

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ДП «АНТОНОВ»



# МАТЕРІАЛИ

X Міжнародної  
науково-технічної конференції  
“АВІА-2011”

19-21 КВІТНЯ

**ТОМ III**

Київ 2011

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ**

*В статті надається короткий аналіз недоліків існуючих технологій відновлення дорожніх одягів і перспективи використання нової технології – холодного ресайклінгу у дорожньому будівництві.*

Нагромаджений за багато років так званий «недоремонт» існуючої мережі українських автомобільних доріг згубно позначився на сьогоднішньому стані їх покриттів і умов руху транспорту. Щоправда, після оголошених нещодавно пріоритетів у виділенні коштів на ремонтні роботи ця ситуація стала дещо поліпшуватися на дорогах магістрального напрямку і на столичних вулицях і проспектах. Набагато гірше, йдуть справи на дорогах територіального підпорядкування, особливо на надмірно віддалених від адміністративних центрів.

Напередодні вже розпочатого тисячоліття багато країн, у тому числі і розвинені, теж стояли перед подібною кризовою проблемою недостатнього фінансування планів і робіт з відновлення та модернізації застарілих дорожніх мереж. Потрібні були нові рентабельні методи їх реанімації, які стали б альтернативою колишнім матеріаломістким і досить дорогим технологіям.

Однією з таких альтернатив став метод терморегенерації або термофрезерного відновлення втрачених у процесі експлуатації властивостей і якостей асфальтобетонного покриття. Економічна привабливість і доцільність цієї технології полягає в тому, що наявний в дорозі матеріал використовується повторно. Тому відпадає потреба вивозити з дороги видалений старий і завозити новий асфальтобетон. Однак цей гарячий метод себе не виправдав через швидке старіння бітуму і низькою довговічністю відновлених покриттів (руйнування починалися через 2-3 роки).

Справно відслуживши свій час в різних технологічних варіаціях термофрезерний спосіб почав поступово витіснятися методом холодного фрезерного видалення дефектних і зношених покриттів із заміною знятого асфальтобетону на привозний новий («свіжий»).

Цей метод з часом став технологічним пріоритетом для шляховиків більшості країн світу, незважаючи на очевидність його витратного характеру і відступ від головного принципу гарячої регенерації - безвідходності і економічності. Потрібно було знову шукати і розробляти інші альтернативні рішення. Так близько 12-13 років тому з'явилася приваблива і перспективна технологія холодного ресайклінгу. Вона отримала світове визнання за своє повернення до головних ідей терморегенерації, але на більш високому якісному рівні кінцевого результату, і в першу чергу щодо довговічності або термінів служби відновлюваних за цією технологією дорожніх одягів з асфальтобетонним покриттям. Незважаючи на свою відносну молодість, географія і обсяги практичного використання холодного ресайклінгу стали поступово розширюватися. Є підстави вважати, що пік популярності і виробничих успіхів, у тому числі і в Україні у холодного ресайклінгу ще попереду.

Довгий час в СРСР найбільш поширеним способом відновлення і підвищення міцності та експлуатаційних показників дефектних і зношених дорожніх одягів було влаштування додаткового шару підсилення (4-5 см) поверх підготовленого ямковим ремонтом старого покриття. Недосконалість його полягала в тому, що через порівняно невеликий час на шарі підсилення копіювалися дефекти старого покриття, особливо так звані відображені тріщини. Попереднє армування старих тріщин спеціальними геосинтетичними сітками дещо зміщують термін їх появи, але не виключають зовсім.

Якщо врахувати обсяги накопиченого недоремонту, то слід визнати, що цей метод впроваджується у нас занадто повільно. Суть цієї нової для української дорожньої галузі

технології, полягає в тому, що для повторного або подальшого використання зруйнованого матеріалу зношеного і дефектного дорожнього одягу необхідне його зміцнення (стабілізація) комплексними добавками органічних (гарячий бітум, спінений бітум, бітумна емульсія) і мінеральних (в основному цемент, рідше вапно) в'язучих. Для цього і створений холодний ресайклер, який здатний своїм потужним фрезерним барабаном подрібнити матеріал дорожнього одягу (покриття і основи) на глибину до 30 см, а в деяких випадках і більше, з одночасною його обробкою зазначеними в'язучими (стабілізаторами) і з розподіленням рівним шаром. Подальше заключне ущільнення виконується дорожніми катками.

Як правило, такий оновлений зміцненням шар основи приймається або за верхній шар основи, або за нижній шар покриття. Тому на нього зверху додатково можуть бути улаштовані нижній і верхній шари покриття з гарячого асфальтобетону, тільки верхній гарячий шар покриття або зроблена проста поверхнева обробка. Це вирішують замовник з проєктувальником в залежності від категорії дороги, інтенсивності руху транспорту і терміну служби дорожнього одягу.

Необхідно відзначити, що слід чітко поділяти холодний ресайклінг на малу глибину (дрібний чи неглибокий ресайклінг, до 10 см) і на велику глибину (глибокий ресайклінг, до 30 см і більше). Такий поділ обумовлює використання певного набору кількох різних машин, різних типів і кількості в'язучих, різних витрат на виконання роботи (у дрібному ресайклінгу вони менші).

Взагалі холодний ресайклінг спочатку розроблявся як варіант глибокої спільної стабілізації (зміцнення) шарів покриття та основи бітумною емульсією з добавками цементу або вапна. Для цього створювалися і перші відповідні машини. Але, в процесі накопичення міжнародного досвіду, стала очевидною доцільність і навіть необхідність використовувати варіант дрібного ресайклінгу, потреба в якому може виявитися навіть вищою, ніж у глибокому. Для українських ремонтних об'єктів і можливостей у їх фінансуванні найбільш придатною може стати саме технологія неглибокого або дрібного ресайклінгу шарів покриття (до 10 см).

Висока і стійка якість зміцнених таким способом дефектних шарів покриття забезпечується свіжим спіненим бітумом, який утворюється під час його уприскування в гарячому вигляді (175-180 ° С) з цистерни бітумовозу і холодної води в робочу камеру ресайклера. У момент контакту з водою гарячий бітум збільшує свій об'єм до 20 разів, утворюючи піну, достатньої для необхідної обробки подрібненого матеріалу. У вспіненому вигляді бітум рівномірно і ретельно покриває кожну частку матеріалу, поліпшуючи його якість і скорочуючи до мінімуму (до 2,5-3%) свою витрату.

При підготовці об'єкту до ремонтних робіт за технологією холодного ресайклінгу виключно важлива і відповідальна роль інженерно-технологічної та лабораторної служб підрядника і проєктувальника. Вони разом повинні дати точну оцінку реального стану дорожнього одягу або окремого покриття за результатами лабораторних випробувань, а також польових обстежень і вимірювань дефектів, руйнувань і прогинів дорожнього одягу. У кінцевому підсумку від цих результатів і оцінок залежить вибір варіанта технології холодного ресайклінгу - дрібний (неглибокий) або глибокий.

Не менш важливий другий етап підготовки, пов'язаний з підбором в'язучих, зміцнення тривалого матеріалу дороги. На підставі відпрацьованої рецептури проводиться міцнісний розрахунок і конструювання нового дорожнього одягу (або покриття), складаються робочий проєкт і проєкт виконання робіт (ППР). Третій етап передбачає обов'язковий лабораторний і польовий контроль якості матеріалів і робіт. Без такого професійного контролю складу суміші, її міцності, щільності, товщини шарів і інших показників неможливий очікуваний кінцевий результат технології холодного ресайклінгу.

Два варіанти передбачуваного ремонту показані на схемі, в тому числі за допомогою дрібного холодного ресайклінгу (товщина шару або глибина 10 см, для зміцнення використовується бітумна емульсія з цементом або спінений бітум з цементом, їх витрата наведена на схемі, яка порівнюється з методом заміщення 10 см зношених верхніх шарів новим таким же шаром зі свіжої суміші.

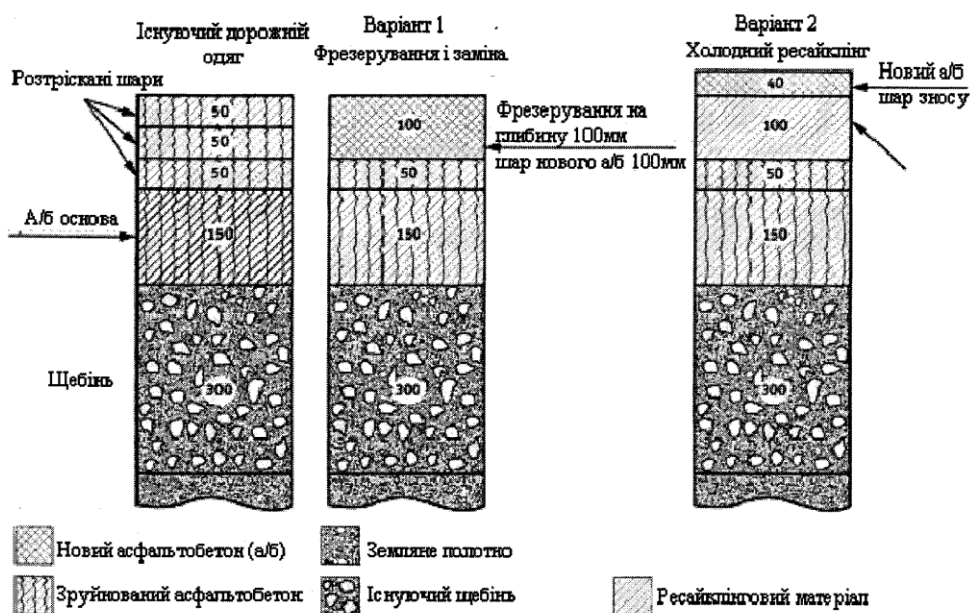


Рис. 1. Варіанти ремонту дефектного асфальтобетонного покриття

Несуча здатність і термін служби дорожнього одягу у цих варіантах прийняті однаковими і повинні відповідати завданням замовника. Підсумкові результати розрахунку витрат та вартості ремонту в розглянутих варіантах представлені в таблиці

Таблиця 1

Технологічна операція	Вартість, грн./м <sup>2</sup>	
	Варіант 1	Варіант 2
Видалення холодною фрезою старого асфальтобетонного покриття з вивезенням крихти на склад, шар 10 см (фрезерування і перевезення)	29,09	-
Холодний ресайклінг старих шарів асфальтобетонного покриття на глибину 10 см з використанням 4% бітумної емульсії плюс 1,5% цементу або 2,5% спіненого бітуму з 1,5% цементу (сам матеріал, його доставка, зміцнення, вирівнювання, укочування)	-	38,86
Влаштування з нової (свіжої) суміші верхнього шару асфальтобетонного покриття (матеріал, його доставка, укладка, укочування) товщиною 4 см	-	38,78
Влаштування з нової (свіжої) суміші верхнього шару асфальтобетонного покриття (матеріал, його доставка, укладка, укочування) товщиною 10 см	96,96	-
Разом:	126,05	77,64

Примітка. Ставки і ціни на матеріали, їх перевезення та роботу машин прийняті середньоевропейськими та орієнтовними, переведеними у гривню за орієнтовним курсом 8,00 грн. за 1 USD, ПДВ у розрахунках не враховано.

З аналізу вартості робіт випливає, що в даному конкретному прикладі метод холодного ресайклінгу (варіант 2) значно дешевше варіанта 1, більш ніж в 1,5 рази. Економія коштів на 1 м<sup>2</sup> може скласти майже 54 грн. або приблизно 352 тис. грн. на 1 км покриття шириною 7 м. Отже за одні й ті ж бюджетні кошти за допомогою технології дрібного холодного

ресайклінгу можна відремонтувати українських доріг з подібними дефектами у 1,5 рази більше.

Не менш важливим показником нової технології є продуктивність або швидкість ремонту покриттів. Зазвичай робоча швидкість ресайклера задається ППР і може значно змінюватись у відповідності з конкретними умовами виконання ремонту. Однак, у найзагальніших рисах, реальна швидкість холодного ресайклера змінюється від 5м/хв (фрезерне подрібнення жорстких і міцних матеріалів на максимальну глибину 40 см) до 24м/хв (подрібнення і перемішування менш міцних матеріалів шаром не більше 10 см). При середніх умовах експлуатації робоча швидкість відповідає 9-12 м/хв або, в середньому, 10м/хв. За 8 годин на такій швидкості холодний ресайклер з шириною фрези 2,33 м здатний виконати свою роботу на 1,2 км покриття шириною 7 м. При вахтовій зміні (12 год) протяжність підготовленого шару дорожнього одягу під укладання подальшого верхнього шару може зрости майже до 2 км. А це не тільки здешевить, але й скоротить загальний термін ремонту дорожнього одягу з асфальтобетону.

Без перебільшення можна сказати, що по ресурсозбереженню метод холодного ресайклінгу не має собі рівних, оскільки не передбачає використання великої кількості нових матеріалів, а, відповідно, мінімізує транспортні витрати. Цей метод дозволяє ефективно використовувати матеріали старого дорожнього одягу. Усунення тріщин у старих шарах при холодному ресайклінгу виключає їх відображення у покритті. Проведення дорожньо-будівельних робіт без розігріву старого матеріалу завдає мінімальної шкоди навколишньому середовищу.

Адаптована до місцевих умов і матеріалів технологія холодного ресайклінгу, яка здійснюється безпосередньо на дорозі і дозволяє виконати холодне фрезерування асфальтобетонних та інших шарів дорожнього одягу, одночасне введення у фрезеровану суміш в'язучого і нового кам'яного матеріалу й інших добавок; виконує змішування всіх компонентів; розподілення отриманої суміші у вигляді шару та його ущільнення.

### Висновки

Метод холодного ресайклінгу може бути успішно застосований для переведення перехідних дорожніх одягів у полегшені, а останні — у капітальні. Даний метод також дозволяє здійснити підсилення завантаженої смуги руху, не зачіпаючи інших смуг, коли останні ще не виробили свій ресурс.

Сукупність позитивних характеристик технології холодного ресайклінгу робить цю технологію як в технічному, економічному та екологічному відношеннях надзвичайно перспективною, і розвиток і широке її використання в майбутньому.

### Список літератури

1. *Костельов, М.П.* Технологія холодного ресайклінга. Дорожня техніка, 2004, № 3, с. 98-102.
2. *С.Ф. Филатов.* Восстановление асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклінга / Учебное пособие. - Омск: СибАДИ, 2009. - 72 с.
3. *Баринев Е.Н.* Основы теории и технологии применения асфальтобетонов на вспененных битумах. Л.: ЛГУ, 1990. 175с.
3. *Канарчук В. Є. Лудченко О. А., Чигринець А. Д.* Основы технічного обслуговування і ремонту автомобілів - К.: Вища школа, 1994. - 599 с.
4. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника. Под ред. А.П. Васильева. - М.: Транспорт, 1989. - 287 с.
5. ДБН В.2.3-4-2000. Автомобільні дороги. - Київ: Держбуд України, 2000. - 115 с.
6. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України. - Київ, 1997. - 183 с.