

УДК 625.7/.8
UDC 625.7/.8

DOI:10.33744/0365-8171-2025-117.2-113-125

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РЕМОНТУ
АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИВУ

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE CURRENT METHODS OF ASPHALT
PAVEMENT REPAIR



*Невінговський Вадим Федорович, кандидат технічних наук,
Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-
mail: nevinglovskiy@ukr.net*

<https://orcid.org/0000-0003-0113-1822>



*Клімашевський Олександр Олександрович, аспірант,
Національний транспортний університет, Київ, Україна, e-
mail: klimashevskii2507@gmail.com,*

<https://orcid.org/0009-0007-3385-1994>

Анотація: У сучасних умовах зменшення обсягів робіт з будівництва, реконструкції та ремонтів автомобільних доріг загального користування, на перше місце виходить експлуатаційне утримання, як єдиний інструмент забезпечення належного експлуатаційного стану автомобільних доріг та комфортних і безпечних умов руху.

Враховуючи відсутність у достатній кількості бюджетних асигнувань та неритмічність наявного фінансування, виникає актуальна потреба у зваженому прийнятті рішень щодо застосування тої чи іншої технології ремонту покриття з урахуванням усіх переваг та недоліків. Неналежний експлуатаційний стан автомобільних доріг впливає, в першу чергу на швидкість і вартість логістики.

Основні задачі, що були поставлені перед роботою є: провести аналіз використання існуючих методів ремонту асфальтобетонного покриття автомобільних доріг загального користування; дослідити досвід ремонтів асфальтобетонного покриття України та інших країн; визначити основні переваги та недоліки найбільш поширених методів ремонту асфальтобетонного покриття в Україні.

Під час виконання роботи було проаналізовано нормативні документи, що регламентують вимоги до експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування, зокрема, щодо матеріалів та методів з ремонту асфальтобетонного покриття.

Проведено аналіз обсягів виконаних робіт за період 2018-2024 років на міжнародних, національних та територіальних дорогах державного значення. Опрацьовано результати досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів. Вивчено досвід виконання робіт з ліквідації вибоїн асфальтобетонного покриття в інших державах. Визначено основні переваги та недоліки найбільш поширених методів ліквідації вибоїн в Україні.

Під час виконання роботи, опрацьовано нормативні документи, що регламентують вимоги до методів ремонту та матеріалів, визначено основні переваги та недоліки методів ремонту асфальтобетонного покриття. Запропоновано продовжити дослідження, з метою удосконалення пневмоструменевого методу, як одного з найефективніших на сьогоднішній день.

Ключові слова: автомобільна дорога, вибоїна, експлуатаційне утримання, покриття, пневмоструменевий метод, ремонт.

Вступ. Із початком повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України, дорожнє господарство разом із іншими критичними галузями, було змушене призупинити роботи з будівництва, реконструкції та капітальних ремонтів.

Однак, враховуючи необхідність підтримання в належному експлуатаційному стані важливих логістичних маршрутів та забезпечення безпечних умов руху для користувачів автомобільних доріг загального користування, експлуатаційне утримання доріг посідає основну роль у вирішенні даних завдань.

Відповідно до оприлюднених Державним агентством відновлення та розвитку інфраструктури України даних [1], станом на 01.01.2022 на балансі регіональних Служб відновлення та розвитку інфраструктури перебувало 43 043,4 км автомобільних доріг загального користування державного значення. Їхній розподіл за видами, технічними категоріями та типом покриття наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Протяжність автомобільних доріг загального користування державного значення [1].

Table 1 – Length of public roads of state importance

Найменування областей і види автомобільних доріг державного значення	Всього доріг, км	Всього твердого покриття, км	В тому числі по типах покриття, км					% твердого покриття	Гуртові, км	Розподілення доріг з твердим покриттям по категоріях, км				
			цементобетонні	асфальтобетонні	чорні шосе	білі щебеневі,	бруківки			I	II	III	IV	V
ВСЬОГО по УКРАЇНІ (на підконтрольній території - 43 043,4 км / на непідконтрольній - 3 586,7 км)	46630,1	46609,5	907,2	32957,1	11643,9	519,6	581,7	100,0	20,6	2811,5	13004,3	18856,3	11759,2	178,2
із них: міжнародні (8 443,2 км / 879,2 км)	9322,4	9322,4	447,5	8647,8	221,0	0,0	6,1	100,0	0,0	2086,0	5557,6	1494,1	174,2	10,5
національні (6 592,5 км / 577,8 км)	7170,3	7170,3	182,8	6421,0	551,9	14,5	0,1	100,0	0,0	608,7	4051,7	2275,0	234,9	0,0
регіональні (8100,2 км / 568,5 км)	8668,7	8665,7	132,0	6429,0	1956,6	96,5	51,6	99,97	3,0	64,8	2022,0	4659,0	1 916,4	3,5
територіальні (19 907,5 км / 1561,2 км)	21468,7	21451,1	144,9	11459,3	8914,4	408,6	523,9	99,92	17,6	52,0	1373,0	10428,2	9 433,7	164,2

Відповідно до [2], експлуатаційне утримання автомобільних доріг – комплекс робіт з обстеження (оглядів) та утримання автомобільних доріг, дорожніх споруд та смуги відведення, а враховуючи обмежене фінансування – це підтримка доріг у стані, придатному для пересування транспорту.

Отже, враховуючи відхилення від основних завдань (збереження автомобільних доріг та підтримка їх транспортно-експлуатаційних показників) балансоутримувачів доріг, їхня основна увага останніми роками, сконцентрована на експлуатаційному утриманні автомобільних доріг, а саме на ліквідації деформацій та руйнувань.

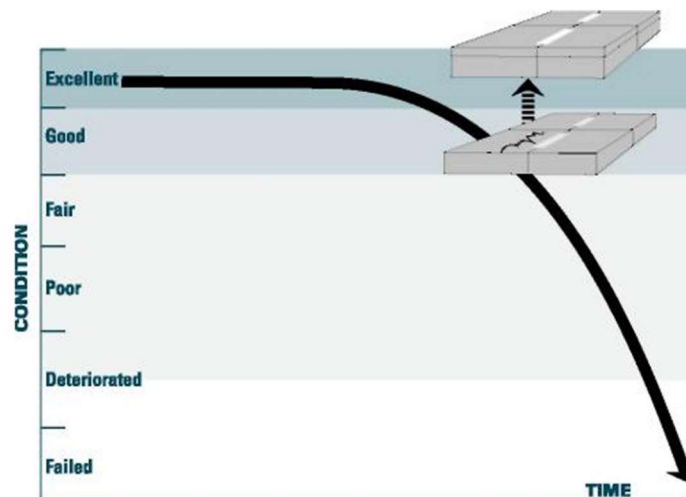
Здебільшого, такий перехід зумовлений відсутністю фінансування в достатній кількості, що призвело до недотримання міжремонтних термінів, неможливості здійснення реконструкції та ремонтів автомобільних доріг.

З метою раціонального застосування трудових, матеріальних і фінансових ресурсів, виникає потреба більш детально розглянути існуючі методи ремонту (ліквідації вибоїн) асфальтобетонного покриття доріг та визначити умови, при яких той чи інший метод є більш ефективним.

Виклад основного матеріалу. Утворення вибоїн, в основному, спричинене запізнілою реакцією на усунення поширених дефектів дорожнього покриття на початковій стадії їхнього розвитку. Найпоширенішою проблемою, пов'язаною з подальшим утворенням вибоїн, є тріщиноутворення, результатом якого є комплекс факторів впливу під час експлуатації дорожнього покриття. Наприклад, поздовжні тріщини виникають вздовж смуг накату, внаслідок значного навантаження від коліс транспортних засобів і пов'язані з жорсткістю асфальтобетонного покриття та його втомними характеристиками. У результаті утворення тріщин, а також відсутності вчасної санації цих тріщин (залиття бітумними мастиками), проникання води в поверхневий шар покриття прискорює процес руйнування через різні механізми, починаючи від розшарування і закінчуючи циклами замерзання-відтавання. Якщо вчасно усунути такі пошкодження, утворення вибоїн часто можна відтермінувати і навіть уникнути.

Хоча більшість руйнувань виникають на поверхні дорожнього одягу, у багатьох випадках причини їхні причини їх утворення пов'язані з основою конструкції дорожнього одягу, виправити які дуже складно та дорогавартісно. У таких випадках оперативний ремонт може лише відтермінувати появу вибоїн, але не запобігти їх виникненню. Лише поєднання міцної структурної системи дорожнього одягу та своєчасних заходів з експлуатаційного утримання дозволяє повністю уникнути або відтермінувати утворення вибоїн [3].

Про це, а також про важливість виконання профілактичних заходів з ремонту покриття у міжремонтний період, йдеться у дослідженні авторів публікації [4]. На думку авторів, всі дорожні покриття рано чи пізно руйнуються. Очевидно, що в першу чергу це залежить від конструкції дорожнього одягу, а метою профілактичних робіт є подовження строку функціонування дорожнього покриття таким чином, щоб він прослужив не тільки повний розрахунковий строк експлуатації, але навіть і довше. На рис. 1 приведена типова крива руйнування дорожнього покриття. Авторами зроблено висновок, що вибір виду робіт з ремонту або утримання залежить від міцності конструкції, стану покриття та характеру руйнувань.



*Рисунок 1 – Крива деградації покриття [4]
Figure 1 – Degradation curve of the surface*

Щороку, підрядні організації, які займаються експлуатаційним утриманням автомобільних доріг, забезпечують на належному рівні безпеку руху, в тому числі шляхом ліквідації вибоїн дорожнього покриття. За опублікованими статистичними даними Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України [5], за період із 2018 року по 2024 рік, на дорогах загального користування державного значення, зокрема на міжнародних, національних та регіональних, було ліквідовано 22 377 220,20 м² вибоїн, що в перерахунку відповідає площі покриття на протяжності 2983,629 км автомобільної дороги II технічної категорії.

Відомості щодо ліквідації вибоїн на міжнародних, національних та регіональних автомобільних дорогах наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Інформація про хід ліквідації вибоїн на міжнародних, національних та регіональних автомобільних дорогах державного значення

Table 2 – Information on the progress of pothole repair on international, national and regional roads of national importance

Рік	Обсяг вибоїн ямковості, м ²			
	Всього	В тому числі на дорогах:		
		міжнародні	національні	регіональні
1	2	3	4	5
2024	2 691 614,5	845 307,30	602 745,30	1 243 561,90
2023	2 798 366,7	1 063 576,2	592 720,4	1 142 070,1
2022	3 167 476,2	731 740,9	590 836,3	1 844 899,0
2021	2 620 223,3	853 491,6	694 659,5	1 072 072,2
2020	3 355 245,5	Дані відсутні		
2019	4 582 124,0			
2018	3 162 170,0			
Разом:	22 377 220,20			

Графічне зображення розподілу обсягів ліквідації вибоїн в розрізі типів доріг за період 2021-2024 років, наведено на рис. 2.

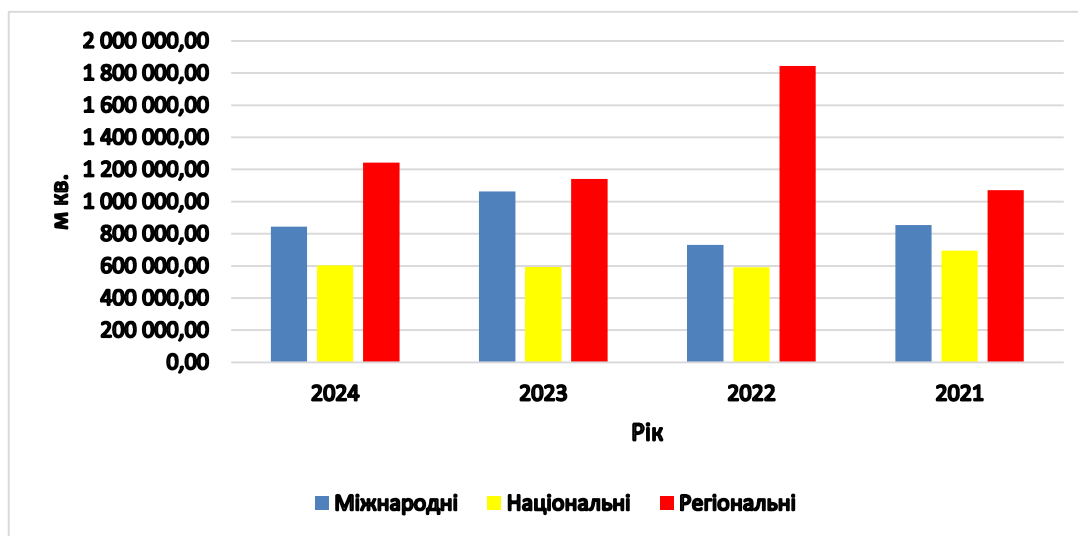


Рисунок 2 – Обсяги ліквідації ямковості за 2021-2024 роки, в розрізі типів доріг

Figure 2 – Volumes of pothole repair in 2021-2024, by road type

Основним нормативним документом, що регламентує роботи з ліквідації вибоїн є [6]. Цей стандарт поширюється на виконання робіт з ліквідації руйнувань у вигляді вибоїн покритву нежорсткого дорожнього одягу на автомобільних дорогах загального користування.

Відповідно до [6] визначено 7 груп дорожньо-будівельних матеріалів, що можуть бути застосовані при ліквідації вибоїн, а саме:

- Група I - гарячі асфальтобетонні суміші;
- Група II - холодні асфальтобетонні суміші;
- Група III- литі асфальтобетонні суміші;
- Група IV - бітумомінеральні суміші (гарячі та холодні);
- Група V - матеріали, що застосовують при пневмоструменевому методі ремонту;
- Група VI - суміші з асфальтогранулятом;
- Група VII - матеріали, що застосовують при ремонті методом просочення.

У свою чергу, доцільно поділити дані групи матеріалів, а відповідно і технології за сезонністю їх застосування, як зображено на рис. 3.

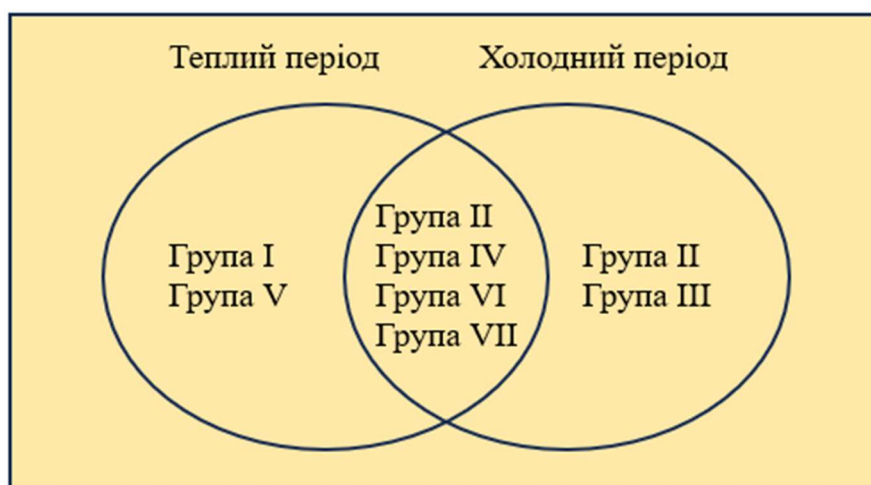


Рисунок 3 – Розподіл матеріалів для ліквідації вибоїн за періодом використання
Figure 3 – Distribution of pothole repair materials by period of use

Слід відзначити, що традиційно в Україні набули поширення технології ліквідації вибоїн із застосуваннями гарячих асфальтобетонних сумішей (Група I), холодних бітумомінеральних сумішей (Група IV) та пневмоструменевим методом (Група V).

Подібні висновки у своїх дослідженнях зробили також науковці з Університету Бредлі [7]. Автори виділяють чотири найпоширеніші методи ліквідації вибоїн - це «кидковий», «кидково-укочувальний», «частковий» та «ін'єкційний». «Кидковий» метод або «кидай і їдь», є найпоширенішим методом ліквідації вибоїн, оскільки матеріал можна швидко укласти, а його вартість є низькою. Даний метод є подібним до нашої технології (спрощеної) ліквідації вибоїн з використання холодних бітумомінеральних сумішей. Кращою альтернативою методу «кидай і їдь» є метод «кидай і укочуй». При використанні методу «кидання і укочення» матеріал засипається лопатою в непідготовлену вибоїну і ущільнюється за допомогою шин ремонтної вантажівки. «Частковий» метод ремонту вибоїн часто вважається найкращим методом (окрім повної заміни покритву пошкодженої ділянки), і за складом робіт відповідає ліквідації вибоїн гарячою асфальтобетонною сумішшю з холодним

фрезеруванням. Використовуючи «частковий метод», вибоїну спочатку очищають від води та сміття, а місце ремонту доводять до правильних геометричних форм. Потім матеріал укладається в зону ремонту і ущільнюється за допомогою обладнання, такого як віброплити або віброкатки. Використовуючи даний метод ремонту, матеріал ущільнюється і забезпечує відносну довговічність. «Ін'єкційний» метод, або метод напилення є ідентичним до відомого нам пневмоструменевого методу.

На думку дослідників [8], матеріали та технології для ліквідації вибоїн повинні бути оцінені за допомогою процедури сертифікації перед використанням, оскільки великі обсяги робіт роблять перевірку якості виконаних робіт довготривалою недоцільною. Основними вимогами до матеріалів, які необхідно оцінити для забезпечення довговічності, є наступні:

1. Стандартні властивості матеріалів для ліквідації вибоїн, де основними показниками є:
 - стійкість до деформації;
 - гранулометричний склад;
 - пористість;
 - водонасичення;
 - спорідненість до в'язучого.
2. Ущільнюваність в несприятливих умовах.
3. Час схоплювання/затвердіння перед початком руху.
4. Чутливість до умов експлуатації.
5. Адгезія – показник зчеплюваності.
6. Придатність до вторинної переробки.

Відповідно до [9], роботи з ремонту покриття, улаштованого з асфальтобетонних сумішей, проводять, як правило, гарячими асфальтобетонними сумішами приблизно того ж складу, що і покриття, але перевага надається типам В, Г і Д, за температури повітря не нижче плюс 5 °С навесні та 10 °С восени.

Ця технологія набула поширення в Україні завдяки розгалуженій мережі асфальтобетонних заводів, щебених кар'єрів та наявності власних нафтопереробних заводів, що забезпечують виробництво бітумів.

Технологічна послідовність виконання робіт з ліквідації вибоїн покриття гарячими асфальтобетонними сумішами наступна:

1. Огородження місця виконання робіт.
2. Підготовка ремонтної карти:
 - холодне фрезерування;
 - обрізання контурів карти;
 - очищення дна та стінок карти від пилу, бруду та залишків старого матеріалу;
 - підгрунтовка дна та стінок карти бітумом або бітумною емульсією.
3. Укладання гарячої асфальтобетонної суміші.
4. Ущільнення укладеного матеріалу.
5. Прибирання залишків матеріалу з покриття та засобів організації дорожнього руху.

Основні технологічні операції при ліквідації вибоїн гарячою асфальтобетонною сумішшю та їх послідовність наведені на рис. 4.



Рисунок 4 – Основні технологічні операції при ліквідації вибоїн гарячими асфальтобетонними сумішами та їх послідовність: а) холодне фрезерування; б) очищення ремонтної карти; в) обрізання контурів; г) пігрунтовка; д) укладання асфальтобетонної суміші; е) ущільнення асфальтобетонної суміші

Figure 4 – The main technological operations for pothole repair with hot asphalt mixtures and their sequence: a) cold milling; б) cleaning the repair map; в) cutting contours; д) priming; е) paving asphalt mix; ф) compaction of asphalt mix

Основними перевагами даної технології є:

- забезпечення порівняно високого строку експлуатації ремонтної карти;
- можливість виконання робіт на площі до 25 м²;
- рух можна відновити відразу після завершення робіт;
- продуктивність робочої бригади робітників складає до 150 м² за зміну.

Проте, технологія ліквідації вибоїн гарячими асфальтобетонними сумішами має і свої недоліки:

- висока витрата трудових ресурсів;
- обмеженість у відстані та часі транспортування суміші;
- температурний режим влаштування та ущільнення суміші;
- велика кількість технологічних операцій;
- неможливість виконання робіт за несприятливих погодних умов.

Холодні асфальтобетонні суміші здебільшого використовуються для тимчасового ремонту, але за умови правильного укладання вони можуть бути довговічнішими.

Відповідно до [6], технологічна послідовність виконання робіт з ліквідації вибоїн покриття холодними бітумомінеральними сумішами аналогічна до робіт з використанням гарячих асфальтобетонних сумішей.

До переваг даного методу слід віднести:

- швидкість укладання;
- можливість виконання робіт за спрощеною технологією (без підготовки місць ремонту);
- можливість виконання робіт за несприятливих погодних умов.

Основним недоліком цих матеріалів є те, що вони не можуть бути ущільнені до того ж рівня, що й гарячі асфальтобетонні суміші. Враховуючи, що в якості в'язучого використовується бітум, з ним може бути важко працювати при низьких температурах, і він часто вимагає деякого часу для прогріву перед використанням. Також, не менш важливим недоліком є низька продуктивність – не більше 30 м² за зміну та висока вартість матеріалу [10].

За результатами проведених раніше досліджень [11] холодні асфальтобетонні та холодні бітумомінеральні суміші з використанням активних домішок рекомендується застосовувати при температурах в діапазоні від +5 °С до –5 °С, витримавши перед використанням при температурі не меншій 15 °С протягом 10-15 годин.

Крім того, автори [11] зазначають, що основними вимогами для вибору технології проведення ремонтних робіт при несприятливих умовах та при низьких температурах є забезпечення високої адгезії (показника зчеплюваності) укладеного матеріалу до ремонтної поверхні покриття та необхідної щільності укладеного шару матеріалу після його ущільнення.

Основні технологічні операції з ліквідації вибоїн холодною бітумомінеральною сумішшю та їх послідовність наведено на рис. 5.

Останній і найновіший серед розглянутих в даній статті методів, є пневмоструменевий метод ліквідації вибоїн. Даний метод є найбільш простим серед розглянутих і щороку набуває все більшого обсягу застосування на автомобільних дорогах загального користування.

Пневмоструменевий метод є єдиним із запропонованих, що потребує залучення спеціальної установки безпосередньо на місці виконання робіт, яка забезпечує змішування під тиском у необхідних пропорціях бітумної емульсії та щебеню для подальшого заповнення цією сумішшю вибоїни.

Згідно з вимогами [6], технологічна послідовність виконання таких робіт наступна:

- очищення вибоїни повітрям під тиском;
- підгрунтовка поверхні вибоїни бітумною емульсією;
- приготування та заповнення вибоїни щебеневої сумішшю, обробленою бітумною емульсією;
- кінцева засипка поверхні місця ремонту необробленою щебеневою сумішшю.



а) б) в) г)

Рисунок 5 – Основні технологічні операції при ліквідації вибоїн холодною бітумомінеральною сумішшю та їх послідовність: а) надання вибоїні правильної геометричної форми; б) прогрівання дна та стінок вибоїни; в) укладання бітумомінеральної суміші; г) ущільнення бітумомінеральної суміші

Figure 5 – The main technological operations for pothole repair with cold bituminous mineral mix and their sequence: a) giving the pothole the correct geometric shape; b) heating the bottom and walls of the pothole; c) laying the bituminous mineral mix; d) compaction of the bituminous mineral mix

Основні технологічні операції з ліквідації вибоїн пневмоструменевим методом та їх послідовність наведено на рис. 6.



а) б) в)

Рисунок 6 – Основні технологічні операції при ліквідації вибоїн пневмоструменевим методом та їх послідовність: а) очищення вибоїни та підґрунтовка поверхні вибоїни бітумною емульсією; б) розподілення щебеневої суміші, обробленої бітумною емульсією; в) кінцева засипка місця ремонту

Figure 6 – The main technological operations for pothole repair using the pneumatic jet method and their sequence: a) pothole cleaning and undercoating the pothole surface with bitumen emulsion; b) distribution of crushed stone mixture treated with bitumen emulsion; c) final backfilling of the repair site

Серед основних переваг пневмоструменевого методу можна виділити наступні:

- висока продуктивність виконання робіт у порівнянні з попередньо розглянутими двома методами;
- порівняно незначна потреба в людських ресурсах;
- можливість виконання робіт за несприятливих погодних умов (при вологому покритті);
- надійна гідроізоляція, що підвищує строк служби дорожнього одягу;
- простота технологічних процесів;
- відсутність потреби у доведенні місця ремонту до правильної геометричної форми, що не збільшує площу ремонту та усуває можливість додаткової витрати ремонтного матеріалу;
- виконання робіт одним основним механізмом.

Серед основних недоліків даного методу можна виділити:

- велику вартість механізму та особливості його обслуговування;
- обмеженість можливості виконання робіт по глибині та площі вибоїни;
- відсутність чітко визначених вимог до дозування щебеню та емульсії;
- високу імовірність впливу людського фактору на якість робіт;

За результатами аналізу переваг та недоліків розглянутих методів ремонту асфальтобетонного покриття, враховуючи актуальність питання довговічності виконуваних робіт, було прийнято рішення провести подальші дослідження з метою удосконалення технології з ліквідації вибоїн пневмоструменевим методом.

З метою порівняння зазначених технологій та вибору оптимального методу та матеріалу для ліквідації вибоїн, було здійснено порівняльний аналіз на основі методу зважених оцінок [12]. Процес застосування методу зважених оцінок включає в себе призначення ваги для кожного критерію, після чого робиться обчислення на основі цієї ваги та оцінок (де 1 – найгірше, 5 – найкраще) для прийняття обґрунтованого рішення. Тобто, особа, що приймає рішення, самостійно визначає критерії, за якими порівнює альтернативи та їх вагу для прийняття рішення.

Результати вибору матеріалу за методом зважених оцінок наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Матриця рішень

Table 3 – Decision matrix

Критерій	Вага	Оцінювання					
		Гарячі суміші		Холодні суміші		Пневмо-струменевий метод	
		оцінка	вага	оцінка	вага	оцінка	вага
Кількість трудовитрат	5	3	15	2	10	5	25
Кількість технологічних операцій	4	3	12	3	12	5	20
Сезонність виконання робіт	4	4	16	5	20	3	15
Продуктивність	5	3	15	2	10	5	25
Наявність технологічних обмежень	3	4	12	5	15	4	12
Σ	-	-	70	-	67	-	97

За результатами порівняння, встановлено, що пневмоструменевий метод є найбільш ефективним при врахуванні критеріїв, що були обрані в якості визначальних.

Висновки

На сьогоднішній день експлуатаційне утримання залишається єдиним дієвим інструментом забезпечення відповідності транспортно-експлуатаційних показників вимогам чинних нормативних документів та безпечних і комфортних умов для всіх учасників дорожнього руху [13].

Значний обсяг фінансування по експлуатаційному утриманню спрямовується саме на ліквідацію деформацій та руйнування покриття автомобільних доріг. Найпоширенішим видом руйнувань є вибоїни, що виникають в наслідок відсутності профілактичних заходів (залиття тріщин, влаштування тонкошарових покриттів тощо), динамічного навантаження від рухомого складу, втрати фізико-механічних властивостей матеріалів покриття, водно-теплого режиму та ін.

У ході виконання даної дослідної роботи, було визначено три основні методи ремонту покриття асфальтобетонних доріг (так званий «ямковий ремонт»): із застосуванням гарячих асфальтобетонних сумішей, холодних бітумомінеральних сумішей та пневмоструменевим методом.

Проаналізовані в роботі результати досліджень [3] та [7] підтверджують, що дані методи є найбільш поширеними і за межами України.

За результатом аналізу обраних методів ремонту асфальтобетонного покриття доріг було визначено основні переваги та недоліки кожного із них і зроблено висновок про те, що пневмоструменевий метод є найбільш ефективним серед наявних на сьогоднішній день, однак має такі недоліки як обмеженість можливості виконання робіт по глибині та площі вибоїни, відсутність чітко визначених вимог до дозування щебеню та емульсії.

Враховуючи вищенаведене, є доцільним продовжити дослідження, з метою удосконалення пневмоструменевого методу ліквідації вибоїн покриття та розширення галузі його застосування, підвищення якості та довговічності ремонтних робіт.

Перелік посилань

1. Дані щодо техніко-експлуатаційного стану автомобільних доріг загального користування державного значення в розрізі автомобільних доріг, у тому числі із зазначенням категорії, пікетної прив'язки автомобільної дороги, геометричних та технічних характеристик, показників рівності та міцності, обсяг руйнувань, URL:<https://data.gov.ua/dataset/beca8aa5-96a9-46be-ade7-f1b400213af5> (дата звернення 10.02.2025).

2. ДСТУ 8747:2017 Автомобільні дороги. Види та переліки робіт з ремонтів та експлуатаційного утримання, Київ, 2017.

3. Marasteanu Mihai, Ghosh Debaroti, Turos Mugur, Hartman Marcella, Milavitz Rose, Le Jia-Liang; University of Minnesota. Dept. of Civil, Environmental, and Geo-Engineering, Tech Report «Pothole Prevention and Innovative Repair», 2018, URL: <https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/36064>.

4. Кушнір О.В., Катюкова В.М., Кулак Є.М. Моніторинг нових технологій і матеріалів для ремонту і утримання автомобільних доріг. Дороги і мости. Київ, 2010. Вип. 12. С. 74-80 (http://dorigimosti.org.ua/files/upload/4U_13.pdf).

5. Інформація про хід ліквідації ямковості на основних дорогах міжнародного, національного та регіонального значення URL:<https://data.gov.ua/dataset/6c0360ff-dd73-43e0-a224-278e315a632c> (дата звернення 10.02.2025).

6. ДСТУ-Н Б В.3.2-5:2016 Настанова з ліквідації вибоїн покриття нежорсткого дорожнього одягу автомобільних доріг, Київ, 2016.

7. Matthew Sainz. «Pothole Patching: A Review on Materials and Methods»: IAPA Scholarship Submission 2016, https://www.il-asphalt.org/index.php/download_file/view/316/312/

8. Transport Research Arena, Paris, 2014, Durable Pothole Repairs, URL: <https://doi.org/10.1002/9781119318583.ch23>.

9. П-Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України, Київ, 2009.

10. База даних цін на матеріальні ресурси, URL: <https://prices.nidi.org.ua/sum/> (дата звернення 18.02.2025).

11. Мозговий В.В., Онищенко А.М., Гаркуша М.В., Аксьонов С.Ю., Білан О.О. Аналіз застосування холодних асфальтобетонів підвищеної колієстійкості для аварійного ремонту в екстремальних погодніх умовах. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: науково-технічний збірник. Київ: НТУ, 2014. Вип. 91. С. 52-75.

12. Прийняття рішень методом зважених оцінок, URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/weighted-scoring-by-the-method-of-weighted-estimates/#:~:text=%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%20%D0%B7%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BA%20Weighted%20Scoring,%D0%B0%D0%B1%D0%BE%20%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D1%96%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%B2> (дата звернення 20.02.2025).

13. Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для розвитку мережі та утримання автомобільних доріг загального користування у 2025 році: Постанова Кабінет Міністрів України від 18 лютого 2025 р. № 174 / База даних Законодавство України / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/174-2025-%D0%BF#Text> (дата звернення 21.02.2025).

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE CURRENT METHODS OF ASPHALT PAVEMENT REPAIR

Nevnhlovskiy Vadym F., PhD ((Candidate of Technical Science), National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: nevinglovskiy@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-0113-1822>

Klimashevskiy Oleksandr O., PhD student, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: klimashevskii2507@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-3385-1994>

Summary. In the current conditions of reducing the volume of works on construction, reconstruction and repair of public roads, operational maintenance comes first as the only tool to ensure proper operational condition of roads and comfortable and safe traffic conditions.

Given the lack of enough budgetary resources and the irregularity of available funding, there is an urgent need for balanced decisions on the use of a particular pavement repair technology, taking into account all the advantages and disadvantages. The unsatisfactory maintenance of roads primarily affects the speed and cost of logistics.

The main tasks set for the work are: to analyze the use of current methods of repairing asphalt pavement of public roads; to study the experience of repairing asphalt pavement in Ukraine and other countries; to identify the main advantages and disadvantages of the most common methods of repairing asphalt pavement in Ukraine.

In the course of the work, we were analyzing the regulatory documents governing the requirements for the operational maintenance of public roads, in particular, regarding materials and methods for repairing asphalt pavement.

An analysis of the volume of work performed for the period 2018-2024 on international, national and territorial roads of state importance was carried out. The results of research by national and foreign authors have been processed. The experience of performing pothole repair works in other countries is studied. The main advantages and disadvantages of the most common methods of pothole elimination in Ukraine are determined.

In the course of the work, the regulatory documents governing the requirements for repair methods and materials were processed, the main advantages and disadvantages of asphalt pavement repair methods were

determined. It is proposed to continue the research in order to improve the pneumatic jet method as one of the most effective to date.

Keywords: road, pothole, operational maintenance, pavement, injection method, repair.

References

1. Data on the technical and operational state of public roads of national importance in the context of highways, including the category, picket binding of the road, geometric and technical characteristics, indicators of evenness and strength, the amount of destruction, URL: <https://data.gov.ua/dataset/beca8aa5-96a9-46be-ade7-f1b400213af5> (accessed 10.02.2025).
2. DSTU 8747: 2017 Roads. Types and lists of repair and maintenance works, Kyiv, 2017 [in Ukrainian].
3. Marasteanu Mihai, Ghosh Debaroti, Turos Mugur, Hartman Marcella, Milavitz Rose, Le Jia-Liang; University of Minnesota. Dept. of Civil, Environmental, and Geo-Engineering, Tech Report «Pothole Prevention and Innovative Repair», 2018, URL: <https://rosap.nsl.bts.gov/view/dot/36064>.
4. Kushnir O.V., Katukova V.M., Kulak E.M. Monitoring of new technologies and materials for the repair and maintenance of roads. Roads and bridges. Kyiv, 2010. Issue 12. S. 74-80 (http://dorogimosti.org.ua/files/upload/4U_13.pdf) [in Ukrainian].
5. Information on the progress of pothole repair on major roads of international, national and regional importance URL: <https://data.gov.ua/dataset/6c0360ff-dd73-43e0-a224-278e315a632c> (accessed 10.02.2025) [in Ukrainian].
6. DSTU-N B V.3.2-5:2016 Guidelines for the elimination of potholes in non-rigid pavement of highways, Kyiv, 2016 [in Ukrainian].
7. Matthew Sainz. «Pothole Patching: A Review on Materials and Methods»: IAPA Scholarship Submission 2016, https://www.il-asphalt.org/index.php/download_file/view/316/312/.
8. Transport Research Arena, Paris, 2014, Durable Pothole Repairs, URL: <https://doi.org/10.1002/9781119318583.ch23>.
9. P-G.1-218-113:2009 Technical rules for repair and maintenance of public roads of Ukraine, Kyiv, 2009 [in Ukrainian].
10. Database of prices for material resources, URL: <https://prices.nidi.org.ua/sum/> (accessed 18.02.2025) [in Ukrainian].
- 11.11. Mozgovyi V.V., Onishchenko A.M., Garkusha M.V., Aksenov S.Y., Bilan O.O. Analysis of the use of cold asphalt concrete with increased rutting resistance for emergency repairs in extreme weather conditions. Automobile roads and road construction: scientific and technical collection. Kyiv: NTU, 2014. Issue 91. S. 52-75 [in Ukrainian].
12. Decision-making by the method of weighted estimates, URL: <https://training.qatestlab.com/blog/technical-articles/weighted-scoring-by-the-method-of-weighted-estimates/#:~:text=%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%20%D0%B7%D0%B2%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D0%BE%D0%BA%20Weighted%20Scoring,%D0%B0%D0%B1%D0%BE%20%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%20%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D1%96%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%B2> (дата звернення 20.02.2025) [in Ukrainian].
13. On approval of the Procedure for the use of funds provided for in the state budget for the development of the network and maintenance of public roads in 2025: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of 18 February 2025 No. 174 / Database of Legislation of Ukraine / Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/174-2025-%D0%BF#Text> (accessed 21.02.2025) [in Ukrainian].