

**Мозговий В.В.** д-р техн. наук, **Онищенко А.М.**, канд. техн. наук,  
**Гаркуша М.В., Аксьонов С.Ю., Білан О.О.**

## **АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ХОЛОДНИХ АСФАЛЬТОБЕТОННІВ ПІДВИЩЕНОЇ КОЛІЄСТІЙКОСТІ ДЛЯ АВАРІЙНОГО РЕМОНТУ В ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ПОГОДНИХ УМОВАХ**

**Анотація.** В статті наведено огляд матеріалів та методів їх застосування при проведенні аварійних ремонтних робіт з ліквідацією ямковості на асфальтобетонних покриттях нежорстких дорожніх одягів у складних погодних умовах.

Об'єкт дослідження – матеріали для аварійного ремонту асфальтобетонних покриттів в осінньо-зимових умовах.

Мета роботи - визначення ефективних матеріалів для проведення ямкового ремонту в складних погодних умовах (низькі температури, висока вологість), розширення номенклатури матеріалів і методів (технологій), які при цьому може бути використано.

Метод дослідження – аналіз теоретичних даних та експериментальні дослідження.

При ремонті дорожніх одягів нежорсткого типу з асфальтобетонним покриттям у осінньо-зимовий період року, що характеризується низькими температурами і підвищеною вологістю, використовують різні дорожньо-будівельні матеріали. Екстремальні умови проведення аварійного (ямкового) ремонту знижують якість будівельних робіт і довговічність відремонтованого покриття. Застосування нових матеріалів для екстремального ремонту та встановлення раціональних технологічних прийомів з їх використанням є метою цієї роботи. В роботі розглянуто матеріали, які застосовуються в теперішній час на Україні та за кордоном. Матеріали випробовувались під дією проходів електромобілів, що імітують рух автомобілів на дорозі з навантаженням на вісь 11,5 т, яке

відповідає навантаженню від розрахункового автомобіля та проведено дослідження у лабораторії ДП "Дорцентр".

Результати статті можуть бути упроваджені при розробці рекомендацій з проведення аварійного (ямкового) ремонту нежорстких дорожніх одягів в складних погодних умовах з наступним узагальненням та розробкою відповідного нормативного документа.

**Ключові слова.** ключові слова: холодний асфальтобетон, холодні бітумомінеральні суміші, матеріали для ямкового (аварійного) ремонту, поперечний профіль, колійність, оберти стенду, випробувальний стенд.

**Анотація.** В статті приведено огляд матеріалів і методів їх застосування при проведенні аварійних ремонтних робіт з ліквідацією ям на асфальтобетонних покриттях нежорстких дорожніх одягів в складних погодних умовах.

Об'єкт дослідження - матеріали для аварійного ремонту асфальтобетонних покриттів в осінні - зимні умови.

Ціль роботи - визначення ефективних матеріалів для проведення ямочного ремонту в складних погодних умовах (низькі температури, висока вологість), розширення номенклатури матеріалів і методів (технологій), які при цьому можуть бути використані.

Метод дослідження - аналіз теоретичних даних і експериментальні дослідження.

При ремонті дорожніх одягів нежорсткого типу з асфальтобетонним покриттям в осінні - зимній період року, характеризується низькими температурами і підвищеною вологістю, використовують різні дорожньо - будівельні матеріали. Екстремальні умови проведення аварійного (ямочного) ремонту знижують якість будівельних робіт і довговічність відремонтованого покриття. Використання нових матеріалів для екстремального ремонту і встановлення раціональних технологічних прийомів з їх використанням є метою цієї роботи. В роботі розглянуті матеріали, застосовувані в даний час на Україні і за кордоном. Матеріали випробовувалися під впливом проходів електромобілів,

имитирующие движение автомобилей на дороге с нагрузкой на ось 11,5 т., соответствующее нагрузке расчетного автомобиля и проведены исследования в лаборатории ГП " Дорцентр " .

Результаты статьи могут быть внедрены при разработке рекомендаций по проведению аварийного (ямочного) ремонта нежестких дорожных одежд в сложных погодных условиях с последующим обобщением и разработкой соответствующего нормативного документа.

**Ключевые слова.** ключевые слова: холодный асфальтобетон, холодные битумоминеральной смеси, материалы для ямочного (аварийного) ремонта, поперечный профиль, колейность, обороты стенда, испытательный стенд.

**Summary.** This paper provides an overview of materials and methods for their use in carrying out emergency repairs to the liquidation pitting on asphalt surfaces of non-rigid pavements in difficult weather conditions.

Object of research - materials for emergency repair asphalt surfaces in autumn and winter .

Purpose - to identify effective materials for patching repairs in difficult weather conditions (low temperature , high humidity), expanding the range of materials and techniques (technology) that it may be used.

Research method of theoretical analysis and experimental research data .

When repairing pavements non-rigid type of asphalt concrete pavement in the autumn and winter seasons , characterized by low temperatures and high humidity, use a variety of road construction materials. Extreme conditions of emergency (pit) repair reduces the quality of construction and durability of the repaired surface. The use of new materials for extreme repairs and installation of sustainable technological methods of their use is the goal of this work. In this work the materials used in the present in Ukraine and abroad. Materials tested under electric passages that mimic the movement of vehicles on the road with axle load of 11.5 tonnes, which corresponds to the estimated load of the vehicle and conducted research in the laboratory of DP " Dortsentr ."

The results of the article can be implemented in developing recommendations for the conduct of emergency (pit) repair of non-rigid pavements in difficult weather conditions with the following generalization and development of relevant regulations.

**Key words.** keywords: cold asphalt-concrete, cold bitumomineralni mixture, materials for patching (emergency) repair, cross-section, rutting, rotating stand, test bench.

### Вступ

Метою роботи є визначення ефективних матеріалів для проведення аварійного ремонту в складних погодних умовах (низькі температури, висока вологість), розширення номенклатури матеріалів і методів (технологій), які при цьому може бути використано.

Проблема з ліквідації пошкоджень на поверхні асфальтобетонних покриттів у вигляді ямковості, що виникають у холодну пору року при постійному зростанні інтенсивності руху та вантажності автомобільного транспорту, забезпечення необхідного рівня безпеки руху, залишаються актуальними, і тому залишається актуальною необхідність у пошуку нових, більш довговічних та ефективних матеріалів та технологій аварійного ремонту. Можливість здійснення якісного аварійного ремонту простими доступними засобами на протязі всього року, включаючи пізню осінь, зиму і ранню весну дозволила б уникати катастрофічних наслідків ранньою весною, коли починаються масові ремонтні роботи на покритті.

При ремонті дорожніх одягів нежорсткого типу з асфальтобетонним покриттям у осінньо-зимовий період року, що характеризується низькими температурами і підвищеною вологістю, використовують різні дорожньо-будівельні матеріали. Екстремальні умови проведення аварійного (ямкового) ремонту знижують якість будівельних робіт і довговічність відремонтованого покриття. Застосування нових матеріалів для екстремального ремонту та встановлення раціональних технологічних прийомів з їх використанням є метою цієї роботи.

## **Існуючі матеріали та методи для аварійного (ямкового) ремонту в екстремальних погодних умовах**

Ремонтні роботи на покритті плануються і виконуються частіше за все весною з настанням стійкої теплої (не нижче +5°C) і сухої погоди. Але дуже часто виникає необхідність у проведенні термінового ремонту при складних погодних умовах в осінньо-зимовий період.

Для аварійного ремонту в холодну пору року найчастіше використовується холодна асфальтобетонна суміш, у якій застосовують малов'язкі (рідкі або розріджені в'язкі) бітуми.

Можливості та переваги холодних сумішей:

- застосування при температурах від +40 °C до -20 °C в залежності від типу суміші;
- укладання суміші на мокру поверхню та при наявності несильних атмосферних опадів;
- оперативність у випадку необхідності ремонту поверхні дорожнього покриття після аварій міських комунікаційних систем (прорив води та ін.) в зимовий період;
- не затримування на тривалий час дорожнього руху, так як суміші практично не потребують часу на застигання після утрамбування його на поверхні дороги;
- безвідходність – суміші пропонуються у мішках по 20-30 кг. Відповідне розфасування дає можливість невеликої партії суміші, яка пізніше може бути використана повністю;
- еластичність – при незначному розширенні ями, суміш заповнює додатковий об'єм під дією коліс проїжджаючих автомобілів і тому яма не потребує наступного ремонту;
- універсальність – суміші придатні для ремонту всіх типів ям, незалежно від глибини чи розміру, від виду дорожнього покриття (бетон, бруківка і т.д.);
- економічність при незначному пошкодженні дорожнього покриття проведення термінового ремонту, що перешкоджає подальшому збільшенню пошкодженого відрізка поверхні.

Аварійний (ямковий) ремонт з використанням холодних сумішей набув широкого розповсюдження і популярності в багатьох країнах за свою простоту і менш суворі правила дотримання вимог технології і вимог до погодних умов, за більш тривалий робочий сезон проведення робіт та високу економічність. Холодна асфальтобетонна суміш відрізняється як за складом, так і за властивостями від інших видів асфальтобетонних сумішей, які використовують у теплу пору року. Ця відмінність викликана різними умовами формування структури і властивостями асфальтобетонів різних видів в порівнянні з холодним, і які призначені для використання у різні періоди року. У теплий період року розріджувачі порівняно швидко випаровуються через численні пори в недоуцільненому асфальтобетоні, що призводить до поступового підвищення величини когезії в'язучого і до збільшення міцності холодного асфальтобетону. У холодну пору року, цей процес блокований, з причин заповнення водою пор (у зимовий час асфальтобетонне покриття працює у водонасиченому стані). Показники міцності холодного асфальтобетону на рідких бітумах значно нижчі вимог ДСТУ Б В.7-119-2011, а вірогідність руйнування ділянок покриття, відремонтованих з використанням холодних асфальтобетонних сумішей на рідких бітумах, досить велика.

Холодні суміші готують у тих же змішувальних установках, що і гарячі суміші. Температура приготування холодних сумішей на 40-50% нижче ніж у гарячих. Після приготування холодна суміш проходить обов'язкову стадію охолодження до температури навколишнього середовища, а потім вона складається і тільки після цього може бути використана при ямковому ремонті покриття. Допускається її зберігання на складі у штабелях і використання при необхідності на протязі 3-5 місяців. Вона добре піддається завантаженню в машини і транспортується на будь-яку відстань.

Головною і важливою технологічною проблемою холодної суміші є забезпечення її незлежуваності, тобто збереження рихлості без злипання мінеральних зерен в грудки. Без цього неможлива заготівля суміші про запас і подальше ефективне застосування.

Звичайно злежуваність суміші перед складуванням знижують шляхом охолодження її на повітрі з неодноразовим перелопачуванням відвалом

бульдозера, навантажувача або автогрейдера, а іноді і з поливом водою. Охолоджені і затверділі на мінеральних зернах тонкі шари і плівки бітуму втрачають властивість до прилипання, суміш в штабелях на складі не злежується.

Технологічні операції з використанням холодних сумішей аналогічні технологічним операціям аварійного ремонту асфальтобетонних покриттів з використанням гарячих асфальтобетонних сумішей. У холодній технології відсутнє лише жорстке обмеження на термін укладання і ущільнення, яке накладається в гарячій технології через можливість швидкого охолодження суміші і зниження її ущільнення.

Для отримання хороших результатів потрібно прагнути до використання такої суміші, яка була б близька до матеріалу покриття за показниками міцності, деформативності і шорсткості. У реальних умовах для ремонту вибоїн частіше за все використовують гарячі дрібнозернисті асфальтобетонні суміші типів Б, В.

За кордоном широко практикується аварійний ремонт вибоїн та інших дефектів асфальтобетонного покриття спеціальними ремонтними сумішами такими як «Репасфальт», «Бормікс» і «Штраласфальт» виробництва Німеччини, «Веспро» і «Силвакс» із США, «Колмак» (Англії), «Ексцел», «Canader» (Канади), «TAR-CAN», «Karex» (Польщі) і цілий ряд інших.

Суміш **TAR-CAN 2001** вже декілька років знаходиться на українському ринку, але поки що не набула широкого застосування з причин високої вартості. Ця суміш виготовляється з доломітового гравію та дорожнього бітуму з добавкою модифікатора TAR-CAN 2001. Суміш використовується для ремонтів дорожнього покриття за «холодною технологією». Вона призначена для цілорічного (температура навколишнього середовища від  $-10^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ ) проведення робіт з аварійного ремонту асфальтобетонного та цементобетонного покриття як на міських дорогах так і на автомагістралях. Її можна застосовувати при сильних атмосферних опадах. При використанні суміш не повинна мати температуру нижчу ніж  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Холодну бітумо-мінеральну суміш **Karex** використовують для ремонту асфальтобетонного покриття. Суміш Karex виготовляється з використанням

рідкого бітуму, пакується в поліетиленові мішки вагою 25 кг. Суміш можна застосовувати при температурах від -20 до +40°C.

Асфальтова суміш **Rephalt** використовується для аварійного (ямкового) ремонтів, придатна для застосування у холодному стані.

Rephalt – це матеріал, який виготовлюють шляхом перемішування дрібного щебеню твердих порід і спеціального в'язучого, що має властивості до твердіння. Rephalt піддається холодній обробці при температурі 20°C з постійним зволоженням, тужавіє на протязі години. Відразу же після ущільнення на дорозі можна відкривати рух. Rephalt в затверділому стані рівноцінний по стійкості гарячим сумішам. Rephalt екологічно не шкідливий до навколишнього середовища, не містить летучих розчинників. Після влаштування покриття – стійкий до зволоження, не боїться атмосферних опадів. Rephalt дозволяє виконувати ямковий (аварійний) ремонт при температурі нижче 0°C.

**Canader** – виготовляють шляхом змішування розчинників, зв'язуючих компонентів, спеціальних клеючих добавок, гарячого асфальту та чистих наповнювачів. Суміш розроблено для ремонту вибоїв покриття доріг з більш тривалим строком служби.

Canader ТМ був розроблений і вперше застосований в Канаді з використанням місцевого матеріалу. Суміш можна використовувати при температурі нижче 0°C, вона має добрі адгезійні властивості і добре налипає до асфальту в умовах підвищеної вологості. Її можна використовувати на протязі всього року. Canader ТМ складається на 80% з подрібненого, промитого і сортованого вапняку з нормованою кількістю відсіву, пилу та інших матеріалів та бітумної рідини, яка містить спеціальну добавку Canader ТМ.

Ремонтні холодні **МАК-суміші** представляють собою масу з підвищеною внутрішньою когезією, легко заповнюють пустоти вибоїни під дією ущільнюючого зусилля віброплити. В подальшому при підвищенні оточуючої температури товста плівка забезпечує міцність зв'язку з поверхнею, що ремонтується, а виникаючі мікротріщини затягуються. Погодні умови практично не впливають на здійснення ремонту МАК-сумішами; при температурах від -10 до -15°C і нижче машина з робочою сумішшю (або мішки



з сумішшю) на ніч розміщується в приміщенні з плюсовою температурою, що забезпечує зручність роботи з сумішшю при низьких температурах. Все що потрібно для здійснення ремонту – це очистити вибоїну, заповнити її сумішшю та ущільнити в залежності від його розміру віброплитою, ручною трамбовкою або, в крайньому випадку, колесами автомобіля, на якому і прибула ремонтна бригада.

Не менш ефективними для аварійного ремонту є холодні асфальтобетонні суміші, приготовлені на відомих і широко розповсюджених у світі емульсіях на основі в'язких бітумів. Такі суміші називають **емульсійно-мінеральними**, і вони можуть бути як пористі, так і щільні.

В залежності від категорії дороги і необхідної міцності матеріалу покриття, підбираються необхідні емульсії та мінеральні матеріали, з яких потім виготовляють холодні суміші, які можна складувати і зберігати.

У «холодних» змішувальних установках емульсія заданого типу, концентрації, температури змішується з ненагрітим мінеральним заповнювачем. При використанні високосортних емульсій і мінеральних заповнювачів емульсійно-мінеральні суміші здатні забезпечити властивості і якість покриттів, близькі до властивостей покриттів з гарячих асфальтобетонних сумішей.

Терміни (до 2-3 місяців) і умови зберігання на складі (відкритий майданчик, закриті приміщення, герметичні ємкості або запаяні поліетиленові мішки) таких холодних сумішей залежать від типу емульсії, в'язкості бітуму, часу розпаду емульсії і встановлюються індивідуально в кожному конкретному випадку.

У тих випадках, коли АБЗ не працює (пізня осінь, зима і рання весна) або коли дальність перевезення суміші з АБЗ дуже велика, можна використовувати **технологію рециклінгу** для повторної переробки асфальтобетонного матеріалу. Шматки асфальтобетону, лому або продукти фрезерування крихти розігривають і перемішують на місці ремонту в спеціальній причіпній або самохідній машині рециклері.

Найбільш ефективно рециклер працює, якщо в нього завантажується дрібна асфальтобетонна крихта, отримана шляхом холодного фрезерування

покриття. При цьому для покращення властивостей суміші рекомендується при завантаженні крихти або кускового лому додавати твердий або напівтвердий бітум у кількості 1-2% від загальної ваги.

Економічна ефективність і доцільність використання технології рециклінгу дуже висока. При наявності асфальтобетонної крихти або кускового лому на місці ліквідації вибоїн, витрати на ямковий ремонт можуть бути знижені на 50-60%, в порівнянні з доставкою нової суміші з АБЗ.

Досить часто про ремонті покриттів використовують **литий асфальтобетон**, який відомий ще з 1914 року. Литий асфальт – гаряча суміш тістоподібної консистенції, в якій найважливішим компонентом є мастика, що складається з високов'язкого твердого бітуму, великої кількості мінерального порошку і піску (іноді дрібного щебеню). Литий асфальт може містити до 13% бітуму і до 30-35% мінерального порошку, це робить його значно дорожчим за традиційні асфальтобетонні суміші. До того ж температура його приготування і укладання повинна бути досить високою (220-250°C).

**Струйно-ін'єкційна холодна технологія** ліквідації вибоїн на дорожніх покриттях за допомогою бітумної емульсії є однією з найбільш передових і прогресивних. У деяких країнах Європи і в Америці вона з успіхом застосовується вже давно. Суть її полягає в тому, що всі необхідні операції (очистка, обмазка, заповнення і ущільнення, суха посипка) виконуються однією машиною (установкою) самохідного або причіпного типу.

Таким способом не рекомендується проводити ремонтні роботи під час дощу або снігопаду, коли ускладнене очищення вибоїни від вологи, пилу і сміття, неможлива підгрунтовка бітумною емульсією. Таким способом ремонтуються вибоїни на початковій стадії руйнування покриттів, вибоїни невеликого розміру.

Дослідження останніх років показали, що для якісного аварійного ремонту необхідні чистота, відсутність вологи у вибоїні, які відіграють більш важливу роль, ніж температура матеріалу і зовнішнього середовища. Струйно-ін'єкційна технологія останнім часом замінюється на вакуумне очищення.

Підгрунтовка бітумною емульсією і заповнення вибоїни щебенем, обробленим емульсією, у **вакуумно-струйно-ін'єкційній технології** аналогічна струйно-ін'єкційній технології.

Розробники методу і обладнання на основі досвіду його використання в 25 штатах США дають гарантію на 3-річний термін служби відремонтованих місць.

Враховуючи тимчасовий характер і не дуже високу якість аварійного ремонту, часто йдуть на спрощення і здешевлення як самого ремонтного матеріалу, так і технології його приготування і застосування.

По такому шляху пішла, наприклад, дорожня служба м. Хельсінкі, яка вже більше 20 років щорічно випускає біля 3000 т холодної суміші «Корсал» для термінового ремонту покриттів.

До складу холодної суміші «Корсал» входять: щебінь (3-8 мм), пісок і бітумна емульсія (7-8%). Суміш виготовляють холодним способом в звичайній бетономішалці періодичної дії (місткість 3 м<sup>3</sup>) і складують на відкритому майданчику. Перед використанням, взимку суміш відігрівається в теплому приміщенні.

**Метод просочення щебеню у вибоїні розрідженим і гарячим бітумом** практикується дорожниками різних країн для ліквідації ямковості. Відмінність його від методу просочення емульсією полягає в тому, що просочення виконується до трамбування щебеню. Бітум нагрівають до температури не нижче 170-180°C. Задовільні результати можна отримати навіть при низьких температурах повітря (до -5...-10°C).

Одним з методів аварійного ремонту є метод **зворотнього просочення**, при якому нагрітий бітум до температури 170-180°C подають у вологу виїмку і на вологий щебінь. Бітум спінюється і покриває тонким шаром поверхню вибоїни і щебінь. Проникнення бітуму між зернами щебеню йде знизу вгору, тому цей технологічний прийом ремонту отримав назву «метод зворотнього просочення». Його ефективність обмежена температурою повітря +5...+10°C. При більш низьких температурах бітум погано і важко піниться.

У методі просочення замість бітуму іноді використовують полімерні матеріали. Так, при ремонті полімербетоном вибоїна заповнюється щебенем,

який потім просочується рідкотекучим складом на основі поліуретанової, акрилової або іншої смоли, при цьому в процесі трамбування залишкова вода віджимається з лунки вгору.

Такий ремонт можливий при температурі повітря від -30 до + 50°C. Рух транспорту відкривається через 30 хвилин. У несприятливих погодних умовах (вологість, холод) аварійний ямковий ремонт може бути також виконаний **вологою органо-мінеральною сумішшю (ВОМС)**. Розробниками її складу, технології приготування і використання є РосдорНДІ.

Ремонтують такою сумішшю вибоїни глибиною не менше 3-4 см. Головна перевага ВОМС в тому, що вона використовується вже в готовому вигляді за холодною технологією, на сухому або вологому покритті і при температурі повітря до -10°C. Взимку і ранньою весною формування міцної структури ВОМС в покритті відбувається повільно і складно через часті переходи температури повітря через 0°C.

При використати ВОМС при ямковому ремонті покриттів доріг високих категорій необхідно знати, що найбільшу міцність цей матеріал набуває після повного висихання, але ця міцність не так велика (в 1,5-2 рази нижче за міцність холодного і в 2,5-3 рази нижче за міцність гарячого асфальтобетону). Лише аварійний (тимчасовий) ремонт покриттів таких доріг допустимо цією сумішшю.

Під час ремонту мокрого асфальтобетонного покриття та за температури повітря не нижче 0° С використовуються **водорозчинні олігомери** для обробки поверхні, що ремонтується. Використання водорозчинних олігомерів дозволяє усунути руйнування на початковій стадії розвитку за несприятливих умов, що забезпечує зменшення обсягів робіт з поточного ремонту покриттів у теплий період у 2-3 рази, підвищення продуктивності роботи автомобільного транспорту та безпеки руху.

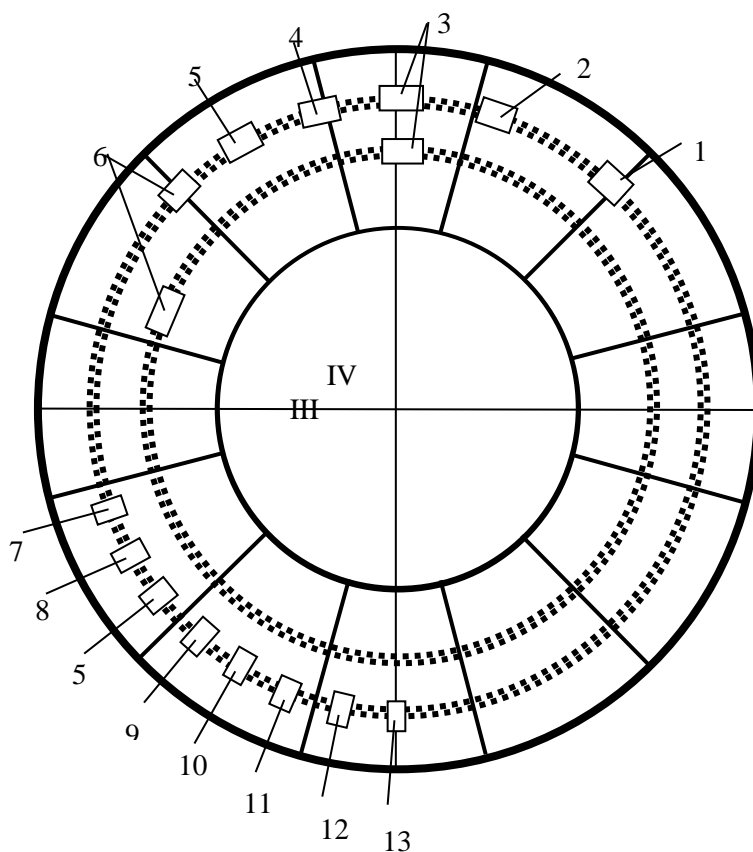
### **Влаштування матеріалів на кільцевому стенді**

На початку виконання роботи, з метою вивчення стану питання з ямковим ремонтом в осінньо-зимовий період на дорогах України було проведено опитування підвідомчих організацій Укравтодору (Облавтодорів). Опитування проводилося на предмет визначення матеріалів, які

використовують зараз при проведенні ямкового (аварійного) ремонту у холодну пору року.

З врахуванням результатів цього опиту та аналізу перспективних матеріалів закордонного виробництва і матеріалів, які можуть знайти застосування в умовах України, але ще не мають достатньої апробації і досвіду використання, було визначено матеріали для експериментальних досліджень на кільцевому стенді. Перелік цих матеріалів та фізико-механічних властивостей наведено в таблиці 1.

Закладання експериментальних матеріалів було проведено на покритті кільцевої доріжки випробувального стенду ДП «Дорцентр» за схемою, наведеної на рис. 1.



**Рисунок 1** - Схема розташування карт з матеріалами аварійного ремонту на випробувальному стенді ДП «Дорцентр»

**Таблиця 1** - Перелік матеріалів для аварійного ремонту влаштованих на кільцевому стенді для проведення експериментальних досліджень

№ п/п	Матеріал і виробник	Вміст за масою, % мінеральних зерен, менших даного розміру, мм											Реакція з НСІ	Вміст бітуму, в % за масою	Фізико-механічні властивості асфальтобетонної суміші				
		40,0	20,0	15,0	10,0	5,0	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071			Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	Водонасичення переформованої суміші в %	Границя міцності при стиску при температурі випробування, МПа		
																	20° С	50° С	0° С
1	Холодна асфальтобетонна суміш типу Вх-А СБМУ «Підряд»	100	100	99	99	81	53	37	27	20	13	9	скипає	9,3	2,31	5,05	0,7	-	1,4
	Вимоги ДСТУ Б В. 2.7-119-2011 тип Вх	100	100-95	100-88	100-80	80-65	60-50	49-39	38-29	31-22	22-16	17-12		4,0-6,0		5,0-9,0	≥1,5		
	Відповідність вимогам ДСТУ Б В.2.7-119-2011		+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-		+	-		
	(+) відповідає, (-) не відповідає																		
2	ЩМА-х СБМУ «Підряд»	100	100	100	93	39	28	22	18	15	12	9	скипає	8,9	2,35	5,05	0,5	-	1,1
3	ЩМАх-А СБМУ «Підряд»	100	100	100	92	37	29	23	18	15	12	10	скипає	8,6	2,32	5,05	0,4	-	1,0
4	Холодна емульсійномінеральна суміш ШРБУ-100	100	100	100	99	45	21	15	12	10	7	5	не скипає	8,9	2,34	5,05	0,35	0,14	
5	Холодна бітумомінеральна суміш ВЛ ДНТЦ «Дор`якість»	100	100	100	100	86	64	43	28	16	8	4	не скипає	5,5	2,35	8,24	1,0	0,90	
6	«Вімед Україна» м. Львів TAR-CAN Mix-200	100	100	100	100	59	26	10	5	4	3	3	скипає	12,5	2,36	10,31	0,1	0,4	-
7	«Луцькавтодор»	100	100	100	97	31	17	10	5	3	1	0	не скипає	6,7	2,26	15,60	0,0	0,3	-
8	Інтерлене Італія	100	100	100	100	41	10	4	3	2	2	1	скипає	5,3	2,28	11,05	0,0	0,2	-
9	Холодна бітумомінеральна суміш з добавкою Wetfix N	100	100	100	100	83	63	44	30	21	14	10	не скипає	6,3	2,42	6,03	1,1	1,2	-
10	Холодна бітумомінеральна суміш з добавкою Diamine OLBS	100	100	99	99	83	64	44	29	20	13	10	не скипає	6,2	2,42	6,08	1,0	1,1	-
11	Холодна бітумомінеральна суміш з добавкою МАК-порошок, Wetfix N	100	100	100	95	35	26	18	11	7	3	2	не скипає	6,2	2,33	11,19	0,5	0,9	-

Закладання матеріалів аварійного (ямкового) ремонту різних виробників на кільцевій доріжці стенду проводили за різними технологіями та при різних погодних умовах – в умовах високої вологості покриття та повітря в інтервалі температур від  $-5,5^{\circ}\text{C}$  до  $+15^{\circ}\text{C}$ .

Влаштування матеріалів відбувалося у похмуру та мокру погоду з використанням ручної фрези, повітряного компресору та віброплощадки. Технологічна послідовність була наступна. У покритті за допомогою фрези та компресору робили виїмки, потім поверхню їх оброблювали бітумною емульсією, з мішків висипали суміш, рівномірно розподіляли шаром товщиною на 1,5-2 см вище поверхні асфальтобетону і ущільнювали за допомогою віброплити. Технологічна послідовність виконання операцій влаштування матеріалів аварійного ремонту на стенді зафіксована на рисунках 2-5.

### **Методика випробування матеріалів для ямкового ремонту**

Згідно з методикою досліджень матеріалів на кільцевому стенді продовжено випробування матеріалів в умовах високих температур. Перед початком стендових випробувань виконуються роботи по влаштуванню контрольних карт з різних матеріалів для ямкового ремонту. Контрольні карти влаштовуються відповідно до технології кожного з матеріалів з використанням відповідного обладнання та інструментів для влаштування ямок на покритті кільцевої доріжки, закладання матеріалу та ущільнення (у разі необхідності).

Після влаштування карт проводиться перевірка системи керування та стан кріплень рухомого складу (електромобілів), центральної колони з утримуючою конструкцією та захисних тросів. Перевіряється тиск у шинах та навантаження на кожну вісь.

Кarti ямкового ремонту випробують під дією коліс електромобілів з максимальним навантаженням на вісь, кг,  $11500 \pm 100$ , які рухаються зі швидкістю 20 км/год.

Попередньо призначається кількість проходів електромобілів кожної серії, яка може бути змінена під час проведення випробувань.

Кількість проходів кожної серії уточнюють в ході випробувань в залежності від ступеня появи на покритті деформацій та руйнувань.



**Рисунок 2** - Нарізка виїмки у покритті  
стенду за допомогою фрези



**Рисунок 3** - Розробка виїмки за допомогою  
компресору



**Рисунок 4** - Заповнення виїмки матеріалом  
аварійного ремонту



**Рисунок 5** - Ущільнення матеріалу у виїмці  
за допомогою віброплити

Перед початком кожної серії проходів електромобілів та після її закінчення вимірюють поперечний профіль поверхні карти.

Після закінчення кожної серії проходів проводять візуальну оцінку контрольної карти (вид та характер деформацій і руйнувань). Зовнішній вигляд карти фіксують за допомогою цифрового фотоапарату.

Під час руху електромобілів проводять вимірювання температури покриття.

Випробування проводяться до тих пір, поки глибина колії становитиме 20 мм або виникнуть значні руйнування дорожнього одягу. Після цього рух електромобілів призупиняють і проводять заходи з ліквідації колійності або ямковий ремонт.



## **Випробування матеріалів на кільцевому стенді**

В теплий період зроблено 600 обертів стенду, що відповідає 2400 проходів розрахункової осі по одному сліду, температура покриття при цьому складала 30 °С. Результати стендових досліджень та графіки зміни поперечного профілю у картах в залежності від кількості обертів наведено на рис. 6-7.

Під дією рухомого навантаження матеріал легко піддається пластичним деформаціям. Це явище чітко спостерігається візуально, проявляється у вигляді випору праворуч та ліворуч від руху коліс електромобілів та між балонами. Найбільш піддатливими до пластичних деформацій литі асфальтобетони, які не мають каркасної структури. Значні деформації відбулися на асфальтобетоні типу Вх-А, приготування СБМУ «Підряд», в якому кількість щебеню – менше 20%.

Результати вимірювань зміни профілю матеріалу у картах в залежності від кількості обертів стенду наведено на рис. 6-9. На рис. 10-11 зображено вигляд досліджувальних ділянок з використанням холодних сумішей.

## **Аналіз результатів досліджень матеріалів для аварійного ремонту**

З результатів лабораторних випробувань матеріалів для аварійного ремонту в холодну пору року випливає, що за гранулометричним складом та фізико-механічними властивостями ні один з матеріалів повністю не відповідає вимогам для холодних асфальтобетонів згідно з ДСТУ Б В.2.7-89-99.

Ступінь ущільнюваності, залежно від величини навантаження, практично не змінюється. Злежуваність залежить виключно від рецептури, за якою приготований той чи інший матеріал.

На основі стендових випробувань, з врахуванням того, що один оберт стенду приблизно рівний 4 проїздам розрахункового навантаження (11,5 тон на вісь), матеріали для аварійного ремонту нежорсткого дорожнього одягу у складних погодних умовах умовно можна розділити на такі групи:

I – низької довговічності – глибина колії 15-20 мм при кількості обертів стенду – 500 (2000 проїздів розрахункового навантаження).

II – середньої довговічності – глибина колії 10-15 мм при кількості обертів стенду – 1000 (4000 проїздів розрахункового навантаження).

III – довговічні – глибина колії 10 – 15 мм при кількості обертів стенду – 2000 (більше 8000 проїздів розрахункового навантаження).

IV – підвищеної довговічності – глибина колії до 10 мм при кількості обертів стенду – 3000 (більше 12000 проїздів розрахункового навантаження).

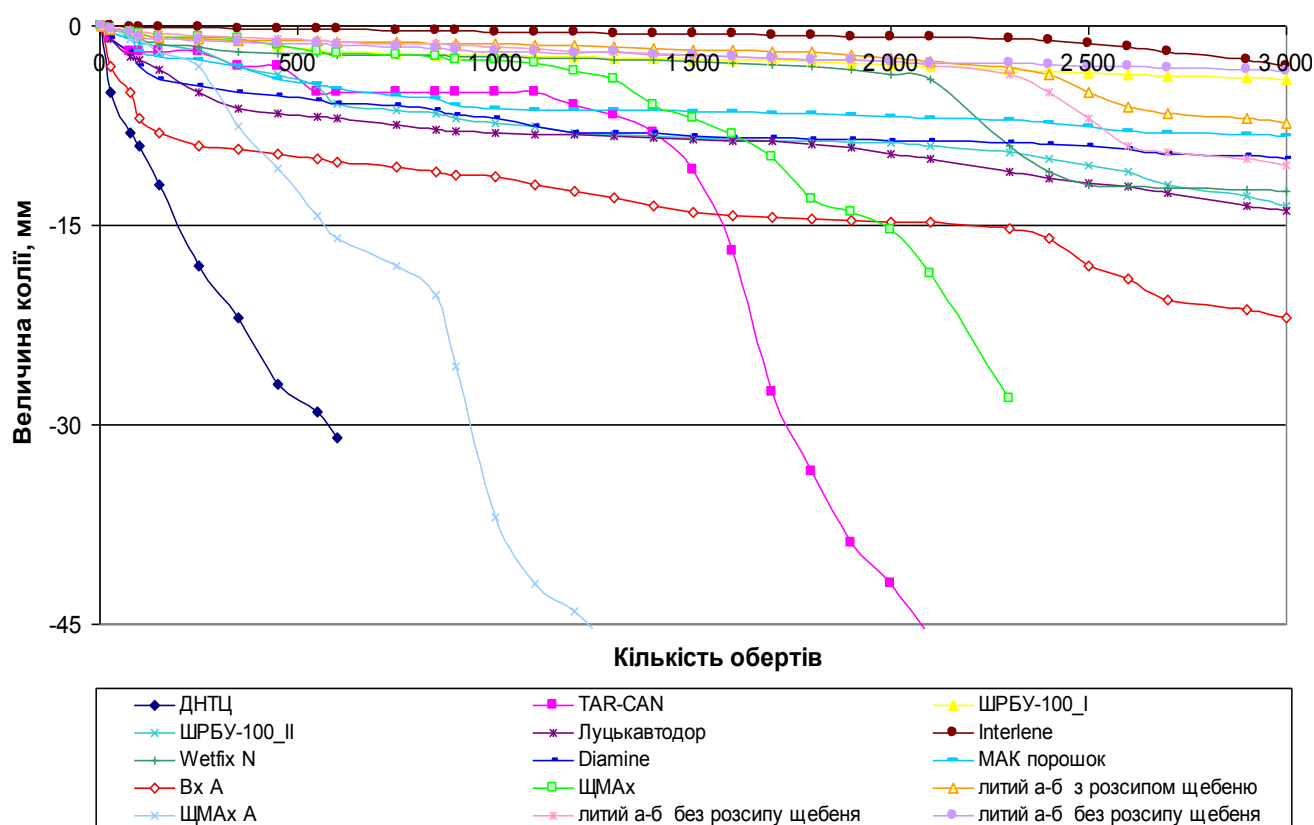
Відповідно до такої умовної класифікації:

до групи I відноситься ЦМАхА;

до групи II відносяться – ЦМАх, ВхА;

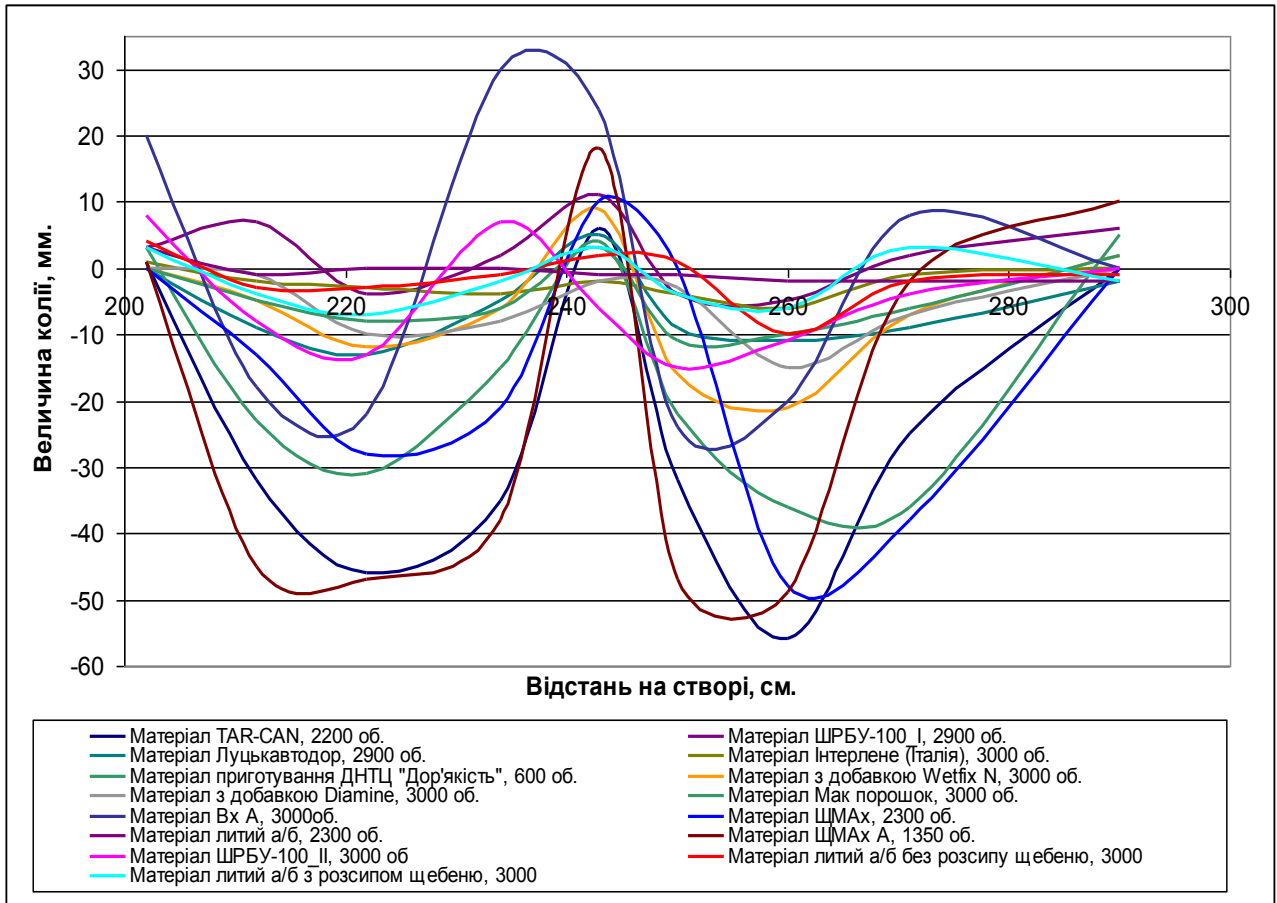
до групи III відносяться – Wetfix N, суміш Луцькавтодор, Diamine;

до групи IV відносяться – литий асфальтобетон без розсипу щебеню, суміш ШРБУ-100, Мак порошок, Інтерлене.



**Рисунок 6** - Інтенсивність наростання колії різних матеріалів на внутрішньому балоні

Литий асфальтобетон з розсипом щебеня займає проміжне місце між матеріалами III та IV груп (глибина колії 8 мм при кількості обертів стенду – 2000, глибина колії 13 мм при кількості обертів стенду – 3000), TAR-CAN – між матеріалами II та III груп (глибина колії 4 мм при кількості обертів стенду – 1000, глибина колії 22 мм при кількості обертів стенду – 2000).



**Рисунок 7** - Відомості поперечного профілю внутрішньому колії

Така класифікація носить суто умовний характер. Для більш точного і достовірного розподілу та класифікації матеріалів для аварійного ремонту, з наступним визначенням найбільш ефективних для виконання робіт у складних погодних умовах, а також розробки нормативних документів (рекомендацій, тощо) потрібно проводити подальше їх дослідження. Також, обов'язково, необхідно проводити виробничу апробацію таких матеріалів на дослідних ділянках при реальних умовах руху для уточнення умов їх використання.

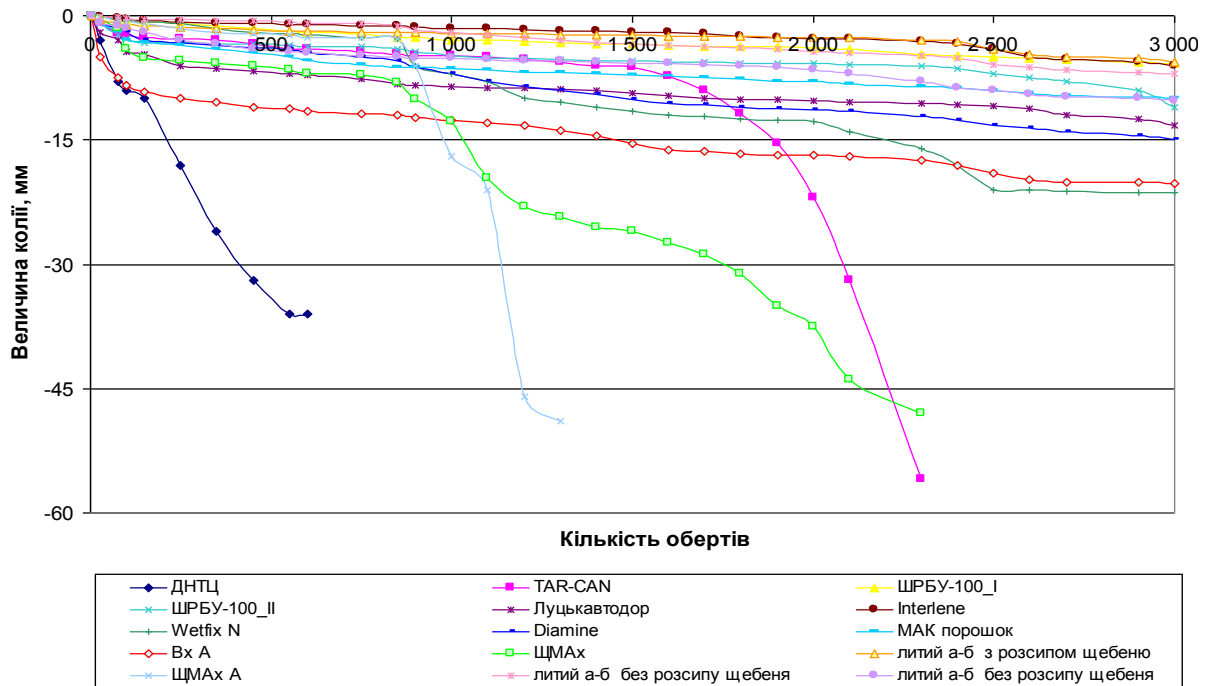


Рисунок 8 - Інтенсивність наростання колії різних матеріалів на зовнішньому балоні

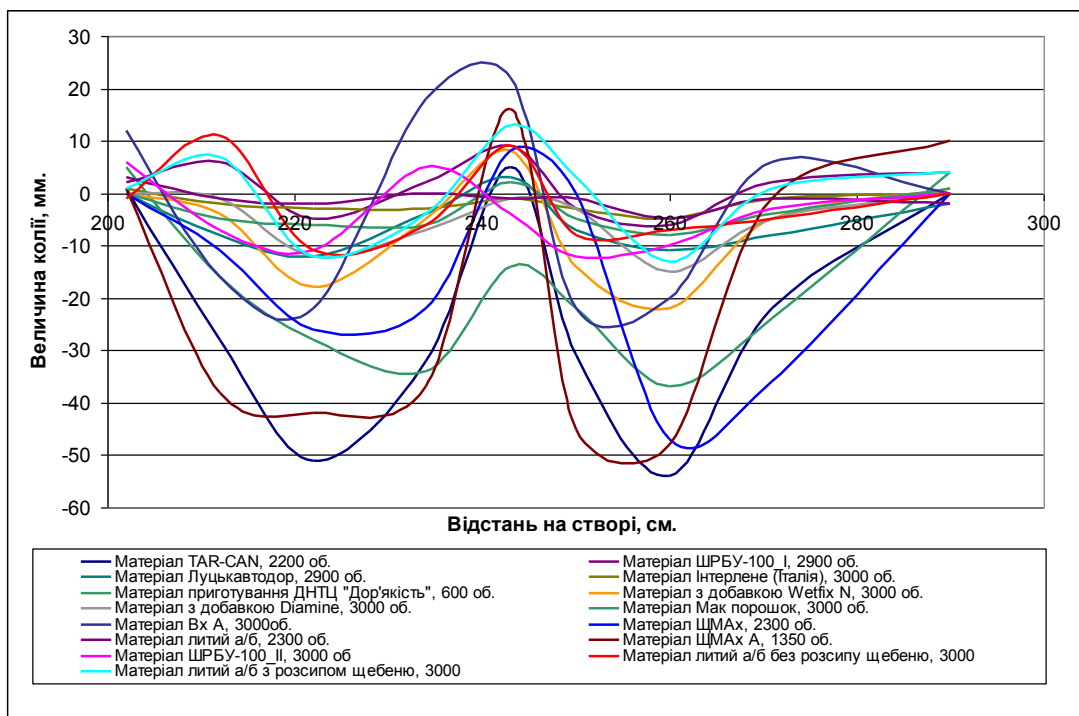


Рисунок 9 - Відомості поперечного профілю зовнішньої колії

**Рекомендації з виконання аварійного ремонту у холодний період року.** Роботи з аварійного ремонту повинні виконуватись згідно з технічною документацією, затвердженою в установленому порядку, в якій враховуються

конкретні умови проведення робіт (погодно-кліматичні умови та умови руху існуючого транспорту на ділянці проведення робіт). При цьому слід враховувати, що технологічні операції з використанням холодних сумішей аналогічні технологічним операціям аварійного ремонту асфальтобетонних покриттів з використанням гарячих асфальтобетонних сумішей.



**Рисунок 10** - Загальний вигляд ділянки покриття з картами, що втратили закладені матеріали аварійного ремонту



**Рисунок 11** - Вигляд карти з холодного асфальтобетону типу Vx після 3000 обертів ственду

Ремонтні суміші з холодного асфальтобетону та холодні бітумомінеральні суміші з використанням активних домішок рекомендується застосовувати при температурах в діапазоні від  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , витримавши перед використанням при температурі не меншій  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  на протязі  $10\div 15$  годин.

При виконання робіт рекомендується виконувати такі основні технологічні операції:

- очищення місця ремонту від бруду, льоду та снігу;
- розламування та обрубка країв асфальтобетонного покриття на ушкоджених ділянках;
- очищення основи;
- висушування карти (при необхідності);
- змазування матеріалом підґрунтовки країв покриття та основи;
- укладання та розрівнювання суміші;
- ущільнення суміші.

При проведенні аварійного ремонту рекомендується використовувати засоби механізації згідно Р В.3.2-218-03449261-306-2004.

Основними вимогами для вибору технології проведення ремонтних робіт при несприятливих умовах та при низьких температурах є забезпечення високої адгезії укладеного матеріалу до ремонтваної поверхні покриття та необхідної щільності укладеного шару матеріалу після його ущільнення.

Для забезпечення довговічності аварійного ремонту та механічної стійкості закладених матеріалів, краї ушкоджень необхідно вертикально вирівняти, обрізати прямими лініями, орієнтованими паралельно або перпендикулярно відносно напрямку руху (в екстремальних умовах допускається виконувати роботи без вирівнювання крайок карти ремонту). Вибійна перед закладанням матеріалів повинна бути зачищена, стінки та дно підгрунтовані рідким бітумом або бітумною емульсією.

Краї ушкодження рекомендується обрізати за допомогою фрези, відступивши на відстань 3-5 см. Використання відбійного молотка недопустиме у зв'язку з порушенням суцільності матеріалу шару покриття у прикрайовій зоні.

При фрезуванні вибоїн дорожньою фрезою стінки вибоїни необхідно робити вертикальними.

Закладений матеріал рекомендується ущільнювати засобами механізації, використовуючи для цього гладковальцьові котки масою 4-7 т та віброплощадки. Ущільнення під рухом автомобільного транспорту вважати нерациональним, так як воно не забезпечує достатню щільність закладеного матеріалу і довговічність аварійного ремонту.

В залежності від матеріалу, що використовується, товщина шару при ручному або механічному способі ущільнення повинна бути 1,5-4,0 см. Якщо яма глибша, то її потрібно заповнювати в декілька шарів, втрамбовуючи кожен шар окремо. Якщо ущільнення проводиться дорожнім котком, то вся суміш може укладатися в один шар.

При застосуванні литих матеріалів IV і V груп з метою забезпечення жорсткості матеріалів, підвищення коефіцієнту зчеплення і безпечних умов руху транспорту рекомендується після їх закладання на гарячу поверхню

посипати митими мінеральними матеріалами фракції 5-10 мм із міцних гірських порід.

В екстремальних умовах у разі неможливості забезпечення усіх технологічних вимог при проведенні аварійних робіт (за кліматичними умовами, неможливістю припинення руху транспорту) дозволяється проводити закладку ремонтних матеріалів за спрощеною технологією (без обробки та зачищення дефекту покриття). Ущільнення матеріалу дозволяється виконувати автотранспортом, що рухається по дорозі. За укладеними матеріалами необхідно вести постійні спостереження. При покращенні погодних умов і обмеженні руху транспорту у разі необхідності провести повторний ремонт за повною технологією.

Вибір матеріалів для виконання аварійного ремонту в екстремальних умовах слід здійснювати з міркувань доступності матеріалів і технологічності виконання робіт для швидкого відновлення безпечних умов руху на найбільш довгий період експлуатації, виходячи із техніко-економічних міркувань в кожному конкретному випадку.

### **Висновки**

В результаті проведеної роботи з випробувань матеріалів для ямкового (аварійного) ремонту асфальтобетонних покриттів у несприятливих погодних умовах холодного періоду року отримано інформацію що до їх поведінки під рухом керованого колісного навантаження заданої величини та інтенсивності і вивчено вплив різних факторів на довговічність аварійного ремонту.

Встановлено і експериментальними дослідженнями підтверджено, що довговічність аварійного ремонту і стійкість його матеріалів у карті залежить від кількох факторів, які визначаються як самим матеріалом для ямкового ремонту так і формою карти, у яку закладають ремонтний матеріал і технологією, за якою його влаштовують.

До першої групи факторів можна віднести вплив гранулометричного складу мінеральної частини матеріалу – підібраний чи непідібраний за щільністю, тип структури за кількістю щебеню, адгезію в'язучого з мінеральною частиною суміші та з поверхнею карти чи вибоїни.

До другої групи факторів можна віднести вплив стану поверхні карти чи вибоїни, форму бокових стінок, обробку поверхні матеріалами, що підвищують щеплення (адгезію) ремонтного матеріалу до її поверхні або їх відсутність.

До третьої групи факторів можна віднести вплив технології виконання аварійного ремонту – в першу чергу характер та якість ущільнення закладеного ремонтного матеріалу в залежності від методу ущільнення або його відсутності.

Найбільш довговічними та стійкими до погоди та дії рухомого навантаження виявилися холодні суміші підібраного гранулометричного складу з використанням спеціально приготованого в'язучого, яке має підвищені адгезивні властивості.

Найменшу довговічність мають суміші непідібраного гранулометричного складу з використанням розрідженого в'язкого бітуму, що мають малу механічну міцність, слабку адгезію і влаштовані з недостатнім ущільненням. Ще меншу довговічність забезпечує ліквідація ямковості за допомогою неукріпленого щебеню, яка забезпечує лише разовий проїзд і не забезпечує необхідної комфортабельності та безпеки дорожнього руху.

Рациональність використання того або іншого матеріалу аварійного ремонту, технологія його проведення повинна визначатися технічною категорією автомобільної дороги, інтенсивністю руху та необхідним рівнем безпеки.

### **Література**

1. ДСТУ Б В.2.7-119-2011 Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній і аеродромний. Технічні умови.
2. ГБН Г.1-218-182 2011 Ремонт автомобільних доріг.
3. ДСТУ Б В.2.7-129-2006 Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови.
4. П-Г.1-218-113:2009 Ремонт та утримання автомобільних доріг загального користування.
5. ГОСТ 11955-82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия.  
Р В.3.2-218-03449261-306-2004 Рекомендації з удосконалення системи експлуатаційного утримання автомобільних доріг України.