

ЗИМОВЕ УТРИМАННЯ, БОРОТЬБА ІЗ СНІГОПРИНОСАМИ, ЗИМОВОЮ СЛИЗЬКІСТЮ, ВИКОРИСТАННЯ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Анотація

Вступ. Одні із найважливіших дорожніх робіт є роботи з експлуатаційного утримання автомобільних доріг, які включають технічний нагляд за автомобільною дорогою, дорожніми спорудами та смугою відводу для своєчасного виявлення та усунення дефектів, забезпечення роботи елементів автомобільної дороги, у тому числі штучних споруд, у різні періоди року, зокрема у зимовий період, утримання їх в належному експлуатаційному стані та інші.

Проблематика. Виконання робіт із зимового утримання, а саме використання методів боротьби із снігоприносами, ліквідації зимової слизькості має як і позитивний, так і негативний вплив на навколишнє середовище, що зумовлено використанням технічної солі, як один із методів попередження та ліквідації ожеледиці. Такий плавильний протиожеледний матеріал прискорює руйнування дорожнього покриття, знижує врожайність, забруднює ґрунт та водойми.

Мета. Розгляд основних дорожніх робіт, які виконують дорожні підприємства при зимовому утриманні автомобільних доріг та їхні наслідки для стану дорожнього покриття, смуги відведення, ґрунту та водойм. Аналіз досвіду інших країн щодо екологічних підходів, спрямованих на зимове утримання автомобільних доріг з урахуванням наслідків для екосистеми.

Матеріали та методи. Під час написання статті здійснено спостереження та порівняння робіт із зимового утримання автомобільних доріг дорожніх організацій, зокрема методи та заходи щодо снігоборотьби, ліквідації зимової слизькості та їхній вплив на навколишнє середовище.

Результати. У роботі охарактеризовано виконання основних видів робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування у зимовий період, досліджено їхню дію на стан дорожнього покриття, штучних споруд та оточуючого довкілля в цілому.

Висновки. Розгляд та опрацювання застосування методів ліквідації зимової слизькості, ліквідації ожеледиці без використання плавильних протиожеледних матеріалів, а саме технічної солі, що негативно впливає на навколишнє середовище.

Ключові слова: автомобільна дорога, зимова слизькість, протиожеледні матеріали, снігозахист, тимчасові снігозатримуючі засоби.

Вступ

Для забезпечення безпечного та безперервного руху транспортних засобів автомобільними дорогами, дорожні організації виконують роботи із експлуатаційного утримання, особливо важливим є належне виконання таких робіт у зимовий період року. Але виконання дорожніх робіт із зимового утримання мають як і позитивні, так і негативні наслідки для оточуючого навколишнього середовища.

Своєчасне та якісне виконання робіт із очищення проїзної частини та узбіч від снігу, встановлення на необхідних ділянках снігозатримуючих засобів зменшує зволоженість земляного полотна, пришвидшує відтік води при таненні снігу, що продовжує строк служби дорожнього одягу, а також затримує вологість у смузі відводу та на сільськогосподарських угіддях, що у свою чергу позитивно впливає на ґрунт.

Крім того, під час настання зимового періоду та під час несприятливих погодних умов, на дорожньому покритті виникають сніжно-льодові утворення. Вказане веде до необхідності виконання робіт із усунення зимової слизькості за допомогою спеціальних протиожеледних сумішей. Зокрема, найбільш популярний метод для попередження утворення ожеледиці на дорожньому покритті доріг та ліквідації зимової слизькості, є розподілення такого протиожеледного матеріалу як технічна сіль. Технічна сіль, розсоли чи протиожеледні матеріали із вмістом технічної солі негативно впливають на дорожній покриття та на навколишнє середовище в цілому. Дія технічної солі знижує придатність ґрунтів для вирощування рослин, стає причиною їхнього уповільненого росту та в'янення. Крім того, суміші із вмістом солі або використання її в чистому вигляді негативно впливають і на фауну. Слід вказати про руйнування металевих частин транспортних засобів і корозію дорожньої техніки, призначеної для розподілення протиожеледних матеріалів.

Основна частина

У зимовий період року при утриманні автомобільних доріг виконують наступні дорожні роботи:

- оброблення автомобільних доріг протиожеледними матеріалами для боротьби із зимовою слизькістю та ожеледицею, зокрема і з метою профілактики;
- снігоочищення доріг, видалення снігових валів і розчищення снігових заметів, зокрема на об'єктах дорожнього сервісу;
- заготівля протиожеледних матеріалів і приготування протиожеледних сумішей і розчинів;
- аварійні роботи з ліквідації пошкоджень, руйнувань і деформацій дорожнього покриття (вибоїни, просадки, здимання тощо);
- інші роботи (виготовлення, встановлення або переустановлення, відновлення та демонтаж тимчасових снігозатримуючих засобів, систематичне патрулювання доріг та чергування інженерно-технічних працівників, робітників, машиністів і дорожньої техніки, виготовлення, встановлення та зняття сигнальних віх, встановлення та демонтаж тимчасових знаків тощо).

Слід зазначити, що розрізняють пасивний снігозахист автомобільних доріг та боротьбу із зимовою слизькістю.

Пасивний снігозахист полягає у влаштуванні снігових валів, снігозахисних насаджень і тимчасових снігозатримуючих засобів. Можуть також застосовувати вказані способи комплексно. Для оперативності виконання робіт щодо запобігання снігоприносу на ту чи іншу ділянку автомобільної дороги, поширеним є влаштування тимчасових снігозатримуючих засобів, зокрема хмизових, решітчастих щитів чи полімерних сіток. До початку зимового періоду дорожнім підприємствам потрібно у необхідній кількості заготовити нові та відремонтувати вже існуючі снігозатримуючі засоби. А вже безпосередньо перед ускладненням погодних умов, на виконання завдань замовників робіт, такі засоби мають бути встановлені на конкретні ділянки автомобільних доріг. При цьому потрібно пам'ятати, що відкладення снігу утворюється за снігозатримуючими засобами, а не перед ними, тому відстань від дороги до ближнього ряду щитів слід брати не менше 15 висот щита. Число рядів і порядок перестановки щитів встановлюють залежно від об'єму снігоприносу. Щити піднімають шляхом перевішування на опорах при їх заповненні снігом. Щити потрібно переставляти або підіймати, коли висота снігових відкладень біля них становитиме від 2/3 до 3/4 висоти щита або щит закритий снігом на 0,5 м. Більшу снігоємність, довговічність та ефективність мають тимчасові снігозатримуючі засоби з полімерних матеріалів. Внаслідок відмінних аеродинамічних характеристик, такі засоби практично не заносяться снігом та забезпечують захист доріг при об'ємі снігоприносу до 100 м³/м. Однорядна лінія тимчасових просторових засобів без додаткового переставляння та підняття на стійках забезпечує снігозахист доріг при об'ємі снігоприносу до 50 м³/м. При об'ємі снігоприносу більше 50 м³/м доцільно застосовувати дворядні лінії тимчасових просторових засобів. У цьому випадку відстань між рядами та від дороги становить 30 висот тимчасових просторових засобів. На теперішній час у дорожніх організаціях набирає популярність влаштування снігозахисних пристроїв з полімерних сіток, які є швидкі у встановленні та

простими в утриманні. Встановлюють їх у Київській, Рівненській, Полтавській та інших областях. Такі сітки влаштовують на заздалегідь укріплених опорах на висоті 25 – 30 см над рівнем землі на відстані 55 – 60 м від брівки земляного полотна (**рис. 1**). Снігозатримувальні пристрої з полімерних сіток зберігають на території дорожньої організації. Згорнуті в рулони сітки складають в штабелі, які не займають багато місця.



Рисунок 1 — Встановлення полімерних сіток

Належне виконання робіт із влаштування пасивного снігозахисту запобігає відкладанню снігу на автомобільних дорогах, який затримується відповідно на полях, поза дорогою. Внаслідок чого, зокрема затримки вологи, підвищується врожайність на сільськогосподарських угіддях. Тобто, влаштування засобів пасивного снігозахисту має позитивний вплив як на автомобільні дороги, так і на досягнення кращих результатів збору урожаю.

На відміну від пасивного снігозахисту автомобільних доріг, боротьба із зимовою слизькістю полягає у видаленні снігових відкладень механізованим способом або вручну та оброблення покриття протиожеледними матеріалами. Очищення від снігу повинно забезпечувати такий стан дороги, при якому максимально задовольняються вимоги безперервного, зручного та безпечного руху транспортних засобів із розрахунковою швидкістю. Повне очищення від снігу автомобільних доріг загального користування здійснюють після закінчення снігопаду або завірюхи, якщо вони не віднесені до небезпечних метеорологічних явищ чи ситуацій, у термін, регламентований згідно з ДСТУ 3587:2022. Очищення найчастіше виконують одно-відвальними автомобільними снігоочисниками, які, розпочинаючи з середини дороги, розчищають сніг з переміщенням його від осі дороги до узбіч, а потім і самих узбіч, які також обов'язково потрібно розчищати від снігу. При виконанні робіт з очищення від снігу слід враховувати наявність поперечного сильного вітру, напрямком якого протилежний напрямку перенесення снігових відкладень. Вказане значно знижує ефективність виконання робіт з очищення автомобільних доріг від снігу. Тому при сильному боковому вітрові снігоочищення слід вести так, щоб напрямком переміщення снігу збігався з напрямком вітру.

За товщини сніговідкладень до 0,6 м, снігоочищення виконують плужними автомобільними снігоочисниками або автогрейдером. Для розчищення снігових заметів застосовують весь комплекс снігоочисної техніки (**рис. 2**). Якщо розчищення ведуть під час хуртовини плужні снігоочисники працюють в комплексі з роторними.



Рисунок 2 — Приклад роботи комплексу дорожньої техніки при розчищенні снігових заметів

За товщини снігових відкладень від 0,6 м до 1,0 м, перший прохід снігоочищення відбувається плуговим тракторним снігоочисником.

За товщини снігових відкладень більше 1,0 м, їх розчищають бульдозерами або роторними снігоочисниками.

Для очищення від снігу доріг, які проходять через населені пункти, слід застосовувати роторні снігоочисники тільки легкого та середнього типу. Важкі роторні снігоочисники застосовують для очищення від снігу доріг, що проходять поза населеними пунктами (**рис. 3**). Шнекороторні снігоочисники здатні виконувати роботи на снігу середньої щільності та твердості, а фрезеро-роторні снігоочисники призначені для розроблення твердого та залежаного снігу великої щільності і замерзлого.



Рисунок 3 — Приклад роботи шнекороторного снігоочисника після завершення екстремальних погодних умов у зимовий період

Останні роки в Україні спостерігаються відносно не холодні зими, з температурою повітря, яка часто «переходить» через 0 °С, що спричиняє руйнування проїзної частини автомобільної дороги.

При плюсовій температурі волога потрапляє у пори і тріщини (навіть мікро-тріщини) дорожнього одягу і при зниженні температури вона замерзає, збільшується в об'ємі, зв'язки в конструктивних шарах послаблюються і, як наслідок, руйнується дорожній покриття. При незадовільній роботі дорожніх підприємств з видалення снігових відкладень, даний процес швидко прискорюється.

Негативно на стан дорожнього покриття впливають також плавильні засоби, такі як технічна сіль, яку використовують для боротьби із зимовою слизькістю дорожні підприємства як в чистому вигляді, так і у вигляді розсолів або у складі піщано-соляної суміші. Слід також зазначити, що для боротьби із зимовою слизькістю застосовують механічний, фрикційний, фізико-хімічний, хімічний та хімічно-фрикційні способи.

Механічний спосіб полягає в сколюванні льоду з поверхні та видаленні його за межі узбіччя. Такий спосіб практично не використовується на дорожньому покритті автомобільних доріг.

Фрикційний спосіб полягає в розсипанні фрикційних матеріалів, які підвищують коефіцієнт зчеплення, але не ліквідують зимову слизькість. Вказаний спосіб можуть використовувати при температурах нижче мінус 20 °C.

Фізико-хімічний спосіб, який не популярний в дорожніх організаціях, полягає в попередньому обробленні покриття хімічними реагентами, які поліпшують його гідрофобні властивості. Для гідрофобізації використовують кремнійорганічні рідини. Оскільки після оброблення такими речовинами покриття знижується коефіцієнт зчеплення, потрібно обмежувати швидкість руху до 35 км/год.

Найбільш частіше використовують для боротьби із зимовою слизькістю хімічний та хіміко-фрикційний способи.

Хімічний спосіб полягає у розподіленні плавильних протижеледних матеріалів у чистому вигляді, наприклад технічної солі (технічний хлористий натрій) — найбільш поширений плавильний протижеледний матеріал. Слід вказати, що за температури повітря від мінус 10 °C і менше, технічна сіль починає втрачати свої плавильні якості, а за температури менше мінус 15 °C застосовувати такий плавильний матеріал взагалі не доцільно.

Хіміко-фрикційний спосіб передбачає змішування кристалічних протижеледних матеріалів з інертними (пісок, відсів) в кількості, що забезпечує розподілення протижеледних матеріалів, як і при хімічному способі. Така суміш краще закріплюється на поверхні, а зерна фрикційного матеріалу забезпечують підвищення шорсткості поверхні.

При приготуванні сумішей для хіміко-фрикційного способу вміст технічної солі визначається з урахуванням мінімальних норм розподілення, яку може забезпечити наявна техніка, виду сніжно-льодяних утворень, забезпечення технологічності суміші, вимог охорони навколишнього середовища і може коливатися від 5 % до 50 %.

З метою попередження утворення сніжного накату технологія робіт передбачає розподіл хімічних протижеледних матеріалів під час снігопаду поки сніг щойно випав, але не ущільнився. Згодом приступають до розподілу піщано-соляної суміші. Після припинення снігопаду видаляються залишки снігу з дорожнього покриття за допомогою снігоприбиральної техніки.

При слабкому снігопаді з інтенсивністю до 3 см/год розподілення протижеледних матеріалів розпочинається після 30 – 40 хв після його початку. При снігопаді інтенсивністю 3 – 5 см/год розподілення протижеледних матеріалів розпочинають через 20 – 30 хв. При снігопаді 5 – 8 см/год — через 10 – 20 хв. При снігопаді з інтенсивністю більше 8 см/год розподілення протижеледних матеріалів виконують одночасно з проведенням снігоочистки.

При снігопаді з інтенсивністю більше 5 см/год і температурою атмосферного повітря до мінус 5 °C профілактичну обробку покриття виконують технічною сіллю у чистому вигляді або піщано-соляною сумішшю (норма розподілення технічної солі 10 – 15 г/м²), а за температури від мінус 5 °C до мінус 10 °C — за норми розподілення технічної солі від 20 г/м² до 40 г/м².

Для запобігання утворення сніжно-льодового накату за прогнозованого різкого зниження температури, снігоочиснення розпочинають негайно після отримання повідомлення метеослужби. Роботи не припиняють до повного прибирання снігу. Якщо ущільнений сніг не був видалений вчасно

і при різкому пониженні температури та при утворенні накату, покриття обробляють чистою сіллю (температура до мінус 10 °С) за нормою розподілення 15 – 30 г/м², піщано-соляною сумішшю (температура від мінус 11 °С до мінус 15 °С) за нормою розподілення технічної солі 50 г/м². При температурі менше за мінус 15 °С покриття обробляють піщано-соляною сумішшю з мінімальним вмістом солі (5 %) при нормі розподілення 150 – 400 г/м² або навіть можливо обробляти тільки фрикційними матеріалами.

Технічна сіль має негативну дію на навколишнє природне середовище, тому потрібно дотримуватися наступних вимог:

- транспортувати технічну сіль необхідно у закритих вагонах за температури атмосферного повітря вище 0 °С. При перевезенні автотранспортом у дощову погоду необхідно також накривати технічну сіль брезентом або поліетиленовою плівкою;

- перемішування технічної солі з інертними матеріалами, складування та збереження твердих хлоридів необхідно здійснювати на майданчиках з асфальтобетонним покритвом або іншим твердим покритвом, забезпечених водовідводом з улаштуванням колодязів для збирання розмолу, що виключають просочування розчинів у ґрунт. Майданчики для зберігання протиожезедних матеріалів розташовують за межами водоохоронних зон водойм та першого, другого і третього поясів зон санітарної охорони джерел господарчо-питного водопостачання. При розподілі хлоридів, дорожні підприємства мають дотримуватись норм розпису, виходячи із виду зимової слизькості, температури повітря та товщини сніжно-льодяних утворень на проїзній частині доріг і виду протиожезедного матеріалу.

На практиці технічну сіль у чистому вигляді зберігають у закритих приміщеннях, ангарах, що унеможливує попадання атмосферних опадів і затвердіння такого плавильного матеріалу.

Піщано-соляну суміш готують і зберігають здебільшого на відкритих майданчиках, які не завжди мають твердий покрит та не забезпечено належним чином водовідвід (**рис. 4**). Звичайно ж, з часом, технічна сіль потрапляє в ґрунт та відповідно у стічні води.



Рисунок 4 — Процес змішування технічної солі з фрикційними матеріалами на місці безпосередньо зберігання протиожезедної суміші

Також, щороку дорожніми підприємствами тільки для попередження або ліквідації зимової слизькості на автомобільних дорогах загального користування використовується понад 200 тис. т технічної солі, яка потрапляє в ґрунтові води.

Такий плавильний матеріал не тільки має шкідливий вплив на родючість ґрунту, знищуючи рослинність, але й значно прискорює корозію металевих конструкцій транспортних засобів, самих

дорожніх машин і механізмів, псує взуття, одяг та й у цілому негативно діє на навколишнє середовище. Крім того, що важливо, технічна сіль прискорює руйнування штучних споруд (мостів, шляхопроводів тощо), руйнуючи бетон, є причиною корозії арматури, а також руйнування дорожнього покриття, особливо при «переході» температури навколишнього середовища через позначку 0 °С. За наявності технічної солі, такий процес руйнування дорожнього покриття відбувається в рази швидше і навесні ми бачимо пошкоджену проїзну частину у вибоїнах, просіданнях, тріщинах та в інших деформаціях. Слід зауважити, що для дорожнього покриття з цементобетонним покриттям (жорсткий дорожній одяг) застосовувати технічну сіль для обробки взагалі заборонено.

У такому разі, можна задуматися про інші методи боротьби із зимовою слизькістю. Слід зауважити, що не всі країни світу використовують такі методи для попередження та ліквідації ожеледиці, як в Україні.

Так, у разі сильних снігопадів скандинавські країни та країни Балтії застосовують сіль, але значно знижуючи її концентрацію і, відповідно, шкідливий ефект. Сіль попередньо зволожується всередині снігоприбиральної машини, після чого розпорошується на кригу за допомогою спеціального дозатора. Таким чином мінімізується вплив солі на ґрунт і дороги.

У Швейцарії дрібний пісок у пропорції 7 : 3 змішують із гарячою водою і розбризкують на вулицях (у 2004 році запропонував вчений Торгейр Ваа). Гарячий пісок буквально вплавляється в кригу, роблячи її поверхню абразивною. Метод, хоч і потребує відповідної техніки, є доволі економічним. Однак такого оброблення вистачає до нового снігопаду. Без опадів ефект діє впродовж 3 – 7 днів.

Стратегія боротьби з ожеледицею в США напряду залежить від клімату, географії та навіть традицій штату. Наприклад, у Вірджинії та Меріленді, застосовують хлорид магнію, який видобувають у Великих солоних озерах штату Юта. Реагент доволі ефективно витоплює кригу, проте, як і будь-яка сіль, не є абсолютно безпечним. У відомому горілчаному промисловості штаті Теннессі знайшли застосування залишкам виробництва — картопляному соку. Змішаний із сіллю, він зменшує її концентрацію. Подібну технологію, але з додаванням соку цукрових буряків, використовують в Онтаріо та Квебеку в Канаді. Цей метод має низку переваг. По-перше, буряковий сік робить розчин щільнішим, сіль краще «прилипає» до криги та розтоплює її. По-друге, такий розчин дуже морозостійкий і не втрачає властивостей навіть за мінус 20 °С. По-третє, натуральний буряковий сік сам по собі є реагентом і на третину зменшує обсяг солі.

Також поширеним у країнах Європи є метод фракції. Для обробки покриття використовують дуже дрібний гравій і кам'яну крихту, що є безпечними і для кузовів автомобілів, і для асфальтобетонного покриття. Цей метод не усуває ожеледицю повністю, проте значно збільшує зчеплення з поверхнею, крім того, є екологічним та придатним для повторного застосування. Згодом спеціальні машини збирають сніг разом із кам'яним матеріалом для повторного використання. Такий самий підхід взяли на озброєння і практичні фіни.

Крім зазначених методів ліквідації зимової слизькості варто розглянути й інші методи, деякі із них наведені у [5].

На теперішній час існує досить багато різних методів боротьби із зимовою слизькістю відмінних від тих, які використовують в Україні і мають менш шкідливий вплив на навколишнє середовище. Вважаємо, що дорожніми організаціям, які займаються зимовим утриманням автомобільних доріг слід розглянути можливість їхнього застосування у своїй практиці.

Висновки

В основному в Україні для боротьби із зимовою слизькістю та з метою її попередження використовують протиожеледні суміші, які містять технічну сіль або використовують її в чистому вигляді, або у вигляді розсолів. Технічна сіль має шкідливий вплив на родючість ґрунту, знищуючи рослинність, прискорює руйнування штучних споруд (мостів, шляхопроводів тощо) і також дорожнього покриття, прискорює корозію металевих конструкцій транспортних засобів, самих дорожніх машин і механізмів та й, у цілому, негативно діє на оточуюче довкілля.

Тому, для зменшення впливу на навколишнє природне середовище шкідливих хімічних елементів, слід розглянути та застосовувати на практиці інші методи боротьби із зимовою слизькістю, відмінні від тих, що застосовуються на теперішній час в Україні та практика використання яких прижилася в нас ще із радянських часів. Наприклад, застосовувати метод фракції, використовуючи при цьому дуже дрібний гравій і кам'яну крихту, що є безпечними і для кузовів авто, і для дорожнього покриття. Такий метод є екологічним та придатним для повторного застосування фракційних матеріалів. Звичайно ж, відразу переходити один із вищевказаних методів ліквідації зимової слизькості, на теперішній час може бути складно, але, для початку, можна застосовувати їх під час виконання робіт із зимового утримання на окремих територіальних або регіональних автомобільних дорогах загального користування державного значення і на окремих автомобільних дорогах місцевого значення або на їхніх ділянках.

Список літератури

1. ДСТУ 9185:2022 Настанова щодо зимового утримання автомобільних доріг. Київ 2023. 78 с. (Інформація та документація).
2. ДСТУ 3587:2022 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вимоги до експлуатаційного стану. Київ 2022. 23 с. (Інформація та документація).
3. ПГ.1-218-118:2005 Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг. Київ, Харків 2005. 105 с. (Інформація та документація).
4. Харитонova Н. М., Ярошук Л. С. Заходи з покращення екологічного стану довкілля у зоні впливу автомобільних доріг. *Дороги і мости*. Київ, 2023. Вип. 28. С. 275–283. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.28.275>.
5. Каськів В. І., Півторацький Д. С., Бідненко Н. А., Дубова О. А. Узагальнення міжнародного досвіду в боротьбі із зимовою слизькістю. *Дороги і мости*. 2021. Вип. 23. С. 225–236. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2021.23.225>.
6. На Рівненщині шляховики вздовж дороги встановлюють снігозахисні щити. Рівне Медіа. URL: <https://rivne.media/news/na-rivnenshchini-shlyakhoviki-vzdovzh-dorohi-vstanovlyuyut-snihozakhisni-shchiti-52515> (дата звернення 15.08.2024).
7. Чому сіль шкідлива для доріг, і як у Європі борються з ожеледицею? Укрінформ. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2831554-comu-sil-skidliwa-dla-dorig-i-ak-u-evropi-borutsa-z-ozelediceu.html> (дата звернення 15.08.2024).

References

1. DSTU 9185:2022 Nastanova shchodo zymovoho utrymuvannia avtomobilnykh dorih (Guidelines for winter road maintenance). Kyiv 2023. 78 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
2. DSTU 3587:2022 Bezpeka dorozhnoho rukhu. Avtomobilni dorohy. Vymohy do ekspluatatsiinoho stanu (Road traffic safety. Automobile roads. Requirements for operational condition). Kyiv 2022. 23 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
3. PH.1-218-118:2005 Yedyni pravyla zymovoho utrymannia avtomobilnykh dorih (Uniform rules for winter road maintenance). Kyiv, Kharkiv 2005. 105 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
4. Kharytonova N. M., Yaroshchuk L. S. Zakhody z pokrashchennia ekolohichnoho stanu dovkillia u zoni vplyvu avtomobilnykh dorih (Measures to improve the ecological state of the environment in the area affected by highways). *Dorohy i mosty*. Kyiv, 2023. Issue 28. P. 275–283. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2023.28.275> [in Ukrainian].
5. Kaskiv V. I., Pivtoratskyi D. S., Bidnenko N. A., Dubova O. A. Uzahalnennia mizhnarodnoho dosvidu v borotbi iz zymovoiu slyzkisti (Generalization of international experience in the fight against winter slippery conditions). *Dorohy i mosty*. 2021. Issue 23. P. 225–236. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2021.23.225> [in Ukrainian].
6. Na Rivnenshchyni shliakhovyky vzdovzh dorohy vstanovliuiut snihozakhysni shchyty (In the Rivne region, highwaymen install snow shields along the road). Rivne Media. URL: <https://rivne.media/>

[news/na-rivnenshchini-shlyakhoviki-vzdovzh-dorohi-vstanovlyuyut-snihozakhisni-shchiti-52515](https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2831554-comu-sil-skidliwa-dla-dorig-i-ak-u-evropi-borutsa-z-ozelediceu.html) (data zvernennia 15.08.2024). [in Ukrainian].

7. Chomu sil shkidlyva dlia dori, i yak u Yevropi boriutsia z ozheledytseiu? (Why is salt harmful to roads, and how do they fight ice in Europe) Ukrinform. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2831554-comu-sil-skidliwa-dla-dorig-i-ak-u-evropi-borutsa-z-ozelediceu.html> (data zvernennia 15.08.2024) [in Ukrainian].

Oleksandr Kirpich, <https://orcid.org/0009-0001-4240-7218>

State Enterprise “National Institute for Development Infrastructure” (SE “NIDI”), Kyiv, Ukraine

WINTER MAINTENANCE, SNOW REMOVAL, WINTER SLIPPERINESS, USE OF DE-ICING MATERIALS AND THEIR ENVIRONMENTAL IMPACT

Abstract

Introduction. One of the most important road works is road maintenance work, which includes technical supervision of the road, road structures and right-of-way for timely detection and elimination of defects, ensuring the operation of road elements, including artificial structures, in different periods of the year, in particular, in the winter period, keeping them in proper operating condition, and others.

Problem statement. The performance of works on winter maintenance, namely the use of methods of combating snow drifts, elimination of winter slipperiness, has both a positive and a negative impact on the environment, which is due to the use of technical salt as one of the methods of ice prevention and elimination. Such melting anti-icing material accelerates the destruction of the road surface, reduces productivity, pollutes the soil and water bodies.

Purpose. Review of the main road works performed by road enterprises during the winter maintenance of highways and their consequences for the condition of the road surface, right-of-way, soil and water bodies. Analysis of the experience of other countries regarding ecological approaches aimed at the winter maintenance of highways, taking into account the consequences for the ecosystem.

Materials and Methods. During the writing of the article, observations and comparisons of works on winter maintenance of highways by road organizations were carried out, in particular, methods and measures for snow removal, elimination of winter slippage and their impact on the environment.

Results. The paper describes the performance of the main types of work on the operational maintenance of public highways in the winter period, their effect on the state of the road surface, artificial structures and the surrounding environment as a whole is investigated.

Conclusions. Consideration and elaboration of the application of methods of eliminating winter slippage, eliminating ice without the use of melting anti-icing materials, namely technical salt, which has a negative impact on the environment.

Keywords: highway, winter slipperiness, anti-icing materials, snow removal, temporary snow retention agents.