

КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГАРЯЧОГО РЕСАЙКЛІНГУ ДОРОЖНЬОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ МЕТОДАМИ “IN PLACE”

CLASSIFICATION OF TECHNOLOGIES OF HOT RECYCLING OF ASPHALT CONCRETE BY “IN PLACE” METHODS



Савенко В'ячеслав Якович, Національний транспортний університет, доктор технічних наук, професор, завідуючий кафедрою транспортного будівництва та управління майном, svi1310@ukr.net, +38050 657 20 08,

<https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>



Ілляш Сергій Іванович, Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДІ»)), завідувач відділу нормативно-технологічного забезпечення дорожніх робіт, vtldr@ukr.net, +38067 943 25 33, <https://orcid.org/0000-0002-3001-8012>

Терещенко Тетяна Анатоліївна, Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДІ»)), кандидат хімічних наук, провідний науковий співробітник відділу нормативно-технологічного забезпечення дорожніх робіт, chemistry@dorndi.org.ua.

<https://orcid.org/0000-0001-7584-9031>

Анотація. Технології гарячого ресайклінгу дорожнього асфальтобетону методами “*in place*” відносяться до ефективних методів усунення дефектів асфальтобетонного покриття на глибину до 60 мм та дозволяють забезпечувати потрібний техніко-експлуатаційний стан покриття а також підвищити строк служби нежорстких дорожніх одягів за мінімальних витрат матеріалів та обсягу робіт, з мінімальними обмеженнями руху. У статті виконано огляд технологій гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами “*in place*”, а також проаналізовано особливості та переваги таких методів відповідно до їх класифікації. Розглянуто основні положення гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами “*in place*”, а також питання забезпечення якості матеріалів та робіт.

Ключові слова: асфальтобетонне покриття, регенерація, гарячий ресайклінг асфальтобетону, методи “*in place*”, класифікація гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами “*in place*”

Вступ

Автомобільні дороги мають важливе стратегічне та соціально-економічне значення для сталого розвитку держави. Стан мережі автомобільних доріг характеризує загальний економічний рівень країни та перспективи його подальшого зростання. Розвинене дорожнє господарство дає можливості здешевлення вантажних та пасажирських перевезень, підвищення безпеки та швидкості руху. Упродовж останніх десятиріч вантажопідйомність автомобілів збільшилась практично у два рази та, відповідно, підвищилися розрахункові навантаження. Значну кількість автомобільних доріг України було побудовано понад 40 років тому, і з усієї мережі сучасним вимогам відповідають лише 2 % доріг.

Поряд з цим, існує проблема несвоєчасного виконання ремонтів – у зв'язку з обмеженим фінансуванням близько 90 % автомобільних доріг загального користування не ремонтуються своєчасно. Відтак автомобільні дороги загального користування (169,6 тис. км) не відповідають сучасним вимогам як за міцністю (39,2%) так і за рівністю (51,1%) [1].

В умовах недостатнього фінансування для приведення транспортно-експлуатаційних показників покриттів нежорстких дорожніх одягів автомобільних доріг до потрібного рівня на певному етапі експлуатації найкраще підходить гарячий ресайклінг асфальтобетону методом «*in place*» (Рис. 1).

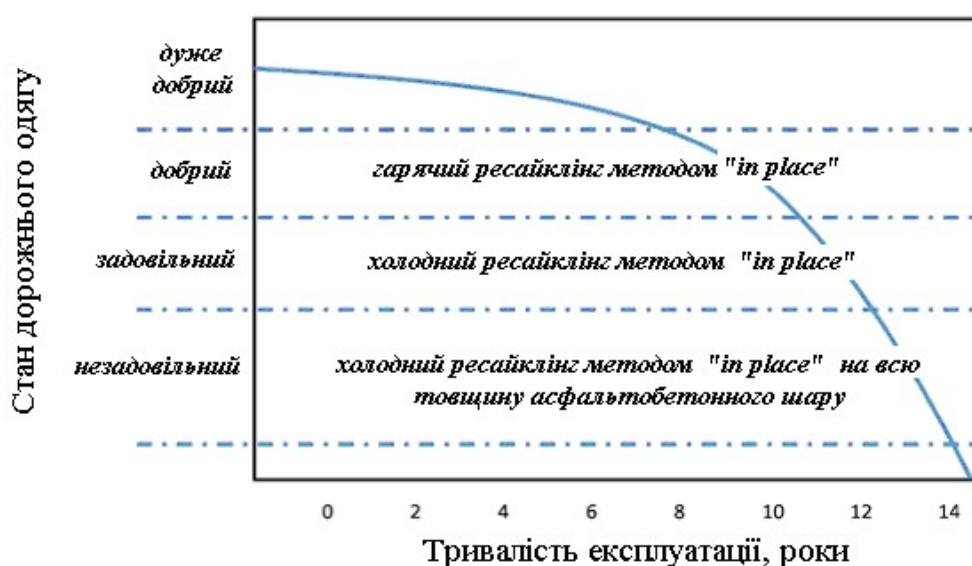


Рисунок 1 – Залежність ефективності методів регенерації дорожніх одягів від стану та тривалості експлуатації

Figure 1 – Dependence of efficiency of methods of rehabilitation of road pavements on the condition and duration of operation

Технології гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами "in place" (англомовний термін "Hot In-Place Recycling") дозволяють ефективно усувати дефекти асфальтобетонного покриття, такі як: колійність та інші нерівності, тріщинуватість, виступання бітуму та викришування кам'яних матеріалів, а також дозволяють коригувати профіль покриття та підвищувати шорсткість поверхні [2]. Роботи за технологіями гарячого ресайклінгу методами "in place" виконуються у стислі строки, з мінімальними обмеженнями руху, що дозволяє адаптувати ці технології для регенерації асфальтобетонних покриттів у населених пунктах [3]. Суттєвою перевагою технологій гарячого ресайклінгу дорожнього асфальтобетону, у порівнянні з технологіями холодного ресайклінгу, є збереження стратегічно важливої сировини – бітуму [4]. Поряд з цим, методи гарячого ресайклінгу "in place" забезпечують повне використання матеріалів існуючого асфальтобетонного покриття [5].

Відповідно до викладеного вище, у статті виконано огляд технологій гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами "in place", а також проаналізовано особливості та переваги таких методів відповідно до їх класифікації.

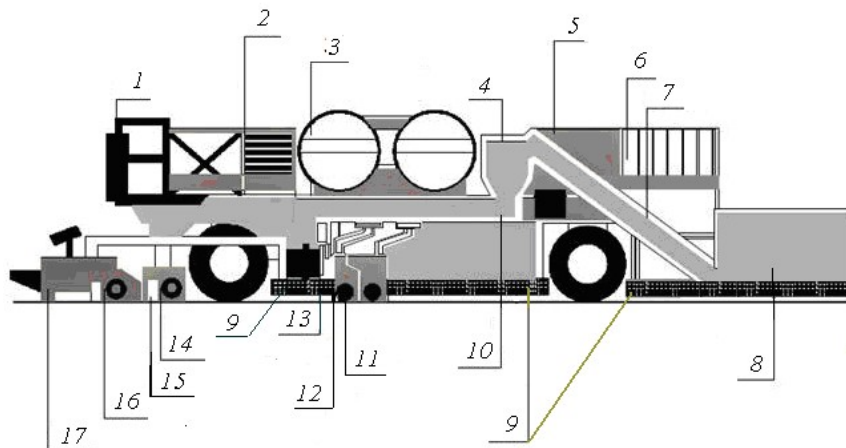
Основні положення технологій гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами "in place"

Гарячий ресайклінг методами "in place" призначають для регенерації верхнього шару асфальтобетонного покриття з усуненням дефектів переважно на глибину від 20 мм до 50 мм за максимального значення у 80 мм.

Процес гарячого ресайклінгу методами “*in place*” складається зі стадій розігрівання шару покриття, рихлення розігрітого шару, механічної переробки розрихленої асфальтобетонної суміші зі зміною або без зміни складу, укладання і ущільнення без винесення будь-якої з цих технологічних операцій за межі дорожньої ділянки. До обсягу робіт включають обстеження стану дорожнього одягу, аналіз і випробування матеріалів, отриманих із зразків-кернів асфальтобетонного покриття та, за необхідності, підбір складу асфальтобетонних сумішей.

Методи гарячого ресайклінгу “*in place*” застосовують при виконанні робіт з ремонту і відновлення асфальтобетонних покриттів дорожніх конструкцій, строк служби яких не перевищує 10 років і стан яких оцінюється як «задовільний» (Рис. 1), за умов структурної цілісності нижче розташованих шарів дорожнього одягу.

Роботи виконують з застосуванням комплексу машин для гарячого ресайклінгу, де основними є самохідний асфальторозігрівач інфрачервоного опромінювання панельного типу (для попереднього розігріву), ресайклер, котки – вібраційний і на пневматичних шинах. Схему розташування основних операційних блоків ресайклера наведено на Рис. 2¹.



Умовні позначки: 1 – пост управління; 2 – двигун приводу; 3 – ємкості для газу;
4 – дозувальний бункер; 5 – бак дизельного палива; 6 – бак для бітуму; 7, 10 – транспортер;
8 – приймальний бункер для асфальтобетонної суміші; 9 – панелі інфрачервоного розігріву покриття;
11 – фрезерний барабан; 12 – відвал; 13 – камера поздовжнього двохвальцевого змішувача примусової дії; 14 – перший розподільчий шнек; 15 – вигладжувальна плита; 16 – другий розподільчий шнек;
17 – трамбувальний брус та вигладжувальна плита

Рисунок 2 – Схема розташування основних операційних блоків ресайклера
Figure 2 – The layout scheme of the main operating blocks of the recycler

Покриття розігрівають до температури не вище ніж 180 °С (переважно (140÷170) °С), що забезпечує необхідну глибину рихлення асфальтобетону за допомогою фрезерувального агрегату. Максимальна товщина шару регенерованого асфальтобетону становить 60 мм при застосуванні одного комплексу обладнання для інфрачервоного розігрівання і 80 мм при застосуванні двох комплектів такого обладнання.

Розрихлений асфальтобетон змішується з регенеруючою добавкою², яку подають безпосередньо на фрезерувальний агрегат, та, якщо потребується зміна складу суміші, з новим бітумом і мінеральними матеріалами.

При виконанні робіт без зміни складу перемішування розрихленого асфальтобетону здійснюється фрезерувальним агрегатом; стадія укладання суміші відсутня. При виконанні робіт зі

¹ Наведено на прикладі ресайклера “Wirtgen 4500”.

² Продукт на основі важких нафтових олів, або іншого складу, введення якого забезпечує відновлення властивостей дорожніх асфальтобетонів переважно шляхом зміни групового складу бітуму за рахунок підвищення відносного вмісту мальтенових складових. Наявність інших технічних ефектів визначається складом добавки. Дозволяється використовувати в якості добавки бітум з високим значенням показника penetрації.

зміною складу перемішування здійснюють за допомогою змішувача примусової дії в складі ресайклера. Регеновану суміш (РГС) укладають, вирівнюють з дотриманням вимог щодо профілю поверхні та ущільнюють. Попереднє ущільнення здійснюють за допомогою ущільнювального бруса в складі ресайклера і котка на пневматичних шинах. Подальше ущільнення здійснюють з застосуванням вібраційного котка. Попереднє ущільнення має бути завершеним за температури не нижчій ніж 105° С.

Потрібні значення температур забезпечують відповідною температурою розігрівання покриття, яку регулюють шляхом послідовної зміни:

- відстані між панелями розігріву і поверхнею покриття;
- швидкості руху;
- тиску в газовій системі пальників нагрівальних панелей.

Методи гарячого ресайклінгу “*in place*” дозволяють виправляти поперечний похил покриття на величину до $\pm 1,5\%$, для забезпечення більших значень потрібно виконувати попереднє холодне фрезерування.

Методи гарячого ресайклінгу “*in place*” не застосовують, якщо:

- відбулася значна зміна властивостей бітумного в'язучого в покритті в процесі експлуатації (прийнято оцінювати за зниженням показника penetрації);
- спостерігається значна варіація товщини асфальтобетонного покриття вздовж ділянки робіт;
- у покритті наявний будь-який з матеріалів з переліку: гумова крихта, полімерні добавки, геотекстиль.

За результатами обстежень стану покриття і випробувань матеріалу зразків-керна асфальтобетону вибирають один з чотирьох методів гарячого ресайклінгу “*in place*”, як описано нижче.

Класифікація технологій гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами “*in place*” та особливості методів

Метод “*Reshape*”

Метод “*Reshape*” (інша назва – метод “*Reform*”) застосовують для усунення дефектів асфальтобетонного покриття переважно на глибину (20 – 25) мм зі зміною, за необхідності, поперечного профілю, без зміни складу асфальтобетонної суміші, у зв'язку з чим цей метод може бути охарактеризовано як метод відновлення асфальтобетонного покриття.

При виконанні робіт за цим методом рекомендовано застосування регенеруючої добавки в кількості, що забезпечує збереження температури розм'якшення або показника penetрації з дотриманням усіх показників якості бітуму у межах даної марки. Застосування регенеруючих добавок у випадках, коли властивості вторинного бітуму³ відповідають нормативним вимогам, є превентивним заходом, оскільки в процесі розігрівання покриття відбувається зміна властивостей бітуму.

Відновлення асфальтобетонного покриття методом “*Reshape*” з наступним укладанням шару нової асфальтобетонної суміші є ефективним шляхом запобігання утворенню відображених тріщин. Висока ефективність такого виду ремонту досягається при укладанні гарячого шару нової суміші на свіжоукладений гарячий шар РГС, у два проходи.

Метод “*Repave*”

Метод застосовують для усунення дефектів асфальтобетонного покриття переважно на глибину від 25 мм до 50 мм без зміни складу суміші з одночасним укладанням шару зносу і ущільненням двох шарів в один прохід з коригуванням, за необхідності, поперечного профілю покриття. Метод “*Repave*” призначають, коли застосування методу “*Reshape*” не забезпечує належний стан покриття або улаштування окремого нового шару є недоцільним.

При виконанні робіт за методом “*Repave*” для укладання і вирівнювання шару нової асфальтобетонної суміші використовують додаткові розподільчий шнек і вирівнювальний брус у складі ресайклера.

Рихлення і перемішування асфальтобетонної суміші після розігрівання виконують за допомогою фрезерувального агрегату. Розподілений шар розрихленої, обробленої регенеруючою добавкою і перемішаної РГС вирівнюють брусом і на вирівняній поверхні за допомогою додаткового шнеку розподіляють нову асфальтобетонну суміш для шару зносу. Укладання шару зносу здійснюють за температури регенованого шару не нижче ніж 105 °С. Після розподілення обидва шари попередньо ущільнюють за допомогою віброплити і укочують котком на пневматичних шинах і вібраційним котком.

³ Бітум у складі асфальтобетону існуючого покриття.

Метод “Remix”

Метод застосовують для усунення дефектів асфальтобетонного покриття на глибині до 50 мм зі зміною складу суміші.

Склад суміші змінюють шляхом додавання нових мінеральних матеріалів, бітуму або нової асфальтобетонної суміші до розрихленого асфальтобетону існуючого покриття. Нові матеріали додають з метою компенсації втрат матеріалу покриття внаслідок зносу та з метою коригування складу суміші у випадку невідповідності вимогам чинних нормативних документів.

При компенсації втрат матеріалу покриття кількість нових матеріалів обмежують величиною цих втрат. Відносний уміст нових матеріалів за необхідності може бути підвищений шляхом попереднього фрезерування і часткового видалення існуючого асфальтобетонного покриття на розрахункову глибину.

Розігрівання і рихлення асфальтобетону виконують відповідно до основних положень; залежно від обраного методу пластифікації асфальтобетонної суміші на фрезерувальний барабан через форсунку дозатора подають регенеруючу добавку або розігрітий бітум. Після обробки добавкою/бітумом та перемішування суміш за допомогою відвалу подають до змішувача примусової дії. Після перемішування РГС вивантажується до розподільчого шнеку і розподіляється на прогрітій інфрачервоною панеллю 3 (Рис. 2) поверхні покриття. Температура РГС у розподільчому шнеку повинна становити 120 °С. Розподілений шар ущільнюють за допомогою віброплити і укочують вібраційним котком і котком на пневматичних шинах.

Технологічну схему виконання робіт методом “Remix” наведено на рис. 3.

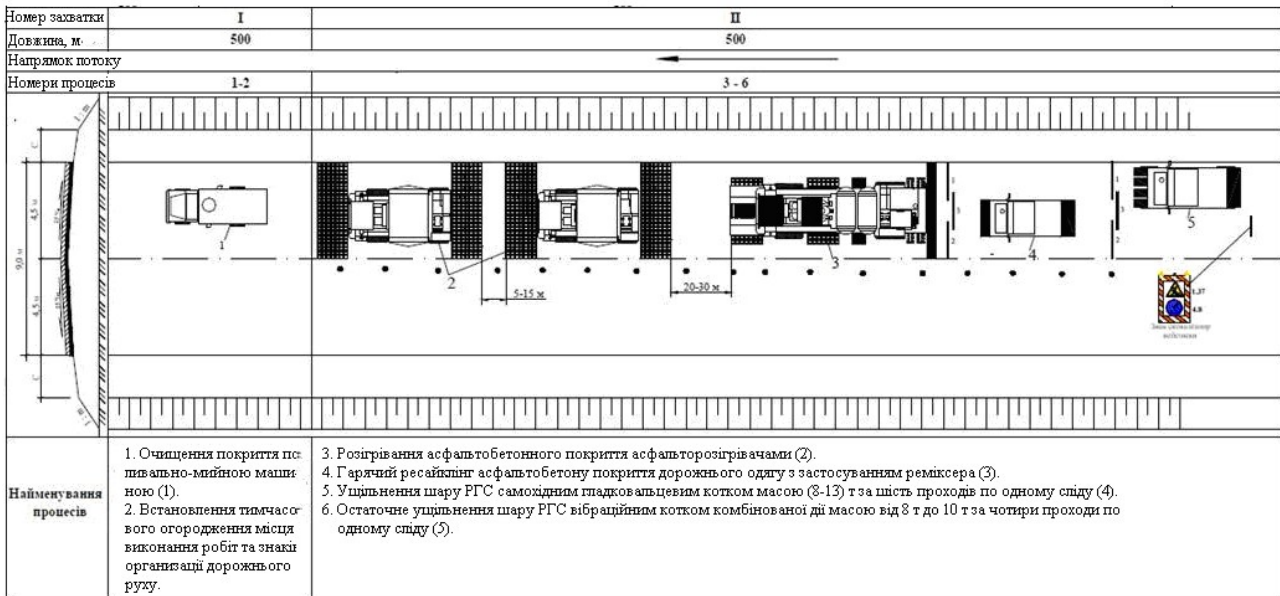


Рисунок 3 – Технологічна схема виконання робіт з регенерації асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу методом “Remix”

Figure 3 – Technological scheme for performing works on the rehabilitation of asphalt concrete pavement by hot recycling technology by the method “Remix”

Метод “Remix Plus”

Метод застосовують для усунення дефектів асфальтобетонного покриття на глибину від 25 мм до 50 мм зі зміною складу суміші, з одночасним нанесенням шару нової асфальтобетонної суміші і ущільненням двох шарів в один прохід. Товщина шару нового асфальтобетону (накладний шар) становить від 25 мм до 60 мм. Мінімальна сумарна товщина шару РГС та накладного шару становить 70 мм [6].

Метод “Remix Plus” призначають у випадку, коли застосування інших методів гарячого ресайклінгу “in place” не дозволяє забезпечити належний стан покриття.

При виконанні робіт використовують додатковий комплект обладнання в складі ресайклера. Розігрівання і рихлення асфальтобетону, виготовлення, вивантаження і розподілення РГС виконують

відповідно до основних положень; температура РГС у валику перед першим розподільчим шнеком повинна становити не нижче ніж 120 ° С. Розподілену РГС вирівнюють брусом і на вирівняній поверхні розподіляють нову асфальтобетонну суміш за температури нижнього шару не нижче ніж 105 ° С. Після розподілення обидва шари ущільнюють за допомогою віброплити і укочують вібраційним котком і котком на пневматичних шинах.

Технологічну схему виконання робіт методом “Remix Plus” наведено на Рис. 4.

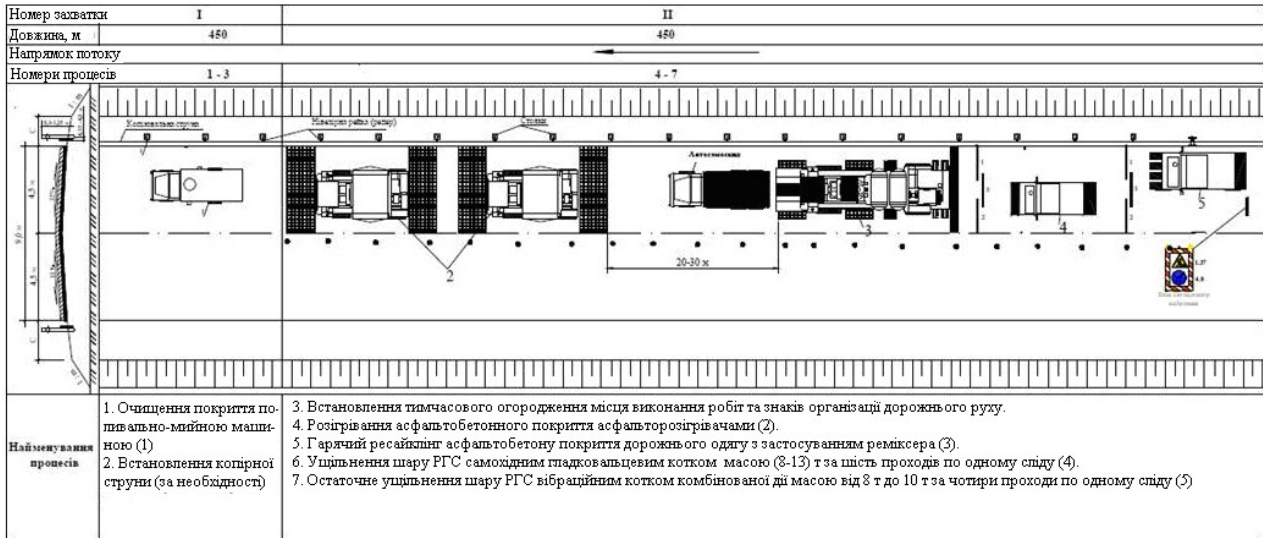


Рисунок 4 – Технологічна схема виконання робіт з регенерації асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу методом “Remix Plus”

Figure 4 – Technological scheme for performing works on the rehabilitation of asphalt concrete pavement by hot recycling technology by the method “Remix Plus”

Забезпечення якості матеріалів та робіт при регенерації асфальтобетонного покриття методами гарячого ресайклінгу “in place”

Щоб забезпечити потрібну якість матеріалів та робіт, необхідно дотримуватися вимог як на етапі проектування складу РГС, так на етапі влаштування покриття. Тому необхідно удосконалювати технологічний процес і проводити контроль при його виконанні. Велике значення має культура виготовлення вихідного матеріалу, виходячи з цього потрібно оновлювати та модернізувати застаріле обладнання [7].

Підготовчі роботи складаються з огороження місця виконання робіт, зняття розмітки, видалення сторонніх предметів та очищення покриття. На ділянках з розвинутою сіткою тріщин необхідно додатково ущільнити незв’язний шар основи з попереднім видаленням шару асфальтобетону. На ділянках з тріщиноутворенням за потреби виконують герметизацію тріщин на глибину, що перевищує глибину ресайклінгу. За потреби виконують холодне фрезерування з видаленням частини матеріалу для досягнення проектної товщини. Покриття очищають від пилу та бруду поливально-мийними та очисними машинами і встановлюють копірну струну. Перед роботою заповнюють робочі ємкості ресайклера і встановлюють робочі органи в робоче положення згідно з інструкціями. До систем автоматичного контролю вводять дані щодо витрат матеріалу, глибини та ширини рихлення та ущільнення, налаштовують датчики подачі матеріалів та налаштовують системи забезпечення рівності. Нагрівальні елементи налаштовують на необхідну ширину та відстань від покриття [8, 9].

При виконанні робіт методами гарячого ресайклінгу “in place” здійснюють вхідний, операційний та приймальний контроль. Результати реєструють у виконавчій документації.

На етапі вхідного контролю перевіряють відповідність партій дорожньо-будівельних матеріалів вимогам нормативних документів.

Під час операційного та приймального контролю перевіряють якість матеріалів та робіт, геометричні параметри шару, що влаштовується.

Ширину шару вимірюють мірною стрічкою, товщину неущільненого шару – промірами щупом; рівність поверхні перевіряють за допомогою металевої рейки довжиною 3 м на відстані 1 м від кожної крайки в п’яти контрольних точках, розташованих на відстані 0,5 м одна до одної та від кінців рейки. Поперечний похил контролюють рейкою з рівнем.

Однорідність РГС контролюють візуально – суміш має бути однорідною, без згустків в'язучого та необроблених грудок матеріалу. Випробування РГС здійснюють для матеріалу, отриманого протягом однієї зміни у процесі ресайклінгу асфальтобетонного покриття однакового складу. Шляхом ретельного перемішування точкових проб готують об'єднану пробу. Для приготування відбирають не менше ніж чотири точкові проби РГС. Точкові проби РГС відбирають із змішувача ресайклера на одній або суміжних захватках.

При випробуваннях РГС визначають склад суміші, гранулометричний склад мінеральної частини, а також температуру розм'якшення і показник пенетрації бітуму.

При випробуваннях кернів визначають товщину шару асфальтобетонного покриття, водонасичення регенованого асфальтобетону та зчеплення шарів. При випробуваннях переформованих зразків регенованого асфальтобетону визначають границю міцності при стиску за температури 0 °С, 20 °С і 50 °С, та коефіцієнт ущільнення.

Контроль якості матеріалів та робіт при виконанні гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами “*in place*” здійснюють відповідно до Табл. 1.

Таблиця 1 – Параметри контролю якості матеріалів та робіт при виконанні гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами “*in place*”

Table 1 – Parameters of quality control of materials and works during the execution of hot recycling of asphalt concrete by “*in-place*” methods

Параметр, що контролюється	Періодичність контролю; місце вимірів та/або випробувань	Допустимі відхилення
Висотні відмітки	Не менше ніж одне вимірювання на 100 м	Не більше ніж 10 % результатів – відхилення у межах ± 20 мм, решта ± 10 мм
Ширина шару (регенерованого і накладного шару – метод “ <i>Remix Plus</i> ”)	Не менше ніж одне вимірювання на 100 м	Не більше ніж 10 % результатів – відхилення в бік зменшення до 50 мм, решта – мінус 10 мм
Товщина регенованого шару	Не менше ніж на кожних 3000 м ² у трьох точках: по смузі накату та на відстані $\geq 1,0$ м від крайки покриття	За товщини шару до 5 см включно: не більше ніж 10 % відхилів у бік зменшення в межах 20 % товщини, решта – до 10 %. За товщини шару понад 5 см: не більше ніж 10 % відхилів у бік зменшення в межах 10 % товщини, решта – до 5%. Середнє значення товщини – не менше ніж проектне значення.
Товщина накладного шару	Не менше ніж на кожних 9000 м ² у трьох точках: по смузі накату та на відстані $\geq 1,0$ м від крайки покриття	Те саме
Поперечний похил поверхні	Не менше ніж одне вимірювання на 100 м	Не більше ніж 10 % результатів вимірів можуть мати відхил від проектних значень у межах: від мінус 5 ‰ до плюс 15 ‰, решта ± 5 ‰
Температура РГС; температура поверхні, що розігрівається; температура поверхні, на яку вкладається шар	Постійно	Відхилення не допускаються

Кінець табл. 1
End of tabl. 1

Параметр, що контролюється	Періодичність контролю; місце вимірів та/або випробувань	Допустимі відхили
Якість ущільнення	У трьох точках поперечного профілю через кожних 100 м по осі дороги і на відстані $\geq 1,0$ м від крайки покриття	Коефіцієнт ущільнення $K_{уш}$ має бути не менше ніж 0,99. Відхили до 0,97 включно допускаються не більше ніж для 10 % результатів, а малих ділянках до 3 км – не більше одного випадку, решта – не нижче за нормативне значення
Склад і фізико-механічні властивості регенованих асфальтобетонів	Не менше ніж три керни один раз за зміну, та на кожній ділянці з однаковим складом РГС, за однакових технологічних процесів. Відбір кернів здійснюють на відстані $\geq 1,0$ м від крайки покриття, не раніше ніж через 1 добу після ущільнення.	Відхили від проектною документації (нормативних вимог) не допускаються
Зчеплення шарів	Не менше ніж три керни на кожні 3000 м ² покриття	Відхили від нормативних вимог не допускаються.

Висновки та рекомендації

Технології гарячого ресайклінгу дорожнього асфальтобетону методами “*in place*” відносяться до ефективних методів усунення дефектів асфальтобетонного покриття на глибину до 60 мм та дозволяють забезпечувати потрібний техніко-експлуатаційний стан покриття а також підвищити строк служби нежорстких дорожніх одягів за мінімальних витрат матеріалів та обсягу робіт, з мінімальними обмеженнями руху.

Суттєвою перевагою технологій гарячого ресайклінгу дорожнього асфальтобетону є збереження стратегічно важливої сировини – бітуму. Поряд з цим, методи гарячого ресайклінгу “*in place*” забезпечують повне використання асфальтобетону існуючого покриття при його регенерації.

Висока якість матеріалів та робіт при виконанні гарячого ресайклінгу асфальтобетону методами “*in place*” забезпечується як на етапі проектування складу РГС, так на етапі влаштування покриття, у зв’язку з чим необхідно удосконалювати технологічний процес, оновлювати та модернізувати обладнання.

Перелік посилань

1. Технічний стан автомобільних доріг загального використання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://mtu.gov.ua/content/tehnichniy-stan-avtomobilnih-dorig-avtomobilnih-dorig-zagal-nogo-vikoristannya.html> (дата звернення 23.01.2019).
2. Термопрофилірование [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://www.unidorstroy.kiev.ua/wiki-asphalting/termoprofilirovaniye-hot-recycling.html> (дата звернення 23.01.2019).
3. Ресайклінг асфальтобетона. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://kladembeton.ru/montazh/prisposoblenia/retsikler-asfaltobetona.html> (дата звернення 23.01.2019).
4. Терещенко, Т.А. Шляхи розвитку технологій гарячого ресайклінгу дорожнього асфальтобетону / Т.А. Терещенко // Автошляховик України. – 2014. – № 2 – С. 42-48.
5. Всесвітня дорожня асоціація. Технічний комітет С7/8 «Дорожні покриття». Рециклювання дорожніх одягів. Частина 3. Посібник з гарячого рециклювання асфальтобетону зі старих покриттів на заводі / Пер. з рос. В. Жданюка. Під заг. ред. В. Жданюка і Д. Сибільського. – Х.: Вид-во ХНАДУ, 2006. – 52 с.

6. Ілляш С.І. Технологічні та вартісні аспекти впровадження гарячого ресайклінгу асфальтобетону на дорозі // Автошляховик України. – 2014. – №2. – С.40-43.
7. Технология производства асфальтового бетона. Л.Б. Гезенцевей. Издательство министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1955 – 327 с.
8. Р.В.2.3-37641918-899:2018 Рекомендації з регенерації шарів асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу на дорозі без зміни та зі зміною складу асфальтобетону Київ, Державне агентство автомобільних доріг України, 2018, протокол від 12.12.2018 № 2, 38 с.
9. Автомобильные дороги. Ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 3. Восстановление изношенных покрытий. СТО НОСТРОЙ 2.25.49 – 2011 – Москва, Национальное объединение строителей, 2011. – 17 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://nostroy.ru/departament/metodolog/otdel_tehnicoskogo_regulir/sto/СТО%20НОСТРОЙ%202.25.49-2011.pdf (дата звернення 23.01.2019).

CLASSIFICATION OF TECHNOLOGIES OF HOT RECYCLING OF ASPHALT CONCRETE BY “IN PLACE” METHODS

Savenko V.Y., National Transport University, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Transport Construction and Property Management, svi1310@ukr.net, +38050 657 20 08, <https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>

Illiash S.I., M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise - DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine, Head of Department, vtldr@ukr.net, +38067 943 25 33, <https://orcid.org/0000-0002-3001-8012>

Tetiana Tereshchenko, Ph.D., M.P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise - DerzhdorNDI SE, Kyiv, Ukraine, Senior Research Officer, chemistry@dorndi.org.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7584-9031>

Introduction

Hot recycling of road asphalt concrete plays a significant role as a resource-preserving technology to save raw bitumen. Technologies of hot recycling of asphalt concrete could be performed by so-called “in place” method (Hot in-place Recycling, HIR) realized by hot recycler with infrared heater in complex with other road technique. Rehabilitation of asphalt pavement by HIR allows to correct surface distresses not caused by structural inadequacy and could be done at short time, at minimum restriction of trafficking.

This article reviews various methods of HIR and analyzes their classification-related performance.

Basics of hot asphalt concrete recycling technologies by in-place methods.

As reviewed in this article, the process of hot in-place recycling consists of the stages of heating the coating layer, milling the heated layer, mechanical processing of the milled asphalt concrete with or without changing its composition, laying and sealing without taking any of these technological operations outside the rehabilitated road section.

Classification and features of hot recycling technologies for asphalt concrete by in-place methods

The four methods reviewed were classified as those are performed with and without changing the composition of asphalt concrete. The methods without changing of asphalt concrete composition, method “*Reshape*” and method “*Repave*”, are used to eliminate defects of asphalt pavement preferably to a depth of (20 - 25) mm. More complicated methods of hot in-place recycling with changing of composition of asphalt concrete, methods “*Remix*” and “*Remix Plus*”, are used to eliminate defects of asphalt pavement at a depth up to 50 mm. New materials should be added to compensate for the loss of asphalt concrete and to adjust the composition of the asphalt concrete to the standard requirements in the case of a non-compliance. Among the reviewed methods, methods “*Repave*” and “*Remix Plus*” are performed with simultaneous laying of two layers: a recycled layer and a new asphalt concrete layer with compaction of two layers in one passage.

Quality assurance of materials and works for rehabilitation of asphalt pavement by hot in-place recycling methods

The high quality of materials and works by hot in-place recycling of asphalt concrete is ensured both at the stage of design of composition of a recycled asphalt concrete and at the stage of road works, which necessitates improvement of technological process and modernization of equipment.

Conclusions and Recommendations

Hot in-place recycling of asphalt concrete are effective technology for rehabilitation of asphalt concrete pavement to a depth of up to 60 mm and allows to provide the required technical and operational condition of wearing asphalt concrete layer and to increase the service life of flexible road pavement with minimal material costs and with minimal traffic restrictions.

A significant advantage of hot in-place recycling of asphalt concrete is the conservation of strategically important raw materials - bitumen. In addition, hot in-place recycling techniques ensure that existing asphalt concrete is fully utilized during the rehabilitation process.

Key words: asphalt pavement, rehabilitation, hot asphalt concrete recycling, “in-place” methods, classification of hot in-place recycling methods

References

1. Tekhnichnyy stan avtomobil'nykh dorih zahal'noho vykorystannya (Technical condition of public motor roads). URL: <https://mtu.gov.ua/content/tehnichnyy-stan-avtomobilnih-dorig-avtomobilnih-dorig-zagalnogo-vikorystannya.html> (Last accessed 23.01.2019).
2. Termoprofilyrovanye (Hot Planning). URL: <http://www.unidorstroy.kiev.ua/wiki-asphalting/termoprofilirovaniye-hot-recycling.html> (Last accessed 23.01.2019).
3. Resayklynh asfal'tobetona (Asphalt Concrete Recycling). URL: <https://kladembeton.ru/mon-tazh/prisposoblenia/retsikler-asfaltobetona.html> (Last accessed 23.01.2019)
4. Tereshchenko T.A. Shlyakhy rozvytku tekhnolohiy haryachoho resayklinhu dorozhn'oho asfal'tobetonu (Ways of development of technologies of hot recycling of road asphalt concrete) / A Scientific and Industrial Journal the Avtoshliakhovyk Ukrayiny. – 2014. № 2 – P. 42-48 [in Ukrainian].
5. V. Zhdanyuk, D. Sybyl'sky Vsesvitnya dorozhnya asotsiatsiya. Tekhnichnyy komitet S7/8 «Dorozhni pokryttya». Retsyklyuvannya dorozhnikh odyahiv. [PIARC World Road Association, PIARC Committee on C7/8 “Road Pavements”. Recycling of Road Pavements] Kharkiv, KHNADU, 52 p. [in Ukrainian].
6. Illiash S.I. Tekhnolohichni ta vartisni aspekty vprovadzhennya haryachoho resayklinhu asfal'tobetonu na dorozhi (Technological and cost aspects of implementing hot recycling of asphalt concrete on the road) / A Scientific and Industrial Journal the Avtoshliakhovyk Ukrayiny. – 2014. № 2 – P. 40-43 [in Ukrainian].
7. Gezentzway L. Tekhnolohyya proyzvodstva asfal'tovoho betona (Asphalt concrete production technology), 1955. – 327 p [in Russian].
8. R V.2.3-37641918-899:2018 Rekomendatsiyi z rehenratsiyi shariv asfal'tobetonnoho pokryttya za tekhnolohiyeyu haryachoho resayklinhu na dorozhi bez zminy ta zi zminoyu skladu asfal'tobetonu (Recommendations on rehabilitation of asphalt pavement layers using hot in-place recycling technology without changing and with the change of asphalt concrete composition). Kyiv, 2018. 38 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
9. Avtomobil'nye dorohy. Remont asfal'tobetonnykh pokrytty avtomobil'nykh doroh. Chast' 3. Vosstanovlenye yznoshennykh pokrytty. STO NOSTROY 2.25.49. – 2011. URL: http://nostroy.ru/depart-ment/metodolog/otdel_tehnicoskogo_regulir/sto/СТО%20НОСТРОЙ%202.25.49-2011.pdf (Last accessed 23.01.2019).