вплив добавки Warmmix L на міцність асфальтобетонних зразків в залежності від її кількості



**Рисунок 2** – Вплив добавки Warmmix L на міцність асфальтобетонних зразків за різними температурами приготування та ущільнення

### Висновки

Використання енергозберігаючої добавки для приготування асфальтобетонної суміші із вмістом щебеню більше 45 % за масою, що виготовляються згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 із застосуванням добавки Warmmix L у кількості від 0,3 % до 0,6 % до бітумів нафтових дорожніх в'язких марок БНД 60/90 згідно з ДСТУ 4044, можуть вироблятися за температури приготування 130-150 °С, а ущільнюватися за температури 90 - 115 °С.

Бітуми нафтові дорожні в'язкі марок БНД60/90 із додаванням до них добавки Warmmix L у кількості від 0,3 % до 0,6 % за своїми фізико-механічними та реологічними властивостями відповідають вимогам ДСТУ 4044;

Крім того, застосування добавки Warmmix L для гарячих асфальтобетонних сумішей, що виготовляються згідно з ДСТУ Б В.2.7-119, буде сприяти збільшенню будівельного сезону та надасть можливість виконувати роботи щодо влаштування асфальтобетонного покриття у холодну пору за температури навколишнього середовища до мінус 5 °С.

### **Література**

1. Третьяков, Р. Теплый асфальтобетон в дорожном строительстве / Р. Третьяков // . – 2014. – № 5.
- 2.. Радовский В.С. Технология нового теплого асфальтобетона в США, Дорожная техника, 2008 г.
3. Хученройтер, Ю. Асфальт в дорожном строительстве / Ю. Хученройтер, Т. Вьорнер. –М. : ИД «АБВ-Пресс», 2013. – 450 с.
4. Першин, М.Н. Спінений бітум в дорожном строительстве / М.Н. Першин, Е.Н. Баринов, Г.В. Кореневський. – М. : Транспорт, 1989. – 80 с.
5. ДСТУ Б В.2.7-89-99 Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього будівництва. Методи випробувань.
6. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.

#### **Рецензенти:**

Жданюк В.К., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

#### **Reviewers:**

Zhdaniuk V.K., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.

Gameliak I.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **08.12.2016 р.**