



• © С.І. Ілляш, зав. відділу (ДП “ДерждорНДІ”)

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ВАРТІСНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ГАРЯЧОГО РЕСАЙКЛІНГУ АСФАЛЬТОБЕТОНУ НА ДОРОЗІ

Анотація. Розглянуто технологічні та вартісні складові технології гарячого ресайклінгу асфальтобетону на дорозі та проведено порівняльний аналіз з альтернативними технологіями ремонтних робіт.

Ключові слова: автомобільна дорога, асфальтобетонне покриття, гарячий ресайклінг на дорозі, регенерована суміш.

Аннотация. Рассмотрено технологические и стоимостные составляющие технологии горячего ресайклинга асфальтобетона на дороге и проведен сравнительный анализ с альтернативными технологиями ремонтных работ.

Ключевые слова: автомобильная дорога, асфальтобетонное покрытие, горячий ресайклинг на дороге, регенерированная смесь.

Annotation. Considered technological and cost components of hot-in-place asphalt recycling technology and conducted comparative analysis of alternative repairs technologies.

Keywords: road, asphalt pavement, hot-in-place recycling, recycled mix.

Вступ

Рівень фінансування дорожніх робіт за останні 10 років становить 14 – 34 % науково обґрунтованої мінімальної необхідної потреби [1]. Через низьке фінансування потреб дорожнього господарства протягом останніх років стан автомобільних доріг в Україні є незадовільним, що є причиною зниження ефективного функціонування мережі автомобільних доріг загального користування, тобто знижуються експлуатаційні швидкості транспортних засобів, підвищуються витрати паливо-мастильних матеріалів та збільшується частка транспортної складової у собівартості продукції. Всі зазначені фактори не сприяють збільшенню транспортного потоку, зокрема транзитних перевезень, які приносять значні кошти до державного бюджету. Через постійну нестачу коштів не відбувається своєчасний ремонт покриттів, що призводить до постійного накопичування “недоремонтів”, збільшення руйнувань покриття і зменшення несучої здатності конструкції. У таких складних умовах, коли додаткові джерела фінансування знайти дуже важко пріоритетним напрямом розвитку дорожнього господарства є здешевлення дорожніх робіт шляхом впровадження сучасних прогресивних технологій, використання нової техніки та матеріалів. За умови сталої тенденції до подорожчання дорожньо-будівельних матеріалів актуальними є технології повторного їх використання. Одним



Рис. 1. Відновлення асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу на автомобільній дорозі спеціалізованою технікою

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

На території України дану технологію застосовували на таких ділянках автомобільних доріг загального користування державного значення (рис. 1):



- 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 Р-06 Ульянівка – Миколаїв (через Вознесенськ) на ділянці км 199+062 – км 203+665;

- автомобільна дорога Т 25-49 Данівка – Бобрівця.

Крім того, технологія гарячого ресайклінгу на дорозі була апробована при ремонті вулиць та доріг міст, зокрема в Херсоні та Львові.

Враховуючи початок впровадження зазначеної технології в Україні, у цій статті наводиться її вартісна оцінка та порівняння з альтернативними варіантами ремонтних робіт.

Основна частина

Гарячий ресайклінг дорожнього асфальтобетонного покриття дає змогу відновлення експлуатаційних властивостей дороги з максимальною економією матеріальних й енергетичних ресурсів. Виділяють два різновиди гарячого ресайклінгу: гарячий ресайклінг з приготуванням асфальтобетонних сумішей на заводі та гарячий ресайклінг 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 регенованих асфальтобетонних сумішей, їх укладання та ущільнення [2].

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 й попередньому ущільненні однорідної регенованої суміші із забезпеченням необхідної рівності та проектних похилів покриття за один прохід реміксером.

Метод Ремікс поділяють на способи:

- термогомогенізація;
- термозмішування;
- термопластифікація.

Термогомогенізація передбачає ресайклінг асфальтобетону шляхом розігрівання, рихлення, перемішування, укладання та ущільнення старої асфальтобетонної суміші товщиною (3,0 – 6,0) см. Цей спосіб є найбільш економічним, тому що зовсім не потребує або потребує у мінімальній кількості нової асфальтобетонної суміші, а саме – близько 20 кг/м².

Термозмішування передбачає перемішування нової асфальтобетонної суміші зі старою після її розігріву та розрихлення й укладання отриманої суміші в один шар. Термозмішування має всі переваги термоукладання, але забезпечує вищу якість регенованого шару.

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/м².

Метод Ремікс плюс (термоукладання) призначений для відновлення зношеного асфальтобетонного покриття шляхом укладання двох шарів за один прохід реміксером – 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.

Майже 90 відсотків мережі автомобільних доріг загального користування України потребує капітального ремонту. За умов недостатнього фінансування дорожньої галузі через незадовільний стан доріг економіка України зазнає значних втрат. Тому питання застосування сучасних ефективних технологій для виконання дорожніх робіт є досить актуальним сьогодні.

Враховуючи різке зростання вартості дорожньо-будівельних матеріалів за останні роки (вартість бітуму за останнє десятиліття зросла у 10 разів, щебеню у 5 – 8 разів, асфальтобетонної суміші у 6 – 8 разів [3]) з усіх варіантів гарячого ресайклінгу асфальтобетону технологія термогомогенізації виглядає найбільш перспективною – вона є менш затратною і дозволяє повторно використовувати дорожньо-будівельні матеріали.

Для оцінки вартісних показників зазначену технологію (варіант 1) порівнювали з двома іншими технологіями ремонтних робіт (варіанти 2 та 3), які забезпечать відновлення транспортно-експлуатаційних характеристик автомобільної дороги з асфальтобетонним покриттям:



Рис. 2. Порівняння вартості ремонтних робіт 1000 м² асфальтобетонного покриття

- влаштування тонкошарового покриття дорожнього одягу з литої емульсійно-мінеральної суміші;
- влаштування подвійної поверхневої обробки покриття.

Для кожного з варіантів визначені вартості робіт у цінах станом на 01.05.2014 р. Вартість ремонтних робіт визначена відповідно до СОУ 42.1-37641918-050:2012 “Порядок визначення вартості капітального та поточного ремонтів автомобільних доріг загального користування (державного та місцевого значення)”. Вартість прямих витрат визначали на підставі ресурсних елементних кошторисних норм СОУ 45.2-00018112-035:2010 “Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Автомобільні дороги і мости”, СОУ Д.2.2-35612320-001:2014 “Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Автомобільні дороги”; ресурсних кошторисних норм експлуатації машин та механізмів СОУ 42.1-37641918-034:2013 “Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів. Машина та механізми для будівництва, реконструкції і ремонту автомобільних доріг та мостів”, СОУ Д.2.7-35612320-002:2014 “Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів. Машина та механізми для дорожнього будівництва”.

Вартість робіт включає такі показники:

- основну заробітну плату робітників-будівельників;
- заробітну плату робітників, зайнятих при обслуговуванні машин;
- загальний розмір витрат на експлуатацію машин;
- прямі витрати;
- загальновиробничі та адміністративні витрати;
- кошторисний прибуток;
- загальну кошторисну вартість.

Для кожного з варіантів встановлена послідовність робіт для якої були розраховані вартості.

Варіант 1. Термогомогенізація

Склад робіт:

- очищення асфальтобетонного покриття від пилу, сухого сміття та бруду;
- регенерація асфальтобетонного шару дорожнього одягу: розігрівання покриття, розрихлення покриття на глибину до 6 см, перемішування в змішувачі реміксера розрихленого матеріалу, укладання, розрівнювання, попереднє ущільнення суміші та опорядження поверхні покриття, зарівнювання дрібних дефектів та місць спряження смуг;
- ущільнення асфальтобетонної суміші котком гладковальцевим за шість проходів по сліду;
- остаточне ущільнення асфальтобетонної суміші котком комбінованої дії за чотири проходи по сліду.

Варіант 2. Влаштування тонкошарового покриття дорожнього одягу з литої емульсійно-мінеральної суміші

Склад робіт:

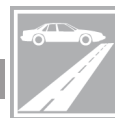
- ямковий ремонт покриття;
- очищення асфальтобетонного покриття від пилу, сухого сміття та бруду;
- влаштування тонкошарового покриття дорожнього одягу з литої емульсійно-мінеральної суміші.

Варіант 3. Влаштування подвійної поверхневої обробки покриття

Склад робіт:

- ямковий ремонт покриття;
- очищення асфальтобетонного покриття від пилу, сухого сміття та бруду;
- влаштування подвійної поверхневої обробки покриття;
- ущільнення покриття самохідним котком на пневматичних шинах.

Вартості виконання робіт за трьома варіантами наведені на рис. 2. Як показують результати всі варіанти майже рівні за вартістю, дешевшим варіантом є виконання робіт з влаштуванням подвійної поверхневої обробки. Зважаючи на те, що поверх-



неву обробку доцільно застосовувати на дорогах нижчих категорій поза межами населених пунктів, варіант з виконанням ремонтних робіт способом термогомогенізації виглядає більш уніфікованим.

Враховуючи наявний досвід впровадження технології термогомогенізації в нашій країні та проаналізувавши закордонні науково-технічні публікації можна відмітити наступні 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 зароблювання тріщин асфальтобетонного покриття для подальшого виконання основних ремонтних робіт;
- забезпечення рівності відремонтованого дорожнього покриття;
- збереження існуючих висотних відміток покриття, що особливо важливо на вулицях і проїздах міст та інших населених пунктів, мостових переходах;
- відновлення поперечного та поздовжнього профілів 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.

Поряд з тим потребують дослідження питання екологічної безпеки технології гарячого ресайклінгу асфальтобетону на дорозі та строк служби дорожніх покриттів, відремонтованих способом термогомогенізації. Враховуючи, що вартість робіт з термогомогенізації суттєво залежить від витрати газу на розігрів покриття (у випадку розігрівання покриття пальни-

ками інфрачервоного випромінювання), яка в свою чергу залежить від температури повітря, швидкості вітру та інших погодних умов, актуальним є питання проведення досліджень на предмет зменшення таких енерговитрат.

Висновки

Розглянувши технологічні та вартісні аспекти технології гарячого ресайклінгу асфальтобетону на дорозі, зокрема термогомогенізації, необхідно зазначити, що вартість виконання таких робіт знаходиться в одному ціновому діапазоні з іншими варіантами ремонтних робіт, тому при виборі одного з варіантів перевагу необхідно надавати більш технологічному способу.

Термогомогенізація має низку переваг перед іншими технологіями, які підтверджені на дослідних ділянках, але, враховуючи невеликий досвід її впровадження в нашій країні, немає точних даних щодо строку служби відремонтованих покриттів. Тому потрібно продовжувати дослідження в цьому напрямі.

Як технологічні, так і вартісні складові технології термогомогенізації показують перспективність її застосування при відновленні транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг, особливо в умовах обмеженого фінансування і нагальної потреби в швидкому ремонті та негайному поновленні дорожнього руху.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Концепція** реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування (схвалена розпорядженнями Кабінету Міністрів України від 20 серпня 2008 р. № 1096 (1096-2008-р) та від 3 серпня 2011 р. № 739-р).
2. **Терещенко Т.А.** Шляхи розвитку технологій гарячого ресайклінгу дорожнього асфальтобетону // Автошляховик України. – 2014. – №2. – С.42-48.
3. **Гамеляк І.П., Корецький А.С., Корецький С.С.** Про необхідність будівництва в Україні автомобільних доріг із цементобетонним покриттям // Автошляховик України. – 2013. – №5. – С.24-31.
4. **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.
5. **Регенерация дорожных одежд и покрытий** при обеспечении жизненного цикла дороги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: http://www.ador.ru/data/files/docs/innovations_02.pdf. – Назва з екрана.
6. **Aravind K., Animesh Das.** Bituminous pavement recycling [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <http://web.iitd.ac.in/~akswamy/Published%20Articles/Bituminous%20pavement%20recycling.pdf>. – Назва з екрана.