УДК 625.7/.8

НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНИХ ШАРІВ ЗНОСУ ПОКРИТТІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Гончаренко В.В., *канд. техн. наук, завідувач відділу нежорстких дорожніх одягів*
Нагайчук В.М., *канд. техн. наук, головний науковий співробітник*
Катукова В.М., *старший науковий співробітник відділу нежорстких дорожніх одягів*
Клименко О.М., *молодший науковий співробітник відділу нежорстких дорожніх одягів*
Ілляш С.І., *завідувач відділу нормативно-технологічного забезпечення дорожніх робіт*

Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДІ»)

Постановка проблеми

В сучасних умовах експлуатації автомобільних доріг стратегія технічної політики у сфері ремонту поступово змінюється в бік попередження утворення руйнувань дорожніх одягів.

Транспортно-експлуатаційний стан дорожнього одягу під дією повторних навантажень і впливом природних факторів постійно змінюється. У початковий період експлуатації автомобільної дороги зміни відбуваються повільно, потім темп погіршення транспортно-експлуатаційного стану зростає (рис. 1) [1]. Враховуючи те, що 97 відсотків мережі доріг загального користування потребують капітального ремонту, надзвичайно важливим є збереження тих доріг, які ще не вичерпали свій ресурс, і відремонтованих доріг з метою подовження їх терміну служби та міжремонтних проміжків.

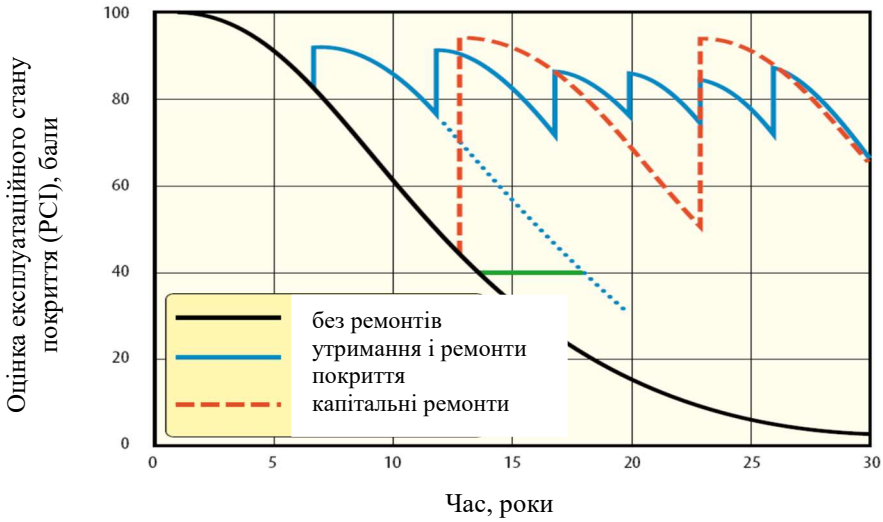


Рисунок 1 – Зміна експлуатаційного стану при різних стратегіях проведення ремонтів автомобільних доріг

Покращити транспортно-експлуатаційний стан покриттів дорожніх одягів та подовжити термін служби таміжремонтні терміни можна шляхом виконання ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Ефективність таких робіт суттєво залежить від своєчасного та періодичного виконання таких превентивних заходів. Блакитна лінія на рис. 1 відповідає

стратегії попередження утворення руйнувань шляхом виконання поточного середнього ремонту у початковий період експлуатації покриттів автомобільних доріг.

В якості превентивних заходів може бути влаштування захисних шарів зносу (далі – ЗШЗ). Їх рекомендується влаштовувати при виконанні ремонту з метою попередження утворення руйнувань. Для цих цілей існує широкий спектр технологій і матеріалів, куди входять литі емульсійно-мінеральні суміші (далі – ЛЕМС), асфальтобетон, щебенево-мастиковий асфальтобетон, з яких влаштовують захисні шари зносу та шорсткі поверхневі обробки. Вони призначені для подовження міжремонтного строку експлуатації покриттів дорожніх одягів, забезпечення безпечного руху транспортних засобів, покращання шорсткості та рівності покриття, відновлення зчіпних властивостей, а також для захисту покриття від впливу погодних чинників.

У 2016 році в ДП «ДерждорНДІ» розроблено державний стандарт-настанову ДСТУ-Н Б В.2.3-38:2016 «Настанова з влаштування шарів зносу покриття дорожнього одягу автомобільних доріг» (далі – ДСТУ-Н), який поширюється на влаштування ЗШЗ покриттів дорожніх одягів автомобільних доріг. Захисні шари зносу влаштовуються при новому будівництві автомобільних доріг, реконструкції, ремонтах та експлуатаційному утриманні.

Загальні положення та технічні вимоги

При розробці стандарту використано попередній досвід влаштування тонкашарових шарів в Україні та за кордоном, результати перегляду нормативних документів ВБН В.2.3-218-175:2002 [2], ВБН В.2.3-218-010-97 [3] та ВБН В.2.3-218-532:2007 [4], а також аналіз результатів наукових досліджень.

При цьому, застосовано новий підхід до застосування матеріалів для влаштування ЗШЗ з прогнозованими експлуатаційними властивостями і можливістю оптимізації витрат на дорожнє будівництво.

В стандарті запропоновано класифікацію ЗШЗ за такими ознаками.

Залежно від товщини їх поділяють на типи:

– тонкі – понад 10 мм до 40 (50) мм включно;
– надтонкі – понад 5 мм до 10 (15) мм включно.

Залежно від матеріалу, захисні шари зносу поділяють на види:

– ЗШЗ із сумішей асфальтобетонних гарячих щільних згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 [5];
– ЗШЗ із сумішей асфальтобетонних щебенево-мастикових згідно з ДСТУ Б В.2.7-127 [6];
– ЗШЗ із сумішей литих емульсійно-мінеральних (ЛЕМС) згідно з СОУ 42.1-37641918:119 [7].
– поверхневі обробки.

ЗШЗ поєднують функції захисних шарів, шарів зносу та шорстких шарів за рахунок підбору зернового складу сумішей, вимог до міцності та зносостійкості кам’яних матеріалів; виду в’яжучого та його властивостей; норм витрат; введення добавок та вибору технології робіт.

Традиційно матеріали і методи ремонту та утриманняавтомобільних доріг вибирали, виходячи з існуючих технологій, що застосовувались при будівництві, а самевлаштування шарів зносу з гарячих асфальтобетонних сумішей або способом поверхневої обробки. Але такий вибір був не завжди виправданим та економічно доцільним.

З розвитком стратегії попередження руйнувань автомобільних доріг почали розвиватись технології влаштування тонкошарових покриттів. Для влаштування тонких і надтонких шарів використовуються такі матеріали, як ЛЕМС, щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА), гарячі асфальтобетони, холодні бітумомінеральні суміші тощо.

Відповідно до ДСТУ-Н, вибір матеріалу для влаштування захисних шарів зносу здійснюють залежно від виду та типу ЗШЗ, виду робіт, матеріалу покриттів та технології влаштування (табл. 1).

Таблиця 1 – Матеріали для влаштування захисних шарів зносу

Тип захисних шарів за товщиною	Товщина шару, мм	Технологія влаштування захисних шарів зносу для робіт			
		ремонт та експлуатаційне утримання існуючих покриттів		нове будівництво, реконструкція та капітальний ремонт	
		асфальтобетон	цементобетон	асфальтобетон	цементобетон
Тонкі	10 - 40 (50)	АСГ, $АБС_{БМП}$, ЩМАС, АСХ, ЛЕМС на модифікованих бітумних емульсіях, подвійна поверхнева обробка	ЩМАС, $АБС_{БМП}$, ЛЕМС на модифікованих бітумних емульсіях	ЩМАС, ЛЕМС на модифікованих бітумних емульсіях	
Надтонкі	5 - 10 (15)	ЛЕМС, поверхнева обробка	-	ЛЕМС	-
Примітка: ЗШЗ влаштовуються на щебеневих основах із розклиненням або просоченням при новому будівництві згідно з ДБН В.2.3-4[8].					

Для влаштування ЗШЗ велике значення має якість кам’яних матеріалів і органічного в’яжучого з високими показниками адгезії і когезії. Незалежно від товщини захисний шар, який забезпечує підвищені фрикційні властивості поверхні дорожнього покриття, має влаштовуватись з мінеральних матеріалів, які характеризуються високим опором до шліфування, а органічне в’яжуче повинно характеризуватися задовільними адгезійними властивостями.

Для матеріалів, що застосовуються для надтонких захисних шарів, основною вимогою є їх рухливість або текучість, завдяки чому підвищується здатність матеріалу проникати в дрібні тріщини, пори покриття та протистояти впливу води, забезпечуючи тим самим й гідроізоляційний ефект.

Інтенсивність руху автомобільного транспорту теж впливає на вибір типу ЗШЗ. Залежно від існуючої інтенсивності руху транспортних засобів на автомобільних дорогах призначають такі захисні шари зносу:

– при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху більше 3000 авт/добу – шари із сумішей щебенево-мастикових асфальтобетонних з максимальним розміром зерен 20 (15) мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-127 на бітумах БМП згідно з ДСТУ Б В.2.7-135 [9], шари з ЛЕМС на модифікованих бітумних емульсіях;

– при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху до 3000 авт/добу – шари із сумішей асфальтобетонних гарячих дрібнозернистих, щільних, типу Б (А), марки І і ІІ згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 на бітумах БНД згідно з ДСТУ 4044 [10]; шари з ЛЕМС;

– при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху до 1000 авт/добу влаштовуються поверхневі обробки або захисні шари з ЛЕМС на бітумній емульсії.

На дорогах IV-V категорій дозволяється влаштовувати захисні шари зносу із місцевих матеріалів, оброблених органічними в’яжучими, згідно з галузевими НД.

Залежно від рівності покриття автомобільних доріг, що експлуатуються, призначають такі ЗШЗ:

– при нормативних значеннях рівності покриття та відсутності колійності застосовуються шари з ЛЕМС. Незначні нерівності можуть бути усунені за рахунок збільшення витрати основного матеріалу при влаштуванні ЗШЗ;

– при наявності колії до 20 мм – шари із асфальтобетонних або щебенево-мастикових сумішей;

– при показнику рівності покриття проїзної частини більше гранично-допустимого значення та наявності колії глибиною більше ніж 20 мм основу попередньо вирівнюють методом холодного фрезерування та (або) влаштуванням вирівнювального шару з максимально можливим вмістом щебеню.

– при наявності колії, що утворилась в результаті пластичного деформування покриття, ширину фрезерування колії приймають в межах від 60 см до 80 см з врахуванням зони випору;

– для усунення нерівностей покриття до 40 мм укладають вирівнювальний шар з дрібнозернистих асфальтобетонних сумішей, а при нерівностях більше ніж 50 мм – з крупнозернистих асфальтобетонних сумішей.

Залежно від терміну служби та наявності дефектів покриття застосовують такі типи ЗШЗ:

– надтонкі ЗШЗ застосовуються для закриття мікротріщин покриття, створення водонепроникного шару; Основне призначення надтонкого захисного шару полягає у захисті покриття від проникнення в нього поверхневої вологи, тобто забезпеченні водонепроникнення

– тонкі шари зносу товщиною від 10 мм до 35 (40) мм влаштовують, коли дорожній одяг і покриття мають достатню міцність, але у верхньому шарі покриття наростає процес зносу, що характеризується появоюневеликих тріщини, викришування та колії по смугах накату. Основне призначення шару зносу полягає у відновленні старого покриття і забезпеченні його зносостійкості на новий строк служби.

Шорсткі шари різної товщини влаштовують для створення шорсткої поверхні на тих покриттях, де не забезпечено необхідні зчіпні властивості.

Кожен із цих шарів повинен мати не тільки властивості основного призначення, але в тій чи іншій мірі властивості інших шарів.

Технічні вимоги

ЗШЗ з ЛЕМС

Згідно з рекомендаціями International Slurry Seal Association (далі ISSA) останнім часом Slurry Seal і Microsurfacing об’єднали в одну систему Slurry Surfacing System – S3. В європейських стандартах, наприклад BS EN 12273 [11], такі суміші називають Slurry Surfacing.Згідно з СОУ 42.1–37641918-119 [7] суміші мають назву «литі емульсійно-мінеральні суміші» (ЛЕМС).

ЛЕМС використовують для відновлення або влаштування захисних шарів зносу(одно- та двошарових) на існуючих асфальтобетонних і цементобетонних покриттях під час поточного середнього ремонту покриттів, а також під час нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту для попередження утворення руйнувань.

За наявністю модифікатора в бітумній емульсії розрізняють суміші двох видів: А і Б.

А – суміші з емульсій на основі бітуму;

Б – суміші з емульсій на основі модифікованого бітуму.

За найбільшим розміром зерен кам’яного матеріалу кожний вид суміші поділяють на типи, які наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Класифікація ЛЕМС

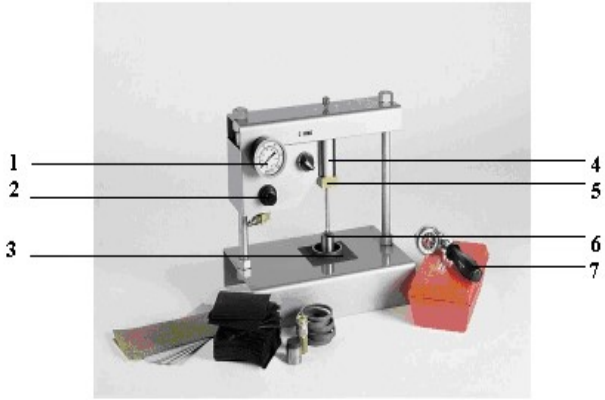
Найбільший розмір зерен, мм	Вид А	Вид Б
5	Тип 1	–
10	Тип 2	Тип 2
15	–	Тип 3

ЗШЗ з ЛЕМС можуть складатись з одного шару товщиною до 10 мм або з двох шарів сумарною товщиною до 25 мм. Зерновий склад ЛЕМС підбирають за кривими щільних сумішей.

В ДСТУ-Н надано орієнтовний вміст складових компонентів ЛЕМС, фізико-механічні властивості, послідовність влаштування шару та орієнтовні витрати ЛЕМС.

Методи контролювання якості влаштуванні шарів з ЛЕМС включають визначення компонентного складу сумішей, а також показників, які характеризують технологічні та експлуатаційні властивості захисних шарів з ЛЕМС. Ці методи випробувань входять у методики підбору складу сумішей ISSA [12, 13].

Обладнання для виконання цих випробувань є хорошим прикладом створення оригінальних приладів, які дозволяють визначати специфічні особливості матеріалів Slurry Surfacing. Серед цих методів можна виділити випробування на когезію, яке проводять з метою визначення терміну схоплення і часу відкриття руху транспорту. Прилад для визначення границі міцності на зсув (крутного моменту) наведено на рис. 2.



1 – манометр для вимірювання тиску в циліндрі; 2 – регулятор тиску повітря; 3 – пластина з толі або руберойду; 4 – циліндр; 5 – шток циліндра; 6 – гумовий наконечник; 7 – динамометричний ключ

Рисунок 2 – Схема приладу для вимірювання крутного моменту

Використання цього приладу дає можливість визначати час, за який зразки різного складу ЛЕМС набирають потрібну когезійну міцність, за критеріями розпаду суміші не менше ніж 180 с, що дає можливість відкривати рух транспорту після влаштування захисного шару з ЛЕМС через (3 – 4) год. після укладання суміші. Інші випробування виконують з метою визначення сумісності компонентів суміші і оптимальної кількості мінеральної добавки та регулятору швидкості формування шляхом фіксації часу від моменту введення емульсії до моменту початку розпаду емульсії в суміші. Консистенція характеризується діаметром розпливу суміші. Деформація шару з ЛЕМС при колісному навантаженні визначається при випробуванні, яке імітує експлуатаційний період дії транспортного навантаження.

ЗШЗ з гарячих асфальтобетонних та щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей

В ДСТУ–Н наведено типи асфальтобетонних сумішей згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 та ЩМАС згідно з ДСТУ Б В.2.7-127 для влаштування ЗШЗ, вказані особливості гранулометрії гарячих асфальтобетонних сумішей для ЗШЗ, характеристики вихідних матеріалів та фізико-механічні властивості асфальтобетонних та щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей.

При влаштуванні тонких та надтонких захисних шарів особливе значення має забезпечення зчеплення матеріалу з нижчележачим шаром, для чого рекомендується проводити ретельного очищення та підґрунтовку для належної міцності зв'язку між шарами.

Влаштування поверхневих обробок

В ДСТУ-Н застосування поверхневих обробок на автомобільних дорогах залежить від величини середньодобової розрахункової перспективної інтенсивності руху транспорту (менше ніж 1000 авт/добу) в усіх дорожньо-кліматичних зонах України з обов'язковим обґрунтуванням видів поверхневої обробки в залежності від типу і стану існуючого покриття.

Результати польових обстежень ЗШЗ

ДП «ДерждорНДІ» впродовж останніх 10 років проводить моніторинг стану ділянок, влаштованих з ЛЕМС. В процесі обстежень досліджується довговічність таких шарів та ефективність використання даної технології. Основною задачею влаштування тонкошарових покриттів з ЛЕМС є подовження строку служби існуючих асфальтобетонних покриттів за рахунок герметизації волосяних тріщин та невеликих вибоїн, підвищення шорсткості та зчіпних властивостей покриття, покращання рівності покриття, а також відновлення зношеного верхнього шару.

Захисні шари на цементобетонному покритті часто влаштовують в перший рік експлуатації, як правило, двошаровими. За результатами моніторингу ділянка автомобільної дороги М-07 Київ – Ковель – Ягодин, км 79+400 – 86+500, де двошарове покриття з ЛЕМС влаштовано на новому цементобетонному покритті, має стабільні транспортно-експлуатаційні показники через 7 років експлуатації (рис. 3).

Рисунок 3 – Стан покриття з ЛЕМС на ділянці автомобільної дороги М-07 Київ – Ковель – Ягодин, км 79+400 – км 86+500 через 7 років після влаштування захисного шару на цементобетонному покритті.

Останнім часом, при виконанні поточного середнього ремонту застосовують нову технологію гарячого ресайклінгу «Ремікс плюс» з верхнім шаром з ЛЕМС.

При цьому, відновлення старого зношеного асфальтобетонного покриття виконується шляхом повторного використання матеріалу старого покриття у нижньому шарі після його розігріву, розпушування, перемішування з матеріалами, що додаються, укладання і попереднього ущільнення, а верхній захисний шар покриття влаштовують із ЛЕМС (рис. 4).

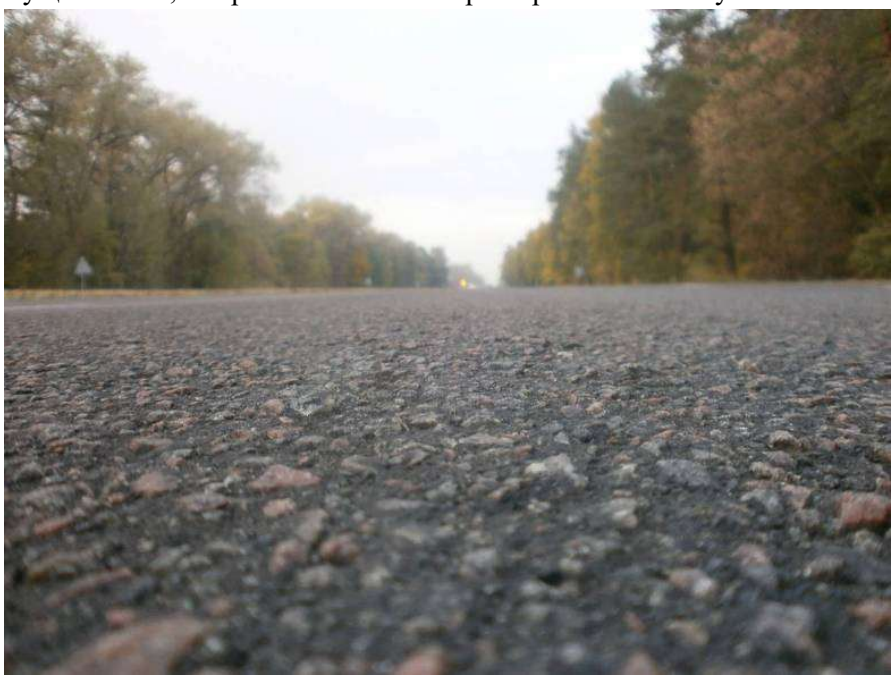


Рисунок 4 – Стан покриття з ЛЕМС на ділянці автомобільної дороги М-01 Київ – Чернігів – Нові Яриловичі, км 101, через 3 роки після застосування технології гарячого рейсаклінгу з верхнім шаром з ЛЕМС

Висновки

1. В сучасних умовах експлуатації автомобільних доріг стратегія технічної політики у сфері ремонту поступово змінюється в бік попередження утворення руйнувань. Покращити транспортно-експлуатаційний стан покриттів дорожніх одягів можна шляхом виконання ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Своєчасне влаштування захисних шарів зносу відповідає стратегії попередження утворення руйнувань тасприяє подовженню міжремонтних термінів та термінів службипокриттів автомобільних доріг.

2. Розробка ДСТУ-Н Б В.2.3-38:2016 «Настанова з влаштування шарів зносу покриття дорожнього одягу автомобільних доріг» виконана на основі узагальнення результатів наукових досліджень, перегляду старих нормативних документів, а також аналізу існуючого практичного досвіду влаштування ЗШЗ в Україні та за кордоном.

3. При розробці стандарту було застосовано новий підхід до використання матеріалів для влаштування ЗШС з прогнозованими експлуатаційними властивостями і можливістю оптимізації витрат на дорожнє будівництво.

Література

1. Радовський Б.С. Проблема повышения долговечности дорожных одежд и методы ее решения в США. Журнал «Дорожня техніка», 2006.
2. ВБН В.2.3-218-175:2002 Влаштування тонкошарових покриттів з литих емульсійно-мінеральних та холодних асфальтобетонних сумішей»
3. ВБН В.2.3-218-010-97 Влаштування шорстких поверхневих обробок покриттів автомобільних доріг
4. ВБН В.2.3-218-532:2007 Влаштування тонкошарових покриттів на автомобільних дорогах державного значення
5. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови
6. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові
7. СОУ 42.1-37641918-119:2014 Суміші литі емульсійно-мінеральні. Технічні умови
8. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво
9. ДСТУ Б В.2.7-135:2007 Бітуми, модифіковані полімерами. Технічні умови
10. ДСТУ 4044-2001 Бітуми нафтові дорожні в’язкі. Технічні умови
11. BS EN 12273:2008 Slurry surfacing. Requirements
12. ISSA A105, Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal, www.slurry.org, International Slurry Surfacing Association, Annapolis, MD,(Revised) May 2003 .
13. ISSA A143, Recommended Performance Guidelines for Micro-Surfacing, Design Technical Bulletin, www.slurry.org, International Slurry Surfacing Association, Annapolis, MD, (Revised) May 2003.