

УДК 625.7/8

## ВІДНОВЛЕННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ГАРЯЧОГО РЕСАЙКЛІНГУ АСФАЛЬТОБЕТОНУ НА ДОРОЗІ

Ілляш С.І., завідувач відділу

Головко С.К., завідувач відділу

Свистун А.Я., мол. наук. співробітник

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

---

На підставі аналізу цін на основні дорожньо-будівельні матеріали (бітум БНД 60/90 та БНД 90/130, щебінь фр. 5–10, 10–20, 20–40 та 40–70, асфальтобетонну суміш типу Б-10 та Б-20) відповідно до інформації, яку публікує на своєму офіційному сайті Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України було встановлено, що середня ціна на такі матеріали по Україні з червня 2012 року по січень 2015 року виросла: для бітуму на 37,7 %, для щебеню фр. 5–10 на 18,9 %, для щебеню фр. 10–20 на 11,0 %, для щебеню фр. 20–40 на 14,0 %, для щебеню фр. 40–70 на 7,5 %, для асфальтобетонної суміші Б-10 на 25,0 %, для асфальтобетонної суміші Б-20 на 21,2 %.

Також було проаналізовано змінювання вартості експлуатації асфальтобетонних заводів за цей же період. Усереднена вартість експлуатації 1 маш. год таких заводів зросла у середньому на 55–65 %.

Таким чином, у зв'язку з економічними та технологічними тенденціями у дорожньому господарстві України, а саме з перманентним подорожчанням будівельних матеріалів та технічним прогресом будівельних машин та механізмів пріоритетним напрямком наукових досліджень є перспективні енергозберігаючі технології, використання яких дозволяє досягнути значної фінансової економії шляхом оптимізації будівельних процесів, використання сучасної будівельної техніки та повторного використання будівельних матеріалів.

Одним з перспективних методів відновлення транспортно-експлуатаційних характеристик доріг є технологія гарячого ресайклінгу на дорозі, тобто гаряча вторинна переробка асфальтобетону на місці виконання робіт.

### **Технологія виконання робіт**

Гарячий ресайклінг дорожнього асфальтобетонного покриття дає можливість відновлення експлуатаційних властивостей дороги з максимальною економією матеріальних і енергетичних ресурсів. Виділяють два різновиди гарячого ресайклінгу: гарячий ресайклінг з приготуванням асфальтобетонних сумішей на заводі та гарячий ресайклінг з приготуванням таких сумішей безпосередньо на дорозі.

Повний цикл робіт з гарячого ресайклінгу з виготовленням асфальтобетонних сумішей на заводі складається зі стадій видалення старого асфальтобетону за допомогою фрез, доставки на завод, складування асфальтобетонного грануляту, виготовлення регенерованих асфальтобетонних сумішей, їх укладання та ущільнення [1].

Основа процесу гарячого ресайклінгу на дорозі полягає в розрихленні розігрітого асфальтобетонного покриття і повторному його укладанні, всі операції виконуються комплексом спеціальних машин безпосередньо на місці виконання робіт. Відновлення зношеного асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу виконується з використанням методів Ремікс та Ремікс плюс.

Метод Ремікс призначений для відновлення зношеного асфальтобетонного покриття шляхом його регенерації з поліпшенням структурних і фізико-механічних властивостей. Технологія полягає в розм'якшенні за допомогою нагрівання асфальтобетонного покриття, його розрихленні на глибину до 60 мм, перемішуванні отриманої суміші з добавками (нова асфальтобетонна суміш, кам'яні матеріали, пластифікатори, мінеральні та органічні в'язучі), розподіленні, укладанні і попередньому ущільненні однорідної регенованої суміші із забезпеченням необхідної рівності і проектних ухилів покриття за один прохід реміксера.

Метод Ремікс поділяється на способи:

- термогомогенізація;
- термозмішування;
- термопластифікація.

Термогомогенізація передбачає ресайклінг асфальтобетону шляхом розігрівання, рихлення, перемішування, укладання та ущільнення старої асфальтобетонної суміші товщиною 3–6 см. Цей спосіб є найбільш економічним, тому що зовсім не потребує або потребує у мінімальній кількості нової асфальтобетонної суміші до 20 кг/м<sup>2</sup>.

Термозмішування передбачає перемішування нової асфальтобетонної суміші зі старою після її розігріву та розрихленні і укладання отриманої суміші в один шар.

Термопластифікація передбачає введення у розігріту та розрихлену асфальтобетонну суміш у процесі перемішування добавок-пластифікаторів. У якості пластифікатора використовують рідкі нафтопродукти. Нову асфальтобетонну суміш додають у мінімальній кількості – до 20 кг/м<sup>2</sup>.

Метод Ремікс плюс (термоукладання) призначено для відновлення зношеного асфальтобетонного покриття шляхом укладання двох шарів за один прохід реміксера – нижнього шару з регенованої суміші і верхнього – накладного шару з нової асфальтобетонної суміші. Старе асфальтобетонне покриття розм'якшують за допомогою нагрівання на глибину до 60 мм, розрихлюють, перемішують з добавками (нова асфальтобетонна суміш, кам'яні матеріали, пластифікатори, мінеральні та органічні в'язучі), укладають з дотриманням необхідної рівності і проектних відміток покриття і влаштовують накладний шар з нової асфальтобетонної суміші товщиною (3,0–6,0) см.

На території України дану технологію застосовували на таких ділянках автомобільних доріг загального користування:

- автомобільна дорога М-01 Київ-Чернігів-Нові Яриловичі км 130+030 – км 130+700, км 107+950 – км 108+490, км 109+300 – км 109+846;
- автомобільна дорога державного значення Р-06 Ульяновка-Миколаїв (через Вознесенськ) на ділянці км 199+062 – км 203+665;
- автомобільна дорога Т 25-49 Данівка-Бобровиця.

Також технологія гарячого ресайклінгу на дорозі була апробована при ремонті вулиць та доріг в Херсоні та Чернівцях.

В результаті проведених польових та лабораторних досліджень на ділянках автомобільних доріг відновлених за зазначеною технологією, а саме на автомобільних дорогах М-01 Київ – Чернігів – Нові Яриловичі та Р-67 Чернігів – Ніжин – Прилуки – Пирятин було встановлено, що зерновий склад регенованого асфальтобетону відповідає нормам ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Також встановлено, що на всіх дослідних ділянках після виконання робіт за технологією гарячого ресайклінгу модуль пружності підвищився більше ніж в 1,5 рази.

Згідно з проведеним аналізом це відбувається за рахунок :

- 1) відновлення монолітності асфальтобетону верхнього шару покриття;

2) нагрівання та доущільнення нижніх шарів асфальтобетонного покриття, які також набули більшої міцності;

3) доущільнення всієї конструкції дорожнього одягу, включаючи щепеневі шари;

4) недопущення просочення поверхневих вод в ґрунт земляного полотна, що забезпечує стабільні показники верхнього шару земляного полотна.

За результатом проведених польових та лабораторних досліджень на ділянках автомобільних доріг М-01 та Р-67 встановлено, що транспортно-експлуатаційний стан дослідних ділянок автомобільних доріг М-01 та Р-67 значно покращився.

Враховуючи наявний досвід впровадження технології, можна відмітити такі її переваги перед іншими варіантами ремонтних робіт, які виконують з метою швидкого відновлення транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг:

- виконання повного циклу робіт спеціалізованою технікою за один робочий прохід, що дає змогу зменшити витрату технічних ресурсів;
- зменшення тривалості проведення ремонтних робіт;
- відкриття руху майже відразу після завершення робіт з ущільнення покриття, що особливо важливо в міських умовах для швидкого відновлення руху;
- відсутність необхідності утилізації старого асфальтобетонного покриття і використання нових матеріалів для його відновлення;
- відсутність потреби виконання робіт з ліквідації ямковості та забивання тріщин асфальтобетонного покриття для подальшого виконання основних ремонтних робіт;
- забезпечення рівності відремонтованого дорожнього покриття;
- збереження існуючих висотних відміток покриття, що особливо важливо на вулицях та проїздах міст та інших населених пунктів, на мостових переходах;
- відновлення поперечного та поздовжнього похилів покриття;
- ліквідація колійності, що викликана надмірною пластичністю верхнього шару асфальтобетонного покриття при умові достатньої міцності підстильних шарів.

Однією з головних проблем при виконанні ремонтних робіт за технологією гарячого ресайклінгу асфальтобетонного покриття на дорозі є неоднорідність матеріалу старого покриття, який після перемішування повторно укладається.

Неоднорідність старого покриття обумовлена тим, що за період його експлуатації покриття неодноразово ремонтувалось дуже часто з використанням різних технологій та матеріалів. Така неоднорідність матеріалу може спричинити передчасне руйнування відремонтованого покриття, тому на ділянках, що сильно уражені ямковістю, доцільно після регенерації влаштувати захисний шар.

Дослідження проведені в США [2], показують такі орієнтовні строки служби покриттів, відремонтованих за різними варіантами:

- термогомогенізація – 2–4 роки;
- термогомогенізація з перекриттям шаром зносу – 6–10 років;
- термоукладання – 7–15 років.

При цьому на термін служби впливають:

- природньо-кліматичні умови;
- інтенсивність та склад руху;
- якість матеріалів існуючого покриття;
- якість виконання ремонтних робіт.

### **Підбір матеріалів, що додаються до регенованої суміші**

Вміст вторинного бітуму і вміст та склад мінеральної частини в зразках асфальтобетону покриття визначають згідно з 23.1 і 23.2 ДСТУ Б В.2.7-89. При виконанні

цих робіт для виділення вторинного бітуму застосовують обладнання, яке дозволяє отримувати зразки бітуму, придатні для подальших випробувань.

Підбір матеріалів для пластифікації вторинного бітуму здійснюють за результатами випробувань бітумного в'язучого згідно з ГОСТ 11501 (визначення глибини проникнення голки (пенетрації) за температури 25 °С) та/або ГОСТ 11506 (визначення температури розм'якшення).

Вміст добавки-пластифікатора визначають за результатами випробувань згідно з ГОСТ 11506 зразків вторинного бітуму і модифікованого варійованою кількістю добавки. Шляхом інтерполяції даних графічної залежності «температура розм'якшення регенованого бітуму, °С – вміст добавки, % від маси бітуму» визначають вміст добавки-пластифікатора, який забезпечує стандартизоване значення температури розм'якшення регенованого бітуму.

У випадку пластифікації асфальтобетонних сумішей шляхом додавання бітуму малов'язких марок необхідну кількість доданого бітуму обчислюють на підставі формул, виведених з рівнянь, наведених в Додатку А (EN 13108-1):

$$b \times \lg P_{25_2} = \lg P_{25_{\text{mix}}} - a \times \lg P_{25_1}, \quad (6.1)$$

де  $b$  – масова частка доданого бітуму від загальної маси бітумного в'язучого в регенованій суміші;

$P_{25_2}$  – фактичне значення глибини проникнення голки (пенетрації) доданого бітуму, мм<sup>1</sup>, визначене згідно з ГОСТ 11501 при температурі 25 °С;

$P_{25_{\text{mix}}}$  – значення глибини проникнення голки (пенетрації) регенованого бітумного в'язучого при температурі 25 °С, мм<sup>1</sup>, що знаходиться в межах стандартизованих значень потрібної марки бітуму, марка бітуму визначається з урахуванням даних проектної документації і у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.7-119, ДСТУ 4044;

$a$  – масова частка вторинного бітуму від загальної маси бітумного в'язучого в регенованій суміші, ( $a+b=1$ );

$P_{25_1}$  – фактичне значення глибини проникнення голки (пенетрації) вторинного бітуму при температурі 25 °С, мм<sup>1</sup>.

$$b T_{p_2} = T_{p_{\text{mix}}} - a T_{p_1}, \quad (6.2)$$

де  $T_{p_2}$  – фактична температура розм'якшення доданого бітуму, °С, визначена згідно з ГОСТ 11506;

$T_{p_{\text{mix}}}$  – температура розм'якшення регенованого бітумного в'язучого, яка відповідає стандартизованим значенням для необхідної марки бітуму, °С;

$T_{p_1}$  – фактична температура розм'якшення вторинного бітуму, °С.

Коригування гранулометричного складу асфальтобетонної суміші, здійснюють шляхом встановлення співвідношень між фракціями, які забезпечують відповідність гранулометричного складу вимогам ДСТУ Б В.2.7-119, з урахуванням даних проектної документації.

Коригування складу регенованої асфальтобетонної суміші здійснюють з урахуванням вимог Додатка Б ДСТУ Б В.2.7-119.

Розглянувши технологічні особливості ресайклінгу асфальтобетону на дорозі, необхідно зазначити, що дана технологія є перспективним методом ремонту автомобільних доріг з асфальтобетонним покриттям, особливо при потребі в негайному поновленні дорожнього руху. Підтвердженням цьому є транспортно-експлуатаційний стан існуючих дослідних ділянок в Україні, але, враховуючи невеликий досвід її впровадження в нашій

країні, немає точних даних щодо терміну служби відремонтованих покриттів. Тому потрібно продовжувати дослідження зміни фізико-механічних властивостей асфальтобетону та зміни транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів, що влаштовані з використанням зазначеної технології в процесі експлуатації дороги.

Поряд з тим потребують дослідження питання екологічної безпеки технології гарячого ресайклінгу асфальтобетону на дорозі та термін служби дорожніх покриттів, відремонтованих з використанням даної технології. Враховуючи, що вартість робіт з термогомогенізації суттєво залежить від витрати газу на розігрів покриття (у випадку розігрівання покриття пальниками інфрачервоного випромінювання), яка в свою чергу залежна від температури повітря, швидкості вітру та інших погодних умов, актуальним є питання проведення досліджень на предмет зменшення таких енерговитрат.

Крім того, необхідно провести вартісну оцінку технології в умовах України, щоб об'єктивно встановити ефективність її застосування та порівняти з іншими варіантами ремонтних робіт.

### Література

1. Терещенко Т.А. Шляхи розвитку технологій гарячого ресайклінгу дорожнього асфальтобетону / Автошляховик України. – 2014. – № 2. – С. 42–48.
2. Basicasphaltrecycling. Manual.// Asphalt Recyclingand Reclaiming Association (ARRA) – 2001. – 122 p.
3. Р В.3.2-03450778-837:2014 Рекомендації з відновлення зношених шарів асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу на дорозі.
4. ДСТУ Б В.2.7-89-99 (ГОСТ 12801-98) Будівельні матеріали. Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи випробувань.
5. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
6. ДСТУ 4044-2001 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови.
7. ГОСТ 11501-78 Битумынефтяные. Метод определения глубины проникания иглы (Бітуми нафтові. Метод визначення глибини проникнення голки).
8. ГОСТ 11506-73 Битумынефтяные. Метод определения температуры размягчения по кольцу и шару (Бітуми нафтові. Метод визначення температури розм'якшеності за кільцем та кулею).
9. Автомобильные дороги. Ремонт асфальтобетонных покрытий. Часть 3. Восстановление изношенного асфальтобетонного дорожного покрытия методом термопрофилирования. СТО НОСТРОЙ 2.25.49 – 2011. – Москва, Национальное объединение строителей, 2011. – 17 с.
10. Регенерация дорожніх одягів і покриттів при забезпеченні життєвого циклу дороги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: [http://www.ador.ru/data/files/docs/innovations\\_02.pdf](http://www.ador.ru/data/files/docs/innovations_02.pdf). – Назва з екрана.
11. Aravind K., AnimeshDas. Bituminous pavement recycling [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://web.iitd.ac.in/~akswamy/Published%20Articles/Bituminous%20pavement%20recycling.pdf>. – Назва з екрана.