

УДК 625.855

*Кіщинський С.В., зав. відділу,
Кириченко Л.Ф., канд. хім. наук, пр. наук. співроб.,
Копинець І.В., м.н.с., Гончаренко Ю.Ф., с.н.с.,
ДерждорНДІ, м. Київ*

РЕМОНТ ТРІЩИНУВАТИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Ремонт дорожніх покриттів, як правило, пов'язаний із влаштуванням захисних шарів з бітумовміщуючих матеріалів. Залежно від ступеню руйнування це можуть бути або поверхнева обробка, або захисний шар з асфальтобетону.

Однією з головних проблем сумісної роботи старого та нового покриттів є збереження цілісності останнього над тріщинами та деформаційними швами старого покриття.

В зимовий період під дією транспорту та температурного стискання в зоні таких місць у захисному шарі виникають значні розтягуючі напруження. Асфальтобетон захисного шару та основа з якою він перебуває у безпосередньому контакті, мають різні коефіцієнти температурного розширення і ця різниця сягає десятки разів. При низьких температурах деформаційні властивості бітумовміщуючих матеріалів майже відсутні, внаслідок чого над тріщиною або деформаційним швом відбувається розрив захисного покриття з утворенням відображеної тріщини.

Ще в п'ятдесяті роки в США і Великобританії проводилися експерименти із застосування проміжних мембранних шарів товщиною 50-75 мм з використанням бітуму, модифікованого синтетичним латексом, гумовим порошком і крихтами натурального каучуку в кількості 5%. Однак відчутного зменшення кількості відображених тріщин не спостерігалось, мало місце лише уповільнення темпу їх зростання.

В останні роки усе ширше застосовують технологію, розроблену понад 15 років тому в США, а потім впроваджену у Франції - влаштування «мембран, що поглинають напруження» з наступним укладанням зверху захисного шару із спеціального полімерасфальтобетону.

Якісні характеристики в'язучого є визначальними для властивостей асфальтобетону захисного шару. Саме якість в'язучих матеріалів надає таким композиціям фізико-механічні характеристики, що забезпечують захист покриттів. Звичайні бітуми згідно з ДСТУ 4044-2001 за своїми властивостями не можуть надати захисному шару асфальтобетону потрібну деформативну здатність. Ця деформативна здатність повинна бути у 8-10 разів вище в порівнянні зі звичайним асфальтобетоном. Такі показники можна отримати тільки при введенні у бітум полімерних модифікуючих добавок класу термоеластопластів, які можуть надати бітуму необхідні теплостійкість та еластичність. Потрібні низькотемпературні характеристики бітумів забезпечуються невисокою в'язкістю в'язучого, яка досягається введенням пластифікаторів.

В процесі лабораторних досліджень ДерждорНДІ проводився підбір складу бітумополімерного в'язучого для мембрани. Результати випробувань бітумополімерних в'язучих різного складу призначених для влаштування мембран представлені в таблиці 1.

На основі проведених лабораторних робіт з підбору бітумополімерного в'язучого можна надати його орієнтовні склади із заданими властивостями, в залежності від вихідних матеріалів, що наведені в таблиці 2.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

Таблиця 1 - результати випробувань бітополімерних в'язучих різного складу призначених для влаштування мембран

Ч.ч	Вихідний бітум, %			Пластифікатор, %				Полімер СБС, %	Фізико-механічні характеристики					
	БНД 60/90 (П=81)	БНД 90/130 (П=97)	БНД 130/200 (П=141)	М-100	Гудрон	ЕСОМ	ЕФОМ		Глибина проникнення голки при 25 °С, ·0,1 мм	Температура розм'якшення, °С	Температура крижкості, °С	Еластичність, %	Коефіцієнт зчеплення з гранітним щебенем	Розтяжність при 0 °С, см
1	-	71,5	-	-	24,8	-	-	4,5	131	66	-24	87	0,92	25
2	-	78,0	-	18	-	-	-	4,0	125	60	-22	84	0,90	19
3	-	77,5	-	-	-	18	-	4,5	145	65	-24	85	0,91	22
4	-	72,0	-	-	24	-	-	4,0	145	67	-23	80	0,92	20
5	-	71,0	-	15	-	-	-	4,0	137	64	-23	82	0,91	20
6	-	71,0	-	-	-	-	15	4,0	142	64	-24	84	0,91	22
7	-	76,0	-	-	-	-	10	4,0	135	62	-23	80	0,90	20
8	74	-	-	22	-	-	-	4,0	128	62	-23	81	0,91	19
9	71	-	-	25	-	-	-	4,0	135	63	-23	82	0,91	20
10	65,5	-	-	30	-	-	-	4,5	127	64	-24	84	0,91	23
11	74	-	-	-	-	22	-	4,0	142	64	-24	82	0,91	21
12	66	-	-	-	30	-	-	4,0	121	63	-23	84	0,90	22
13	46	-	-	-	50	-	-	4,0	141	62	-24	81	0,91	22
14	-	-	89	-	-	7	-	4,0	138	62	-24	83	0,90	24
15	-	-	88	-	-	-	8	4,0	141	62	-24	82	0,91	22
16	-	-	76	20	-	-	-	4,0	145	63	-23	84	0,90	24
17	-	-	70,5	25	-	-	-	4,5	142	63	-23	85	0,91	23
18	-	-	65,6	30	-	-	-	4,5	148	64	-24	85	0,91	23
19	-	-	89	-	-	-	7	4,0	141	63	-23	84	0,92	22
20	-	-	85,5	-	-	10	-	4,5	149	62	-24	83	0,90	24

Таблиця 2 – Орієнтовні склади бітумополімерного в'язучого із заданими властивостями, в залежності від вихідних матеріалів

Кількість полімеру на основі СБС, %	Пластифікатор, %				Марка та кількість бітуму, %
	ЕФОМ	ЕСОМ	Мазут М-100	Гудрон	
4,0-5,0	15-18	15-18	30-40	50-60	БНД 60/90 до 100%
4,0-5,0	10-15	10-15	20-30	40-50	БНД 90/130 до 100%
4,0-5,0	5-10	5-10	10-20	30-40	БНД 130/200 до 100%

При приготуванні модифікованого в'язучого необхідна кількість бітуму і пластифікатору подається в реактор та нагрівається до робочої температури 170-180 °С при постійному перемішуванні лопатевими мішалками.

Після того як бітум і пластифікатор досягнуть заданої температури, проводять дозування полімеру. Попередньо зважений відповідно до рецептури термоеластопласт засипають у котел-реактор та перемішують при робочій температурі до повного розчинення.

Однією з основних властивостей бітумополімерного в'язучого, що застосовується в мембранній технології, є високий ступінь еластичності в широкому температурному діапазоні. Ця властивість передається асфальтобетону і сприяє підвищенню його стійкості до утворення відображених тріщин.

Враховуючи особливості роботи захисних шарів, важливе значення у підвищенні деформативності асфальтобетонної суміші має гранулометричний склад асфальтобетону та розмір максимальної фракції щебеню.

Встановлено, що початкова пористість асфальтобетонної суміші захисного шару повинна бути в межах 15-20 % з врахуванням наступного їх заповнення бітумополімерним в'язучим мембрани.

За результатами досліджень асфальтобетон із вмістом щебеню від 70 до 80 % фр. 3-5 мм і 5-10 мм має найбільшу деформативну здатність. При цьому його характеристики міцності близькі до характеристик традиційного асфальтобетону.

Нежорсткий каркас в сукупності з бітумополімерним в'язучим забезпечує підвищення деформативності асфальтобетону в порівнянні з традиційним при температурі 20°С в 2 рази, а при мінус 20 °С - в 5 разів.

Розтягуючі напруження захисного шару знаходиться в нижній його частині, у зоні безпосереднього контакту зі старим покриттям. В процесі укладання суміші і її подальшого ущільнення, в'язуче мембрани проникає в пори асфальтобетонної суміші, збільшуючи тим самим її деформативність.

Епюра розподілу в'язучого по висоті захисного шару асфальтобетону, що укладений на мембрану, наведена на рисунку 1.

При щільній структурі асфальтобетону такого ефекту досягти неможливо і усе в'язуче мембрани попередньо розподілене по старому покритті, або витискується по поверхні нижнього покриття убік, або через "свищі" проникає на поверхню асфальтобетонного захисного шару покриття.

Виходячи з цього, необхідно, щоб асфальтобетон мав таку пористість, яка б забезпечувала проникнення в нього потрібної кількості бітумополімерного в'язучого з мембранного шару. Це повинно забезпечити високі деформативні властивості асфальтобетону в нижній зоні, що межує із старим покриттям.

Однієї з основних задач досліджень було визначення такого оптимального складу суміші, що забезпечує потрібні міцності та деформативні характеристики асфальтобетону, а також величину пористості суміші з урахуванням заповнення частини її об'єму бітумополімерним в'язучим мембрани. Для проведення випробувань були приготовлені асфальтобетонні суміші різних складів (таблиця 3).

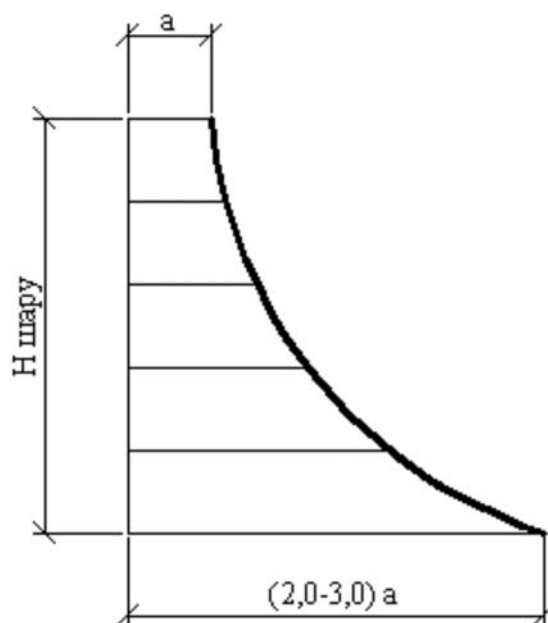


Рисунок 1 - Епюра розподілу в'язучого по висоті захисного шару асфальтобетону, що укладений на мембрану
де а - процентна кількість модифікованого бітуму у складі асфальтобетону.

Таблиця 3 - Асфальтобетонні суміші різних складів

Склад №	Вміст складових асфальтобетону, %						
	Щебінь фракції					Відсів 0-5 мм	Бітумо-полімерне в'язуче
	5-20 мм	10-15 мм	5-15 мм	5-10 мм	3-5 мм		
1	-	-	80	-	-	20	5,0
2	-	40	40	-	-	20	5,0
3	-	-	-	80	-	20	4,8
4	-	-	-	70	-	30	5,0
5	-	-	80	-	-	20	5,5
6	-	-	-	-	80	20	5,5
7	80	-	-	-	-	20	5,5

Результати випробувань асфальтобетонів вищевказаних складів наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 - Результати випробувань асфальтобетонів

Номер складу	Пористість мінерального остова	Водонасичення, %	Набухання, %	Границя міцності, МПа		Коефіцієнт водостійкості
				при 20 °С	при 50 °С	
1	20,6	6,8	0,2	1,9	1,0	0,80
2	19,5	6,6	0,2	2,0	1,1	0,82
3	18,2	6,3	0,2	1,9	0,9	0,80
4	18,3	6,6	0,2	2,0	1,1	0,81
5	16,5	6,9	0,2	2,1	1,1	0,80
6	15,6	5,9	0,2	1,9	1,0	0,80
7	13,7	5,8	0,2	2,0	0,9	0,81

Для кожного зі складів визначалася висота підняття бітумополімерного в'язучого мембрани і заповнення об'єму порового простору.

Аналіз результатів випробувань дозволив зробити висновок про те, що чим більша пористість, тим більша висота підняття в'язучого в поровому просторі суміші.

Проведені дослідження дозволили встановити вимоги до властивостей асфальтобетону захисного шару, який укладений на мембрану. Показники фізико-механічних характеристик такого асфальтобетону наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 - Показники фізико-механічних характеристик асфальтобетону

Найменування показника	Величина показника
Пористість мінерального остову, % за об'ємом	18-22
Водонасиченість, % за об'ємом	4-8
Набухання, % за об'ємом, не більше	1,0
Границя міцності при стиску, МПа, не менше:	
при температурі 20 °С	1,8
при температурі 50 °С	0,8
Коефіцієнт водостійкості при тривалому водонасиченні після 14 діб, не менше	0,75

Висунутим вимогам відповідають асфальтобетонні суміші з максимальним розміром щебеню 10 мм (тип АЗШ-10) та 15 мм (тип АЗШ-15) з вмістом спеціального модифікованого бітуму 4,5-5,5 % та гранулометричним складом, що відповідає вимогам таблиці 6.

Таблиця 6

Тип суміші	Масова частка, %, зерен мінерального матеріалу дрібніше, мм								
	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
АЗШ-10	100	90-100	30-40	19-29	16-26	13-22	10-18	7-14	3-8
АЗШ-15	90-100	40-60	25-35	18-28	15-25	12-22	10-18	7-14	3-8

При виконанні робіт з ремонту тріщинуватих асфальтобетонних покриттів за мембранною технологією необхідно дотримуватись такої технологічної послідовності:

- підготовчі роботи;
- обробка поверхні покриття, що ремонтується;
- влаштування мембрани;
- влаштування технологічного шару із щебеню, обробленого бітумом;
- прикатка щебеню, що обробленого бітумом;
- влаштування шару зносу із асфальтобетонної суміші;
- ущільнення асфальтобетонної суміші.

Підготовчий етап включає роботи з очищення покриття від пилу і бруду, роботи з усунення колій та вибоїн. Крім того, підготовчий етап включає роботи з організації руху транспорту під час виконання ремонтних робіт.

Обробку поверхні старого покриття слід виконувати бітумною емульсією із застосуванням автогудронаторів, які забезпечують розлив бітумної емульсії з нормою 0,5-0,6 л/м². При обробці поверхні рідким бітумом або гудроном, норма розливу становить 0,2-0,3 л/м². При цьому робоча температура в'язучого повинна бути не нижче 140 °С.

Влаштування мембрани включає роботи з розподілу модифікованого бітуму з використанням автогудронаторів, які забезпечують рівномірний розподіл в'язучого з нормою витрат в'язучого – 2,1-2,6 л/м². Робоча температура в'язучого повинна бути в межах 170-180 °С.

Безпосередньо після влаштування мембрани вкладається технологічний шар із щебеню фракції 10-15 мм, обробленого бітумом в кількості 0,4-0,6 % від маси щебеню. Технологічний шар призначений для запобігання пошкодження мембрани при русі автомобілів, які транспортують асфальтобетонну суміш та асфальтоукладальної техніки під час укладання захисного шару. Роботи з розподілу щебеню здійснюються за допомогою щибнерозподілюючих машин, які забезпечують рівномірний розсип з нормою витрат щебеню – 8-10 кг/м². Максимальний термін між розливом бітумного в'язучого і влаштуванням технологічного шару із щебеню, обробленого бітумом, не повинен перевищувати 1 хвилину. Прикатка технологічного шару здійснюється котками на пневмоходу масою 5-8 т. за 2-3 проходи по одному сліду.

Укладання захисних шарів із полімерасфальтобетонної суміші виконується не пізніше двох діб після влаштування мембрани і технологічного шару.

Полімерасфальтобетонну суміш виготовляють згідно з ДБН В.2.3-4.

Температура полімерасфальтобетонної суміші на технологічних етапах її використання повинна бути:

- при випуску із змішувача 160-180 °С;
- на початку ущільнення 120-130 °С;

Ущільнення полімерасфальтобетонної суміші здійснюється в два етапи:

- попереднє ущільнення гладковальцевими котками масою 5-8 т;
- доущільнення котками масою не менше 10 т.

Рекомендована товщина захисного шару становить 3-4 см.

Висновки

1. Встановлено, що полімербітумне в'язуче для мембранних технологій повинно при невисокій в'язкості (пенетрація при 25 °С, становить 130-150·0,1м) мати значну теплостійкість (не менше 60 °С) та високу еластичність (не менше 85%). Такі характеристики в'язучого можна досягти шляхом пластифікації бітуму та введення в нього підвищеного вмісту термоеластопласту (до 5 %);

2. Визначено склад та розроблена технологія приготування і укладання полімерасфальтобетонної суміші. Встановлені норми ремонту старих тріщинуватих покриттів за мембранною технологією, яка полягає у влаштуванні на покритті мембранного шару із спеціального полімербітумного в'язучого з наступним укладенням на нього полімерасфальтобетону певного складу.

Укладений полімерасфальтобетон розігріває в'язуче, яке при ущільненні перерозподіляється у його складі таким чином, що в зоні дії дотичних температурних напружень, знаходиться його збільшений вміст, забезпечуючи тим самим максимальну деформативність укладеного захисного шару в зоні контакту з старим покриттям. Це забезпечує збереження цілісності укладеного полімерасфальтобетону над тріщинами та деформаційними швами старого покриття.

3. Очікуваний економічний ефект при впровадженні даної технології становитиме до 6 грн. на 1м²;

ЛІТЕРАТУРА

1. Joksis Z. Ackustka Sa Pojacaanja cemento-betonskih kolor-ozahaputerifoov srety i nasoj zemlji. «Azqradja». 1969, 23, № 9, 18-27.

2. Shatkowski W.C. Belietance to Cracking of Rubberijed Asphalt, Full-srale Experiment on trunk Road AE in Zeicestershike. Road Research Laboratory Report ZR, 308, 1970.

3. Pedersen E. Nye asfalt Belacqningstyper Dansk veytidshkift. Нові види асфальтового покриття, 1991.

4. Вивчення ефективності прошарків для попередження появи відображених тріщин./ РЖ «Автомобільні дороги», № 7, 1989.