

## ВІДНОВЛЕННЯ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ

*Обґрунтовано доцільність застосування технології холодного ресайклінгу з метою відновлення дорожніх одягів з асфальтобетонним покриттям.*

**Ключові слова:** асфальтобетонне покриття, дорожній одяг, холодний ресайклінг.

*Обоснована целесообразность применения технологии холодного ресайклинга с целью восстановления дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием.*

**Ключевые слова:** асфальтобетонное покрытие, дорожная одежда, холодный ресайклінг.

*The expediency of application the cold recycling technology for the purpose of road pavement myth asphalt covering reconstruction has been proved.*

**Key words:** asphalt covering, road pavement, cold recycling.

**Постановка проблеми.** Майже 70 % протяжності автомобільних доріг загального користування України мають конструкцію дорожнього одягу, яка запроєктована під розрахункове навантаження 60 кН на вісь. Проте більшість сучасних вантажівок та автобусів мають значно вищі розрахункові параметри (100 – 130 кН/вісь), тому зростання інтенсивності та вантажонапруженості транспортного потоку без належних умов утримання мережі доріг призвело до виникнення й розвитку значних обсягів деформацій та руйнувань дорожнього одягу.

Найбільш розповсюдженим способом відновлення зруйнованих і зношених асфальтобетонних покриттів на українських дорогах на даний час є влаштування додаткових шарів підсилення поверх підготовленого ямковим ремонтом старого покриття. Однак такі заходи дають лише короточасний ефект, оскільки вже через один-два роки на нових шарах підсилення відтворюються існуючі під ними деформації та руйнування, особливо при недостатній міцності основи.

**Аналіз досліджень і публікацій із даної проблеми.** У світовій дорожній практиці при капітальному ремонті та реконструкції автомобільних доріг, які мали дефектні й зношені дорожні одяги, до 80-х років минулого століття в основному застосовувались різні методи розбирання та видалення старого дорожнього одягу чи окремих його шарів з наступним улаштуванням нової дорожньої конструкції.

У 80-х роках альтернативним методом відновлення існуючих дорожніх одягів стала технологія терморегенерації в різних варіаціях (remix, remix plus, gerave тощо) [1 – 2]. Економічна привабливість і ефективність гарячого методу відновлення полягала у повторному використанні наявного на дорозі матеріалу, тому відпадала необхідність замінити його на новий. Проте ця технологія не виправдала очікуваних сподівань унаслідок низької довговічності відновленого таким чином дорожнього одягу, а також значних енерговитрат та впливу на навколишнє середовище.

У 90-х роках гарячий метод відновлення шарів покриття став витіснятися методом холодного фрезування дефектних і зношених шарів дорожнього одягу з наступним їх видаленням та влаштуванням замість них нових [3 – 4]. Отриманий у результаті холодного фрезування асфальтовий гранулят у розвинених країнах світу повторно перероблявся на асфальтобетонних заводах (recycling in plant) чи безпосередньо на місці (recycling in place), що давало значний економічний ефект. Так у 2001 році в

німеччині з поверхні доріг було знято й повторно використано 15 млн.т асфальтобетону, з котрих 12 млн.т (80%) пішло для виготовлення нового. При цьому загальний обсяг його виробництва того року в країні складав близько 63 млн.т, тобто кожна тонна продукції містила до 20% матеріалу фактично з відходів.

Наприкінці 90-х років у країнах західної Європи в результаті комбінування дорожньої фрези та ґрунтозмішувальної машини виникла технологія холодного ресайклінгу (відновлення) дорожніх одягів безпосередньо на дорозі (full cold in-place recycling). Досить швидко вона отримала світове визнання внаслідок повернення до головної ідеї методу терморегенерації, але на більш якійсному рівні відносно довговічності та термінів служби відновлених за цією технологією дорожніх одягів з асфальтобетонним покриттям [5 – 6].

Економічна привабливість технології холодного ресайклінгу полягає насамперед у повторному використанні наявного на дорозі матеріалу для влаштування нових шарів покриття, тому відпадає потреба в облаштуванні спеціальних майданчиків для зберігання й утилізації старого асфальтобетону. Крім того, застосування цієї технології дозволяє звести до мінімуму шкідливий вплив на навколишнє середовище під час проведення дорожніх ремонтно-відновлювальних робіт.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Оскільки відновлення зруйнованих та зношених асфальтобетонних покриттів за технологією холодного ресайклінгу на українських дорогах є досить новою справою, тому існує потреба в узагальненні практичного досвіду її застосування.

**Мета даної статті** – обґрунтування доцільності застосування технології холодного ресайклінгу з метою підвищення якості й ефективності дорожніх ремонтних робіт під час відновлення зруйнованих та зношених асфальтобетонних покриттів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Суть технології холодного ресайклінгу полягає в тому, що дефектні та зруйновані шари дорожнього одягу безпосередньо на місці укріплюються комплексними домішками органічних (гарячий бітум, бітумна емульсія, спінений бітум) і мінеральних (цементно-водна суспензія, інколи вапно) в'язучих [7 – 8].

Холодний ресайклінг за складністю робіт поділяють на два види:

– *глибокий ресайклінг* із фрезуванням на повну товщину дорожнього одягу (більш ніж 10 см), яке охоплює шари покриття разом зі щобеневими шарами основи (full depth reclamation – fdr);

– *тонкий ресайклінг* – фрезування на неповну товщину дорожнього одягу (від 5 до 10 см) у межах, як правило, одного-двох шарів асфальтобетонного покриття (cold in-place recycling – cir).

Вибір того чи іншого виду відновлення залежить в основному від стану всієї конструкції дорожнього одягу, який визначається до початку виконання ремонтних робіт. Якщо в результаті обстеження виявлено дефекти й руйнування лише шарів покриття при достатній міцності шарів основи – виконують тонкий ресайклінг, в інших випадках – глибокий ресайклінг на повну товщину дорожнього одягу. Крім відновлення капітальних дорожніх одягів, холодний ресайклінг можливо застосовувати при реконструкції ґравійних і щобневих доріг, при цьому глибина укріплення складає 10 – 20 см.

Основні операції під час холодного ресайклінгу виконуються за допомогою ресайклерів – спеціальних самохідних механізмів виробництва «wirtgen», «bomag» (німеччина), «caterpillar» (сша) та інших фірм-виробників дорожньої техніки, котрі здатні своїм потужним фрезерно-змішувальним барабаном подрібнити матеріал шарів покриття й основи на глибину до

30 – 40 см з одночасним обробленням його в'язучим і розподілити отриману суміш рівним шаром із попереднім ущільненням [9].

Як правило, самохідні ресайклери обладнують лише розподільними трубопроводами (рампами) й насосами високого тиску для введення рідких матеріалів – води, бітуму та цементно-водної суспензії. Залежно від прийнятого складу домішок (органічне, мінеральне чи комплексне в'язуче) для укріплення шарів дорожнього одягу приймається такий набір машин і схема подачі в'язучого в робочу камеру ресайклера [10]:

– укріплення матеріалу цементом – самохідний розподільник цементу, автоцистерна з водою + ресайклер;

– укріплення матеріалу цементно-водною суспензією – автоцистерна з водою, установка для приготування суспензії + ресайклер;

– укріплення матеріалу гарячим бітумом чи бітумною емульсією – автогудронатор + ресайклер;

– укріплення матеріалу спіненням бітумом – автоцистерна з водою + автогудронатор + ресайклер;

– укріплення матеріалу комплексним в'язучим (рис. 1, 2) – автогудронатор + установка для приготування суспензії + ресайклер.

Після проходження ресайклера рекомендується провести попереднє ущільнення укріпленого шару дорожнього одягу пневмоколісним котком або важким вібраційним гладковальцьовим котком. Потім за допомогою автогрейдера поверхня дорожнього покриття профілюється для отримання потрібних ухилів у поздовжньому й поперечному напрямках. Остаточне ущільнення укріпленого шару здійснюють вібраційним гладковальцьовим котком масою 12 – 15 т із частковим дозволоженням матеріалу.

Відновлений таким чином шар, як правило, слугує в якості верхнього шару основи чи нижнього шару покриття. Залежно від категорії дороги, інтенсивності руху та прогнозованого строку служби дорожнього одягу поверх нього влаштовують різні види поверхневої обробки чи вкладають один або два шари гарячого асфальтобетону.

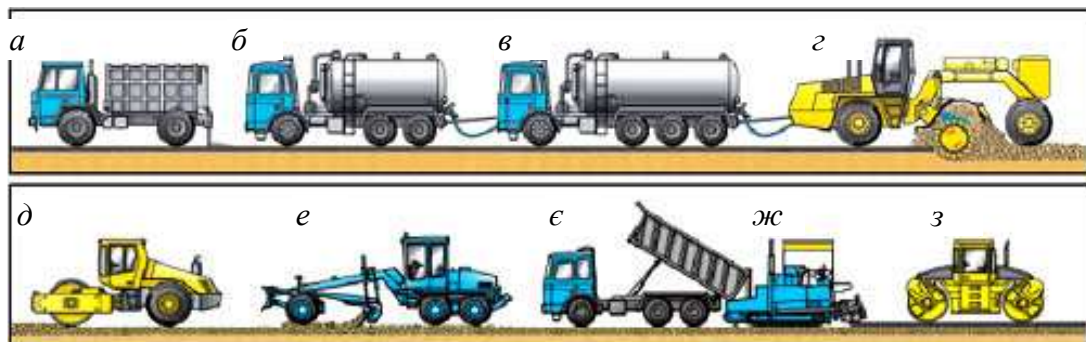


Рисунок 1 – Технологічна послідовність виконання робіт при відновленні дорожнього одягу за технологією холодного ресайклінгу:

*а* – розподіл мінерального в'язучого самохідним розподільником; *б* – *в* – відновлення шару дорожнього одягу шляхом холодного ресайклінгу з уведенням рідкого органічного в'язучого комплектом машин «автоцистерна+автогудронатор+ресайклер» (ресайклер *Вomag* МРН125); *д* – підкочування укріпленого шару самохідним комбінованим котком; *е* – профілювання поверхні покриття автогрейдером; *є* – *ж* – улаштування нового асфальтобетонного шару покриття; *з* – укочування покриття самохідним гладковальцьовим котком



Рисунок 2 – Відновлення дорожнього одягу з використанням ресайклера Wirtgen WR2500S

Використання технології холодного ресайклінгу для відновлення дорожнього одягу на українських дорогах поки не має широкого розповсюдження внаслідок новизни та значної вартості комплексу машин для ресайклінгу. Проте з огляду на критичний стан вітчизняної мережі доріг ця технологія має перспективи для більш широкого застосування. Для підтвердження економічної ефективності технології холодного ресайклінгу розглянемо приклад, характерний для значної частини мережі автодоріг загального користування України, наведений у роботі [7]. Необхідно провести ремонт зруйнованого дорожнього покриття, яке складається з двох шарів асфальтобетону товщиною по 5 см кожний та додаткового шару асфальтобетону аналогічної товщини, вкладеного під час ремонту в попередній період. Для відновлення дорожнього одягу пропонується два варіанти ремонту з однаковими показниками несучої здатності й строку служби. У першому випадку проводиться холодне фрезування покриття на глибину 10 см із вивезенням асфальтового гранулята на склад і влаштування шару покриття з нової асфальтобетонної суміші товщиною 10 см. За другим варіантом виконується холодний ресайклінг старих шарів асфальтобетонного покриття на глибину 10 см із використанням комплексного в'язучого (4% бітумної емульсії й 1,5% цементу або 2,5% спіненого бітуму й 1,5% цементу) та влаштування шару покриття з нової асфальтобетонної суміші товщиною 4 см.

Розрахунок матеріальних витрат і вартості робіт за прийнятими варіантами ремонту (див. табл. 1) показує, що застосування холодного ресайклінгу дозволяє провести відновлення дорожнього одягу майже в 1,5 рази дешевше порівняно з традиційним способом ремонту.

**Таблиця 1 – Орієнтовні витрати та вартість робіт на виконання ремонту**

| Технологічні операції  | Вартість, грн/м <sup>2</sup> |           |
|--|------------------------------|-----------|
|  | варіант 1                    | варіант 2 |
| Видалення холодною фрезою шару старого асфальтобетонного покриття на глибину 10 см із вивезенням гранулята на склад (фрезування й транспортування) | 28,8                         | –         |
| Холодний ресайклінг шару старого асфальтобетонного покриття на глибину 10 см (сам матеріал, його доставка, укріплення, вирівнювання, укочування)   | –                            | 38,5/33,7 |
| Улаштування верхнього шару асфальтобетонного покриття товщиною 4 см із нової суміші (сам матеріал, його доставка, укладання, укочування)           | –                            | 38,4      |
| Улаштування верхнього шару асфальтобетонного покриття товщиною 10 см із нової суміші (сам матеріал, його доставка, укладання, укочування)          | 96                           | –         |
| Разом  | 124,8                        | 76,9/72,1 |

Примітка – вартість обрахована за середньоєвропейськими цінами на матеріали й виконання робіт без урахування ПДВ.

Економія коштів становить близько 50 грн/м<sup>2</sup> або майже 300 тис.грн на 1 кілометр дорожнього покриття шириною 6 м. Крім цього, зменшується шкідливий вплив на навколишнє середовище (за рахунок повного використання матеріалу старого дорожнього одягу на місці) й скорочується тривалість дорожніх ремонтних робіт (за рахунок майже одночасного виконання основних процесів).

**Висновки з даного дослідження.** Результати виконаних досліджень указують на доцільність використання технології холодного ресайклінгу з метою підвищення якості й ефективності дорожніх ремонтних робіт під час відновлення зруйнованих та зношених асфальтобетонних покриттів. Оскільки вона є досить новою для вітчизняної дорожньої галузі, то необхідно продовжити дослідження в напрямі накопичення практичного досвіду й розроблення рекомендацій щодо застосування технології холодного ресайклінгу на автомобільних дорогах загального користування України.

#### *Література*

1. Сюньи Г.К. Регенерированный дорожный асфальтобетон / Г.К. Сюньи, К.Х. Усманов, Э.С. Файнберг. – М.: Транспорт, 1984. – 118 с.
2. Васильев А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника / под ред. А.П.Васильева. – М.: Транспорт, 1989. – 287 с.
3. Draft Guidelines "Road pavement recycling". – PIARC, Version August 2002. – 136 p.
4. Ільченко В.В. Відновлення дорожніх одягів із застосуванням технології холодного фрезування / В.В. Ільченко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2006. – Вип. 18. – С. 135 – 138.
5. Сасько М.Ф. Холодний ресайклінг, його переваги і перспективи розвитку / М.Ф. Сасько // Автошляховик України. – 2004. – №2. – С. 37 – 40.
6. Головка С.К. Холодний ресайклінг – ефективна технологія відновлення дорожнього одягу / С.К. Головка // Автошляховик України. – 2003. – №6. – С. 34 – 35.
7. Костелёв М.П. Технология холодного ресайкллинга / М.П. Костелёв // Дорожная техника. – 2004. – №3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://library.stroit.ru>.
8. Долгилевич Ю.П. Опыт применения технологии холодной регенерации дорожных покрытий в США / Ю.П. Долгилевич, М.П. Костелёв, Ян Хаккерт // Дорожная техника. – 2005. – №1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://library.stroit.ru>.
9. Малютин А. Техника для холодного ресайкллинга / А.Малютин // Основные средства. – 2008. – №7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.os1.ru>.
10. Ливитина В.В. Холодный ресайкллинг – эффективная технология восстановления асфальтобетонных покрытий аэродромов и автодорог / В.В. Ливитина, Б.П. Мамонтов, А.В. Митрошин // Бюллетень строительной техники. – 2007. – №9 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy.databases.ru>.

Надійшла до редакції 15.03. 2010

© В.В. Ільченко