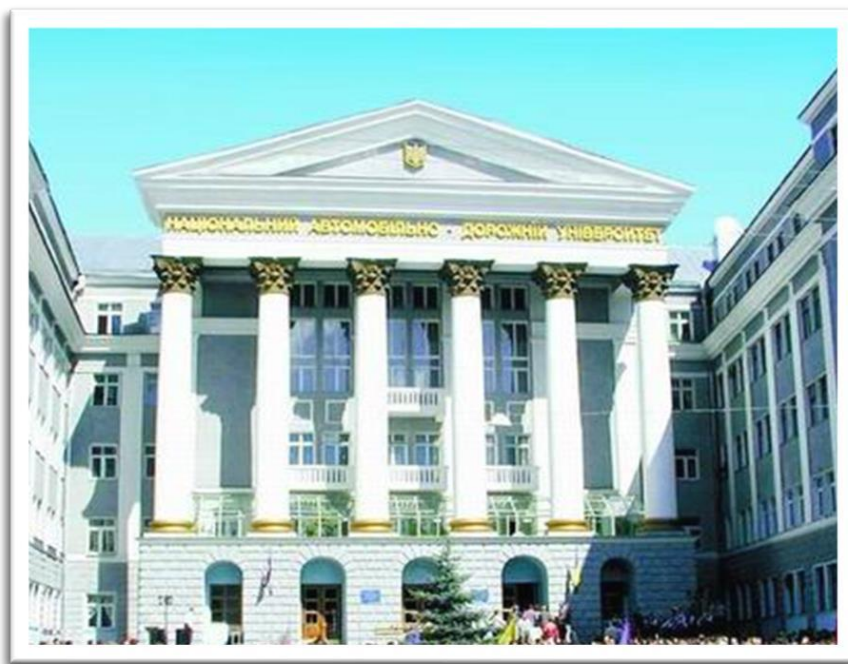


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ХАРКІВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

Збірник наукових праць
87-ї міжнародної наукової конференції студентів університету
07-11 квітня 2025 року



Харків 2025

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Секція
«Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»
Збірник наукових праць
87-ї міжнародної наукової конференції студентів університету
07-11 квітня 2025 року

Харків 2025

Редакційна колегія

Р.В. Смолянчук – к.т.н., професор кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Біруля

А.В. Сєдов – к.т.н., доцент кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Біруля

І.В. Кіяшко – к.т.н., професор кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Біруля

Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг» Збірник наукових праць 87-ї міжнародної наукової конференції студентів університету (7-11 квітня 2025 року)/ ХНАДУ. Харків, 2025. – 131 с.

Розглянуті актуальні питання будівництва та експлуатації автомобільних доріг, технологічні аспекти виконання робіт, впровадження нових дорожньо-будівельних матеріалів та методів визначення транспортно-експлуатаційних показників, підвищення безпеки дорожнього руху.

За зміст і достовірність опублікованих в збірнику статей відповідальність несуть автори представлених матеріалів.

ЗМІСТ

<i>Анахіна І.О., Догадайло Я.В. Особливості визначення кошторисної вартості виконання дорожніх робіт та послуг в сучасних умовах.....</i>	6
<i>Антонян Т.М., Кабанова А.С., Арінушкіна О. О. Сучасні тенденції будівництва шарів основи дорожніх одягів.....</i>	11
<i>Волков А. Ю., Сєдов А.В. Оцінка технологій ямкового ремонту дорожніх покриттів.....</i>	14
<i>Волківський Б.В., Боцян І.І., Догадайло О.О. Заходи під час зимового утримання автомобільних доріг</i>	18
<i>Волківський Б.В., Клець О.О., Догадайло О.О., Догадайло Я.В. Загальні положення про зимове утримання доріг.....</i>	23
<i>Гарбуз В. В., Фоменко О.О. Вплив параметрів транспортного навантаження на розвиток деформацій дорожніх покриттів.....</i>	27
<i>Гончарова Д.В., Арінушкіна О.О. Сучасні аспекти влаштування шарів зносу дорожніх покриттів.....</i>	31
<i>Горбань С.А., Неупокоева М.Р., Костін Д.Ю. Переваги застосування сучасних самосхідних скреперів під час виконання земляних робіт.....</i>	36
<i>Демченко І.С., Кіяшко І.В. Негативний вплив тріщинотворення на стан асфальтобетонних покриттів.....</i>	39
<i>Забара Д.С., Тетера В.С., Тарасенко Т.М., Оникієнко І.В. Будівництво автомобільних доріг після військових дій: важливість, особливості та стратегії відновлення.....</i>	42
<i>Кононенко І.Ю., Ярещенко Н.В. Історія виникнення асфальтобетону, його розвиток та вплив на суспільство.....</i>	45
<i>Котенко А.Д., Догадайло Я.В. Дослідження перспектив використання штучного інтелекту при визначенні вартості дорожніх робіт та послуг....</i>	50
<i>Лагутін А.В., Кіяшко І.В. Порівняльний аналіз методів контролю якості виробів з цементобетону.....</i>	55
<i>Липовий Д.В., Смолянчук Р.В., Артюх Є.В. Аналіз сучасних технологій отримання плати за проїзд по автомобільним дорогам.....</i>	59
<i>Олійник Д.О., Арінушкіна О. О. Оптимізація підготовчих робіт на етапі будівництва земляного полотна.....</i>	65

<i>Постніков І.С., Самко О.І., Костін Д.Ю.</i> Застосування полімерних фіброволокон для покращення властивостей асфальтобетонних покриттів	70
<i>Потапов І. Д., Сєдов А.В.</i> Ущільнення бітумомінеральних сумішей вібраційними плитами.....	73
<i>Пошукайло В.А., Фоменко О.О.</i> Дослідження щебеневих сумішей, армованих георешіткою.....	78
<i>Сізіков О.М., Кіяшко І.В.</i> Дослідження впливу зміни температури повітря на швидкість остигання асфальтобетонної суміші.....	81
<i>Ситнік В.С., Сєдов А.В.</i> Особливості технології влаштування дорожнього покриття окремими смугами.....	85
<i>Смолянюк Р.В., Валенко В.О.</i> Особливості оцінки рівності дорожніх покриттів на штучних спорудах.....	88
<i>Смолянюк Р.В., Воловик О.О., Дівак А.П.</i> Методи та засоби оцінки експлуатаційного стану автомобільних доріг.....	94
<i>Смолянюк Р.В., Пащенко І.В.</i> Методи та засоби оцінки шорсткості дорожніх покриттів.....	100
<i>Ткачов О.І., Коваль Я.Ю., Догадайло Я.В.</i> Аналіз методів оцінки якості продукції дорожнього господарства.....	105
<i>Ус Є. А., Сєдов А.В.</i> Способи підвищення теплостійкості асфальтобетонних покриттів.....	110
<i>Філоненко М.В., Фоменко О.О.</i> Влаштування деформаційних швів в асфальтобетонному шарі, покладеному на цементобетонне покриття.....	114
<i>Чебан М.В., Ярещенко Н.В.</i> Екологічні аспекти дорожнього будівництва щодо зменшення впливу на довкілля.....	118
<i>Шишковський Д.Д., Арінушкіна Н.С.</i> Безпека дорожнього руху в складних умовах.....	121
<i>Шутко Д.О., Пісковський Д.О., Арінушкіна Н.С.</i> Методи дослідження дорожнього руху	126

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КОШТОРИСНОЇ ВАРТОСТІ ВИКОНАННЯ ДОРОЖНІХ РОБІТ ТА ПОСЛУГ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

*Анахіна І.О., ст. групи Д-42-21,
ira333anahina@gmail.com*

*Науковий керівник: Догадайло Я.В., к.е.н., доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Будівництво та експлуатація доріг в Україні мають надзвичайно важливе значення для економічного розвитку, соціальної стабільності та національної безпеки. Основними аспектами важливості є економічний розвиток та соціальна стабільність. Якісні дороги сприяють розвитку сільського господарства, туризму [1]. Розвинута дорожня інфраструктура створює нові робочі місця та стимулює економічне зростання.

Кошторисна справа також є невід'ємною частиною будівництва доріг, оскільки забезпечує фінансове планування, контроль витрат, прозорість, оптимізацію ресурсів та служить основою для договірних відносин. Правильно складений кошторис дозволяє ефективно управляти бюджетом, мінімізувати ризики перевитрат та забезпечити якісне виконання робіт, що впливає на довговічність дорожнього полотна. Крім того, детальний та обґрунтований кошторис є важливим інструментом для залучення інвестицій, обґрунтування необхідності фінансування перед державними органами та міжнародними організаціями, а також для проведення аудиту та звітності на всіх етапах реалізації проекту. Він також сприяє вибору найбільш економічно вигідних проектних рішень та технологій, стимулює конкуренцію серед підрядників і постачальників, а в кінцевому підсумку – забезпечує ефективне використання коштів платників податків та сприяє розвитку якісної та сучасної транспортної інфраструктури країни. Визначення кошторисних витрат у дорожньому будівництві сьогодні – це не просто механічний розрахунок на основі норм, а комплексний аналітичний процес, який вимагає глибокого розуміння ринкової кон'юнктури, технологічних інновацій, законодавчих змін та потенційних ризиків [2].

Визначення кошторисної вартості будівництва в цілому регулюються КНУ «Настанова із визначення вартості будівництва. З урахуванням змін №...» [3]. В Україні, зокрема, відбувається реформування системи ціноутворення в будівництві, що передбачає ширше використання укрупнених показників вартості для формування договірної ціни. Так під час визначення кошторисної вартості будівництва доріг стає все більш поширеним використання укрупнених показників вартості завдяки їх здатності прискорити процес оцінки, спростити процедуру складання кошторисів, оптимізувати використання ресурсів, підвищити прозорість та контроль за витратами, а також забезпечити ефективне

техніко-економічне обґрунтування проектів. Укрупнені показники вартості – це загальні вартісні показники, що використовуються для попередньої оцінки вартості будівництва, ремонту або утримання автомобільних доріг на ранніх стадіях проектування або для спрощення процедури взаєморозрахунків між замовником та підрядником. Як результат в дорожній галузі з кінця 2022 року визначення кошторисної вартості здійснюється з укрупненими показниками вартості. А саме, наказом від 07.10.2022 № 753 затверджено Методику визначення вартості дорожніх робіт та послуг [4], згідно з якою процес ціноутворення регулюється: правилами визначення вартості будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування [5]; даної Методики; інших методик для розрахунку вартості виконаних робіт; індивідуальних розрахунків витрат, розрахунків галузевих витрат ресурсів, підприємств. Експлуатаційне утримання автомобільних шляхів загального користування в таких випадках продовжують регулюватися стандартом організації України з визначенням їх вартості [6].

Можна виділити кілька важливих новацій на сучасному етапі ціноутворення в дорожній галузі. Під час визначення вартості дорожніх робіт та послуг використовуються бази даних об'єктів-аналогів, бази даних цін, укрупнені показники вартості. Укрупнений показник вартості (УПВ) - показник, який визначається для одиниці виміру виду роботи, конструктивного елементу, виражений в грошових одиницях валюти, який включає в себе витрати на: заробітну плату робітників-будівельників; експлуатацію дорожніх машин та механізмів, що включає в себе заробітну плату машиністів; матеріали, вироби та комплекти; загальновиробничі витрати; адміністративні витрати; інші витрати та кошторисний прибуток [4, 5, 7]. УПВ розраховуються учасником процедури закупівлі на власний розсуд. Під час погодження договірної ціни та під час взаєморозрахунків підтверджуючі документи та обґрунтовуючі розрахунки до УПВ не надаються. В усіх договорах застосовується тільки тверда договірна ціна за УПВ. УПВ робіт розраховуються учасником процедури закупівлі на власний розсуд. Під час погодження договірної ціни документи та обґрунтування розрахунків УПВ не надаються [4, 7]. До дорожніх робіт відносяться нове будівництво, реконструкція, капітальний ремонт автомобільних доріг загального користування. До дорожніх послуг відносяться поточний, поточний середній ремонт та експлуатаційне утримання автомобільних доріг загального користування [4]. Використання нової форми відомості обсягів робіт – BoQ, що складається із зазначенням видів робіт/послуг та відповідно до системи вимірювання дорожніх робіт та послуг, наведених у класифікації дорожніх робіт. За рішенням замовника вона може бути складена із зазначенням видів робіт/послуг відповідно до міжнародної системи вимірювання дорожніх робіт та послуг [4]. Ціна пропозиції учасника (договірна ціна) розраховується з використанням УПВ, обсяги та види яких передбачені відомістю обсягів робіт (BoQ), складеною за затвердженою проектною документацією або дефектним

актом. Адміністративні, загальновиробничі витрати та прибуток визначаються як відсоток від прямих витрат [4, 7].

В перспективі готуються зміни щодо можливості застосування динамічної або твердої договірної ціни за УПВ, а саме на стадії визначення ціни пропозиції учасника процедури закупівель та узгодження договірної ціни на нове будівництво, реконструкцію, ремонти - в твердій договірній ціні за УПВ, а на утримання – в динамічній або твердій договірній ціні за УПВ [7].

З розвитком інформаційних технологій та програмного забезпечення з'являються нові можливості для розробки, актуалізації та застосування укрупнених показників вартості. Однією з головних новацій є можливість фіксації твердої договірної ціни з використанням укрупнених показників вартості, що значно спрощує процес узгодження та здачі виконаних робіт. Інноваційні аспекти сучасного етапу включають: гнучкість застосування, можливість формування твердої договірної ціни на основі укрупнених показників вартості, що зменшує кількість необхідної звітної документації; автоматизація розрахунків, впровадження програмного забезпечення, яке дозволяє автоматизувати розрахунок вартості з використанням укрупнених показників вартості; регулярне оновлення, розробка механізмів для регулярного оновлення укрупнених показників вартості з урахуванням зміни цін на ресурси та технологій. Завдяки сучасним технологіям укрупнені показники вартості отримали новий імпульс для розвитку та ширшого практичного застосування, охарактеризувалися якісно новими інноваціями пов'язаними з лібералізацією системи ціноутворення та прагненням до прозорості в будівельній галузі.

Використання укрупнених показників при визначенні кошторисної вартості дорожніх робіт та послуг має більше переваг, ніж недоліків. Найбільш вагомою перевагою є швидкість, яка дозволяє швидко оцінити вартість проекту на ранніх стадіях, що прискорює процес прийняття рішень та спрощуються процедура складання кошторисів, що економить час на ресурси [8]. Укрупнені показники вартості частково допомагають контролювати та оптимізувати витрати бюджетних коштів.

Вони дозволяють порівнювати вартість різних проектів з метою вибору найбільш економічного варіанту. Укрупнення показників вартості дозволяє оперативно проводити техніко-економічне порівняння варіантів застосування нових матеріалів та технологій, розрахунок економічного ефекту від реалізації інвестиційних проектів.

Але, застосування укрупнених вартісних показників, визначених за середніми цінами матеріальних ресурсів та іншими середньозваженими показниками, може включати великі ризики.

Адже кошторисна вартість, визначена в проєктній документації на основі ресурсних норм і мінімальної вартості ресурсів, навіть з погляду елементарного математичного розуміння завжди буде нижчою від тієї, яка визначається за середніми показниками [9]. Ця неточність може призвести до значних відхилень від фактичної вартості та обмеження деталізації. Укрупнений показник вартості

не надає детальної інформації про вартість окремих робіт та матеріалів, і це може ускладнити контроль за витратами на окремих етапах будівництва. Є також великі ризики завищення вартості проекту через коливання цін на матеріали, вартість палива, тощо [8]. На підставі аналізу існуючих підходів щодо розгляду переваг та недоліків використання УПВ при визначенні кошторисної вартості було здійснено їх систематизацію, результати якої представлено у вигляді таблиці.

Таблиця 1– Переваги та недоліки використання УПВ при визначенні кошторисної вартості

Переваги	Недоліки
Швидка попередня оцінка вартості	Низька точність
Спрощення складання кошторисів	Обмежена деталізація
Оптимізація використання ресурсів	Ризик завищення/заниження вартості
Підвищення прозорості та контролю	Потреба в адаптації до специфіки об'єкта
Гнучкість формування договірної ціни	Складність контролю окремих видів робіт
Автоматизація розрахунків	Залежність від якості та актуальності бази УПВ

Складено на підставі [8, 9]

Отримані результати показали, що укрупнені показники вартості дозволяють швидко отримати попередню оцінку вартості на ранніх стадіях планування, що сприяє оперативному прийняттю рішень та формуванню бюджету, а також спрощують процес складання кошторисів, надаючи загальну вартість на одиницю виміру. Це сприяє ефективному використанню бюджетних коштів, оскільки базується на середніх ринкових цінах і дозволять порівнювати вартість різних проектів, а також підвищувати прозорість та полегшити контроль за витратами.

Література:

1. Притоманов В.В., Мельник З.Н., Шляхетко А.В.. Зелена книга. Будівництво та ремонт автомобільних доріг. Київ. 120 с.
2. Сташкевич Н.М., Красільнікова К.В. Сучасні проблеми ціноутворення в Україні. Вісник соціально-економічних досліджень. 2017. № 2–3. С. 135–143. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed_2017_2-3_14 (дата звернення: 27.03.2025).
3. Кошторисні норми України. Настанова із визначення вартості будівництва. З урахуванням змін № 1, 2, 3, 4. [Чинний від 2024-03-21]. Київ, 2024. 166 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=96362 (дата звернення: 27.03.2025).
4. Методика визначення вартості дорожніх робіт та послуг щодо визначення вартості нового будівництва, реконструкції, ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування: затв. наказом М-ва інфраструктури України від 07 жовт. 2022 р. № 753. З останніми змінами, внесеними наказами від 25.11.2022 № 887, від 23.06.2023 № 538, від 03.09.2024 № 942 2024. 66 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=98980 (дата звернення: 27.03.2025).

5. Про затвердження Правил визначення вартості будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування : Наказ М-ва інфраструктури України від 02.05.2022 р. № 273. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0527-22#Text> (дата звернення: 27.03.2025).
6. СОУ 42.1-37641918-085:2018. Автомобільні дороги. Правила визначення вартості робіт з поточного ремонту та експлуатаційного утримання. Київ : ДП «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»), 2018. 45 с. (Стандарт Організації України) URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=80818> (дата звернення: 27.03.2025).
7. Безуглий А. Актуальні питання визначення вартості експлуатаційного утримання автомобільних доріг / науково-практичний семінар «Сучасні підходи та практики в утриманні автомобільних доріг». Київ : ДП «НІРІ». 41 с
8. Система ціноутворення. НАШІ ГРОШІ: веб-сайт. URL: <https://nashigroshi.org/2021/05/27/systema-tsinoutvorennia-vid-ukravtodoru-dozvolyt-pidriadnykam-lehalizuvaty-zavyshchennia-tsin-v-razy-isaienko/> (дата звернення: 27.03.2025).
9. Нове ціноутворення від Укравтодору: спроба індивідуальних реформ. Асоціація УКРеККА: веб-сайт. URL: <https://www.uekka.org.ua/novina/nove-c%D1%96noutvorennya-y%D1%96d-ukravtodoru-sproba-%C2%AB%D1%96ndiv%D1%96dualynih%C2%BB-reform.html> (дата звернення: 27.03.2025).

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ БУДІВНИЦТВА ШАРІВ ОСНОВИ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Антонян Т.М. ст. групи Д-41-21

tetyana.ant@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кабанова А.С. ст. групи Д-41-21

anna_k.1293@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Арінушкіна О. О., асистент

lenaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Основа – це частина конструкції дорожнього одягу, розташована під покриттям, яка забезпечує спільно з покриттям перерозподіл напружень у конструкції і зниження їхньої величини в підстильному шарі, а також забезпечує морозостійкість і осушення конструкції.



Рисунок 1 – Влаштування шару основи з щебенево-піщаної суміші

На автомобільних дорогах України спостерігається стійка тенденція зростання інтенсивності руху транспортних засобів та величини навантажень, які сприймають конструкції дорожніх одягів. Вказані фактори, спільно з погоднокліматичними, викликають передчасне руйнування дорожніх одягів. Тому зараз дуже актуальним є питання підвищення міцності шарів основ дорожніх одягів, що можливо досягти завдяки застосуванню матеріалів, укріплених в'язучими.

Шари основи сучасних конструкцій дорожніх одягів традиційно влаштовують з використанням щебенево-піщаних сумішей, які за своїми властивостями відповідають вимогам ДСТУ 9177-2 Матеріали щебеневої та

гравійні для дорожнього будівництва. Технічні умови. Частина 2. Матеріали неукріплені. Щебенево-піщані суміші (ЩПС) відносяться до відносно дешевих дорожньо-будівельних матеріалів і знаходять застосування у дискретному стані в нижніх шарах основи дорожніх одягів. Найбільш розповсюдженою технологією покращення властивостей ЩПС є укріплення їх цементом. При цьому ЩПС, укріпленим цементом, властива недостатньо висока тріщиностійкість. Відповідно до номінального найбільшого розміру зерен заповнювача D суміші та матеріали, укріплені мінеральним в'язучим, класифікують за видами:

- крупнозернисті, $D = 40$ мм (Кр);
- середньозернисті, $D = 20$ мм (Ср);
- дрібнозернисті, $D = 10$ мм (Др);
- піщані, $D = 5$ мм (П).

Відповідно до показників міцності укріплені матеріали класифікують за марками: М75, М60, М40, М20 та М10. Відповідно до найбільшого номінального розміру зерен дисперсного матеріалу D суміші, а також матеріали, укріплені комплексом в'язучих, класифікують за видами:

- крупнозернисті, $D = 40$ мм (Кр);
- середньозернисті, $D = 20$ мм (Ср);
- дрібнозернисті, $D = 10$ мм (Др);
- піщані, $D = 5$ мм (П).

Щебенево-піщані суміші, укріплені цементом, мають досить високу міцність на стиск, але їх основним недоліком є низька тріщиностійкість. Для покращення тріщиностійкості можливе застосування різних фіброволокон (поліпропіленове, базальтове та ін). Фіброволокна досить вдало застосовуються для укріплення цементогрунтів [8], цементобетонів [7, 9], тому доцільним і їх застосування в якості комплексного в'язучого сумісно з цементом для укріплення і щебенево-піщаних шарів. Використання фіброволокон у дорожньому одязі з укріплених щебенево-піщаних сумішей може мати декілька переваг:

1. Покращена міцність: додавання фіброволокон може підвищити міцність шарів дорожнього одягу. Фіброволокна можуть функціонувати як армувальні матеріали, які запобігають появі тріщин та розтріскування поверхні.

2. Зменшення тріщин: фіброволокна можуть допомогти зменшити утворення тріщин в результаті термічних розширень або механічних навантажень. Це може підвищити тривалість служби дорожнього покриття та знизити потребу у ремонті.

3. Покращення стійкості до води та морозостійкості: додавання фіброволокон може поліпшити водостійкість та морозостійкість дорожнього покриття, зменшуючи ризик пошкоджень в результаті промерзання та розморожування.

4. Покращення якості поверхні: використання фіброволокон може допомогти зберегти рівномірність поверхні дорожнього покриття протягом тривалого періоду, що забезпечує комфортне та безпечне рухання транспортних засобів.

5. Зменшення вартості обслуговування: підвищена міцність та тривалість служби дорожнього покриття може призвести до зменшення витрат на його обслуговування та ремонт.

Нижні шари дорожнього одягу є менш міцними ніж шари покриття, але сучасні вимоги до конструкцій дорожніх одягів диктують необхідність постійного підвищення їх міцностних характеристик. Одним із самих актуальних матеріалів для влаштування шарів дорожніх одягів є щебенево-піщані суміші, укріплені в'язучими. Сама розповсюджена технологія їх укріплення це укріплення цементом. Але також сучасними та актуальними є їх укріплення комплексними в'язучими, а саме цементом та фіброволокнами та цементом та органічними в'язучими (наприклад бітумною емульсією). Застосування комплексних в'язучих дозволяє значно покращити фізико-механічні властивості матеріалу.

Література:

1. ГБН В.2.3-37641918-544:2014. Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях.
2. СОУ 45.2-00018112-025:2007. Матеріали геосинтетичні.
3. Настанова з улаштування земляного полотна автомобільних доріг ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016 [Чинний від 2017-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 98 с.
4. Арінушкіна О.О., Жданюк В.К. Укріплені цементом щебенево-піщані суміші для будівництва дорожніх одягів автомобільних доріг. // Науковий вісник будівництва. – 2016. - №1(83). – С. 120-125.
5. ДСТУ 9177-2:2022 Матеріали щебеневі та гравійні для дорожнього будівництва. Технічні умови. Частина 2. Матеріали неукріплені.
6. ДСТУ 9177-3:2022 Матеріали щебеневі та гравійні для дорожнього будівництва. Технічні умови. Частина 3. Матеріали, укріплені мінеральними в'язучими.
7. Попов С.В., Брагинский В.Г., Давиденко В.П., Куликова Т.Н., ДП «Донецький Промбуд НДІ проект». До питання впливу виду та витрати фібри на фізико механічні властивості фібробетону.
8. Жданюк В.К. Властивості комплексно укріпленого ґрунту для будівництва конструктивних шарів дорожніх одягів автомобільних доріг / В.К. Жданюк, А.С. Лапченко, Я.І. Панасюк // Наукові нотатки. Луцьк: ЛНТУ, 2012
9. Арончик В.Б. Визначення мінімальної довжини армуючого волокна для дисперсноармованого бетону / Арончик В.Б., Калнайс А.А. – Рига.: «Звайзне», 1974. – 154 с.
10. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-46:2010. – Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К.: 2011 – 15 с. Чинний від 1 вересня 2011 р.

ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЙ ЯМКОВОГО РЕМОНТУ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Волков А. Ю., ст. групи Д-42-21

Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Як правило, ремонтні роботи плануються і виконуються найчастіше навесні при стійкій теплій (не нижче плюс 5 °С) і сухій погоді, хоча часом може виникати потреба в проведенні термінового позапланового або аварійного ремонту практично в будь-який час року і при будь-яких погодних умовах [1].

При поточному ремонті покриттів, у міру потреби, виконують, по-перше, ямковий ремонт (ліквідація ям, вибоїн, відколів), по-друге, закладення тріщин і, по-третє, поверхневу обробку або укладання тонких верхніх шарів покриття (килимків зносу).

Вибір технологічного методу ямкового ремонту повинен відповідати наступним вимогам або критеріям [1]:

- висока якість закладання дефекту, яка відповідає показникам щільності, міцності, рівності і шорсткості основної частини покриття;
- тривалий термін служби відремонтованого місця;
- наявність або доступність необхідних матеріалів, машин і установок для виконання ремонту за обраним методом;
- складність або простота реалізації наміченого методу ремонту в різних погодних умовах;
- оперативність відкриття руху транспорту після ремонту;
- низька вартість або висока економічність ремонтних робіт.

На більшій частині доріг нашої країни в якості покриттів покладений асфальтобетон [2].

Найбільш поширеним методом їх ремонту є ремонт гарячою асфальтобетонною сумішшю (рис. 1).



Рисунок 1 – Ямковий ремонт гарячою асфальтобетонною сумішшю

Це відбувається тому, що в розпорядженні дорожніх служб є велика кількість різних заводів з виробництва асфальтобетону та необхідні матеріали для приготування суміші (щебінь, пісок, мінеральний порошок, бітум).

Даний тип ремонту забезпечує досить високу якість закладення дорожнього покриття, що звичайно є величезним плюсом. Але є і два значних мінуса гарячого асфальтобетону: це велика залежність від погодних умов і дуже суворе дотримання температурного режиму [2, 3].

Безумовно, можна створити необхідні умови, і в будь-який час року, при будь-якій температурі навколишнього повітря ремонтувати дороги тільки гарячої асфальтобетонної сумішшю.

Але, крім великих технологічних складнощів роботи при температурі нижче нуля, неминучими будуть і дуже високі витрати. З цієї причини, в зимовий період дорожники використовують іншу технологію ремонту, а саме холодний асфальтобетон (рис. 2).



Рисуюнок 2 – Ямковий ремонт холодною асфальтобетонною сумішшю

Головною його відмінністю від гарячого є менша залежність від температурного режиму [2, 3]. Однак, вибираючи холодну технологію ремонту асфальтобетонного покриття, не варто забувати, що міцність і водостійкість його будуть в 2-3 рази менше, тому що він приготований на рідкому або розрідженому бітумі. Але при цьому холодний асфальтобетон здатний ущільнюватися і збільшувати міцність в процесі експлуатації. Також потрібно відзначити, що холодний асфальтобетон, на відміну від гарячого, ніколи не твердне повністю і завжди зберігає деяку ступінь еластичності [2, 3].

Існує ще одна технологія ремонту дорожніх покриттів, яка використовується в зимовий період, – це литий асфальтобетон (рис. 3).

Головною відмінністю його від гарячого асфальтобетону є більш високий вміст мінерального порошку і бітуму, а також високі температури приготування та укладання. Ремонтні роботи можуть здійснюватися в мороз за рахунок простих механізмів доставки та розподілу матеріалу (кохера і рециклери). Укладання здійснюється вручну без ущільнення. Може здатися, що вартість литого асфальтобетону в порівнянні з традиційним буде набагато вище, за рахунок підвищеного використання бітуму і мінерального порошку, але по суті

всі ці витрати компенсуються тривалим терміном експлуатації і простотою технології укладання [2, 3].



Рисунок 3 – Ямковий ремонт литим асфальтобетоном

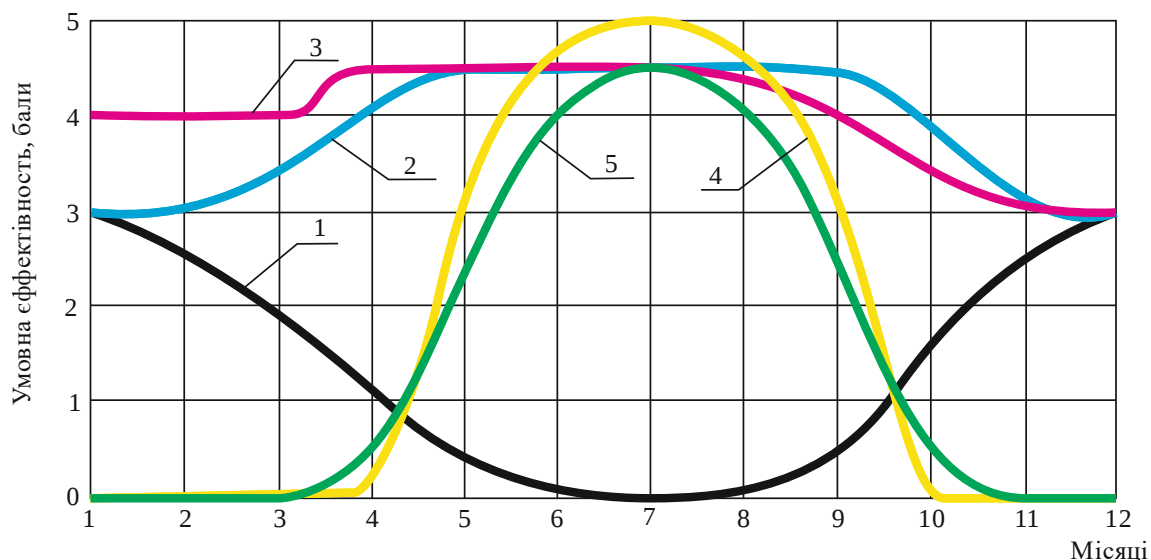
Ще одним прогресивним методом ямкового ремонту є струменево-ін'єкційний (рис. 4).



Рисунок 4 – Ямковий ремонт струменево-ін'єкційним методом

Суть його полягає в тому, що попередньо погрунтована бітумною емульсією вибоїна заповнюється ремонтною сумішшю, яка подається повітряним струменем під тиском. Переваг струменево-ін'єкційного методу дуже багато. По-перше, завдяки тиску і великій швидкості суміш проникає в усі нерівності і тим самим забезпечує відсутність повітряних порожнин і має хороше зчеплення з покриттям. По-друге, зникає необхідність трамбування, знову ж за рахунок щільного укладання матеріалу. Ну і по-третє, плюсом є те, що всі операції виконуються при використанні однієї машини. Даний спосіб ремонту можна застосовувати в будь-який час року, проте велику увагу потрібно приділити чистоті і сухості дефекту, тому що це грає важливу роль в якості виконаного ремонту [2, 3].

Таким чином, кожна з вищеописаних технологій має місце бути. Варто лише враховувати, що область ефективного застосування у кожної своя. Наприклад, у весняно-літній період явними перевагами володіють технологією струменево-ін'єкційного методу і гарячого асфальтобетону, а в зимовий період – холодного. Литий асфальтобетон, з економічної точки зору, абсолютно не вигідно використовувати в теплий період [2, 3].



1 – серобетон, 2 – гарячий асфальтобетон; 3 – литий асфальтобетон; 4 – локальна терморегенерація; 5 – струменево-ін'єкційний

Рисунок 5 – Порівняльна ефективність технологій ремонту дорожніх покриттів протягом року

Можна зробити висновок, що ремонт доріг можливий в будь-який час року, потрібно лише чітко дотримуватися технологію будівництва. Саме від того, наскільки правильно вибрана технологія і як добре вона дотримується, залежить результат виконаної роботи [2, 3].

Література:

1. Ямковий ремонт асфальтового покриття: етапи та технології: веб-сайт. URL: <https://planeta2000.com/uk/blog/post/amkovij-remont-asfal-tovogo-pokritta-etapi-ta-tehnologii/> (дата звернення: 10.03.2025).
2. Укладання холодного асфальтобетону своїми руками, класифікація, плюси і мінуси матеріалу: веб-сайт. URL: <https://1beton.in.ua/vydy-betonu/asfaltobeton/75-kholodnij-asfaltobeton.html> (дата звернення: 3.04.2025).
3. Практичний досвід використання сучасних технологій ремонту дорожнього покриття службою автомобільних доріг в Кіровоградській області. / Поліщук С.Ю., Настоящий В.А., Пашинський В.А., Яцун В.В. – Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Випуск №50, Одеса, 2015. – С. 306-310.

ЗАХОДИ ПІД ЧАС ЗИМОВОГО УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Волківський Б.В., ст. групи Д-51-24; Боцян І.І., ст. групи Д-36m1-22,
d1t22bis@stud.khadi.kharkov.ua*

*Науковий керівник: Догадайло О.О., к.т.н., доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Зима являється найбільш складним та не зручним періодом року не тільки для водіїв, а й для дорожніх організацій. На сто відсотків ніхто не забезпечить безперервний, безпечний, комфортний рух на автомобільних дорогах. Проте максимально наблизитися до цих умов можливо лише раціонально організувавши роботи по зимовому утриманню для кожної області окремо, знаючи особливості зимового періоду в тій чи іншій області.

Зимове утримання включає в себе комплекс заходів, що забезпечує захист доріг від снігових заносів, очищення доріг від снігу, боротьбу з зимовою слизькістю, захист доріг від снігових лавин. Головне завдання зимового утримання – забезпечення безперервного, безпечного та комфортного руху транспорту з швидкостями заданими для даної категорії. При цьому необхідно максимально полегшити, пришвидшити, здешевити боротьбу зі снігом та льодом. Для виконання вимог дорожньо-експлуатаційні служби проводять такі заходи:

- профілактичні – їх мета попередити або не допустити утворення снігових та крижаних відкладень на дорозі, ослабити зчеплення шару сніжно-крижаних відкладень з покриттям; підвищити зчіпні якості дорожніх покриттів при утворенні на них сніжно-крижаних відкладень, ущільненого снігу або ожеледної плівки за рахунок створення штучної шорсткості (профілактична обробка покриттів хімічними протиожеледними речовинами та інших);

- захисні – їх мета перекрити доступ снігу до дороги, застосування засобів захисту від хуртовинних перенесень і снігових лавин; головним критерієм якості снігозахисту вважають відсутність відкладень хуртовинного снігу на дорогах;

- заходи по видаленню вже виниклих сніжних і крижаних відкладень (очищення доріг від снігу та ліквідація зимової слизькості), а також заходи щодо зменшення впливу відкладень на рух (посипання обледенілій поверхні дороги фрикційними матеріалами).

Складність зимового утримання полягає в характеристиці умов, в яких доводиться вести боротьбу. Від складності зимового утримання залежить потреба витратах праці, матеріалів, енерго- та машиноресурсів, грошових потребах на утримання доріг взимку. В свою чергу складність зимового утримання від факторів, що можна поділити на 3 групи: природно-кліматичні, проектно-будівельні, експлуатаційні. В історії зимового утримання існує чимало фактів занесення доріг, зокрема в Україні майже щороку виникають проблеми з рухом через перемети. Весь комплекс заходів по зимовому утриманню дороги повинен забезпечувати умови для руху автотранспорту, максимально полегшити та здешевити виконання робіт з ліквідації зимової слизькості. Для виконання цих

вимог дорожня служба виконує профілактичні заходи, щоб не допустити або максимально ослабити виникнення зимової слизькості, запобігання виникнення снігових заносів шляхом влаштування постійних та тимчасових засобів снігозахисту, видалення снігових та льодових утворень на дорозі та зменшення їх впливу на автомобільний рух. В зимовий період перед дорожніми організаціями постає ряд задач, а саме: боротьба із сніговими заносами; очищення доріг від снігу; боротьба із зимовою слизькістю. Як показує практика, оптимальне планування робіт по видаленню снігу з проїзної частини і розподілу протиожедних матеріалів на покриття автомобільних доріг, здійснюється як не самий розповсюджений.

Снігозахист автомобільної дороги включає в себе перелік основних робіт:

а) виготовлення або придбання, зберігання, транспортування, виготовлення, зняття щитів;

б) формування снігових валів, траншей, стінок;

в) насадження, рубки догляду, реконструкція лісосмуг;

г) визначення снігозаносимих ділянок;

д) визначення обсягів снігоприносу.

Боротьба із сніговими заносами на дорогах полягає у встановленні снігозатримуючих або снігопередувних засобів в місцях дороги, що піддаються сніговим заносам. Для цього встановлюють снігозатримуючі щити, полімерні сітки, щити з хмизу, бортові кільця, снігозатримуючі забори, просторові засоби снігозахисту, висаджують лісосмуги. Постійні снігозахисні засоби проектують на обсяг сніговідкладень до кінця зимового періоду. Можливий обсяг сніговідкладень визначають за розрахунковим обсягом снігоприносу з урахуванням коефіцієнта втрат снігу від випаровування і сніготанення. Розрахункові параметри визначають з ймовірністю перевищення 5 %. Тимчасові засоби снігозахисту, а також снігоочищення повинні проектуватися на розрахункову хуртовину. За розрахункову приймається одинична хуртовина з розрахунковою вірогідністю перевищення. В одиничну хуртовину об'єднуються наступні одна за одною хуртовини з міжхуртовинним розривом (часом між закінченням попередньої хуртовини і початком наступної), що не перевищує директивного часу на снігоочищення, яке нормується вимогами і приймаються з урахуванням рівня утримання. Параметри розрахункової хуртовини (обсяги снігоприносу до снігозаносимих ділянок, тривалість) визначають з ймовірністю перевищення 5 %. Результати розрахунків параметрів діяльності хуртовини використовують для оцінки ефективності існуючого снігозахисту, вирішення питань посилення існуючих лісосмуг і проектування постійного або тимчасового снігозахисту для снігозаносимих ділянок.

Конструкції тимчасових снігозатримуючих перешкод слід вибирати так, щоб вони забезпечували затримання всього обсягу снігоприносу в розрахункову хуртовину. Якщо розрахунковий обсяг снігових відкладень в кінці зимового періоду (перед масовим таненням снігу) більше обсягу снігоприносу від розрахункової хуртовини, то необхідно передбачати відновлення траншей або перестановку перешкод для затримання всього принесеного до дороги снігу.

Дорожні організації, користуючись досвідом експлуатації дороги, встановлюють, як правило, щити (рисунок 1). Вони встановлюються в кінці осені на відстані від дороги, яка зазначена в нормативних документах. Потім після того, як висота накопленого снігу складатиме дві третіх висоти щита, їх переставляють.



Рисунок 1 – Снігозатримуючі щити

Ще одним із способів захисту доріг від снігових заносів являється висадження лісосмуги, що має кращий ефект ніж щити, та потребує менших затрат праці робітників – дорожників, але не дає результату перші декілька років, поки лісосмуга не виросте, в цей час використовують тимчасові засоби снігозахисту. Одним із снігозахисних пристроїв на дорогах є снігозатримуючі паркани. Вони відносяться до снігозахисних пристроїв довготривалого типу і призначені для затримання в зоні дії всього що приноситься до дороги протягом зимового періоду снігу. Залежно снігу снігозатримуючі паркани влаштовують висотою від 3 метрів до 7 метрів. Влаштування низьких парканів недоцільно, тому що в цьому випадку краще влаштовувати захист у вигляді щита. Якщо однієї з зим обсяги снігових відкладень виявляться більш розрахункового і може виникнути небезпека занесення дороги, то додатково до парканів слід застосувати пристрої сезонної дії – переносні щити або снігові траншеї.

В наш час очистка доріг від снігу проводиться за допомогою різної техніки, такої як: автогрейдери, плужні, роторні, фрезерно-роторні, шнекороторні снігоочисники. Очистка доріг від снігу включає в себе перелік основних робіт: патрульна, періодична, патрульно-періодична снігоочистка; видалення валів; розчищення занесених ділянок; розчищення доріг від лавин; робота на утримання машин та механізмів.

Снігоочисники, що входять в загін, розташовуються по ширині дороги так, щоб за один прохід сніг згребти з однієї смуги проїжджої частини від осі дороги за межі земляного полотна (рисунок 2).

Для періодичного та патрульного снігоочищення найбільш ефективно використовувати високопродуктивну техніку, тобто плужні або плужно-щіткові снігоочисники.



Рисунок 2 – Снігоочистка за допомогою спеціалізованої техніки

Їх використання найбільш ефективно по тонкому прошарку снігу, який щойно, незлежаного та нескатаного снігового покриву. Для патрульного очищення важлива висока швидкість, так як необхідно швидко очищати ділянки дороги при можливо меншому числі снігоочисників і, що найголовніше, виключити утворення снігових валів. По закінченню снігопадів, або в перервах між ними, в залежності від категорії дороги і величини перерви, машина здійснює проходи. Кількість проходів залежить від кількості снігу, його щільності, ширини робочого органу машини. В наш час боротьба з зимовою слизькістю, як правило, ведеться таким чином, що на дорозі розподіляють протиожеледні матеріали або піщано-соляну суміш після виникнення зимової слизькості (рисунок 3).



Рисунок 3 – Розподіл протиожеледних матеріалів

Основні роботи по боротьбі із зимовою слизькістю: придбання, виготовлення, зберігання, транспортування, розподіл протиожеледних матеріалів; механічна очистка; робота на утримання машин та механізмів. Основними видами заходів щодо боротьби зі снігопадами та зимовою слизькістю на дорогах є:

- захист проїжджої частини та узбіччя від відкладень на них снігу, що приноситься вітром із навколишньої місцевості;
- прибирання снігу з проїжджої частини та узбіччя;

- недопущення та ліквідація зледенінь на проїзній частині дороги;
- недопущення утворення лавин та заходи щодо їх ліквідації;
- недопущення утворення льоду та заходи щодо їх ліквідації [2].

В даний час на переважній більшості автомобільних доріг України більш-менш регулярно проводяться лише боротьба зі снігом, що спокійно випадає. Але цей вид боротьби може дати позитивні результати, коли застосовуються і заходи щодо боротьби зі снігом, що приноситься вітром до дороги з навколишньої місцевості. Застосовування в процесі проектування снігозахисних заходів щодо боротьби зі снігом, що переноситься, за принципом впливу на вітровий потік можна розділити на три групи: снегопропускаючі, снігозатримуючі, снігоізолюючі.

Здійснення снігозахисних заходів слід проводити за етапами.

Для нових доріг це має відбуватися так:

- у період вишукувань, як уже зазначено, необхідно вісь прокладати по найменш заносимих ділянках місцевості;
- у період складання проекту слід передбачити всі заходи постійної дії, а також сезонної та оперативної дії, намітити та запроектувати постійні опорні снігомірні пункти, що діють.

Для вже існуючих доріг при складанні проекту реконструкції весь процес по здійсненню снігозахисних заходів повинен проходити так само, як і для нових шляхів, якщо немає даних обстежень від спогозалежності дороги та натурних вимірів обсягів сніговідкладень. Найбільша ефективність і продуктивність при роботах з снігоочищення доріг можуть бути досягнуті тільки тоді, коли для кожної дороги, а можливо і для окремих її ділянок, що відрізняються за умовами снігоочищення від інших, будуть правильно обрані типи снігоочисників, розроблено схеми снігоочищення, призначено пункти стоянки снігоочисників. Але це вимагає складання проекту організації снігоочищення. Для доріг, що вже експлуатуються, такі проекти повинні складатися підрядними організаціями. Для доріг на стадії проектування, ці роботи повинні розробляється проектними організаціями для цієї ділянки [3]. Боротьба з зимовою слизкістю на дорогах має свою специфіку і вимагає застосування як різних методів цієї боротьби, так і різних матеріалів. Експлуатаційні підрозділи повинні, насамперед, встановити, які види зледеніння бувають на обслуговуваних ними дорогах, у які періоди ці явища виникають і які ділянки дороги найбільш небезпечні в період зледенінь.

Література:

1. ДСТУ 9185:2022. Настанова щодо утримування автомобільних доріг : К. : Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), 2022. 124 с.
2. Winter Maintenance Department of Transport Spells on drill for motorways and trunk roads. -Highways + Public Works, 2019, 49-50,1860/1.
3. Rocco V., Cidda C, Snow Removal and Ice Control on the Italian Turnpike Network. Transp. Res. Board Spec. Rept., 2022. 185 p.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРО ЗИМОВЕ УТРИМАННЯ ДОРІГ

*Волківський Б.В., ст. групи Д-51-24; Клець О.О., магістрант
d121ayv@stud.khadi.kharkov.ua*

*Наукові керівники: Догадайло О.О., к.т.н., доцент;
Догадайло Я.В., к.е.н., доцент*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Ефективність використання автомобільних доріг багато в чому визначається можливістю безпечного та безперебійного проїзду в будь-яку пору року, тому експлуатація автомобільних доріг є основною діяльністю відповідальних організацій. На жаль, у зимовий період поки не на всіх дорогах гарантовано стійкий проїзд з безперебійним рухом та з відповідними швидкостями.

Кожна дорога, що експлуатується, повинна задовольняти вимоги, що пред'являються їй нормативними та іншими технічними документами. На кожній автомобільній дорозі рух транспорту має бути: цілорічний; безперебійним; безпечним; зі швидкостями, що відповідають технічній категорії дороги; з навантаженнями, передбаченими для даного типу дорожнього одягу. Ці вимоги мають виконуватися й у зимовий період.

Встановимо якісні та кількісні значення цих вимог. Вимога «цілорічність» передбачає рух автомобільного транспорту у будь-яку пору року, в тому числі в зимовий період, і в будь-який час цього періоду: снігопад, хуртовина, відлига. Вимога «безперебійність» маєтись на увазі рух автомобільного транспорту без будь-яких перебоїв і затримок, будь-який місяць, день, годину і навіть хвилину, тобто дорога повинна пропускати рух автомобільного транспорту безперервно. Щодо вимоги до навантажень на дорожній одяг у зимовий період, у зв'язку із замерзанням ґрунту, створюються дуже сприятливі умови. Тому ця вимога не викликає сумнівів у його виконанні. Розрахункова швидкість руху автомобілів для кожної категорії дороги та рельєфу місцевості регламентується нормативними документами. Однак у процесі експлуатації дороги у зв'язку з появою на проїзній частині деформацій, наявності бруду, відкладень снігу і т. інш. дозволяється допускати зниження цієї швидкості, але до певної межі. Для підтримання всіх вимог в зимовий період, для забезпечення необхідних швидкостей руху, узбіччя повинні бути або чистими від снігу, або мати шар снігу допустимої товщини. Зрозуміло, що на узбіччях жодних снігових валів не повинно бути. Якщо на узбіччях буде шар снігу більший за певну товщину або на ній будуть навіть снігові вали, то така ділянка вже не може забезпечити необхідну швидкість руху автомобіля, і вона має бути відмічена інформаційно-вказівними знаками «Слизька дорога». Необхідно особливо підкреслити, якщо підрядні організації будуть виконувати всі ті роботи, згідно вимогам, то всі наведені вище вимоги автомобільного транспорту щодо цілорічного, безперебійного та безпечного руху з необхідними швидкостями та навантаженнями безумовно будуть виконані [1].

Основними факторами, що визначають особливості зимового утримання доріг, є: температури, наявність та потужність снігового покриву, а також його щільність і міцність, наявність та ступінь прояву відлиг та зимових дощів.

Як зазначено вище, наявність у зимовий період температур нижче нуля створює сприятливі умови щодо виконання вимог до навантажень на дорожній одяг, для виконання ж вимог щодо швидкостей і безпеки руху наявність таких температур створює необхідність прийняття відповідних і серйозних мір. Викликається це тим, що при температурі нижче нуля, не вживаючи необхідні заходи, створюються умови, які підвищують слизькість проїжджої частини, а це, у свою чергу, викликає зниження коефіцієнта зчеплення нижче допустимого.

Підвищення слизькості проїзної частини дороги при від'ємних температурах викликається наявністю на ній кірки льоду або прикатаного автомобільним транспортом шару снігу зі слизькою, обледенілою поверхнею. Всі види зледеніння поверхні проїжджої частини викликають зниження коефіцієнта зчеплення, менше допустимого. Зледеніння поверхні проїжджої частини доріг відбувається на всій території України і протягом усього періоду з від'ємними температурами, тобто пізньої осені, взимку та ранньою весною. Зледеніння можуть викликати будь-які від'ємні температури від мінус 1° і нижче. Наявність на проїзній частині доріг снігу створює умови: пухкий шар снігу перешкоджає руху автомобілів у зв'язку зі збільшенням опору коченню; щільний шар снігу навпаки дозволяє створити рівну поверхню, що сприяє зменшенню опору коченню, особливо па ґрунтових дорогах. Але поверхня щільного шару снігу, як уже вказано, перетворюється на зледенілу кірку і сильно знижує коефіцієнт зчеплення. Тому на проїжджої частини дороги, що має дорожній одяг, і особливо з покриттями, що дозволяють зчищати сніг, що випав повністю без порушення їх цілісності, таке очищення від снігу слід робити обов'язково. Необхідно також пам'ятати, що і прибирання снігу найбільш ефективно та економічне тоді, коли сніг має найменшу щільність та міцність. Основними видами заходів щодо боротьби зі снігом та льодом на дорогах є:

- захист проїзної частини та узбіччя від відкладень на них сніга, що приноситься вітром із навколишньої місцевості;
- прибирання снігу з проїжджої частини та узбіччя;
- недопущення та ліквідація зледеніння на проїзній частині дороги;
- недопущення утворення лавин та заходи щодо їх ліквідації;
- недопущення утворення льоду та заходи щодо їх ліквідації [2].

Перші три види заходів необхідні на всій території України; четвертий - у гірських районах Західної частини України; п'ятий вид заходів - боротьба з льодом – може виявитися необхідним тією чи іншою мірою майже на всій території. Найбільш небезпечні щодо утворення льоду гірські райони.

З усіх зазначених вище заходів найважливішими у забезпеченні вимог щодо швидкостей та безперебійного та безпечного руху автомобілів є перші два: захист від снігу та снігоприбирання.

Слід зазначити також, що хоча найбільш важливими є два заходи: захист від снігу, що приноситься вітром та снігоприбирання, однак, перше з них вимагає

значно більших зусиль та більших витрат, ніж друге. Викликається це тим, що при снігопадах на проїзній частині та узбіччях весь зимовий період може утворитися сніжний покрив (якщо його не прибирати) завтовшки до 1,0 метра. За один же снігопад цей покрив може досягти товщини максимум 0,3 м.

При сучасних засобах снігоочищення видалити такий шар снігу не складає великої праці. І при правильно організованій службі снігоочищення через це не може бути перерви в русі. Навіть може не бути великого зниження швидкостей.

Інша справа – сніг, що переноситься. На один погонний метр дороги за весь зимовий період може принестись немаленький об'єм. Боротися з такою кількістю снігу одними снігоочисниками вже неможливо тому доводиться застосовувати снігозахисні заходи. Питання у боротьбі зі снігом на дорогах відіграє першорядну роль. В даний час на переважній більшості автомобільних доріг України більш-менш регулярно проводяться лише боротьба зі снігом, що спокійно випадає. Але цей вид боротьби може дати позитивні результати, коли застосовуються і заходи щодо боротьби зі снігом, що приноситься вітром до дороги з навколишньої місцевості. Одні із заходів боротьби на автомобільних дорогах - придорожні снігозахисні насадження, переносні щити та огорожі. Оскільки в даний час ці заходи, особливо паркани, застосовуються поки в недостатній мірі, то на дорогах виникають перерви в русі автотранспорту та сильне зниження його швидкостей. Це викликає загальнодержавні збитки, і не тільки по автомобільному транспорту, але і по всіх підприємствах, що користуються послугами автотранспорту. Вищевказане показує, що найважливішим завданням в боротьбі зі снігом є снігопринос до дороги з навколишньої місцевості. Слід відразу попередити, що це завдання для автомобільних доріг є дуже важким.

Здійснення снігозахисних заходів повинно починатися з періоду вишукувань, коли траса повинна прокладатися по ділянкам з найменшим снігоприносом. Застосовування в процесі проєктування снігозахисних заходів щодо боротьби зі снігом, що переноситься, за принципом впливу на вітровий потік можна розділити на три групи: снегопропускаючі, снігозатримуючі, снігоізолюючі. Заходи снегопропускаючої дії засновані на безперешкодному пропуску снігу, що переноситься вітром, через основну смугу руху на дорозі. Перенесення це може здійснюватися або нормальним вітровим потоком або надання йому підвищених швидкостей. На вплив і перенесений сніг нормального вітрового потоку розраховані рекомендації щодо влаштування підтримки поперечного профілю дороги з оптичним описом: розкриті дрібні виїмки; дрібні виїмки, оброблені під насип; надання укосам снігової траншеї на проїзній частині пологих ухилів. Слід зазначити, що ці заходи лише знижують ступінь снігозаносимості даної ділянки дороги, а не усувають її.

Заходи снігоізолюючої дії засновані на недопущенні попадання снігу на дорогу як з боків, так і зверху. До цих заходів відносяться навіси, галереї та тунелі. Всі вони застосовуються, найчастіше, на ділянках падіння лавин.

За терміном служби снігозахисні заходи можна розділити на такі 4 групи;

– постійні – прокладання доріг по найменш заносимих ділянках місцевості, влаштування снігонезаносимих насипів та снігонезаносних виїмок;

– довготривалі – комплексний метод снігозатримання на полях і біля доріг, постійні залізобетонні паркани, кам'яні стінки, земляні вали, придорожні снігозахисні лісонасадження, вітронеправляючі пристрої;

– сезонні – переносні решітчасті щити, що виставляються з осені; посів високостеблових рослин;

– оперативні – переносні решітчасті щити, якщо вони виставляються вже взимку, як допоміжні до інших видів снігозахисту; створення снігових валів, траншей, стінок [3].

Для проєктування снігозахисних заходів довготривалої дії потрібні дані про снігозаносимих ділянках та можливі на них обсяги сніговідкладень. Ці дані повинні бути отримані лише на підставі 2-х та 3-річних спостережень на вже побудованій та введеній в експлуатацію дорозі та натурних вимірів сніговідкладень за той же термін на всіх снігозаносимих ділянках, для чого на них повинні бути встановлені тимчасові снігомірні пункти. Тільки після цього слід скласти проєкт заходів боротьби зі снігоприносом довгострокової дії. Для вже існуючих доріг при складанні проєкту реконструкції весь процес по здійсненню снігозахисних заходів повинен проходити так само, як і для нових шляхів, якщо немає даних обстежень від спогозалежності дороги та натурних вимірів обсягів сніговідкладень. Якщо останні є, і за достатню кількість років, то при складанні проєкту реконструкції дороги повинні одразу проєктуватися снігозахисні заходи довготривалої дії. На той же період, поки довготривалі заходи будуть здійснюватися, слід запроектувати сезонні та оперативні заходи. Для доріг, що вже експлуатуються, такі проєкти повинні складатися підрядними організаціями. Для доріг на стадії проєктування, ці роботи повинні розроблятися проєктними організаціями для цієї ділянки [4].

Експлуатаційним організаціям доцільно, насамперед, встановити, які види зледеніння бувають на дорогах, що обслуговуються ними, в які періоди вони виникають і які ділянки автомобільної дороги найбільш небезпечні в ці періоди.

Література:

1. Настанова щодо утримування автомобільних доріг : ДСТУ 9185:2022. – К. : Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), 2022. Національний стандарт України.

2. Методичні вказівки до курсового проєкту «Технологія та організація утримання та ремонту автомобільних доріг» з дисципліни «Експлуатація автомобільних доріг» для студентів напрямку 6.092100 «Будівництво» (спеціальності «Автомобільні дороги та аеродроми») / С.Г. Михович, Є.Д. Прусенко, М.С. Стороженко, А.В. Сєдов, Н.С. Арінушкіна, Т.М. Грищенко, І. В. Кіяшко. Харків : ХНАДУ. 83 с.

3. Автомобільні дороги. Види та переліки робіт з ремонтів та експлуатаційного утримання : ДСТУ 8747:2017. [Чинний від 2022-01-01]. К. : ДП «ДерждорНД», 2017. (Державний стандарт України).

4. Державні будівельні норми. Частина І. Проєктування. Частина ІІ. Будівництво : ДБН В.2.3.-4:2015. Зміна №1..2 Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА РОЗВИТОК ДЕФОРМАЦІЙ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Гарбуз В. В., ст. групи Д-42-21

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На даний час на автомобільних дорогах України, як і в цілому світі, переважають нежорсткі дорожні одяги з асфальтобетонними шарами. Такі дорожні одяги нерідко під дією транспортного навантаження досить швидко руйнуються та вимагають передчасних ремонтів (рис. 1).



Рисунок 1 – Конструкція дорожнього одягу

Під час експлуатації автомобільної дороги в результаті впливу природно-кліматичних факторів, характеристик будівельних матеріалів та постійного зростання інтенсивності руху зі швидкістю і вантажопід'ємністю автотранспортних засобів конструкція дорожнього одягу, навіть при дотриманні норм проектування та будівництва, втрачає поздовжню та поперечну рівність. В ній відбувається інтенсивне накопичення пластичних деформацій, в наслідок чого різко підвищується динамічний вплив від руху автомобілів на конструкцію дорожнього одягу та знижується безпека руху [1].

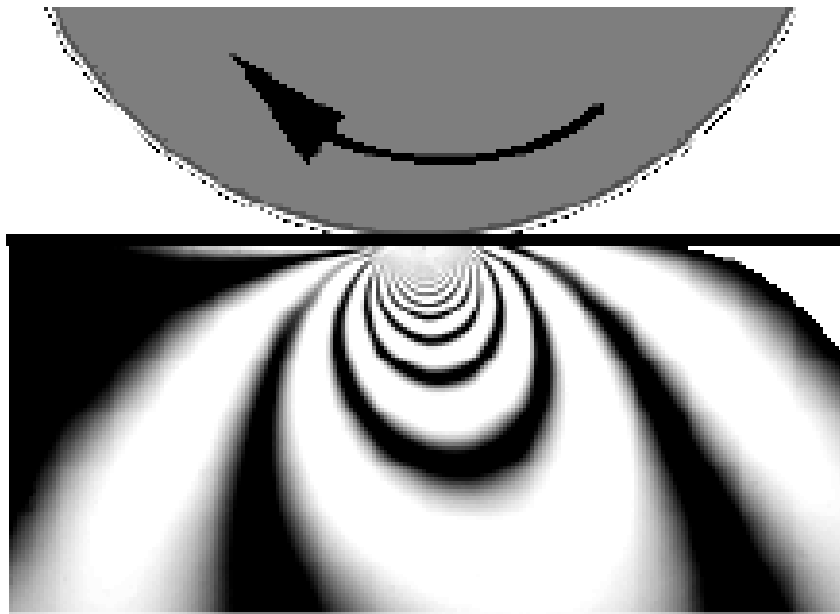
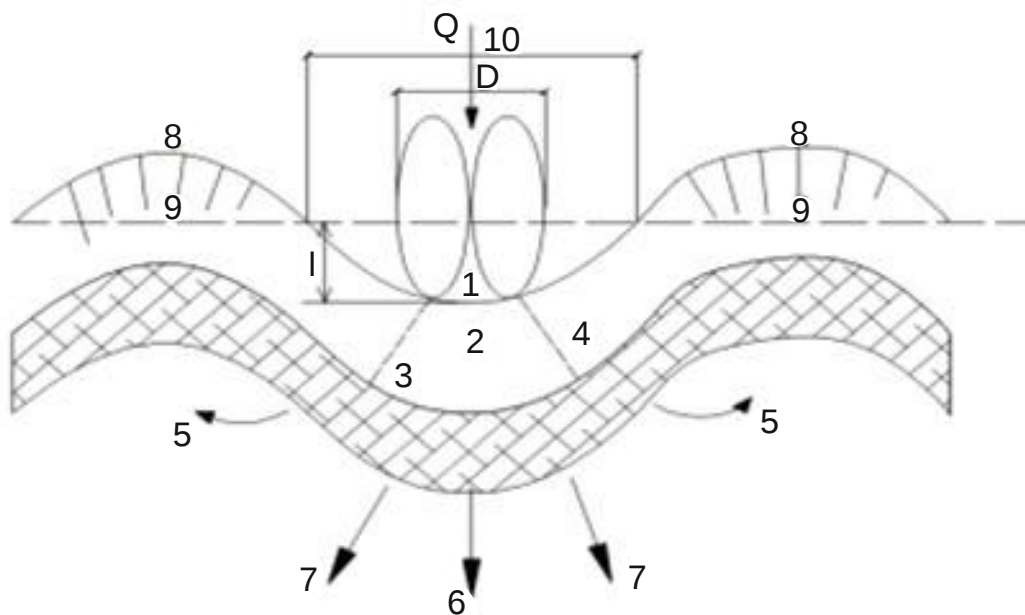


Рисунок 2 – Характер розподілення деформацій в ізотропній моделі конструкції автомобільної дороги під колесом транспортного засобу



1 – осадка дорожнього одягу; 2 – стиск, 3 – розтягування, 4 – зріз, 5 – випирання,
6 – ущільнення ґрунту, 7 – напрям стиснення ґрунту, 8 – розтягування, 9 – тріщини,
10 – чаша прогину

Рисунок 3 – Деформація дорожнього одягу [2]

При експлуатації дорожнього покриття на його поверхні з'являються й накопичуються різні пластичні деформації у вигляді колії (рис. 4), що пов'язане з недостатньою деформаційною стійкістю асфальтобетонних шарів, незв'язних шарів та основи конструкції дорожнього одягу [3].

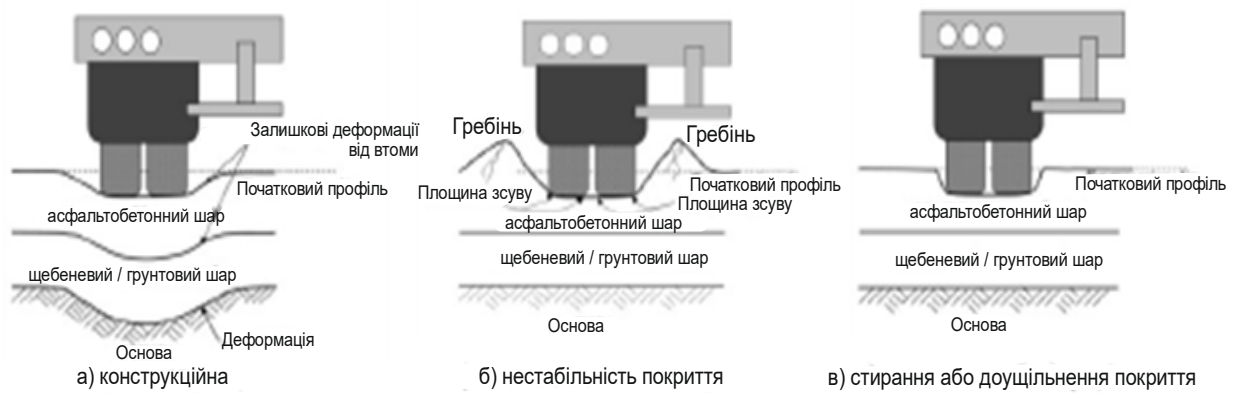


Рисунок 4 – Пластичні деформації конструкції нежорсткого дорожнього одягу

Процес утворення колії супроводжується накопиченням залишкових деформацій і структурних руйнувань і може відбуватися як в одному, так й у декількох шарах дорожньої конструкції, рис. 5 [3].



Рисунок 5 – Колійність на дорожньому покритті

Одним з факторів, що впливають на несучу здатність і термін дії дорожнього одягу, є модуль пружності його конструктивних шарів, зокрема основи. Циклічні навантаження від автотранспорту на дорожнє покриття, викликають її деформації.

Тенденція навантаження на конструкцію дорожнього одягу свідчить про вплив великовантажних транспортних засобів з осьовими навантаженнями, що перевищують розрахункове, установлене чинними нормативними документами на проектування нежорстких дорожніх одягів [1].

Конструкція нежорсткого дорожнього одягу сприймає різні види статичного й динамічного впливу від навантаження коліс автомобільного транспорту, що

призводить до зворотних та незворотних деформацій, від характеру й величини яких залежить термін служби [1, 2] автомобільної дороги.

Крім того, зменшення розміру зерен мінеральної частини носить лінійний характер зниження величини опору зсуву, як наслідок на процес колієутворення впливає певний підбір матеріалів, вибір складу суміші, ступінь ущільнення, що дозволяє створити твердий структурний каркас. З огляду на зовнішні фактори впливу у вигляді температури й транспортного навантаження, взаємозалежні із внутрішніми процесами зміни структури й складу асфальтобетону, а також з технологією будівництва й конструкцією нежорсткого дорожнього одягу, можна прогнозувати утворення деформацій в шарах дорожнього одягу.

Література:

1. Гаркуша М. В. Сучасні аспекти підвищення колієстійкості нежорсткого дорожнього одягу / Мозговий В. В., Онищенко А. М., Гаркуша М. В., Аксьонов С. Ю. // Автошляховик України. Київ 2012. № 5С. 25-30.
2. Гамеляк І. П. Аналіз транспортно-експлуатаційних показників стану автомобільних доріг державного значення / Гамеляк І. П., Райковський В. Ф. // Автомобільні дороги. К., 2014. Вип. 1. (237). С. 24-28.
3. Гаркуша М. В. Підвищення колієстійкості нежорстких дорожніх одягів за рахунок укріплення ґрунтів основи / Гаркуша М. В. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2012. Вип. № 47. С. 47-53.
4. Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. ГБН В.2.3-37641918-559:2019. [Чинний від 2018-12-01]. К.: Держбуд України, 2018. 44 с. (Національний стандарт України).

СУЧАСНІ АСПЕКТИ ВЛАШТУВАННЯ ШАРІВ ЗНОСУ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Гончарова Д.В. ст. групи Д-42-21
darinagoncharova254@gmail.com

Харківській національний автомобільно-дорожній університет
Аринушкіна О.О. асистент
lenaarinushkina@gmail.com
Харківській національний автомобільно-дорожній університет

Захисні шари зносу – тонкі шари, які влаштовують поверх верхнього шару покриття автомобільних доріг усіх категорій, для відновлення шорсткості, підвищення рівності та водонепроникнення, попередження утворенню руйнувань та зносу.

Захисні шари зносу влаштовуються при новому будівництві автомобільних доріг, реконструкції, ремонтах та експлуатаційному утриманні. Вони призначені для подовження міжремонтних строків, експлуатації покриттів дорожніх одягів, забезпечення комфортного руху, покращення шорсткості та рівності покриття, для захисту покриття від впливу погодних чинників (температура, вологість, опади, ожеледиця). В цілому, влаштування захисних шарів зносу подовжує термін служби покриття автомобільних доріг на 5 років, а вартість в середньому в 3 рази менше ніж нового асфальтобетонного покриття.

В залежності від матеріалів захисні шари зносу поділяють на види:

- захисні шари зносу із сумішей асфальтобетонних гарячих щільних згідно з ДСТУ Б В.2.7-119;
- захисні шари зносу із сумішей асфальтобетонних щебенево-мастикових згідно з ДСТУ Б В.2.7-127;
- захисні шари зносу із сумішей литих емульсійно-мінеральних;
- поверхневі обробки.

За товщиною захисні шари зносу поділяють на типи:

- тонкі – понад 10 мм до 40 (50) мм включно;
- надтонкі – понад 5 мм до 10 (15) мм включно.

На етапі виконання поточного ремонту, найбільш поширеними є холодні емульсійно-мінеральні суміші, різного складу, що широко застосовуються для будівництва шарів зносу та захисних шарів дорожнього одягу. Суть даної технології полягає в нанесенні на поверхню покриття шару емульсійно-мінеральної суміші литої консистенції товщиною 2 – 15 мм.

Залежно від конкретного складу, технології вживання в різних країнах ці суміші називають литими емульсійно-мінеральними сумішами (ЛЕМС), «Сларрі Сіл», литий холодний мікроасфальт, рапід-асфальт та ін. Перевага цих шарів полягає в порівняно простій технології влаштування, малій витраті матеріалів, високій продуктивності при укладанні, невеликих перешкодах для руху транспорту по ділянці, де ведуться роботи.

Основні компоненти ЛЕМС: кам'яний матеріал оптимального складу, мінеральний наповнювач і полімер-бітумна емульсія, крім того для підвищення ефективності перемішування в суміш додається вода.

У якості в'язучого для виробництва ЛЕМС, потрібно застосовувати катіонні бітумні чи модифіковані бітумні емульсії з середньою або повільною швидкістю розпаду. В якості модифікаторів для модифікованих бітумних емульсій використовують дивінілстирольні, стирол-бутадієн-стирольні, стирол-ізопрен-стирольні полімери. Вміст модифікаторів у залишковому в'язучому бітумної емульсії повинен бути в межах 2,5 – 5 % від маси бітуму.

Товщина шару, що укладається: для піщаної ЛЕМС – 5 – 10 мм з витратою 20 – 25 кг/м², для щебеневої 10 – 15 мм з витратою 25 – 30 кг/м².

Ущільнення ЛЕМС не потрібне. Термін служби такого шару біля п'яти років. Сукупність переваг ЛЕМС типу «Сларрі Сіл»:

- щільна однорідна суміш, нанесена на покриття, а не «приклеєний» кам'яний матеріал при традиційних поверхневих обробках;
- холодна технологія, що не вимагає нагріву матеріалів, у тому числі запобігаючи старінню бітуму;
- можливість використання вологого матеріалу і зволоженого покриття;
- можливість «лікування» без спеціальної підготовки волосяних і середніх тріщин, неприступна іншим технологіям;
- можливість ремонту руйнувань поверхневої обробки;
- технологія, що дозволяє поліпшити властивості бітуму, що використовується, в процесі приготування емульсії;
- відсутність «винесення» кам'яного матеріалу (ефект розбитих лобових стекол);
- відсутність необхідності перестановки бортового каменю на ділянках доріг, що проходять по населених пунктах, в заїзних кишенях автобусних зупинок, на мостах і т.д.;
- можливість усунення колійності покриття;

Застосування поверхневих обробок на автомобільних дорогах при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху транспорту менше ніж 1000 авт/добу проводиться в усіх дорожньо-кліматичних зонах України з обов'язковим обґрунтуванням видів поверхневої обробки та технологій виконання робіт в залежності від типу і стану існуючого покриття.

Поверхнева обробка дорожніх покриттів – це спосіб створення шорсткої поверхні покриття та влаштування шару зносу або захисного шару шляхом нанесення на покриття тонкої плівки органічного в'язучого, розподілення високоякісного щебеню та його ущільнення. В багатьох країнах поверхневу обробку називають Chip Seals – щебеневі захисні (ізолюючі) шари.

В'язучий матеріал фіксує щебінь на поверхні покриття, забезпечує його герметичність та одночасно знижує та стабілізує швидкість деградації верхнього шару старого покриття. Щебінь забезпечує контакт з колесами автомобіля, сприймає їх стискаючу та істираючу дію та захищає верхній шар покриття від зносу. При цьому немає безпосереднього контакту колес автомобіля з в'язучим.

Поверхневі обробки використовуються:

- як профілактичний шар, що закриває та вберігає в погану погоду основні конструктивні шари дорожніх покриттів від передчасного руйнування;
- як шар зносу, схильний до стирання в процесі руху;
- як верхній шар дорожнього покриття з характеристиками шорсткості, що забезпечують зчеплення та добре дренажування поверхневих вод, які приводять до значного пониження порогу аквапланування та створюють завдяки підвищенню питомому тиску опір формуванню ожеледиці.

До переваг поверхневої обробки можна віднести:

- дбайливе відношення до ресурсів;
- велику потужність на одиницю поверхні;
- невелике перешкоджання руху при високому рівні завантаження дороги;
- низькі витрати по вдосконаленню дорожніх покриттів.

Метод поверхневої обробки з використанням бітумної чи модифікованої бітумної емульсії заключається в укладанні шарів емульсії і щебеню, що чередуються, з постійним ущільненням катками. Кількість шарів, фракція щебеню і в'язкість самої бітумно-полімерної емульсії визначаються завантаженістю дороги, якістю основи і іншими чинниками.

Розрізняють декілька видів поверхневих обробок, кожна з яких має свою сферу найбільш ефективного застосування.

1. Одношарова поверхнева обробка з одноразовим розподіленням в'язучого та щебеню. Використовується для створення шорсткої поверхні та шару зносу дорожнього одягу з достатньою міцністю. Найчастіше вона влаштовується із щебеню фракції 5 – 10 мм.

2. Одношарова поверхнева обробка з подвійним шаром щебеню. На шар нанесеного в'язучого спочатку розсипають крупну фракцію щебеню, прикочують котком, а потім розсипають більш дрібну фракцію щебеню та ущільнюють. Використовується на дорогах з інтенсивним рухом та високою швидкістю руху. Така поверхнева обробка сприяє поліпшеній герметичності покриття, усуненню дрібних нерівностей та деформацій, краще розподіляє зусилля від коліс автомобілів. Особливо ефективно така обробка працює на хорошій жорсткій основі.

3. Двошарова поверхнева обробка. На перший шар розлитого в'язучого розсипають крупну фракцію щебеню та ущільнюють. Потім розливають другий шар в'язучого, розсипають більш дрібну фракцію щебеню остаточно ущільнюють. Використовується на покриттях з недостатньою міцністю, при наявності сітки тріщин, ямковості, колійності, при високій інтенсивності руху, тобто в тих випадках, коли необхідно не тільки створити шорсткий шар зносу та захисний шар, але і покращити рівність, підвищити міцність та зсувостійкість. Використовується також на цементобетонних покриттях.

4. Поверхнева обробка типу ЩВЩ – щебінь- в'язуче-щебінь. На покриття розсипають щебінь більш крупної фракції, потім розподіляють в'язуче, розсипають щебінь мілкої фракції та ущільнюють. Структура шару поверхневої обробки прирівнюється до одношаровою поверхневої обробки, влаштованої

шляхом розливу в'язучого та подвійним розсипом щебеню. Така поверхнева обробка рекомендується при неоднорідному по рівності покритті для його вирівнювання та деякого посилення. Застосовується на дорогах другорядного, місцевого значення.

Вид поверхневої обробки, розмір фракцій щебеню, його гранулометричний склад та фізико-механічні властивості, а також вид складу та дозування в'язучого обирають в залежності від стану покриття та всього дорожнього одягу, інтенсивності та складу руху на дорозі.

За європейськими стандартами застосовують розмір фракцій щебеню 2/5, 5/8, 8/11, 11/16. Проте останніми роками намітилася тенденція до переходу на більш дрібні розміри і більш вузькі фракції щебеню, близькі до європейських стандартів.

Для поверхневої обробки найбільш ефективна катіонна емульсія 60 - 70 % концентрації. Вона достатньо в'язка при нормальній температурі повітря, щоб не стікати в поглиблення на покритті при наявності значних деформацій та пошкоджень і в той же час дозволяє за один розлив забезпечити дозування в кількості, необхідній для укладки щебеню в один шар. Оскільки такі емульсії мають порівняно високу в'язкість, їх перед застосуванням підігрівають до температури від 50 °C до 70 °C для зручності обробки.

Поверхневу обробку зазвичай влаштовують влітку в суху погоду при температурі повітря не нижче 15 °C. Допускається виконувати роботи при температурі повітря 5 °C навесні та 10 °C восени. При використанні в якості в'язучого бітумної емульсії поверхневу обробку можна виконувати на вологому покритті та при невеликому дощі. При сухій спекотній погоді покриття зволожують (0,5 л/м²) безпосередньо перед основним розливом емульсії.

Влаштування поверхневої обробки можливо з синхронним чи роздільним розподілом в'язучого та щебеню.

При роздільному розподілі спочатку емульсію розливають в кількості 30 % норми і розсипають 70 % норми щебеню. Відразу після цього розливають решту кількості емульсії (70 %) і розподіляють щебінь, що залишився. Щебенерозподільник повинен рухатись якомога ближче до автогудронатору і розсипати щебінь перед собою.

Розподіл щебеню необхідно виконувати якнайшвидше після розливу в'язучого. Тому, щебенерозподільник повинен йти відразу за гудронатором. Розподільники щебеню бувають самохідними або навісними на автомобілях-самоскидах. У будь-якому випадку розподільник щебеню працює за схемою «від себе», тобто так, щоб його колеса рухалися по вже розподіленому щебеню, а не по шару в'язучого. Для цього автомобіль з навісним розподільником рухається заднім ходом.

Ущільнення (самохідні катки на пневмоходу або з обгумованими вальцями роблять 4 – 5 проходів з швидкістю до 5 км/год) починається з моменту початку розпаду емульсії і закінчується у момент його закінчення. У процесі ущільнення необхідно враховувати особливості влаштування різних видів поверхневих обробок. Прості поверхневі обробки з подвійним розподілом щебеню

ущільнюють тільки після другого розподілу щебеню. Обидва шари повинні дуже швидко укладатися один за одним, а подальше ущільнення проводиться дуже інтенсивно п'ятьма проходами котка по одному сліду. При поверхневих обробках типу сендвіч перший шар щебеню також не ущільнюється і ущільнення починається після розподілу другого (верхнього) шару щебеню. При подвійних обробках ущільнення починається після першого розподілу щебеню. Потім негайно укладається і ущільнюється другий шар.

Література:

1. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні Дороги. Київ, Мінрегіонбуд України, 2015 – 91 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.3-38:2016 Настанова з влаштування захисних шарів зносу покриття дорожнього одягу автомобільних доріг. – [Чинний від 2017-04-01]. – К.: Державний стандарт України, 2017. – (ДП «УкрНДНЦ»).
3. ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. – К.: Державний стандарт України, 2011 – 45 с. – (Національний стандарт України).
4. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебеневі-мастикові. Технічні умови. – [Чинний від 01.07.2016]. К.: Мінрегіон України, 2015. – 30 с. – (Національний стандарт України).

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ САМОСХІДНИХ СКРЕПЕРІВ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

Горбань С.А., ст. групи Д-41-21

gorbansvetlana437@gmail.com

Неупокоева М.Р., ст. групи Д-42-21

mirosh1927@gmail.com

Костін Д.Ю., к.т.н., доцент

dmitric2008@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Самохідні скрепери пройшли значну еволюцію від своїх перших моделей, що використовувалися на початку 20-го століття. Спочатку вони були оснащені механічними системами управління, що обмежувало їх функціональність та ефективність. З часом, з розвитком технічних технологій, на ринок вийшли гідравлічні системи, що значно полегшили управління роботою і підвищили ефективність виконання завдань.

Скрепер — це землерийно-транспортна машина, призначена для зрізання ґрунту, його переміщення, укладання у відвал або відсипання в місце призначення. Сучасні самохідні моделі, на відміну від причіпних, володіють більшою маневровістю, автономністю та здатні ефективно працювати на великих площах.

Швидке завантаження, висока швидкість руху та можливість завантаження та вивантаження на ходу забезпечують малу тривалість циклу, дозволяючи колісним тракторам-скреперам стабільно забезпечувати високу продуктивність за мінімальних витрат на тонну.

Земляні роботи відіграють ключову роль у процесі будівництва різних інфраструктурних об'єктів, включаючи дороги, греблі, аеродроми та промислові майданчики. Ефективність цих робіт залежить від використання сучасної техніки, яка дозволяє оптимізувати процес розробки, транспортування та укладання ґрунту. Одним із найбільш продуктивних видів будівельної техніки для виконання земляних робіт є самохідні скрепери.

Земляні роботи — важливий етап, що включає влаштування земляного полотна, яке складається з виїмок, насипів та укосів. Від якості їх виконання залежить міцність, стійкість та довговічність майбутньої дороги. Для виконання цих робіт використовується різноманітна землерийно-транспортна техніка, серед якої особливе місце займають сучасні самохідні скрепери.

Сучасні самохідні скрепери характеризуються багатофункціональністю, що дозволяє їм виконувати кілька завдань одночасно. Вони здатні виїмувати ґрунт, транспортувати його на значні відстані та рівномірно розподіляти його на заданій площі.



Рисунок 1 – Сучасна модель самосхідного скрепера

Це суттєво скорочує необхідність використання додаткової будівельної техніки, що, своєю чергою, сприяє зниженню експлуатаційних витрат і підвищенню загальної ефективності будівництва.

Однією з ключових переваг сучасних скреперів є їх висока продуктивність. Завдяки потужним двигунам, покращеним трансмісіям та ефективним системам управління вони здатні обробляти великі обсяги ґрунту за короткий проміжок часу. Це дозволяє суттєво скоротити тривалість виконання земляних робіт, що є особливо важливим при реалізації масштабних будівельних проектів із жорсткими термінами виконання.

Універсальність є ще однією важливою характеристикою самохідних скреперів. Вони здатні працювати в різних умовах – від м'яких ґрунтів до твердих скельних порід. Завдяки спеціальним пристроям для подрібнення твердих матеріалів та системам контролю за рівнем завантаження, скрепери можуть ефективно функціонувати навіть у складних геологічних умовах. Це робить їх незамінними при будівництві транспортної та гідротехнічної інфраструктури.

Економічна ефективність експлуатації сучасних скреперів також є важливим фактором їх широкого застосування. Завдяки можливості поєднання декількох етапів земляних робіт в одній машині, зменшується потреба в залученні додаткової техніки, а отже, скорочуються витрати на паливо, технічне обслуговування та ремонт. Крім того, сучасні моделі оснащені енергоефективними двигунами, що сприяє зниженню рівня витрати пального та зменшенню викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Важливу роль у підвищенні ефективності роботи скреперів відіграє автоматизація процесів. Багато сучасних моделей оснащені системами GPS-

навігації, які дозволяють контролювати точність виконання земляних робіт, а також системами автоматичного керування, що мінімізує вплив людського фактора.

Екологічна складова використання самохідних скреперів також заслуговує на увагу. Завдяки оптимізованому витраченню пального та сучасним технологіям зменшення викидів, вони сприяють зниженню негативного впливу на довкілля. Крім того, точний контроль висоти зрізу ґрунту дозволяє зменшити ризик зайвого розорювання територій та ерозії земель.

Безпека операторів під час роботи з самохідними скреперами також є важливим фактором. Сучасні моделі оснащені просторими кабінами з системами кондиціонування повітря, що забезпечує комфортні умови для роботи. Крім того, вони обладнані камерами заднього виду, системами автоматичного гальмування та іншими засобами безпеки, що знижує ризик аварійних ситуацій.

ВИСНОВКИ

Як відомо, застосування машин дозволяє підвищити продуктивність праці в десятки, сотні і навіть тисячу разів у порівнянні. На сам перед це стосується потужних машин. Тому виникає необхідність створення високопродуктивних машин. Особлива увага звернена на підвищення одиничної потужності і продуктивності машин, розширення випуску потужних самохідних землерийно-транспортних машин, ручного механізованого інструмента як основи підвищення ефективності виробництва і зростання продуктивності праці.

Отже, використання сучасних самохідних скреперів у земляних роботах забезпечує низку переваг, серед яких висока продуктивність, економічна ефективність, універсальність, безпека та екологічність. Всі ці аспекти є дуже важливими в сьогоденні час. Людство не стоїть на місці і дедалі частіше створює нові технології, щось удосконалює, покращує чи додає. Це дозволяє оптимізувати виконання будівельних завдань, за рахунок автоматизації деяких процесів, на відміну від старих, виконувати роботи більш якісно та в коротші терміни. Завдяки постійному вдосконаленню технологій, скрепери стають дедалі ефективнішими, що робить їх невід'ємною частиною сучасного будівництва.

Література:

1. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. – К. : Мін регіон України, 2015. – 52 с.
2. Руденко, В. І. Технологія та організація дорожньо-будівельних робіт: підручник / В. І. Руденко, М. В. Костюк. – Львів: Видавництво НУ «ЛП», 2019. – 320 с.
3. Коваль, О. П. Будівельні машини і обладнання: навчальний посібник / О. П. Коваль. – Харків: ХНАМГ, 2017. – 212 с.
4. Григоренко, А. М. Машини для земляних робіт: навч. посіб. / А. М. Григоренко, С. П. Швець. – К. : Видавництво Ліра-К, 2020. – 248 с.

НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ТРІЩІНОТВОРЕННЯ НА СТАН АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Демченко І.С., ст. групи Д-36м1-22

demshenko04@gmail.com

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,

kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Найбільш поширеними на території України є покриття, що влаштовуються із застосуванням асфальтобетону. Переваги асфальтобетону як будівельного матеріалу полягають у простоті та технологічності виготовлення широкого спектру сумішей з різними фізико-механічними властивостями, а також у можливості повної механізації процесів при будівництві та ремонті доріг. Крім того, можливість забезпечення високої комфортабельності руху автотранспорту по покриттях з асфальтобетону та можливості повторного використання цього унікального матеріалу.

Поряд з високими технологічними та експлуатаційними показниками асфальтобетонні покриття мають і суттєві недоліки – високу чутливість до температурно-вологісних впливів, безперервну зміну міцності та деформативних характеристик у часі у зв'язку з природним старінням в'язучого, що суттєво ускладнює прогнозування їх довговічності тощо.

Численні дослідження показують, що умови роботи дорожнього одягу з такими покриттями значною мірою визначаються фізико-хімічними, механічними та погодно-кліматичними факторами, внаслідок спільної дії яких відбувається зміна якісних характеристик покриття в процесі експлуатації. При вивченні особливостей роботи дорожніх покриттів з асфальтобетону не можна розглядати ізольований вплив на них лише однієї окремої групи факторів, вони повинні розглядатися комплексно, тому що в комплексі результат впливу різко відрізняється від впливу кожного з факторів окремо [1].

Асфальтобетон в конструкції дорожнього одягу завжди знаходиться в напруженому стані, дана обставина пов'язана з тим, що напруги, що виникають в ньому, ніколи повністю не релаксують. При постійній наявності в асфальтобетонному покритті залишкової напруги покриття буде руйнуватися. Руйнування у вигляді тріщин відбудеться, коли сумарна деформація асфальтобетону, що накопичилася в покритті, збігається з граничним значенням за тривалістю для даного матеріалу. На деформацію асфальтобетону в конструкції дорожнього одягу, що визначається за залишковою напругою, впливатимуть: температурні деформації, деформації вигину покриття при проїзді по ньому коліс автомобілів, пластичні деформації основи.

Тріщини є найбільш небезпечним видом руйнування дорожнього покриття з точки зору порушення його суцільності.

Досвід експлуатації автомобільних доріг із асфальтобетонним покриттям показує, що перші тріщини у них утворюються протягом першого року

експлуатації. Ці первинні тріщини практично визначають весь подальший процес тріщиноутворення у часі та їх фіксація становить наукову цінність для прогнозування довговічності асфальтобетонних покриттів. Слід зазначити, що частка впливу тимчасового навантаження та температурних перепадів на утворення тріщин ще недостатньо досліджені і, очевидно, їх співвідношення значною мірою залежить від кліматичних умов експлуатації.

Відомо, що самі по собі тріщини не мають значного впливу на безпеку та комфортабельність транспортного руху. Серйозну небезпеку для транспорту та великі додаткові витрати, пов'язані з подальшим утриманням доріг. За даними різних джерел першопричиною появи та розвитку від 70 % до 90 % вибоїн є тріщини.

Тріщини на асфальтобетонних покриттях бувають різних розмірів та форм, проте прийнято розрізняти: одиночні поперечні, поздовжні, косі тріщини та сітку тріщин. Причини утворення тріщин можуть бути різними, найчастіше ця причина має комплексний характер. Тріщини наскрізні поперечні на всю ширину покриття виникають внаслідок різких перепадів температури повітря і недостатньої опірності матеріалу температурним напругам.

Поздовжні тріщини, найчастіше, виявляються на смугах накату, в покриттях, що знаходяться на неміцних основах, а також в місцях неякісного стикування асфальтобетонних смуг в процесі укладання. Тріщини як поздовжні, так і косі виникають унаслідок недостатньої міцності дорожньої конструкції, недоуцільнення ґрунту земляного полотна та їх подальшого просідання. Сітка тріщин, як правило, виникає при недостатній міцності основи на ділянках, де спостерігається перезволоження ґрунту.

Однак одним з основних факторів, що призводить до утворення, насамперед поперечних тріщин в асфальтобетонних покриттях, є перепади температури навколишнього середовища.

Іншим аспектом проблеми тріщиноутворення є негативний вплив наскрізних тріщин на водно-тепловий режим земляного полотна. Деструктивний характер води, яка надходить через такі тріщини проявляється, насамперед у перезволоженні ґрунту основи, втратою дорожньою конструкцією несучої здатності та, як наслідок, у руйнуванні асфальтобетонних покриттів у прилеглих зонах.

Виконані дослідження дозволили виявити залежність зниження міцності конструкції дорожнього одягу від перезволоження ґрунту земляного полотна внаслідок проникнення води через тріщини у покритті (рис. 1). Подібні залежності були отримані під час проведення випробувань на різних конструкціях дорожнього одягу та різних видах ґрунтів.

Обмежити кількість тріщин в асфальтобетонному покритті до допустимих кількісних показників можливо: при якісному підборі складу асфальтобетону за потрібними розрахунково-експлуатаційними показниками його властивостей; при забезпеченні роботи асфальтобетону у покритті у всьому робочому інтервалі його температур у пружно-пластичному стані; за рахунок зниження інтенсивності старіння асфальтобетону у конструкції.

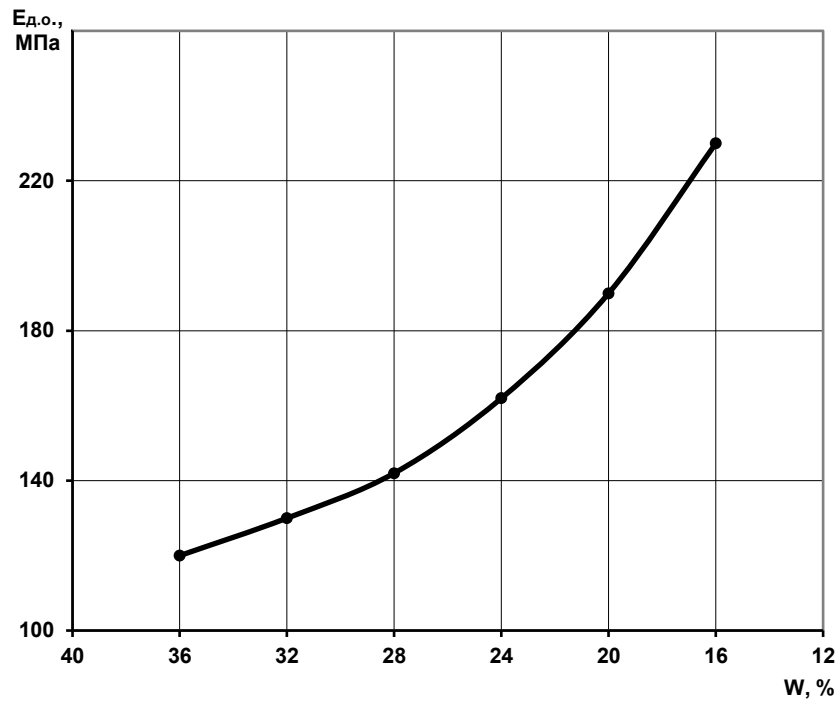


Рисунок 1 – Залежність міцності дорожнього одягу від вологості ґрунту земляного полотна

Відомо що дорожній одяг не може бути цілком тріщиностійким. Тому його тріщиностійкість повинна характеризуватись допустимою кількістю тріщин у покритті наприкінці розрахункового терміну його експлуатації.

Викладене вище свідчить про нагальну необхідність розробки та реалізації при ремонті комплексу заходів, які б дозволили підвищити тріщиностійкість асфальтобетонних покриттів, продовжити терміни їх служби та знизити витрати на їх утримання.

Література:

1. Руденський А.В. Дорожні асфальтобетонні покриття – К.: Будівельник, 1992. – 253 с.
2. Богуславський А.М. Про деформативну здатність асфальтобетону при охолодженні // Праці ХАДІ. – 1985 – вип. 26. – С. 81-90.

БУДІВНИЦТВО АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ПІСЛЯ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ: ВАЖЛИВІСТЬ, ОСОБЛИВОСТІ ТА СТРАТЕГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ

Забара Д.С., ст. групи Д-42-21,

Тетера В.С., асистент

v1470@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Тарасенко Т.М., викладач ЗФПО

tanya.tarasenko_dm@ukr.net

ВСП Класичний фаховий коледж СумДУ

Оникієнко І.В., викладач ЗФПО

i.onikienko@ukr.net

ВСП Класичний фаховий коледж СумДУ

Після завершення активних бойових дій будівництво та відновлення автомобільних доріг стає однією з ключових складових відбудови держави. Війна завдає катастрофічної шкоди транспортній інфраструктурі: руйнуються мости, розбиваються дорожні покриття, мінуються території. Проте саме дороги є «артеріями», через які відновлюється економіка, повертаються переселенці, доставляється допомога. Для України, яка вже зараз готується до масштабної відбудови, цей процес має стратегічне значення.



Рисунок 1 – Автомобільна дорога, що пошкоджена під час бойових дій

Важливість доріг для України полягає в наступному:

1. Економічне відродження:

– дороги забезпечують логістику для відновлення промисловості, сільського господарства та торгівлі;

- відновлення транскордонних магістралей (наприклад, траси на ЄС) стимулює експорт та іноземні інвестиції;

- дослідження Світового банку показують, що кожен долар, вкладений у транспортну інфраструктуру, генерує до \$5 економічного зростання;

2. Соціальна стабільність:

- дороги сприяють поверненню біженців, забезпечуючи доступ до лікарень, шкіл та робочих місць;

- відновлення зв'язку між селами та містами запобігає соціальній ізоляції постраждалих регіонів;

3. Безпека та деокуповані території [1]:

- розмінування та ремонт доріг – перший крок для повернення життя на звільнені землі;

- міцні дороги дозволяють швидко перекидати сили безпеки та техніку для стабілізації регіонів;

Перед Україною будуть стояти великі виклики післявоєнного будівництва:

1. Руйнації та забруднення:

- за оцінками Міністерства інфраструктури України, понад 30 000 км доріг потребують ремонту або повної реконструкції;

- необхідно ліквідувати наслідки обстрілів (кратери, пошкоджені мости) та забруднення ґрунтів хімічними речовинами.

2. Мінування:

- за даними ООН [2], Україна – одна з найбільш замінованих країн світу. До 2023 року знищено лише 20 % небезпечних об'єктів;

- будівництво неможливе без попередньої інженерної розвідки та залучення саперів.

3. Дефіцит ресурсів:

- брак фінансування, кваліфікованих кадрів, техніки та матеріалів (особливо в умовах воєнного стану);

- конкуренція між відновленням доріг і житла/енергетики за бюджетні кошти.

4. Кліматичні ризики:

- тимчасові дороги з низькою міцністю руйнуються під час сезонних дощів або снігопадів.

До особливостей післявоєнного будівництва (відновлення) можна віднести наступне:

1. Використання сучасних матеріалів таких, як:

- полімерно-модифікований асфальтобетон для швидкого відновлення дорожніх покриттів;

- геосинтетики для зміцнення основи на слабких ґрунтах;

- вторинні матеріали (перероблений бетон, скло, пластик) для зниження вартості та екологічного навантаження.

2. «Розумні» сучасні технології:

- дрони з LiDAR для створення 3D-карт місцевості та виявлення небезпек;

- датчики в дорожньому полотні для моніторингу навантажень і попередження про пошкодження;

- BIM-моделювання (Building Information Modeling) для точного планування реконструкції.

3. До безпеки та стандартів можна віднести:

- дотримання стандартів НАТО (наприклад, вантажопідйомність мостів до 60 тон);

- інтеграція доріг з системами цивільного захисту (наприклад, аварійні розв'язки для евакуації).

4. Екологічним підходом слід вважати [3]:

- відновлення екосистем: відсадження лісів уздовж доріг, створення екопереходів для тварин;

- використання відновлюваної енергії для освітлення трас (сонячні панелі, вітрогенератори).

Світовий досвід вказує на те, що відновлення інфраструктури в тому числі автомобільних доріг є реальним, на прикладі успішного відновлення Німеччини (1945-1955) програма «Автобани» не лише відновила дороги, але й стала символом економічного «дива».

Стратегією для України слід зазначити основні пріоритетні напрямки відновлення та нового будівництва, можна віднести наступне [4]:

- траси міжнародного значення;

- відновлення мостів (наприклад, через Дніпро в Херсоні);

- сільські дороги для підтримки аграрного сектору;

- залучення міжнародних партнерів (ЄБРР, USAID, Німеччина) для фінансування та технологій.

До висновків можна віднести, що відновлення автомобільних доріг після війни – це складний, але життєво необхідний процес. Він вимагає не лише технічних рішень, але й стратегічного планування, міжнародної солідарності та орієнтації на сталий розвиток. Для України це шанс побудувати інфраструктуру нового покоління: міцну, «розумну» та екологічну.

Література:

1. «Transport Infrastructure in Conflict Zones»* (L. Petrova, 2020) – досліджує технології будівництва доріг під обстрілами.

2. Звіт ООН: *«Roads to Recovery: Humanitarian Logistics»* (2021).

3. «Sustainable Road Engineering»* (M. White, 2021) – описує екологічні рішення для відновлених магістралей.

4. Звіт ЄБРР: *«Infrastructure Development in Eastern Europe»* (2022).

ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ АСФАЛЬТОБЕТОНУ, ЙОГО РОЗВИТОК ТА ВПЛИВ НА СУСПІЛЬСТВО

Кононенко І.Ю., ст. групи Дз-31-22

Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На початку ХІХ століття, у 1820-х роках, французьким інженером Жозефом Асфальтом був запропонований механізований спосіб використання асфальтового бітуму для покриття доріг. Цей метод дозволяв створювати міцні та водонепроникні дорожні покриття. У 1870 році англійським інженером Джоном Мак Адамом було розроблено метод будівництва доріг, який включав використання асфальтового бітуму в поєднанні з кам'яним щебенем. Цей метод став відомий Макадамівське покриття і був попередником асфальтобетонного покриття. Перші публічні дороги з використанням асфальтобетону було збудовано наприкінці ХІХ початку ХХ століття. Одним із перших великих проектів будівництва асфальтового покриття був Чемпіоншип Хілл у Нью-Джерсі, США, завершений у 1870 році. Пізніше у 1902 році інженерами Генрі Трескот та Едгар Хорвуд у Великій Британії був отриманий патент на асфальтобетонне покриття, яке стало відоме, як "Тар Макадам". Цей метод змішування асфальту із щебенем став популярним у будівництві доріг. У середині ХХ століття асфальтобетон став основним матеріалом для будівництва автошляхів по всьому світу. Його міцність, водонепроникність та простота застосування зробили його кращим вибором для різних видів дорожніх покриттів. Винахід асфальтобетону та його широке застосування в дорожньому будівництві суттєво вплинули на якість, міцність та ефективність дорожньої інфраструктури, що зробило його одним із найважливіших компонентів сучасних автомобільних доріг. Винахід асфальтобетону на початку ХХ століття став ключовим моментом у розвитку дорожнього будівництва. Асфальтове покриття забезпечує гладку, міцну та водонепроникну поверхню, що значно покращує якість та комфортність доріг. Створення високошвидкісних автомагістралей та шосе у ХХ столітті стало важливою подією в історії дорожнього будівництва. Ці шляхи забезпечують швидке та безпечне пересування між великими містами та регіонами. Використання сучасних технологій, таких як геотекстиль, геосітки, гідроізоляційні плівки, геосинтетики, дозволяє створювати довговічні та стійкі дорожні покриття, які здатні витримувати високі навантаження та зміну клімату.

Так що таке асфальтобетонна суміш, з чого вона складається і як застосовується? Асфальтобетонна суміш - одна з найбільш поширених сучасних матеріалів, що застосовуються в дорожньому будівництві, яка складається з щебеню різної фракції, кварцового піску, особливого мінерального порошку і бітуму, яка у гарячому вигляді використовується у дорожньому будівництві як покривний шар. Вона може бути велико-, середньо-, дрібнозернистою та піщаною (розмір зерен відповідно, 40-25-15-5 мм). Залежно від навантажень і кліматичних умов до асфальтобетону є певні вимоги щодо щільності, міцності,

зсувостійкості та водостійкості. Використовують асфальтобетон здебільшого у вигляді гарячої і холодної сумішей для покриття доріг, в гідротехнічному будівництві тощо. Асфальтобетонні суміші застосовують для створення твердого покриття пішохідних зон, автомобільних доріг, руліжних доріжок і злітно-посадкових смуг аеродромів, різних майданчиків та інших поверхонь. Часто рідка асфальтова суміш застосовується в ямковому ремонті. Вона не вимагає ущільнення і вирівнювання після укладання, дає можливість точно поєднати поверхні покриття старого і свежееуложенного, швидко застигає, дозволяючи через мінімальний проміжок часу відкривати рух. Для покриттів тротуарів, декорування пішохідних доріжок, розділових смуг, виділення певних ділянок дорожнього полотна використовують кольоровий матеріал. Потрібного ефекту вдається досягти за рахунок рифлення, тиснення, а також додавання до складу різнокольорових мінералів (пісок з граніту, мармуру, кольоровий камінь, пігменти).

Суміші асфальтобетонні дорожні диференціюються на види відповідно до властивостей, складом, пропорціями компонентів і т. д.

1) За обсягом вмісту щебеню в складі – марка а (50-60 %), Б (від 40 % до 50 %), в (30-40 %). Марки Г і Д – піщані, в них щебеню немає взагалі. Також виділяють гарячі асфальтобетонні суміші з високою щільністю, в яких обсяг гравію або щебеню перевищує 50-60%.

2) По фракції мінеральних зерен – піщані композиції (максимальне зерно піску становить 5 міліметрів), крупнозернисті (до 40 міліметрів), дрібнозернисті (зерно менше 20 міліметрів).

3) По використовуваному матеріалу – щебеневі, гравійні, піщані композиції.

4) По температурі в момент укладання асфальту – холодні (при розподілі температура повинна бути дорівнює приблизно плюс 5 °С), гарячі (розподіляються при температурі мінімум плюс 120 °С).

5) По щільності – пористість мінеральної частини холодної суміші становить 6-10 %, гарячих існує кілька: високощільні (залишкова пористість 1-2,5 %), щільні (від 2,5 % до 5%), пористі (близько 5-10 %), високопористі (10-18 %).

За типом в'язучих і умов експлуатації:

Класичні суміші – використовуються для влаштування автомобільних полотен, міських тротуарних і дорожніх покриттів.

Щебенево-мастична суміш – в неї додаються стабілізуючі волокнисті добавки (це може бути целюлоза і т.д.), актуальна для будівництва магістралей, що відрізняються високою пропускнуою здатністю.

Полімерасфальтобетонні – до складу вводяться пластифікатори, сополімери, що дозволяють зробити більш міцними і довговічними дорожні покриття аеродромів, мостів, проїзної частини промислових підприємств і т. д.

Окремо варто виділити органомінеральні суміші, які створюють завдяки змішуванню вапняку і бітуму, а застосовують в процесі ремонту дорожнього полотна.

Розраховуючи, з чого складається композиція, варто виділити дві групи компонентів: органічна в'язуча речовина і мінеральний наповнювач. Проектування конкретного складу здійснюють з урахуванням фізико-хімічних властивостей матеріалу і нормативних вимог.

Основні компоненти асфальтобетонної суміші:

Щебінь або гравій – для запобігання повзучості, підвищення терміну служби потрібно, щоб в'язуча речовина добре зчіплювалося з зернами заповнювача. Для цього використовується найчастіше щебінь щільних гірських порід і метаморфічних карбонатних (частіше вапняки, доломіти), у формі куба. Кількість пластинчастих зерен має становити максимум: 15 % для марки А, 25 % для Б, 35 % для марки В. Обсяг пилюватих або глинистих включень не повинен перевищувати 1-2 %. Щебінку беруть з розміром зерна 10-40 міліметрів. Пісок і гравій, включені до складу композиції, повинні відповідати нормам, зазначеним в ДСТУ Б.В.2.7-76 "Пісок для будівельних робіт." і ДСТУ Б.В.2.7-71, ДСТУ Б.В.2.7-75 "Щебінь і гравій з щільних гірських порід для будівельних робіт."

Пісок – відсів дроблення щебню або природні поклади (не річковий пісок) різних фракцій з огляду на те, що фракції одного розміру збільшують пористість шару. Пісок може бути грубозернистим (Мк 2.5), середньозернистим (Мк 2.0-2.5) і дрібного зерна (Мк 1.0-2.0). По міцності дрібні заповнювачі не повинні бути марки нижче 1000, максимальний обсяг глинистих частинок – 0,5 %.

Мінеральний порошок – повинен бути досить дрібного помелу, щоб при розсіві у вологому стані легко проходив через сито з отворами 1,25 міліметрів. Коефіцієнт гідрофільності не повинен перевищувати одиницю. Кількість і якість порошку при однакових пропорціях інших складових безпосередньо впливають на структуру в'язучого. Якщо порошку занадто багато, покриття буде менш міцним (особливо при мінусових температурах).

Бітум – продукт переробки нафти, виступає в ролі в'язучого, склеюючи всі великі компоненти і заповнюючи проміжки між ними, роблячи асфальтову суміш водостійкою і міцною. Бітум може бути в'язким і рідким, рівень в'язкості вказується в документації, залежить від температури і складових. Потрібно пам'ятати, що при підвищенні температури показник в'язкості знижується, при зниженні – виростає. При мінусі в'язуче схоплюється і стає дуже крихким. Марки дорожнього бітуму – БНД 40/60, 60/90, 90/130, 130/200. В'язкі склади застосовуються для створення сумішей будь-якої температури, виступають головною сировиною для приготування рідкого продукту за умови додавання різних розчинників. Взимку зазвичай використовують рідкий продукт, зі спеціальними розріджувачами і присадками, вони в процесі твердіння покриття випаровуються і надають бітуму звичайний стан.

Найчастіше використовується дві марки асфальтобетону і їх характеристики досить істотно відрізняються, що пояснюється різною міцністю кам'яного матеріалу. У складах першої марки використовують щебінь 1000-1200, другий – 800-1000 (табл. 1).

Таблиця 1 – Марки асфальтобетону

Марка а\б	Склад асфальтобетону	Типи та види асфальтобетону	ДСТУ №
Асфальтобетон Марка І	пісок або відсів, мінеральний порошок, щебінь, бітум	– високощільний – щільний А,Б,Г – пористий – високопористий щебеневий (гарячий або холодний) – Бх, Вх, – Гх	Б.В.2.7-319:2016
Асфальтобетон Марка ІІ	пісок, відсів подрібнений, мінеральний порошок, щебінь, бітум	– щільний А,Б,В,Г,Д – пористий – високопористий піщаний – Бх, Вх – Гх – Дх	Б.В.2.7-319:2016
Асфальтобетон Марка ІІІ	пісок, відсів подрібнений, мінеральний порошок, бітум	– щільний Б,В,Г,Д	Б.В.2.7-319:2016

Характеристика і типи асфальтобетонних сумішей:

Марка І – структура асфальтобетону різна, ця категорія об'єднує несхожі матеріали. Сюди відносяться піщані, гравійні, пористі і високопористі (гарячі і холодні аналоги), щільні А, Б, Г і високощільні склади, Бх, Вх, Гх. Спільний знаменник – максимальна міцність матеріалу для свого складу. Такі марки застосовуються там, де потрібно забезпечити дуже високу міцність, зазвичай в якості нижнього шару полотна.

ІІ – "звичайний" асфальтобетон, який використовується в самих різних сферах будівництва та експлуатації. Сюди відносять пористі, щільні А, Б, В, Г, Д, високощільні асфальти, Бх, Вх, Гх, Дх. Ними покривають верхній шар доріг, актуально для ремонтних робіт, благоустрою парків і дворів, звичайних доріг і т. д.

ІІІ – найменш міцний і самий щільний (Б, В, Г, Д) матеріал, в якому немає щебеню, але є мінеральні порошки і пісок. Зазвичай використовується для ремонту і влаштування доріг, які не будуть витримувати серйозних випробувань і навантажень – тротуари, пішохідні доріжки, присадибні майданчики, ямковий ремонт в дорожньому будівництві.

Щоб підтвердити відповідність продукту вимогам, проводять ряд випробувань: межа міцності при різній температурі, стійкість до зовнішніх впливів, водонасичення, визначення зернового складу. Завершивши їх, покупцеві видають документ відповідності, Окремий для кожної партії вантажу.

Всі види асфальтобетону виробляються так:

– підбір сировини і визначення його якості;

- прорахунок обсягу необхідних компонентів для потрібної кількості продукту;
- прорахунок вартості замовлення;
- завантаження сировини в спеціальний бункер для попереднього дозування;
- сушка мінеральних матеріалів, прогрівання до потрібної температури;
- сортування по фракціях, подача на високоточний ваговий дозатор;
- прогрів в'язучої речовини до потрібної температури (відповідно до типу композиції), зважування, дозування;
- подача всіх компонентів в змішувач;

Укладають асфальтобетон наступним чином: спочатку очищається від пилу і бруду підстава із залученням поливних систем і машин зі спеціальними щітками. Усуваються всі нерівності, підстава обробляється бітумною мастикою. Матеріал виробляють в заводських умовах або в пересувних установках, відвантажують в кузов самоскида, транспортують на місце, завантажують в бункер укладальної машини. Робітники укладають покриття власноруч або спеціальною машиною-укладальником, яка розподіляє, вирівнює, ущільнює. Кладуть 1-2 шари на основу з вмістом гравію або щебеню. Товщина нижнього шару становить 4-5 сантиметрів, його виконують із суміші з середньою або великою фракцією з пористістю 5-10 %. Зовнішній шар укладається товщиною в 3-4 сантиметри з асфальту дрібної або середньої фракції з пористістю 3-5 %. Остаточну ущільнюється машиною. Якщо мова йде про високі навантаження і інтенсивному русі, покриття кладуть в 3-4 шари загальною товщиною 11-15 сантиметрів.

Висновок: Конкурентоспроможних аналогів у асфальтобетонної суміші сьогодні не існує. Оптимальна вартість, прекрасні експлуатаційні та функціональні характеристики, простота в роботі, можливість змінювати властивості шляхом варіювання складових і їх пропорцій роблять матеріал найпопулярнішим і відповідним для облаштування дорожніх покриттів різноманітного призначення і типу.

Література:

1.ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань: - (Чинний від 2017-04-01). – К.:Український науково-дослідницький центр проблем стандартизації, сертифікації та якості.(ДСТУ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ВАРТОСТІ ДОРОЖНІХ РОБІТ ТА ПОСЛУГ

Котенко А.Д., ст. групи Д-52-24,
antonkotenko@ukr.net

Науковий керівник: Догадайло Я.В., к.е.н., доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Формування вартості будь-якої продукції, робіт та послуг передбачає урахування витрат на їх створення, величини прибутку, що планується отримати, після реалізації продукції (робіт послуг) та сплати всіх необхідних податків. Тому найбільшу питому у вартості зазвичай займають витрати. Послідовність формування вартості робіт в дорожньому господарстві регламентується відповідними нормативними та регулюючими документами. У процесі дорожнього виробництва витрати виникають у різних виробничих сферах, що містять різні за економічним змістом витрати, які залежать від характеру виконання робіт, технології та організації праці. Тому витрати на виконання робіт за своїм кількісним і якісним складом неоднакові не тільки на підприємствах різних галузей, але і в одній галузі [1].

В дорожній галузі процес формування вартості дорожніх робіт на сьогодні визначається відповідно: настанові із визначення вартості будівництва, урахуванням змін № 1, 2, 3, 4 [2]; правилам визначення вартості робіт з поточного ремонту та експлуатаційного утримання [3]; методиці визначення дорожніх робіт та послуг щодо визначення вартості нового будівництва, реконструкції, ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування [4] та іншими [1]. Аналіз діючих нормативних документів дозволив виявити етапи щодо формування вартості дорожніх робіт та послуг (табл. 1).

Таблиця 1 – Етапи розрахунку вартості дорожніх робіт та послуг [1-6]

№	Етап	Пояснення
1	2	3
1	Визначення прямих витрат	Матеріали, оплата праці робітників, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів
2	Визначення загальновиробничих витрат	Витрати на утримання та експлуатацію будівельної техніки, амортизація, витрати на охорону праці
3	Визначення кошторисної собівартості об'єкту дорожніх робіт	Сума прямих та загальновиробничих витрат.
4	Визначення кошторисної собівартості всіх об'єктів дорожніх робіт	Сумарна вартість всіх об'єктів, які входять в проект
5	Визначення витрат на перевезення працівників автомобільним транспортом	Витрати, пов'язані з доставкою працівників до місця виконання робіт

Закінчення таблиці 1

1	2	3
6	Визначення витрат на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд	Витрати на спорудження тимчасових об'єктів, необхідних для виконання робіт
7	Визначення додаткових витрат, пов'язаних з виконанням робіт у літній та зимовий періоди	Додаткові витрати, зумовлені специфікою виконання робіт у різні пори року (наприклад, обігрів бетону взимку)
8	Визначення кошторисного прибутку	Прибуток підрядної організації, врахований у кошторисі
9	Визначення адміністративних витрат	Витрати на утримання адміністративного персоналу, офісні витрати
10	Визначення витрат на покриття ризику	Кошти, передбачені для покриття непередбачених витрат, що можуть виникнути в процесі виконання робіт
11	Визначення коштів на покриття витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	Кошти, передбачені для компенсації впливу інфляції на вартість робіт
12	Визначення витрат на утримання служби замовника, інші можливі витрати	Витрати замовника на здійснення контролю за виконанням робіт, інші витрати, не враховані на попередніх етапах
13	Визначення податку на додану вартість (ПДВ)	ПДВ, нарахований на загальну вартість робіт
14	Визначення кошторисної вартості	Загальна вартість об'єкта дорожніх робіт, включаючи всі витрати та ПДВ

Основним у визначення вартості дорожніх робіт та послуг полягає у визначенні витрат на здійснення робіт, шляхом складання калькуляції витрат трудових, матеріальних та технічних ресурсів на певні види робіт, локальних кошторисів на певні види робіт та відомості ресурсів до них [1].

Поточні ціни відповідно до стану економіки постійно змінюються, при чому якщо уточнена вартість на трудові та технічні ресурси надаються відповідними відповідальними за це організаціями, то ціни на матеріальні ресурси необхідно коректувати власними силами на підставі діючих ринкових цін на матеріали у відповідному регіоні країни. Щоб такі проблеми не стали перепорою у складанні договірної ціни, можна використати штучний інтелект (ШІ), який буде в реальному часі обробляти базу даних цін на матеріальні та технічні ресурси. Також основною перевагою ШІ є інноваційні підходи для автоматизації та оптимізації розрахунків, дозволяючи враховувати великі обсяги даних, прогнозувати вартісні показники з високою точністю та адаптуватися до динамічних змін. Основним використанням штучного інтелекту буде створення таких умов, при яких вартість робіт буде мінімальною, а продуктивність максимальною [7].

Штучний інтелект здатний змінити підхід до розрахунків завдяки унікальним можливостям, що реалізуються шляхом застосування його функцій (табл. 2).

На погляд автора, основними функціями ШІ під час розрахунку вартості дорожніх робіт та послуг робіт в Україні можуть стати:

- зменшення витрати на проектування та контроль вартості;
- підвищення точності і оперативності кошторисних розрахунків;

Таблиця 2 – Функції штучного інтелекту в розрахунку вартості [7]

№	Функція	Перспективи використання
1	2	3
1	Обробка великих масивів даних	Аналіз цінових коливань, витратних норм, погодних умов, транспортних потоків тощо
2	Моделювання сценаріїв	Прогнозування вартості залежно від обраних матеріалів, технологій
3	Оцінка ризиків	Виявлення факторів, що можуть вплинути на підвищення вартості чи строки виконання робіт
4	Автоматизація кошторисного процесу	Інтеграція ШІ в системи проектування та управління дорожнім господарством

- підвищення точності і оперативності кошторисних розрахунків;
- забезпечення прозорості та контроль за використанням бюджетних коштів;
- прогнозувати витрати на реконструкцію, ремонт або експлуатаційне утримання доріг.

При цьому основними етапами створення моделі розрахунку вартості дорожніх робіт та послуг за допомогою штучного інтелекту стануть стадії, що представлені на рис. 1.



Рисунок 1 – Основні етапи моделі розрахунку вартості дорожніх робіт та послуг за допомогою ШІ

Авторська розробка, створена на підставі [7]

Безсумнівно використання штучного інтелекту (ШІ) у сфері кошторисних розрахунків для дорожніх робіт та послуг ще не є досконалим та потребує багато баз даних зі всіх проектів. Але підхід з використання має значний потенціал для вдосконалення. Ось ключові напрямки розвитку покращення розрахунку вартості дорожніх робіт та послуг в Україні:

- оптимізація закупівель за принципом JIT (Just-in-Time) – замовлення матеріалів у найвигідніший момент [7];
- використання API для автоматичного завантаження актуальних цін у кошторисні програми (наприклад, у ДСТУ-системи) [7];
- використання GIS-технологій та супутникових даних для оцінки вартості логістики, рельєфу місцевості, наявності матеріалів у регіоні [7];
- динамічне оновлення цін (Інтеграція з базами даних постачальників, біржами та держреєстрами для миттєвого коригування вартості матеріалів (асфальт, бітум, метал, щебінь);
- ШІ може враховувати зміни валютних курсів, інфляцію, логістичні витрати та інші фактори в реальному часі;
- підбір найвигідніших постачальників на основі історії закупівель, рейтингу надійності;
- аналіз тендерів та ринкових цін для виявлення завищених вартісних пропозицій.

Незважаючи на свій корисний функціонал штучний інтелект має ряд свої переваг та недоліків (табл. 3).

Таблиця 3 – Переваги та недоліки методу використання штучного інтелекту [7]

Метод автоматизації кошторисних робіт	Переваги	Недоліки
Штучний інтелект	– розрахунок вартості матеріалів, робіт та машин; – створення кошторисів у різних форматах; – зберігання та ведення бази даних про ціни; – автоматичне оновлення інформації про ціни; – боротьба з корупцією.	– висока вартість програмного забезпечення; – необхідність навчання персоналу; – можливість помилок у базах даних; – недостатня кількість якісних даних.

Висновки. Дослідження перспектив використання штучного інтелекту (ШІ) у сфері визначення вартості дорожніх робіт та послуг демонструє значний потенціал для автоматизації, підвищення точності та оптимізації витрат. Використання алгоритмів машинного навчання та нейронних мереж дозволяє значно підвищити точність та швидкість оцінювання, мінімізувати людський фактор та зменшити витрати часу на розрахунки. Особливу увагу приділено адаптації ШІ-систем до специфіки дорожньої галузі, що включає врахування великої кількості змінних — від вартості матеріалів до сезонних коливань цін. Штучний інтелект зможе розвинути онлайн сервіси та приблизитись до успіху

програмних комплексів або посилити ефективність використання програмних комплексів.

Таким чином, впровадження систем штучного інтелекту у сферу кошторисного розрахунку дорожніх проєктів є перспективним напрямом, що сприяє оптимізації управлінських рішень та підвищенню конкурентоспроможності як будівельних так і дорожніх організацій. В роботі виділено основні функції ШІ при розрахунку вартості дорожніх робіт та послуг робіт в Україні та запропоновано основні етапи моделі розрахунку вартості дорожніх робіт та послуг за допомогою ШІ.

Література:

1. Котенко А.Д. Дослідження існуючих підходів до автоматизації визначення вартості будівельних робіт. *Збірник наукових праць 86-ї міжнародної наукової конференції студентів університету*. 2024. №86. С. 90-94.

2. Кошторисні норми України. Настанова із визначення вартості будівництва. З урахуванням змін № 1, 2, 3, 4. [Чинний від 2024-03-21]. Київ, 2024. 166 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=96362 (дата звернення: 06.04.2024).

3. СОУ 42.1-37641918-085:2018. Автомобільні дороги. Правила визначення вартості робіт з поточного ремонту та експлуатаційного утримання. Київ : ДП «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»), 2018. 45 с. (Стандарт Організації України) URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=80818> (дата звернення: 06.04.2024).

4. Методика визначення вартості дорожніх робіт та послуг щодо визначення вартості нового будівництва, реконструкції, ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування : затв. наказом М-ва інфраструктури України від 07 жовт. 2022 р. № 753. З останніми змінами, внесеними Наказом від 23.06.2023 № 538. 2023. 64 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=98980 (дата звернення: 06.04.2024).

5. Ціноутворення в будівництві : веб-сайт. URL: <https://www.ltklntu.org.ua/wp-content/uploads/2018/11/%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%BE%D1%83%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B2-%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D1%96-%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82-%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf> (дата звернення: 06.04.2024).

6. Будівельні технології Кошторис 8: веб-сайт. URL: http://cl.com.ua/about_company/ (дата звернення: 20.04.2025).

7. Yasamin Ghadbhan Abed, Taha Mohammed Hasan, Raquim Nihad Zehawi. Cost Prediction for Roads Construction using Machine Learning Model. *International journal of electrical and computer engineering systems*. 2022. vol 13., № 10. P. 927-936. Available at: <https://ijeces.ferit.hr/index.php/ijeces/article/view/1358> Last accessed: 20.04.2025. DOI: <https://doi.org/10.32985/ijeces.13.10.8>

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБІВ З ЦЕМЕНТОБЕТОНУ

Лагутін А.В., ст. групи Д-36м1-22

lembont1998@gmail.com

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,

kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Контроль якості влаштування цементобетонних конструкцій, в тому числі і шарів дорожнього одягу з цементобетонну зводиться до визначення тенденції набору міцності шару та його товщини, як основних розрахункових параметрів. Рівень надійності цементобетонного шару в значній мірі залежить від властивостей використовуваного матеріалу, чинників технологічного порядку, а головним чином від умов твердіння бетону в період структуроутворення. Виконання даного контролю дозволить оцінити перспективи його працездатності, рівень надійності та спрогнозувати зміну цих показників в процесі експлуатації.

Розрізняють механічні та фізичні методи неруйнівного контролю якості цементобетонних шарів. Базуються дані методи на взаємозв'язку міцності бетону на стиск з його модулем пружності, твердістю, опору на відрив і сколювання та ін.

Серед методів механічної дії виділяють метод пружного відскоку, відриву або відриву зі сколюванням, сколювання ребра, пластичної деформації.

Метод пружного відскоку заснований на залежності між твердістю поверхні бетонного виробу і висотою відскоку бойка від ударника притиснутого до бетону. Прилади для визначення твердості бетону називають склерометри (молоток Шмідта). Відскік вимірюють з точністю що відповідає одному поділу шкали приладу [1].

Метод пластичної деформації заснований на вимірюванні розмірів відбитка, який остається на поверхні бетону після зіткнення з нею сталеві кульки. Метод застарілий, але до сих пір його використовують через простоту і невисоку вартість обладнання. Найбільш широко для аналогічних випробувань використовують молоток Кашкарова. Принцип дії полягає в нанесенні удару по поверхні бетону молотком в який вставляється металевий стрижень певної міцності. Міцність бетону визначається за співвідношенням розмірів відбитків, при відомій міцності стрижня.

Методи відриву і відриву зі сколюванням (методи місцевого руйнування) найточніші з методів неруйнівного контролю міцності бетону. Для них допускається використовувати універсальну градуйовану залежність, в якій змінюються два параметра крупність заповнювача і тип бетону.

Метод відриву зі сколюванням і сколювання ребра конструкції полягають в реєстрації зусилля, необхідного для сколювання ділянки бетону на ребрі

конструкції, або місцевого руйнування бетону при виривання з нього анкерного пристрою.

Метод відриву сталевих дисків полягає в реєстрації напруги, необхідного для місцевого руйнування бетону при відриві від нього металевого диска, рівного зусиллю відриву, поділений на площу проекції поверхні відриву бетону на площину диска. В даний час згаданий метод використовується вкрай рідко.

В цілому, методи механічної дії набули широкого застосування при оцінці якості бетонних конструкцій. Однак ці методи в більшій мірі характеризують властивості матеріалу в поверхневій зоні, не дають даних про товщину конструкції, призводять до часткового руйнування виробів, відрізняються високою трудомісткістю при визначенні тарувальних залежностей.

Методи фізичної дії [1] включає в себе різні віброакустичні методи, радіометричний, електричний методи та ін.

Віброакустична група методів отримала найбільш широке застосування серед методів фізичної дії. Дана група включає такі основні напрямки: ультразвуковий, резонансний, ударний і фазовий методи. Оцінка властивостей матеріалу заснована (крім резонансного методу) на залежності параметрів поширення груп хвиль в матеріалі від властивостей самого матеріалу (щільності, модуля пружності, коефіцієнта Пуассона).

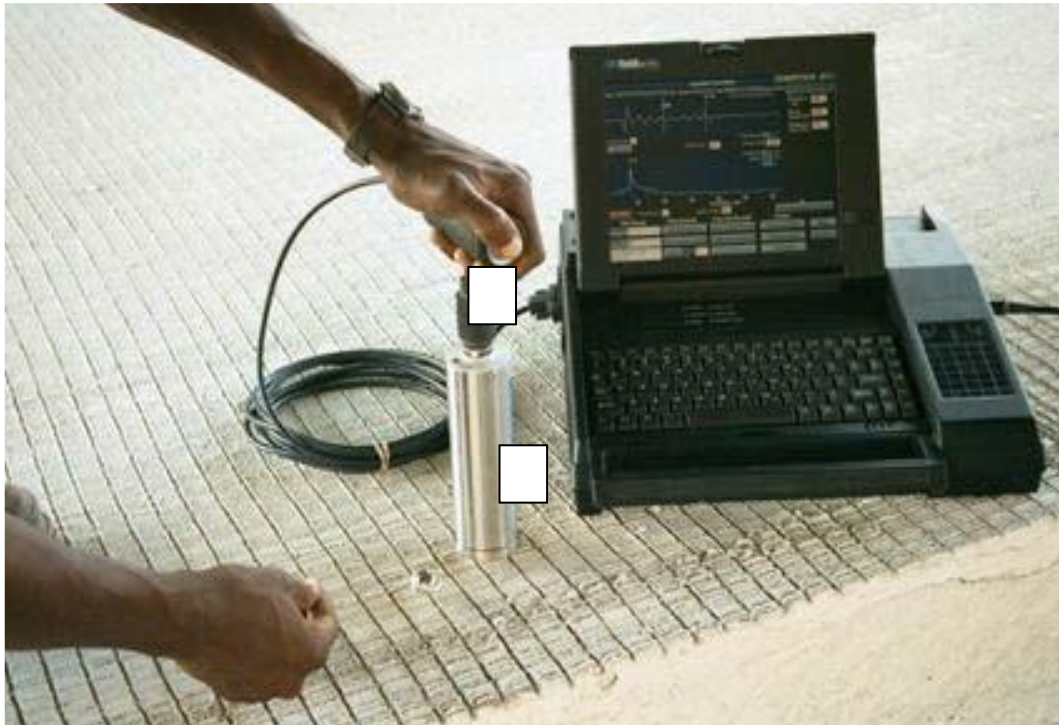
В якості неруйнівного експрес-методу визначення товщини шару цементобетонну можливо застосування ударного імпульсного акустичного методу. Сутність методу полягає у реєстрації параметрів розповсюдження хвилі стиску, що утворюється у товщі матеріалу під дією ударного імпульсного навантаження. Також, метод може використовуватися для оцінки якості структури бетону, наявності розшарувань і тріщин.

Енергія механічних коливань в будь-якому середовищі передається за допомогою фізичної взаємодії структурних часток, що складають це середовище. При ударному впливі на конструкцію, в ній виникає хвильове поле, яке характеризується широким діапазоном частот і рівним розподілом енергії коливань за всіма частотними складовими. Поширення даного поля пов'язано з поширенням двох основних видів хвиль: хвилі стиснення (Р-хвиля) і хвилі зсуву (S-хвиля). При падінні даних хвиль на вільну (денну) поверхню на ній виникають вільні коливання, що розповсюджуються у вигляді поверхневих хвиль. Одним з типів таких хвиль є хвиля Релея (R-хвиля).

Хвиля стиску розповсюджується напівсферичним фронтом в товщі матеріалу та, відбившись від його нижньої поверхні, повертається до верхньої. Відбиття від нижньої грані відбувається завдяки різниці щільності матеріалів, що досліджується. Повним періодом коливання хвилі в даному випадку вважається момент від її утворення чи відбиття від верхньої грані, проходження та відбиття від нижньої грані та повернення її до поверхні, проходячи подвійну товщину матеріалу, який підлягає дослідженню.

Більш прогресивним методом визначення товщини зразків з цементобетонних матеріалів є реєстрація та аналіз частотного спектру відображеного сигналу [2]. Результатом такого аналізу є побудова графіку

залежності частоти хвилі від амплітуди при проходженні її в товщі матеріалу, аналізуючи який можна визначити характеристики матеріалу, що досліджуються.



1 – сейсμοприймач, 2 – ударний навантажувач (генератор імпульсу)

Рисунок 1 – Обладнання для реєстрації параметрів розповсюдження хвиль стиску при оцінці міцності цементобетонних конструкцій

Для розрахунку товщини зразка за методом ударного імпульсу необхідно визначити швидкості розповсюдження хвилі стиску.

Для вирішення цієї задачі необхідно використання пари сейсμοприймачів для реєстрації параметрів розповсюдження хвиль стиску. При відомій відстані між датчиками, зареєструвавши час проходження хвилі, можливо розрахувати швидкість її розповсюдження.

Використання такої схеми дозволяє оцінити властивості матеріалу між парою датчиків, а не в одній точці, особливості їх структури та узагальнену товщину зразка.

Але використання такої схеми пов'язане зі значними труднощами у обробці та інтерпретації сигналу. Тому, швидкість розповсюдження хвиль стиску можливо визначити за швидкістю розповсюдження поверхневої хвилі типу Релея за методом спектрального аналізу параметрів розповсюдження поверхневих хвиль.

Принцип дії методу полягає в наступному: під дією імпульсного навантаження в шарі конструкції виникають неперіодичні коливання широкого спектру частот. Використовуючи математичний апарат обробки інформації, будуються графічні залежності швидкості поверхневої хвилі Релея від частоти або довжини, що називаються дисперсійними кривими.

За аналізом окремих ділянок дисперсійної кривої розповсюдження можливо визначення швидкості окремих груп хвиль, що локалізовані в товщі зразка та характеризують безпосередньо його властивості.

Таким чином, використання параметрів розповсюдження хвильових полів для контролю якості влаштування монолітних шарів жорсткого дорожнього одягу дозволить отримати достатньо точні результати, щодо фізико-механічних та геометричних параметрів цементобетонних шарів.

Висока швидкість проведення випробувань в тестовій точці без залучення спеціалізованого лабораторного обладнання, можливість використання запропонованого методу, як в лабораторних, так і в польових умовах на різних етапах будівництва та експлуатації дорожніх споруд робить даний метод перспективним серед існуючих методів неруйнівної діагностики.

Література:

- 1 Неразрушающие методы испытания дорожных конструкций и материалов. Фирстов В.Г., Кашкин С.К., Почтовик Г.Я. – Київ: Будівельник, 1994. – 429 с.
2. Foti S. Multistation Methods for Geotechnical Characterization using Surface Waves, PhD Dissertation, Politecnico di Torino. – Italy, 2000. – 229 с.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОТРИМАННЯ ПЛАТИ ЗА ПРОЇЗД ПО АВТОМОБІЛЬНИМ ДОРОГАМ

*Липовий Д.В., к.е.н., асистент,
Смоляннюк Р.В., к.т.н., професор,
rovlsm@yahoo.com,*

*Артюх Є.В., студент гр. Д-41-21,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Стан мережі автомобільних доріг безпосередньо корелює з рівнем фінансування, що надходить на їх будівництво, утримання та експлуатацію. У більшості країн світу для забезпечення стабільного фінансування дорожньої галузі функціонують спеціалізовані дорожні фонди, які формуються за рахунок надходжень від різних видів податків. Зазвичай, ці кошти спрямовуються на обслуговування та розвиток загальнодержавної мережі автомобільних шляхів.

У ряді держав впроваджено концесійні механізми фінансування, які передбачають залучення приватного капіталу для реалізації інфраструктурних проєктів, зокрема будівництва нових доріг та мостів. З метою повернення інвестицій протягом визначеного періоду передбачено стягнення плати за користування такими об'єктами.

Практика адміністрування податкових надходжень свідчить, що значна частина отриманих коштів може витрачатися саме на процес адміністрування. У деяких випадках ця частка може досягати 80 % від загального обсягу надходжень, що ставить під сумнів доцільність збереження окремих видів податків. У цьому контексті актуальним є пошук та впровадження ефективних фінансових інструментів для забезпечення надходжень до дорожнього фонду.

Інтереси держави та інвесторів зосереджені на розробці раціонального механізму справляння плати за користування автомобільними дорогами, який би не створював надмірного фінансового чи адміністративного навантаження на платників і водночас був захищеним від зловживань. З огляду на масовість використання дорожньої інфраструктури, система оплати повинна бути зручною, багатоформатною та мінімізувати часові витрати користувачів.

Незважаючи на потенційні переваги, система платних доріг часто піддається критиці з низки причин. По-перше, необхідність зупинки транспортного засобу у пунктах оплати створює додаткові незручності для користувачів, підвищує витрати часу та потребує значних фінансових ресурсів на організацію та обслуговування відповідної інфраструктури. По-друге, на практиці існує ризик недобросовісного адміністрування, що може призводити до приховування частини доходів, іноді — до третини загального обсягу. По-третє, у разі встановлення високого тарифу за користування платною дорогою та наявності альтернативних маршрутів можливий значний перерозподіл транспортних потоків. Це знижує ефективність функціонування платної інфраструктури з точки зору суспільної вигоди.

Vignette – це слово не англійського, а французького походження використовується в країнах Європи для позначення спеціальних наклейок [1]. Ці маленькі кольорові наклейки використовуються для позначення того, що проїзд по платних дорогах був оплачений. Ці наклейки видаються на термін, найчастіше, 1 рік. Ці наклейки розроблені таким чином, щоб переміщення їх було неможливим без їх псування. Таким чином наклейку неможливо використовувати більш ніж на 1 машині. Як правило, такі наклейки використовуються в країнах, де існує ціла мережа платних доріг. Влаштування пункту збору плати при кожному в'їзді на платну ділянку дороги є нераціональним. Тому використовуються такі наклейки. Користувач сплачує не за відстань, яку проїхав по дорозі, а за час користування. З точки зору користувачів такий підхід не є справедливим, оскільки користувачі проїжджають різну відстань по дорогах, а сплачують однаково. Але такий вибір роблять деякі держави для спрощення механізму отримання плати, зменшення витрат на адміністрацію податку і спрощення технічного забезпечення отримання плати.



Рисунок 1 – Австрійська наклейка 2017 р

В Австрії такі наклейки потрібні на території всієї країни (рис. 1). Ціни на проїзд автомобілів (вагою менше 3,5 т) 7,70 € на 10 днів, 22,2 € на 2 місяці, 73,8 € на рік. Для мотоциклів оплата складає 4,3 €, 10,9 € та 29 € відповідно. У вересні 2008 року була представлена нова наклейка, транзитна, яка дозволяє подолати відстань у 23 км до границі з Німеччиною за 2 € в один бік.

В Болгарії наклейки (віньєтки) повинні бути на автомобілях для руху по всіх заміських дорогах, за винятком доріг всередині міст, поселень та сіл, а також на кільцевих дорогах. Також частина місцевих доріг і доріг, по яких переважно рухається техніка сільськогосподарського призначення, не входять в платну

мережу. Про необхідність використання наклейок свідчать спеціальні дорожні знаки. Є 3 види наклейок (рис. 2).



Рисунок 2 – Болгарські наклейки 2018 року

В Болгарії можна часто побачити камери, встановлені над дорогою. Камери встановлюють часто на виїздах з міст і населених пунктів, на розв'язках і в багатьох інших місцях.

В Чехії потрібне використання наклейок для користування магістральними дорогами (рис. 3).



Рисунок 3 – Віньєтки Чехії 2018 року

Доступні наклейки на тиждень, місяць, рік. Для комерційних автомобілів наклейки ліквідовані у 2007 році. З 2009 року вартість наклейок складає: на рік 37,7 €, на місяць – 12,44 €, на тиждень – 8,29 €. Штраф за рух по автомагістралях з недійсною або неправильно прикріпленою віньєткою від 5000 чеських крон при оплаті на місці і до 100000 чеських крон при розгляді справи в суді.

У випадках, коли необхідне стягнення плати за користування конкретною ділянкою автомобільної дороги, застосовується класичний підхід до організації платного проїзду — здійснення оплати під час в'їзду або виїзду з відповідної ділянки. Така модель реалізується у різних країнах із певними технічними та організаційними варіаціями, проте її основний принцип залишається незмінним: розмір плати визначається пропорційно до фактично подоланої відстані платною дорогою.

Тарифікація подібного типу істотно варіюється залежно від країни, що зумовлено як місцевими законодавчими нормами, так і політикою експлуатуючих організацій. Вартість проїзду залежить від типу транспортного засобу — вантажні автомобілі та автобуси, як правило, сплачують вищу плату — а також від оператора, який обслуговує відповідну ділянку дорожньої інфраструктури. Максимальні граничні розміри тарифів, у свою чергу, регламентуються національним або регіональним законодавством.

Оскільки отримання коштів за проїзд потребує певного часу, будували досить широкі пункти, на 9 і більше каналів, щоб одночасно приймати плату з декількох користувачів.

Але все одно біля таких пунктів в часи пік, в окремі дні тижня і в час відпусток утворювалися значні черги. До того ж такі пункти потребували значних капіталовкладень як на етапі будівництва, так і на етапі експлуатації. Для кожного каналу потрібен був касир, якому обладнувалося робоче місце і необхідно було платити заробітну плату.

Велика частина коштів, що отримувалося в якості плати за проїзд, витрачалася на утримання пунктів отримання плати. Такий складний спосіб отримання плати став причиною відмови ряду країн від такого способу отримання коштів за проїзд і впровадження віньєток.

З розвитком технологій ситуація частково покращилася.

Першим кроком для спрощення процесу було впровадження автоматів, що отримували кошти. Коли користувач опустив в автомат достатню кількість грошей, підіймався шлагбаум і можна було проїхати або видавався квиток, який можна сканувати при в'їзді. У другому випадку можна було зекономити трохи часу, купивши квиток заздалегідь.

Найбільш доцільними в даному випадку виявилися безконтактні карти, що базуються на радіохвильових технологіях. Така технологія значно швидша, ніж банківські карти і інші технології.

Безконтактні карти повністю змінили процедуру оплати. Час на оплату скоротився в рази. Це найбільш швидкий спосіб у порівнянні з всіма, зазначеними вище. Але навіть у такому випадку автомобіль повинен зупинитися і водій повинен піднести карту до терміналу.

Декілька років тому в Туреччині була запроваджена принципово нова система отримання плати за проїзд. На відміну від більшості європейських країн, де системи сплати за проїзд вже працюють багато років, турецька влада вирішила провести експеримент і запровадити нову систему у відповідь на численні звернення громадян.

Зараз для оплати проїзду потрібно або безконтактний датчик системи OGS (Автоматична Система отримання Плати) або стікер (наклейка) HGS (Швидкісна система отримання плати).

Для своєї роботи система HGS використовує радіочастотну технологію ідентифікації, що дозволяє транспортним засобам більше не сповільнюватися при проїзді через ворота пунктів оплати.

Придбати стікер HGS можна в офісах, розміщених при виїзді/в'їзді з автомагістралі, в будь-якому поштовому відділенні РТТ (національний поштовий оператор Туреччини) і відділеннях банків Garanti або Isbank.

При наближенні до пункту оплати необхідно знизити швидкість до рекомендованої (30 км/год) і проїжджати тільки по смузі з написом «HGS». Якщо ви будете їхати занадто швидко або проїдете по іншій смузі, то сканер може не спрацювати і це призведе до штрафу.

Сканер розташовується з лівого боку дороги і виглядає як камера. Якщо загоряється зелене світло, то це означає, що сканер упізнав наклейку і на табло висвічується сума, що підлягає списуванню. Якщо загоряється жовтий або червоне світло, то це означає, що сканер не зміг впізнати наклейку. Незважаючи на це все одно проїжджаєте вперед, але при першій нагоді необхідно перевірити свій баланс.

У тому випадку, якщо ви проїхали по платній автомагістралі без стікера HGS, то у вас є 7 днів, щоб придбати його і, таким чином, погасити заборгованість. У цьому випадку ніяких штрафних санкцій застосовуватися не буде. Після закінчення 7 днів сума штрафу складе одинадцятикратну вартість проїзду.



Рисунок 4 – Стікер системи HGS і пункт оплати

Реалізація системи «плата за відстань» найбільш справедлива для користувачів. Як свідчить досвід Туреччини, при сучасному технічному оснащенні така система також найбільш комфортна для користувачів.

Фактично це єдина система, яка дозволяє автомобілям не зупинятися на пунктах отримання плати за проїзд. Реалізація цього проекту в Туреччині дозволила практично позбавитися черг на пунктах плати за проїзд. Також з'ясувалося, що при використанні RFID UHF міток істотно збільшується пропускна здатність пунктів оплати, що дозволяє робити їх більш компактними.

Література:

1. Вікіпедія – вільна енциклопедія. Стаття про дорожні збори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://en.wikipedia.org/wiki/Vignette_\(road_tax\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Vignette_(road_tax)) - 1.10.2024 р. – заголовок з екрану.
2. Платні дороги во Франції. Все про платні дороги Франції в 2018 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://avtoturistu.ua/blog/trassy_evroпа/платні_дороги_во_Франции,_все_про_платні.story 16.10.2018 р. – заголовок з екрану.
3. Платні дороги в Європі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autotraveler.ua/spravka/toll-road-in-europe.html#.XA9u8oJXq72> 16.10.2024 р. – заголовок з екрану.
4. Платні дороги Європи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://traveleu.ua/roads/europeRoads.htm> 16.10.2024 р. – заголовок з екрану.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПІДГОТОВЧИХ РОБІТ НА ЕТАПІ БУДІВНИЦТВА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Олійник Д.О., ст. групи Д-41-20

daria.oliinyk04@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Арінушкіна О. О., асистент

lenaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Підготовчі роботи це критично важливий етап будівництва автомобільних доріг, що включає в себе комплекс заходів для забезпечення успішної реалізації проекту. Ці роботи охоплюють геодезичні роботи, інженерно-геологічні дослідження, проектування та планування, розчищення території, відведення та осушення території, будівництво тимчасових доріг та об'єктів, а також забезпечення безпеки на підготовчому етапі.

Підготовка до будівництва поділяється на три основні категорії: організаційно-технічні заходи, загально-будівельні та спеціальні підготовчі роботи. Від якості їх виконання залежить ефективність подальшого будівництва, довговічність конструкцій та відповідність готової дороги проектним вимогам.

Геодезичні роботи забезпечують точне визначення геометричних параметрів території, що дозволяє ефективно планувати та виконувати будівельні роботи.

Першим етапом є проведення топографічної зйомки місцевості. Це включає збір даних про рельєф, природні та штучні об'єкти на території майбутнього будівництва. Ці дані дозволяють створити топографічний план, який є основою для подальшого проектування дороги.

Наступним етапом є визначення координат ключових точок на будівельному майданчику. Це включає визначення положення основних елементів майбутньої дороги.

Встановлення межових знаків забезпечує точне розмежування будівельного майданчика. Вони встановлюються на ключових точках та слугують орієнтирами для будівельників та допомагають уникнути помилок під час виконання робіт.

Основними інструментами, які використовуються під час геодезичних робіт, є теодоліти, тахеометри, GPS-системи та дрони.

Точні дані про рельєф, координати та межі дозволяють ефективно планувати трасу дороги, розташування інженерних споруд та дренажних систем.

Наступним етапом підготовчих робіт є інженерно-геологічні дослідження, вони дозволяють забезпечити надійність та довговічність дорожньої конструкції, мінімізувати ризики деформацій та руйнувань, а також оптимізувати витрати на будівництво.

Буріння свердловин – це основний метод дослідження ґрунтів, який дозволяє отримати зразки ґрунту з різних глибин, визначити структуру ґрунтових

шарів, їхню товщину та склад. Ці зразки ґрунту використовуються для подальшого лабораторного аналізу. Проби ґрунту допомагають визначити його фізико-механічні властивості і дозволяють провести різноманітні випробування, такі як визначення міцності на стиск, зсув, випробування на проникність води.

Також однією з ключових задач інженерно-геологічних досліджень є визначення несучої здатності ґрунтів і оцінка можливих деформацій. Це дозволяє оцінити, наскільки ґрунт здатний витримувати навантаження від дорожнього полотна та транспортних засобів, які будуть по ньому рухатися. Ці розрахунки навантажень проводяться з урахуванням результатів аналізу властивостей ґрунту.

Наступним етапом є проектування та планування, на цьому етапі розробляється проектна документація, яка є основою для будівництва автомобільної дороги.

Розробка проектної документації починається з вибору оптимального маршруту дороги для певного завдання. Це включає аналіз різних варіантів маршруту з урахуванням природних перешкод, існуючої інфраструктури та вимог до мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Проводиться детальна оцінка впливу на навколишнє середовище, включаючи аналіз можливих екологічних наслідків будівництва та експлуатації дороги. На основі цієї оцінки розробляються заходи щодо мінімізації негативного впливу. Також враховується вплив дороги на місцеві громади та населення, що включає оцінку можливих змін у соціально-економічних умовах.

Проектування технічних рішень для складних ділянок забезпечує надійність та безпеку експлуатації дороги. Це включає розробку спеціальних інженерних конструкцій, які дозволяють подолати природні перешкоди та забезпечити стабільність дорожнього полотна.

Наступний етап підготовчих робіт це розчищення дорожньої смуги

Першим етапом цих робіт є очищення території від дерев, чагарників і каменів, воно має важливе значення для запобігання пошкодженням техніки та забезпечує безпеку робітників. Також важливо зазначити, що видалення рослинності сприяє створенню рівного і стабільного ґрунту, що є важливим для подальших етапів будівництва.

Після очищення майданчику усі матеріали складаються й при необхідності транспортується на спеціально відведені майданчики.

Другим важливим аспектом є видалення старих споруд та інших об'єктів, які можуть перешкоджати будівництву. Це включає знесення старих будівель та споруд, якщо такі є, а також демонтаж та видалення будь-яких існуючих інфраструктурних об'єктів, які перебувають на майданчику будівництва.

Третім етапом є видалення рослинного шару ґрунту. Воно запобігає просіданню, оскільки цей шар ґрунту містить органічні матеріали, які можуть розкладатися з часом, що призводить до просідання ґрунту та утворення нерівностей на дорожньому полотні. Також, цей процес покращує дренаж, оскільки рослинний шар ґрунту може утримувати воду, що призводить до

проблем з водовідведенням. Знятий рослинний шар ґрунту також транспортується на спеціально відведені місця.

Після зняття рослинного шару поверхня ґрунту вирівнюється та ущільнюється для створення стабільної основи для подальших будівельних робіт. Це забезпечує рівну поверхню, на яку можна укласти подальші шари дорожнього полотна.

Після підготовки майданчика необхідно організувати процес транспортування техніки. Потрібно вибрати відповідний транспорт для перевезення техніки, враховуючи її розміри та вагу. Важливо спланувати маршрут перевезення з урахуванням дорожніх умов, вантажопідйомності мостів та наявності обмежень на транспортних шляхах.

Під час транспортування техніка повинна бути надійно закріплена на платформі для запобігання її переміщенню під час транспортування.

За необхідності, вантаж супроводжується спеціалізованими автомобілями, які забезпечують безпеку транспортування.

Після прибуття на будівельний майданчик слід організувати процес розвантаження техніки. Цей етап включає обережне розвантаження техніки з транспорту, огляд техніки на наявність пошкоджень, які могли виникнути під час транспортування, також потрібно провести налаштування та тестування техніки перед початком її використання на будівельному майданчику.

Осушення будівельних територій – це наступний етап, який забезпечує стабільність ґрунту та створює належні умови для будівництва. На початку проводиться оцінка рівня ґрунтових вод шляхом гідрологічних досліджень. Це дозволяє визначити можливі проблеми з водовідведенням і розробити ефективну дренажну систему.

Проектування дренажної системи включає розробку проекту, який забезпечить відведення як поверхневих, так і підземних вод, створюючи суху та стабільну основу для будівельних робіт. Далі проводиться будівництво дренажних систем.

Не менш важливим етапом є будівництво тимчасових об'єктів та доріг. Тимчасові дороги призначені для транспортування будівельних матеріалів, техніки та обладнання до місця будівництва. Для їх будівництва використовуються різні матеріали, зокрема щебінь, гравій або спеціальні плити. Важливо враховувати, що тимчасові дороги мають бути достатньо міцними, щоб витримувати вагу важкої будівельної техніки та вантажівок.

Крім тимчасових доріг, на будівельному майданчику також споруджуються різні тимчасові об'єкти, необхідні для організації роботи. До таких об'єктів належать склади та побутові приміщення. Тимчасові склади використовуються для зберігання будівельних матеріалів, інструментів та обладнання. Побутові приміщення включають їдальні, роздягальні, санвузли, що сприяють підвищенню продуктивності та безпеки на будівництві.

Для забезпечення безпеки населення на будівельному майданчику важливо встановити тимчасові огорожі та інші заходи безпеки, які захищають людей від

можливих небезпек, пов'язаних з будівництвом. Тимчасові огорожі обмежують доступ до будівельної зони, запобігаючи випадковому проникненню сторонніх осіб. Знаки безпеки попереджають про можливі ризики та вказують на безпечні шляхи проходження.

Контроль якості у будівництві доріг регулюється різними нормативними документами, стандартами та технічними умовами. Дотримання цих нормативних документів є обов'язковим для забезпечення належної якості будівництва.

Контроль якості включає різні методи, до основних належать лабораторні дослідження, польові випробування та інструментальні методи. Лабораторні дослідження дозволяють оцінити фізико-механічні властивості матеріалів та їх відповідність встановленим стандартам.

Польові випробування проводяться безпосередньо на будівельному майданчику і дозволяють оцінити якість виконання будівельних робіт у реальних умовах.

Контроль ущільнення, перевірка міцності та товщини покриття є ключовими факторами, які впливають на міцність і довговічність дорожнього покриття. Інструментальні методи дозволяють забезпечити високий рівень точності та ефективності контролю якості у дорожньому будівництві за допомогою сучасних технологій. Вони сприяють своєчасному виявленню проблем і їх оперативному вирішенню, що забезпечує високу якість робіт.

Організація системи контролю якості у будівництві доріг є комплексним процесом, що включає внутрішній та зовнішній контроль. Внутрішній контроль якості здійснюється спеціалізованими відділами підприємства, а зовнішній - незалежними організаціями та державними інспекціями. Регулярні аудити та сертифікація забезпечують відповідність будівництва встановленим стандартам.

ВИСНОВКИ

Підготовчі роботи є важливим етапом у процесі будівництва автомобільних доріг, що значною мірою визначає якість, довговічність та ефективність подальших будівельно-монтажних робіт. Рекомендаціями щодо оптимізації підготовчих робіт включають використання сучасної техніки та технологій, що дозволяє скоротити терміни виконання робіт і зменшити витрати. Важливим є попереднє детальне планування з чітким графіком робіт, визначенням ресурсів та відповідальних осіб.

Ретельне та послідовне виконання підготовчих робіт забезпечує оптимальні умови для основного будівництва та дозволяє уникнути проблем у подальших етапах реалізації дорожнього проєкту. Таким чином, підготовчі роботи є не лише стартовою фазою будівництва, а й фундаментом для успішного втілення проєкту в цілому.

Література:

1. Конспект лекцій з дисципліни Технологія будівництва автомобільних доріг.
2. Дзюба С.О., Карпинський В.В. "Організація дорожньо-будівельних робіт". - Харків: ХНАДУ, 2016.
3. Михайлов А.А., Рябов К.В. "Геологія та геотехніка для дорожнього будівництва". - М.: Транспорт, 2015.
4. Сіренко В.В., Шевченко О.М. "Екологічні аспекти будівництва доріг". - Полтава: ПНТУ, 2020.
5. Бруяко В.І. Контроль якості будівельних робіт: Навчальний посібник. – Київ: КНУБА, 2018.
6. Малишко І.П. Методи та засоби контролю якості в будівництві. – Полтава: ПНТУ, 2017.
7. Нікітін О.М. Контроль якості будівельних процесів: Підручник для вузів. – Тернопіль: ТНТУ, 2013.
8. Державні будівельні норми України - <https://online.budstandart.com/ua/>
9. Урядовий портал - <https://www.kmu.gov.ua/npas/249776005>

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ФІБРОВОЛОКОН ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Постніков І.С., ст.групи Д-52-24

igorpostnikow2014@gmail.com

Самко О.І., ст.групи Д-52-24

tofplaythem@gmail.com

Костін Д.Ю., к.т.н., доцент

Kostin_d@khadi.kharkov.ua

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

У сучасному дорожньому будівництві одним із головних викликів залишається підвищення довговічності та надійності асфальтобетонних покриттів в умовах зростаючих транспортних навантажень, кліматичних змін і старіння матеріалів. Стандартні суміші часто не витримують утворення тріщин, колійності та втрати міцності, що знижує безпеку руху і збільшує витрати на ремонт. Одним із перспективних рішень є впровадження полімерних фіброволокон, які створюють внутрішнє армування в структурі асфальтобетону, сприяючи рівномірному розподілу навантажень та зменшенню деформацій. Дослідження показали, що додавання поліпропіленових, поліефірних, арамідних та інших волокон суттєво покращує тріщиностійкість, зносостійкість і опір втомі.

Вони також не потребують значних змін у технології приготування суміші, що робить їх привабливими для практичного використання. Залежно від потреб можуть використовуватися різні типи волокон: поліпропілен — для зменшення колійності й тріщин при низьких температурах; нейлон — для підвищення пружності; арамід (Kevlar) — для значного посилення міцності, хоч і при високій вартості. Існують також комбіновані варіанти з покращеною сумісністю з бітумом. Таким чином, полімерні фіброволокна є ефективним засобом покращення механічних та експлуатаційних властивостей асфальтобетону, відкриваючи нові можливості для підвищення якості дорожніх покриттів. Основна функція полімерних фіброволокон у складі асфальтобетону полягає у структурному зміцненні суміші шляхом створення внутрішнього армування. Завдяки своїм фізико-механічним властивостям, волокна розподіляються рівномірно по всьому об'єму суміші, створюючи тривимірну армувальну сітку, яка ефективно протидіє виникненню тріщин, зменшує деформації і підвищує стійкість до втоми матеріалу.

Основні механізми дії фіброволокон:

Полімерні фіброволокна в асфальтобетоні виконують кілька ключових функцій. Вони армують суміш на мікрорівні, запобігаючи утворенню та поширенню мікротріщин, а також знижують внутрішні напруження, підвищуючи тріщиностійкість. Поліпропіленові волокна утримують бітум на своїй поверхні, сприяючи його рівномірному розподілу й запобігаючи витіканню, особливо в

пористих сумішах. Фібри також зміцнюють зв'язність матеріалу, що зменшує колійність при високих температурах і навантаженнях. Додатково, вони підвищують втомну тривкість асфальтобетону, продовжуючи строк служби покриття. Ці ефекти підтверджуються численними експериментальними дослідженнями. Наприклад, додавання фіброволокон забезпечує суттєве зменшення глибини колії на 35–50%, а також підвищення межі витривалості на розтяг. Крім того, фіброволокна є особливо ефективними в регіонах з різкими перепадами температур та високим рівнем вологості, оскільки вони зменшують утворення низькотемпературних тріщин і вивітрювання в'язучого.

Переваги механізму армування фіброволокнами:

- ефективно працюють навіть при невеликих дозуваннях (0,1–0,5% від маси суміші);
- не потребують значної зміни технології виробництва суміші;
- підходять як для нових покриттів, так і для ремонтних робіт;
- покращують одразу кілька параметрів: міцність, довговічність, стійкість до тріщин;

Використання полімерних фіброволокон у складі асфальтобетонних сумішей суттєво покращує ключові експлуатаційні властивості дорожніх покриттів.

Дослідження підтверджують, що навіть незначна кількість волокон підвищує тріщиностійкість, водостійкість, міцність та деформаційну стійкість. Зокрема, армування поліпропіленовими волокнами збільшує межу міцності на розтяг при непрямому навантаженні на 15–30 %, що свідчить про кращий опір навантаженням при інтенсивному русі.

Модифіковані суміші демонструють вищу стійкість до утворення колій – глибина деформацій зменшується на 35–50 % залежно від типу волокон. Втомна тривкість також значно зростає: кількість навантажувальних циклів до появи тріщин може зрости на 40 % при використанні поліефірних волокон. Полімери підвищують гідрофобність матеріалу, що знижує водонасичення та ризик вивільнення бітуму – індекс TSR зростає на 10-20 %. Крім того, волокна, як-от нейлон і арамід, підвищують опір тріщиноутворенню при низьких температурах, роблячи покриття більш надійним у складних кліматичних умовах. Усі ці ефекти підтверджують ефективність фіброволокон як сучасної модифікуючої добавки для підвищення довговічності дорожніх конструкцій.

Узагальнені переваги, встановлені дослідженнями:

Властивість	Покращення завдяки фібрам
Межа міцності на розтяг	+15–30 %
Глибина колії	–35–50 %
Втомна тривкість	+30–50 % циклів до руйнування
Водостійкість	+10–20 %
Тріщиностійкість	Висока ефективність при низьких температурах

Таким чином, застосування полімерних фіброволокон забезпечує комплексне покращення основних показників якості асфальтобетонного покриття, що веде до зменшення витрат на обслуговування доріг та підвищення довговічності інфраструктурних об'єктів. Порівняльна таблиця основних фізико-механічних властивостей асфальтобетону без фіброволокон та з додаванням полімерних фіброволокон в кількості 0,3–0,4 % від маси суміші. Дані базуються на результатах досліджень, наведених у доступних джерелах [3]. Хоча модифікація асфальтобетону фіброволокнами може здатися дорожчою на початку, практика показує суттєве зниження загальної вартості життєвого циклу покриття. Менша частота ремонтів, довший термін служби та підвищена зносостійкість виправдовують початкові витрати. У США поліпропіленові й поліефірні волокна активно використовуються з 1990-х років, особливо в штатах Техас, Каліфорнія та Флорида. За даними FHWA, дороги з фіброволокнами служать на 4–6 років довше [4]. У Китаї їх застосовують на швидкісних трасах, досягаючи економії на обслуговуванні до 25 % [5]. У Німеччині та Нідерландах фіброволокна входять до складу екологічних дорожніх покриттів, замінюючи дорогі полімерні бітуми. Згідно з Asphalt Institute, вартість суміші з фіброволокнами зростає на 2–6 % [6], але окупність витрат (ROI) становить від 1,8 до 2,5 протягом перших 3–5 років, особливо на ділянках з інтенсивним рухом. Полімерні фіброволокна — це ефективне, доступне та зручне рішення для підвищення якості асфальтобетонних покриттів без значного збільшення витрат.

Висновок. Дослідження та практика доводять: фіброволокна покращують міцність, тріщиностійкість, водостійкість та зменшують колійність. Їх легко впроваджувати в існуючі технології без дорогого переоснащення. Хоча початкові витрати дещо зростають, довговічність і зменшення потреби в ремонтах повністю це компенсують. З огляду на це, застосування фіброволокон доцільно розглядати як один із ключових напрямів модернізації дорожнього будівництва в Україні.

Література:

1. Applications of Synthetic, Natural, and Waste Fibers in Asphalt Mixtures: A Citation-Based Review. *Polymers* (MDPI). (URL): <https://www.mdpi.com/2073-4360/15/4/1004> (дата звернення 07.04.2025)
2. Performance Improvement of Asphalt Concretes Using Fiber Reinforcement. *Polymers* (NIH/PubMed Central). (URL): <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8141780> (дата звернення 07.04.2025)
3. Kadhim M. M., Aftab A., Ahmad A. R., Abdulhameed A. Покращення характеристик асфальтобетону шляхом армування волокнами // *Materials*. – 2021. – Т. 14, № 10. – С. 1–20. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8141780/> (дата звернення: 07.04.2025).
4. FHWA Report on Fiber-Reinforced Asphalt Pavements — (URL): <https://www.fhwa.dot.gov> (дата звернення 07.04.2025)
5. Review of Fiber-Reinforced Asphalt Pavement Applications in China — *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 2021
6. Asphalt Institute: Economic Benefits of Fiber Reinforcement — (URL): <https://www.asphaltinstitute.org> (дата звернення 07.04.2025)

УЩІЛЬНЕННЯ БІТУМОМІНЕРАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ВІБРАЦІЙНИМИ ПЛИТАМИ

Потапов І. Д., ст. групи Д-42-21

Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Аналіз експериментальних даних з укладання шару матеріалу ін'єкційно-струменевим методом показав, що необхідний коефіцієнт ущільнення і водонасичення матеріалу не забезпечується при укладанні суміші і потрібно його додаткове ущільнення. Рекомендаціями передбачається ущільнення укладеного шару матеріалу за рахунок навантаження від транспортних засобів, що дозволяє підвищити характеристики міцності матеріалу [26]. Однак такий підхід до забезпечення необхідних характеристик шару матеріалу залежить від багатьох факторів, в тому числі від осевого навантаження транспортних засобів, інтенсивності руху, товщини шару матеріалу, погодних умов і т.п. Більш ефективним способом забезпечення високих характеристик є ущільнення матеріалу безпосередньо після його укладання [1].

Встановлено, що під час виконання робіт по ремонту дорожніх покриттів використовують вібраційні плити [3]. Контактні напруги, що виникають під час ущільнення вібраційною плитою мають значно менше значення ніж у вальцових котків, але при цьому тривалість дії навантаження за часом значно більше. Відповідно величина необоротної деформації при ущільненні матеріалу визначається рівнянням [3, 4]:

$$\lambda_o = \lambda_{\text{ц}} t, \quad (1)$$

де $\lambda_{\text{ц}}$ – необоротна деформація матеріалу, що виникає при дії одного циклу навантаження, мм/с;

t – сумарний час дії навантаження, с.

При дії навантаження на частку суміші в зоні контакту частинок виникають нормальні і дотичні напруження. На початковому етапі розвитку деформації спостерігається пряма залежність між модулем жорсткості і деформацією матеріалу. Цей етап характеризується підвищенням щільності суміші, що залежить від величини нормальних напружень. Зі збільшенням напруженого стану матеріалу зростають і дотичні напруження. При досягненні значення, що перевищує в'язкий опір суміші, відбувається збільшення деформації матеріалу за рахунок бічного переміщення частинок суміші при незначній зміні модуля жорсткості. Це можна пояснити тим, що деформація матеріалу відбувається за рахунок переміщення частинок щодо один одного, тобто спостерігається процес формування структури матеріалу, який ущільнюється. Це процес характеризується підвищенням зсувних характеристик суміші [2].

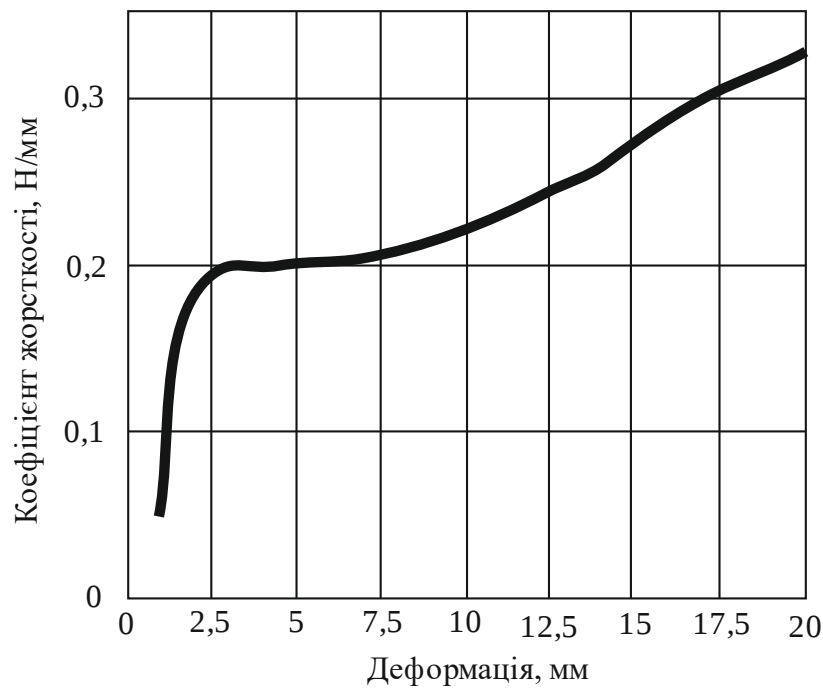


Рисунок 1 – Залежність модуля жорсткості від деформації суміші в замкнутому об'ємі вибоїни.

Результати експериментальних досліджень показали, що між коефіцієнтом жорсткості і коефіцієнтом ущільнення є зв'язок, який підпорядковується лінійній залежності (рис. 2) [1].

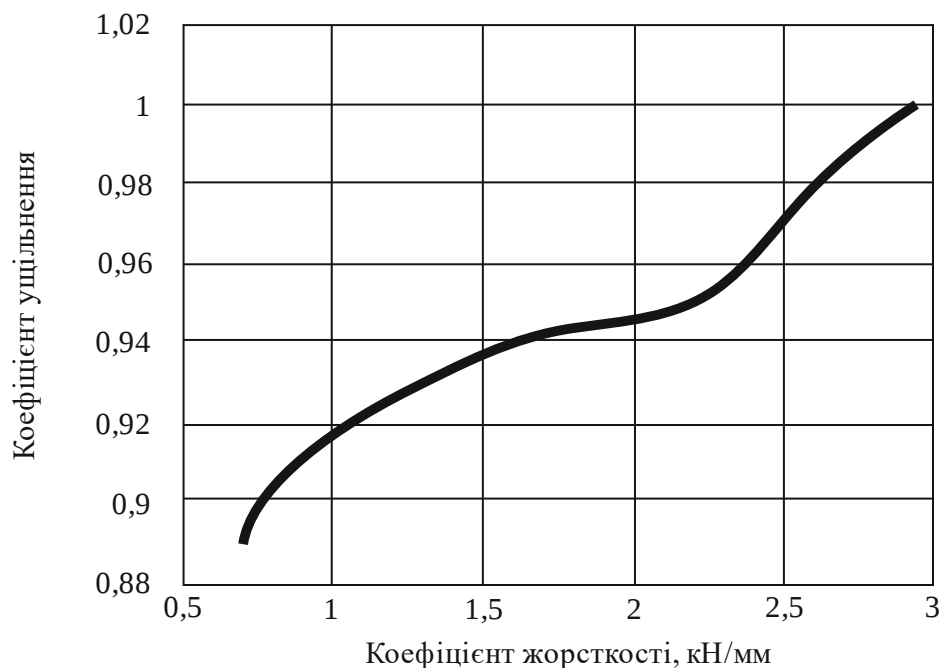


Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта ущільнення від коефіцієнта жорсткості

З огляду на малу площу поверхні вибоїни при виконанні ремонтних робіт застосування дорожніх котків для ущільнення суміші недоцільно. В цьому випадку для ущільнення суміші застосовують ручні котки або вібраційні плити. Аналіз параметрів ручних котків показав, що вони не дозволяють забезпечити

необхідні параметри ущільнення. Досвід застосування вібраційних плит показує, що за рахунок збільшення часу впливу на матеріал, що ущільнюється, вони в змозі забезпечити більш високі показники ущільнення за умови правильного вибору їх параметрів [1].

Встановлено, що ущільнююча здатність машини залежить як від статичного тиску під плитою, так і параметрів вібрації. При недостатньому статичному тиску забезпечити необхідну щільність матеріалу практично неможливо [3].

Існує ряд досліджень з питання визначення контактних напружень під вібраційними плитами [4]. В роботі представлена методика визначення контактних напружень під вібраційною плитою.

Відомо, що при циклічному навантаженні матеріалу величина залишкової деформації визначається з урахуванням деформації одиничного циклу і числа циклів [3].

Отже, знаючи значення максимальної контактної напруги під вібраційною плитою, число циклів прикладання навантаження і їх тривалість, можна визначити величину деформації суміші при ущільненні плитою. На рисунку 6.3 представлена залежність деформації шару суміші при ущільненні вібраційною плитою ZITREK Z3K після кожного проходу плити. Зміна величини деформації суміші характеризується логарифмічною залежністю, що підтверджується результатами інших досліджень [5].

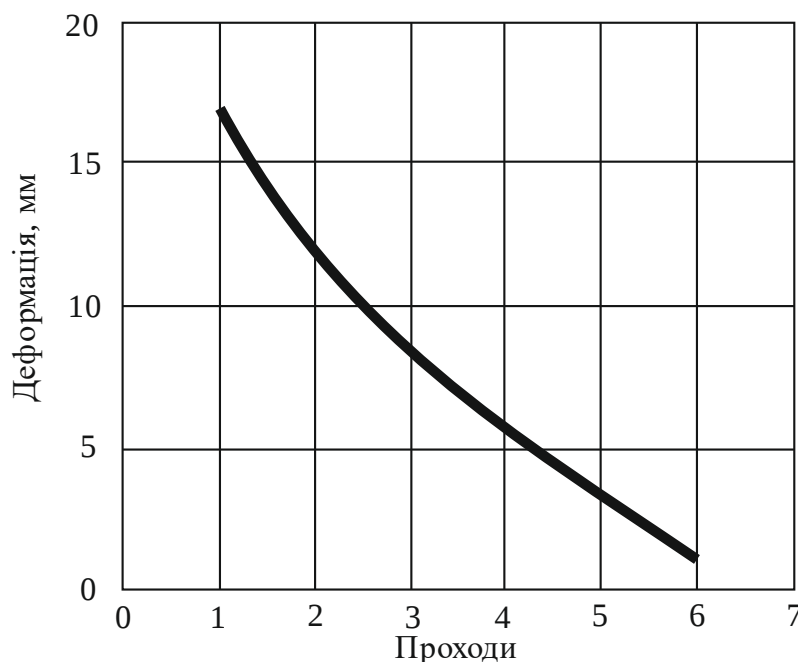
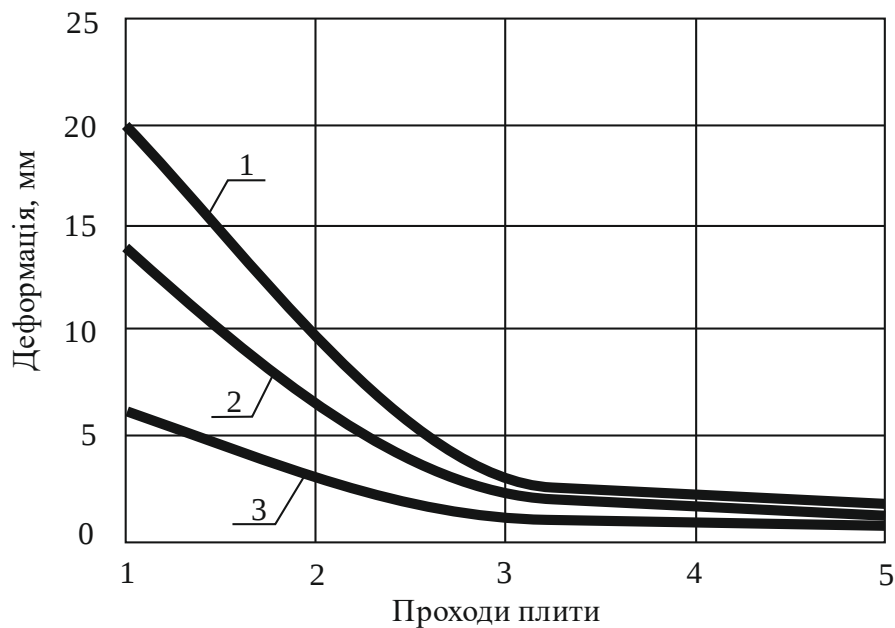


Рисунок 3 – Залежність загальної деформації шару суміші від числа проходів

Зазначалося, що параметричний ряд вібраційних плит характеризується набором різних конструктивних параметрів (масою, змушує силою, контактної площею). Отже, ефективність впливу на матеріал, що ущільнюється, буде різною [4, 5].

На рисунку 4 представлена залежність деформації шару суміші, що ущільнюється, після проходів вібраційних плит з різними параметрами.



1 – Samsan Rc212 ; 2 – Masalta MSR60 ; 3 – ZITREk Z3K.

Рисунок 4 – Залежність деформації шару суміші від числа проходів плити

З представлених даних видно, що розвиток деформації суміші залежить від параметрів ущільнюючих машин, властивостей матеріалу і технологічних параметрів ущільнення. Розвиток деформації шару суміші, що ущільнюється, під дією навантаження характеризує підвищення щільності і міцності матеріалу, що можна оцінити коефіцієнтом ущільнення [1]. Чисельне значення коефіцієнта ущільнення суміші в залежності від деформації шару при дії навантаження можна визначити за формулою:

$$K_y = e^{-0,013\lambda}, \quad (2)$$

де λ – деформація шару суміші, мм. Коефіцієнт кореляції рівняння дорівнює 0,99.

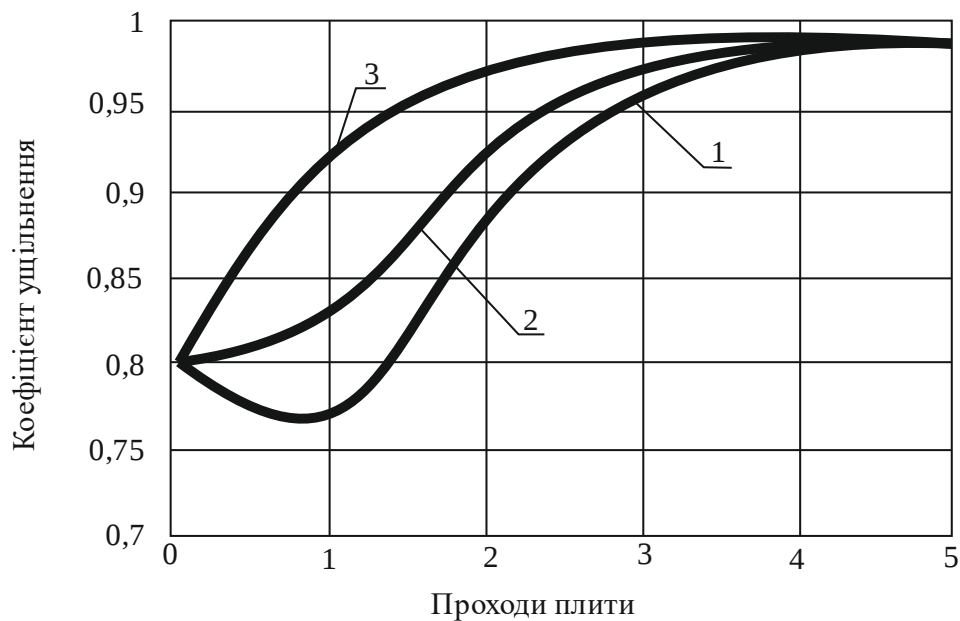
Отже, знаючи деформацію шару суміші можна визначити коефіцієнт ущільнення. На рисунку 6.6 представлена залежність коефіцієнта ущільнення від числа проходів плити при ущільненні бітумомінеральної суміші [1].

Аналіз даних на рисунку 5 дозволяє зробити наступні висновки:

- при виборі параметрів вібраційних плит для ущільнення сумішей необхідно враховувати властивості матеріалу, що ущільнюється;

- досягнення необхідного коефіцієнта ущільнення суміші вібраційної плитою, при відповідних параметрах плити, забезпечується за 3-4 проходи по одному сліду;

- застосування вібраційних плит з значною масою сприяє розвитку значних деформацій шару, що ущільнюється, на початковій стадії ущільнення, що характеризує процес дестабілізації шару суміші (плити 1 і 2). Внаслідок цього відбувається зниження коефіцієнта ущільнення шару матеріалу. При подальших проходах плити (5-6) підвищується щільність матеріалу і коефіцієнт ущільнення досягає нормативного значення.



1 – Samsan Rc212; 2 – Masalta MSR60; 3 – ZITREk Z3K.

Рисунок 5 – Залежність коефіцієнта ущільнення суміші від числа проходів вібраційної плити

Література:

1. Ямковий ремонт доріг: веб-сайт. URL: <https://www.asphalt paving.com.ua/%D1%8F%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9-%D1%0%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D1%82-%D0%B4%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B3/> (дата звернення: 27.03.2025).
2. Daniel Swiertz. Compaction and Aggregate Structure Analysis Techniques: State of the art. report Daniel Swiertz, Enad Mahmoud, and Hussain Bahia. 2001. URL: https://uwmarc.wisc.edu/files/rilemtg2/State_of_the_Art_Reportwith_Imaging_Standard_Jan2010.pdf (дата звернення: 27.03.2025).
3. B.A. Vallerga. Recent Laboratory Compaction Studies of Bituminous Paving Mixtures. Proc. Association of Asphalt Paving Technologists. 1951. Vol. 21. P. 117-153.
4. Баладінський В.Л. Будівельна техніка: підручник / В.Л. Баладінський, І.І. Назаренко, О.Г. Онищенко. – Київ-Полтава: КНУБА-ПНТУ, 2002. – 463 с., іл.
5. Онищенко О.Г., Помазан В.М. Будівельна техніка. – К.: Урожай, 1999. – 304 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩЕБЕНЕВИХ СУМІШЕЙ, АРМОВАНИХ ГЕОРЕШІТКОЮ

Пошукайло В.А., ст. групи Д-42-21

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Міцність та стійкість до деформування дорожніх одягів автомобільних доріг значним чином визначається властивостями конструкційних особливостей щебенево-гравійних шарів, які є його (дорожнього одягу) основою.



Рисунок 1 – Щебеновий шар дорожнього одягу

Дослідження опору зсуву від величини нормального тиску (стискаючих напруг) у щебенових шарах можливі на основі кривих опору зсуву при різних нормальних тисках згідно закону Кулона.

Опір зсуву сипких матеріалів подібно до щебенових фракцій представляють графічно у вигляді прямої під кутом θ до осі нормальних тисків σ_n з величиною граничної зсувної напруги $\tau_{\text{гран}}$ визначається за залежністю:

$$\tau_{\text{гран}} = \sigma_n \operatorname{tg} \theta. \quad (1)$$

При цьому вважається, що опір сипучих матеріалів – це опір їх тертю з кутом внутрішнього тертя θ прямо пропорційно до нормального тиску p і є законом Кулона.

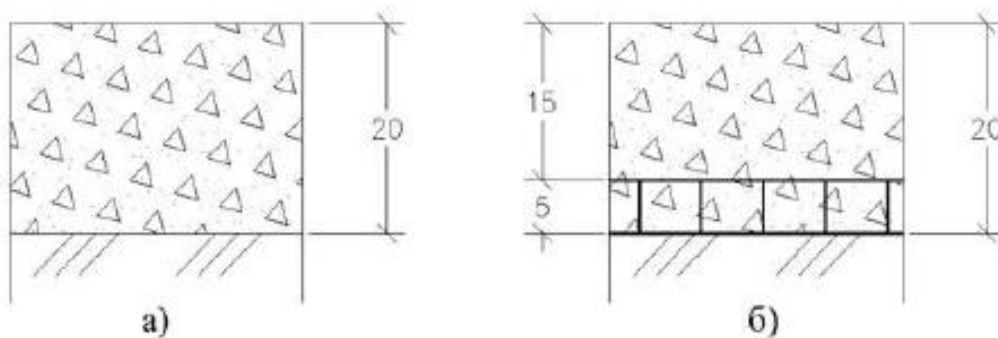
У процесі стиснення шару сипучого матеріалу виникає «сумарна величина зчеплення c », яка складається із структурного жорсткого зчеплення, яке необоротне при руйнуванні, та пластичного зчеплення.

Розмір параметра зчеплення c визначається залежно від:

$$c = \operatorname{tg} \theta p_e, \quad (2)$$

де p_e – деякий всебічний тиск, так званий тиск зв'язності, що сумарно замінює дію всіх сил зчеплення, що використовується в задачах теорії граничної рівноваги ґрунтів.

Численні дослідження в галузі зсувостійкості дорожніх конструкцій не повною мірою охоплюють усі сторони впливу на дорожньо-будівельні матеріали та конструктивні особливості, зокрема щебених, армованих об'ємними георешітками з визначенням зсувних властивостей шарів дорожніх одягів нежорсткого типу.



а) конструкція із щебеневої суміші фр. 0-40 мм; б) конструкція із щебеневої суміші фр. 0-40 мм, армованою георешіткою

Рисунок 2 – Схеми конструкцій дорожнього одягу для динамічних випробувань на міцність щебених матеріалів з об'ємними георешітками

Основні дослідження з зсувних процесів відносяться до ґрунтових масивів з шарами сипких і малозв'язаних матеріалів. Процеси, що відбуваються в масиві дорожніх одягів, при дії навантаження від колеса автомобіля безпосередньо залежать від величини вертикальних і горизонтальних тисків і передачі їх на ґрунтову основу. При цьому виникає необхідність урахування параметрів стисливості матеріалу при малих величинах деформацій, крім того, враховувати одночасно опір зсуву і внутрішнє зчеплення матеріалу в шарах.

Модель щебеневого шару з георешіткою характеризується такими механічними параметрами:

- кут внутрішнього тертя (θ , град);
- коефіцієнт внутрішнього зчеплення (c , Н/см²);
- опір зсуву в горизонтальній площині ($\tau_{зсув}$, Н/см²);
- питомий тиск на ґрунт ($p_{\text{верт}}$, Н/см²).

Вплив георешітки на деформаційні властивості щебених шарів з відомими фізико-механічними властивостями можна визначити за допомогою методів будівельної механіки.

Основні розрахункові значення параметрів стійкості до зсуву фракцій щебених сумішей міцних гірських порід при питомому тиску на штамп рівному $p = 15,34$ Н/см² наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри зсувостійкості щебеневих сумішей

Розмір фракції щебеню, мм	Матеріал армування	Коефіцієнт Пуассона, μ	Кут внутрішнього тертя, θ , градуси	Опір зсуву, τ , Н/см ²	Осідання шару під штампом, z , мм
5-20 мм	без армування	0,279	16°00'	4,39	5,25
	георешітка	0,374	21°25,8'	5,74	4,79
20-40 мм	без армування	0,28	16°30,6'	4,42	2,31
	георешітка	0,32	19°00'	5,08	2,36

Аналіз даних таблиці 1 дозволяє зробити висновок про вплив об'ємної георешітки практично у всіх сумішах щебеню міцних гірських порід за показниками μ , η , θ та z з коефіцієнтом зміцнення шарів: щебінь фр. 5-20 мм $K_{\text{упр}} = 1,3$; щебінь фр. 20-40 мм $K_{\text{упр}} = 1,15$.

Результати випробування шарів щебеню фр. 5-20 мм та армованого об'ємною георешіткою щодо визначення кута внутрішнього тертя у вигляді даних представлені у графіку на рис. 3.

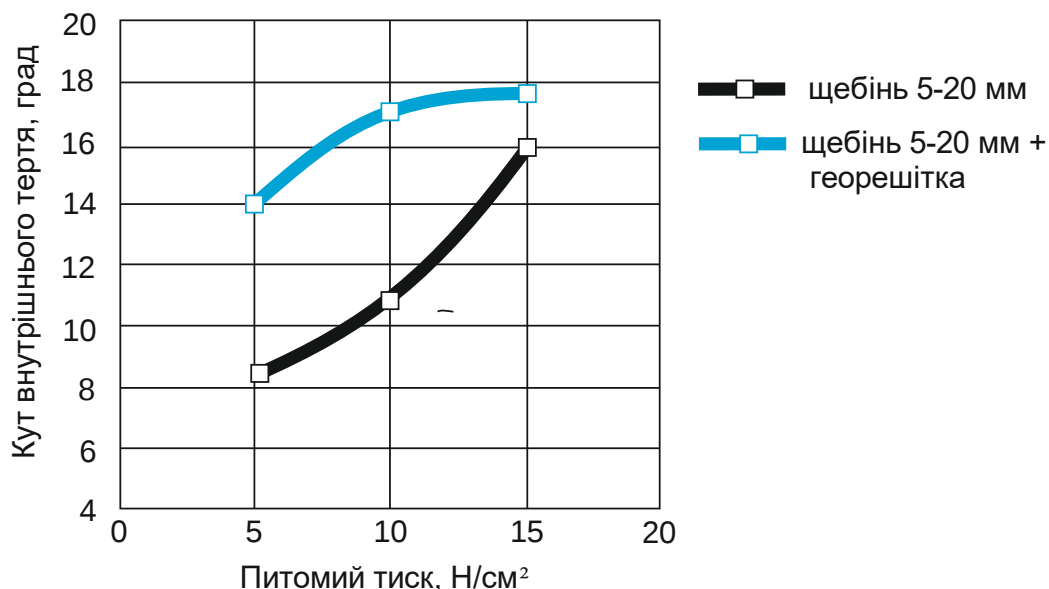


Рисунок 3 – Залежність кута внутрішнього тертя матеріалу шарів із щебеню фр. 5-20 мм без армування та з армуванням георешіткою від питомого тиску на штамп.

Порівняльний аналіз величин кута внутрішнього тертя у шарі щебеню фр. 5-20 мм та армованого об'ємною георешіткою вказує на значне збільшення основного параметра матеріалу, його розподільної здатності при передачі напруги на нижчі шари дорожньої конструкції і земляного полотна.

За абсолютним значенням куту внутрішнього тертя армованого георешіткою щебеню фр. 5-20 мм зростають у діапазоні від 10,7 % до 67,1 %.

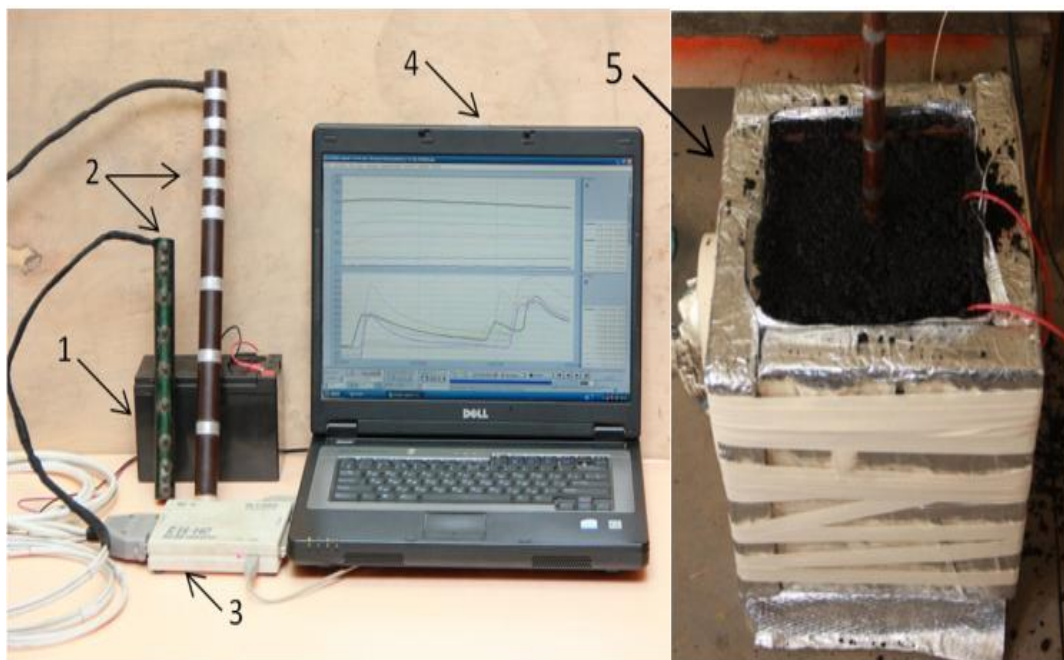
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ НА ШВИДКІСТЬ ОСТИГАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ СУМІШІ

Сізіков О.М., ст. групи Д-42-21
fromboter@gmail.com

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,
kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Для визначення впливу температури навколишнього середовища на швидкість остигання асфальтобетонної суміші розроблено на кафедрі будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Біруля ХНАДУ комплекс устаткування, який дозволяє змодельовати та відстежувати зміну температури асфальтобетонної суміші на різних глибинах досліджуваного матеріалу на протязі заданого часу з обраною частотою вимірювань при зміні наступних зовнішніх факторів: температури навколишнього середовища, швидкості вітру та відносної вологості повітря (рис 1) [1].



1 – джерело живлення приладу; 2 – термовимірювальні зонди; 3 – аналого-цифровий перетворювач; 4 – портативний комп'ютер (ноутбук); 5 – теплоізовльована форма

Рисунок 1 – Термовимірювальний комплекс з теплоізовльованою формою для визначення температур асфальтобетонної суміші по глибині

На початковому етапі лабораторних досліджень передбачається розглянути втрати тепла через відкриту верхню частину кузова без тенту, при моделюванні

впливу температури повітря на інтенсивність теплообмінних процесів гарячої асфальтобетонної суміші.

Для вирішення даної задачі в лабораторних умовах, запропонована модель верхньої частини кузова у вигляді розбірної конструкції прямокутної форми розміром 220x220x360 мм, з якої тепло втрачається тільки через верхню відкриту поверхню асфальтобетонної суміші.

Втратами тепла через стінки форми можна знехтувати за рахунок використання в цих напрямках теплоізоляції. Для проведення експериментальних досліджень була використана готова гаряча асфальтобетонна суміш типу В. Температура суміші на початку експерименту становила близько 160 °С. Експерименти проводилися без обдування теплоізольованої форми повітрям при температурі навколишнього повітря 6 °С і 22 °С.

Результати експерименту показали, що середня температура асфальтобетонної суміші при температурі повітря навколишнього середовища 22 °С в часі, змінюється практично по лінійній залежності (рис. 2).

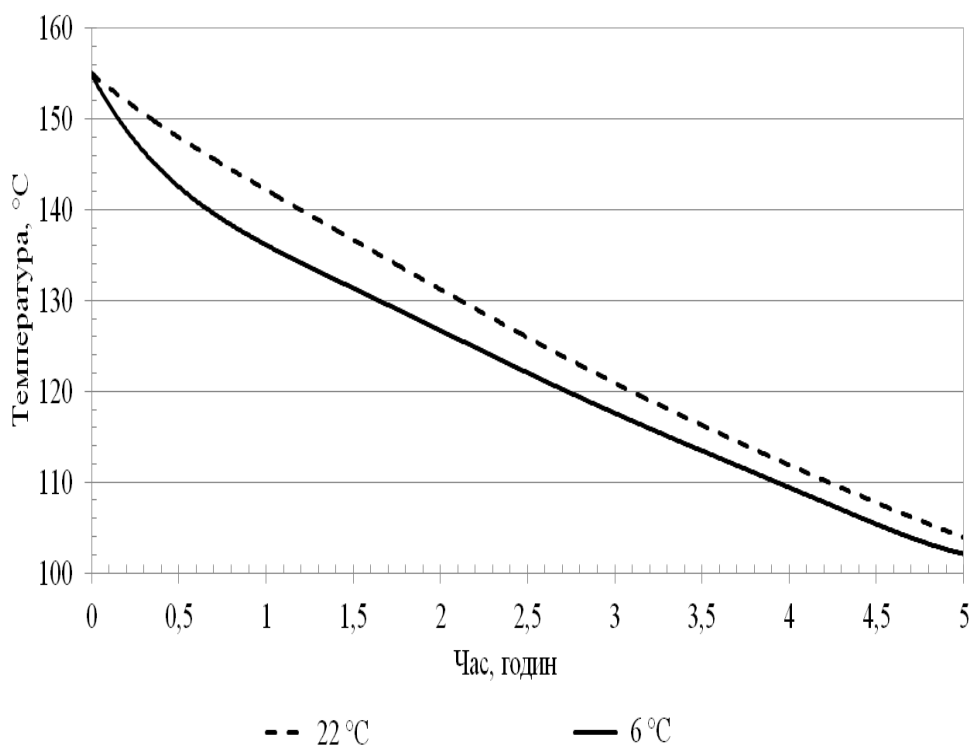


Рисунок 2 – Динаміка зміни середньої температури асфальтобетонної суміші при температурі навколишнього середовища 6 °С та 22 °С

Протягом першої півгодини при температурі повітря 22 °С, в порівнянні з температурою навколишнього середовища 6 °С спостерігається більш інтенсивне зниження середньої температури асфальтобетонної суміші через більшу різницю температур гарячої суміші та температури повітря. Надалі середня температура суміші зменшується менш інтенсивно.

Це можна пояснити утворенням на поверхні теплоізолюючого прошарку, який перешкоджає проникненню тепла на поверхню та розповсюдження в навколишнє середовище.

Для визначення товщини так званої «корки», яка утворюється на поверхні асфальтобетонної суміші при транспортуванні, граничною була прийнята температура, для суміші на бітумі марки БНД 90/130, близько 90 °С [2], при якій суміш втрачає необхідну рухливість, що ускладнює процес подальшого укладання її та ущільнення. Динаміка зміни товщини «корки» асфальтобетонної суміші з температурою нижче 90 °С при різних температурах повітря навколишнього середовища наведена на рисунку 3.

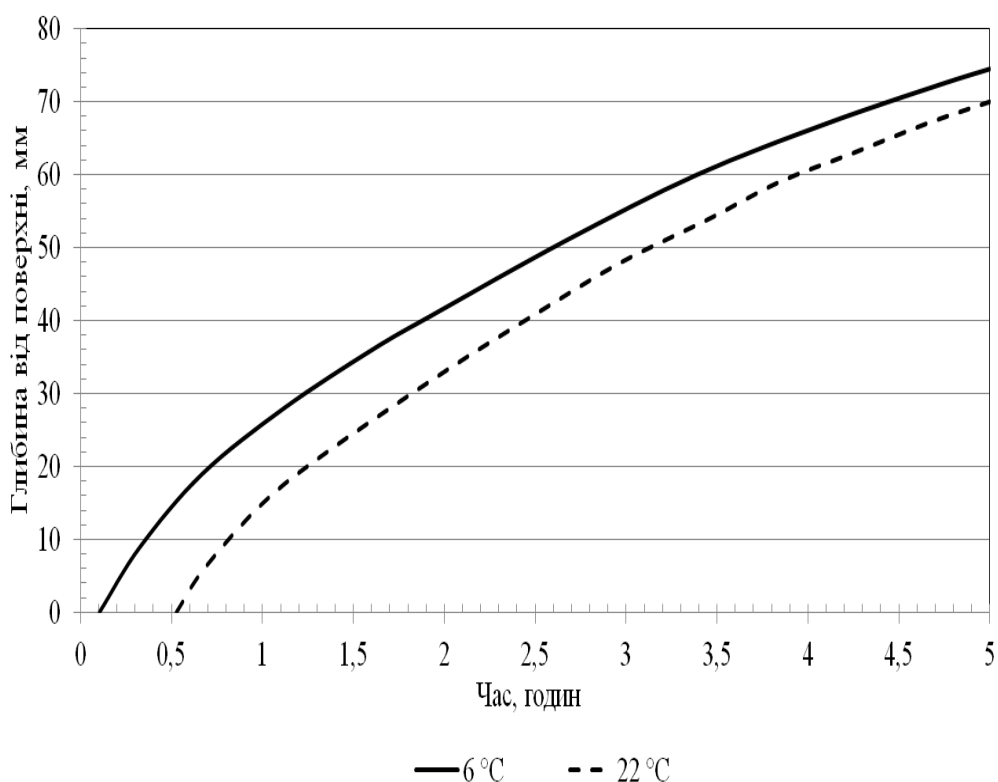


Рисунок 3 – Динаміка збільшення глибини «корки» асфальтобетонної суміші з температурою нижче 90 °С при температурі навколишнього середовища 6 °С і 22 °С

Залежності зміни температури асфальтобетонної суміші за глибиною в часі при температурі навколишнього середовища 6 °С представлена на рисунку 4.

Для отримання дослідних даних планується провести розширений експеримент на асфальтобетонах різних типів при різних значеннях температури повітря, швидкості вітру і вологості повітря, визначити ступінь впливу даних факторів на інтенсивність теплообмінних процесів гарячої асфальтобетонної суміші з навколишнім середовищем, моделюючи в лабораторних умовах втрати тепла через відкриту і вкриту тентом поверхню, через борти і дно кузова автосамоскида.

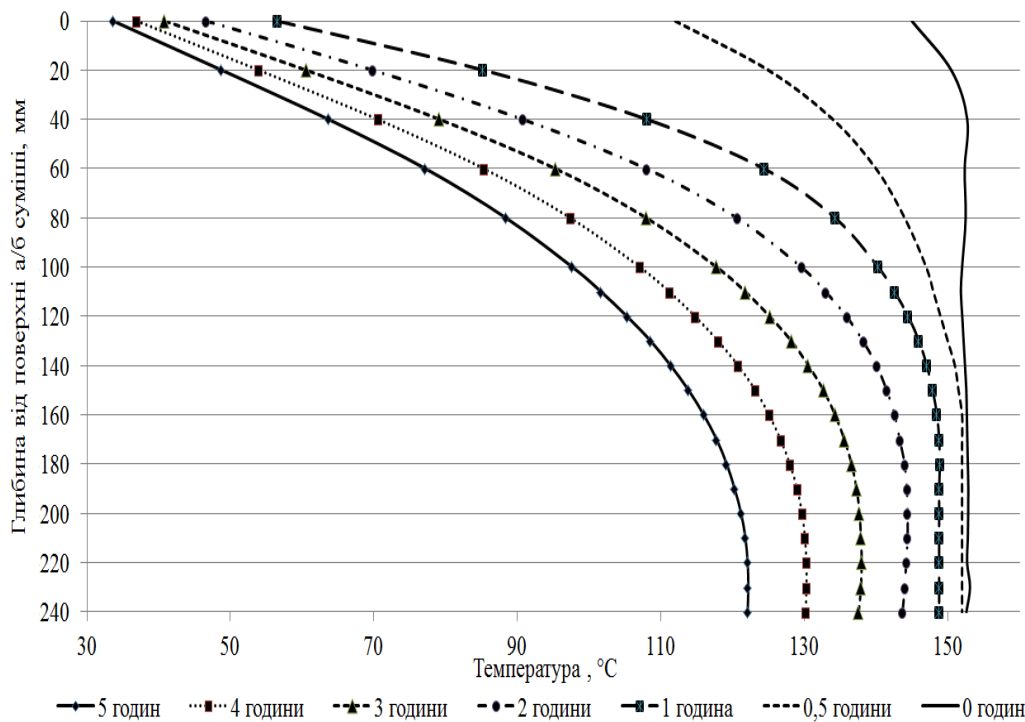


Рисунок 4 – Зміна температури асфальтобетонної суміші за глибиною при температурі навколишнього середовища 6 °C в різні періоди часу

Отримані результати нададуть можливість обґрунтувати закономірності остигання асфальтобетонної суміші в кузові автосамоскида на етапі транспортування, ранжувати фактори за ступенем їх впливу на інтенсивність охолодження, а також на основі визначених температур в контрольних точках суміші в кузові зафіксувати середню температуру асфальтобетонної суміші по її об'єму та розподіл температур в кузові транспортного засобу.

Література:

1. Мінаков А.С., Кіяшко І.В., Шрестха Раджу Баде Прогнозування температури асфальтобетонної суміші при транспортуванні її до місця укладання // Навч.-техн. Збірник «Містобудування і територіальне планування. Вип.45, часть 3. – К., КНУБА, 2012. – С. 78-82.
2. Зубков А.Ф., Андрианов К.А., Любимова Т.И. Технологія ваштування покриттів нежорсткого типу з асфальтобетонних гарячих сумішей // Навч. посіб. – Дніпропетровськ: видавництво Держ. Дніпро. техн. ун-та, 2009. – 180 с.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ ОКРЕМИМИ СМУГАМИ

Ситнік В.С., ст. групи Д-42-21

Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Тріщини на дорожньому покритті є найпоширенішим дефектом, що зустрічається на дорогах всіх технічних категорій.

За характером утворення їх поділяють (рис. 1):

– технологічні – ті, що утворюються через застосування неякісних матеріалів та сумішей, а також порушення технологічних режимів виконання робіт;



Рисунок 1 – Поздовжня тріщина

– експлуатаційні, що утворюються в результаті виникнення розтягуючих напруг від зовнішніх силових факторів (температурні коливання, динамічні навантаження, вода, ґрунтові умови).

За характером утворення існує 3 види тріщин:

– температурні, виникають внаслідок охолодження та опору покриття температурним деформаціям. Їх розвиток по вертикалі йде зверху-вниз (від покриття до основи);

– втомні, утворюються в результаті вигину монолітного шару під дією транспортних навантажень, що багато разів повторюються. Розвиток їх йде знизу вгору, від низу шару покриття до його поверхні;

– відбиті, які копіюють шви/тріщини нижчих шарів основи/покриття.

За розташуванням на поверхні покриття тріщини ділять на поперечні, поздовжні та діагональні.

Руйнування, які виникають в процесі експлуатації асфальтобетонних покриттів пов'язані, як правило, не тільки з якістю асфальтобетонної суміші, але і, в першу чергу, з порушеннями технологій влаштування покриттів. До них

належить проблема виконання надійного сполучення суміжних смуг покриття, яке влаштовується.

При виконанні ремонтних робіт та реконструкції дорожніх одягів, при невеликих обсягах робіт з влаштування смуг покриття нежорсткого типу, а також за недостатньої потужності асфальтобетонного заводу укладання гарячої суміші в межах захватки виконують одним асфальтоукладачем (рис. 2).



Рисунок 2 – Влаштування покриття одним асфальтоукладачем

У цьому випадку за захватку приймають довжину смуги, що укладається, яка дорівнює змінній продуктивності асфальтоукладача. Швидкість укладання гарячої суміші асфальтоукладачем визначається умовами виконання робіт і у сучасних машин знаходиться в межах від 0,8 м/хв до 21,64 м/хв. З урахуванням безперервності будівництва, для забезпечення необхідних якостей покриття, необхідно, щоб довжина шару, що укладається, дорівнювала довжині захватки для всіх ущільнюючих машин в заданому температурному інтервалі асфальтобетонного шару покриття.

Смуга сполучення влаштовується через порівняно тривалий час, в межах якого температура укладеної суміші першої смуги знижується, і на момент укладання сполученої смуги дорівнює температурі повітря або трохи вище. Ширина смуги асфальтобетонної суміші, що укладається, приймається рівною ширині смуги руху транспортних засобів. За такої технології влаштування покриття забезпечується рух транспортного потоку під час виконання робіт і не потрібні тимчасові дороги.

До недоліків слід віднести утворення при влаштуванні покриття поздовжнього шва на стику сполучених смуг.

Встановлення закономірності впливу виробничих факторів на тривалість укладання гарячих асфальтобетонних сумішей дозволяє обґрунтувати технологічні режими роботи асфальтоукладача залежно від умов виконання робіт. Залежність часу укладання гарячої суміші дозволяє визначати довжину смуги укладання з урахуванням температурних рекомендованих інтервалів

суміші при заданій швидкості асфальтоукладача, або при встановленій довжині захватки визначати швидкість укладання суміші в покриття. Відповідно до рекомендацій для забезпечення сполучення суміжних смуг довжина захватки залежить від температури повітря (табл. 1).

Таблиця 1 – Вплив температури повітря на довжину смуги покриття, що укладається

Температура повітря, °С	Довжина смуги, що укладається, м, при кількості асфальтоукладачів		
	одного		двох
	на захищених від вітру ділянках	на відкритих ділянках	
5-10	30-40	25-30	60-70
10-15	40-60	30-50	70-80
15-20	60-80	50-70	80-100
20-25	80-100	70-80	100-150
Понад 25	100-150	80-100	150-200

Практика показує, що в процесі експлуатації в зоні швів сполучення можливе утворення швидко прогресуючих дефектів покриття. Первинні дефекти у вигляді тонких розгалужених тріщин утворюються протягом 5-6 місяців експлуатації.

В осінньо-зимовий період, в результаті численних циклів заморожування-відтавання починається лущення покриття в зоні швів сполучення. Впливи транспортного навантаження та природно-кліматичних факторів сприяють розвитку дефектів покриття. В результаті, вже після 2-3 років експлуатації, на більшості покриттів автомобільних доріг утворюються так звані «технологічні» поздовжні тріщини, а потім вибоїни (рис. 3).



Рисунок 3 – Руйнування покриття в зоні технологічної тріщини

Найчастіше, при вивантаженні суміші в кузов транспортного засобу, великий кам'яний матеріал розміщується біля борту зверху, тому в процесі транспортування остигає швидше, а при вивантаженні в асфальтоукладач виявляється біля борту бункера і зверху суміші, що вивантажується, де продовжує інтенсивно охолоджуватися, рис. 4 .



Рисунок 4 – Гранулометрична сегрегація суміші при розвантаженні

В результаті, під плитою укладача виявляються зони асфальтобетонної суміші з високою температурною та гранулометричною сегрегацією. При укладанні гарячої асфальтобетонної суміші на основу відбувається зниження її температури в часі за рахунок віддачі тепла в навколишнє середовище і шар, що розташований нижче, за рахунок коефіцієнта теплопередачі матеріалу. Найбільш інтенсивно охолодження гарячої суміші відбувається відразу після укладання протягом декількох хвилин, що сприяє, в залежності від прийнятої технології будівництва покриття та конкретних умов виконання робіт, порушенню температурних режимів суміші на стику суміжних смуг при ущільненні.

Найбільш ефективним методом запобігання руйнуванню швів сполучення є укладання суміші на всю ширину проїзної частини ланкою з декількох асфальтоукладальників. Але навіть у цьому випадку температура суміші в зоні шва сполучення виявляється на 20-30 °C нижче температури суміжних смуг. Крім того, влаштування покриття на всю ширину, найчастіше, є скрутним, а у разі проведення ремонтних робіт – неможливим.

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ РІВНОСТІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ НА ШТУЧНИХ СПОРУДАХ

Смоляннюк Р.В., к.т.н., професор,

rovlsm@yahoo.com,

Валенко В.О., студент гр. Д-42-21,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Рівність дорожніх покриттів є одним із ключових показників транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг. Вона визначає рівень комфорту, безпеки та швидкості руху транспортних засобів, а також впливає на величину динамічного навантаження, що передається від автомобіля на дорожнє покриття та елементи інфраструктури, зокрема на штучні споруди. Ці навантаження виникають унаслідок вертикальних коливань транспортного засобу при русі по нерівній поверхні. Від рівності покриття також залежать транспортні витрати, включаючи споживання пального, витрати на технічне обслуговування і ремонт транспортних засобів, а також такі ключові експлуатаційні показники автомобільного транспорту, як собівартість перевезень і продуктивність транспортної роботи.

Попри визначальне значення рівності дорожніх покриттів у формуванні експлуатаційних характеристик автомобільних доріг, існує актуальна проблема, пов'язана з методикою її оцінювання. Зокрема, вимірювання рівності зазвичай здійснюється за кілометровими ділянками, що не дозволяє окремо оцінити стан покриття на штучних спорудах, таких як мости, шляхопроводи чи естакади.

У вітчизняній практиці оцінка рівності дорожніх покриттів і вимоги до неї регламентуються ДСТУ 8745:2017 Автомобільні дороги. Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу.

Для оцінювання рівності дорожніх покриттів застосовуються різні засоби вимірювальної техніки, зокрема триметрові рейки, нівеліри, поштовхоміри різних конструкцій, прилади типу ПКРС-2У і профілометри різних типів. Триметрові рейки та нівеліри, як правило, використовуються під час приймання-здачі робіт, що виконуються в рамках нового будівництва, реконструкції або ремонту дорожнього полотна. Моніторинг рівності автомобільних доріг, які перебувають в експлуатації, здебільшого здійснюється за допомогою більш продуктивних приладів. Слід зазначити, що вимірювання за допомогою причіпних установок і аналогічних приладів проводиться виключно по правій смузі накату в обох напрямках руху, фіксація нерівностей здійснюється при русі автомобіля зі постійною швидкістю 50 км/год. У процесі вимірювань необхідно дотримуватися встановленої швидкості руху з допустимим відхиленням не більше ± 2 км/год, що є важливою умовою для забезпечення точності результатів.

Аналіз сучасних методів оцінювання рівності дорожніх покриттів свідчить про те, що вимірювання, як правило, здійснюється по смугах накату, за результатами яких робиться узагальнений висновок щодо стану всієї смуги руху. При цьому варто зазначити, що ширина смуги накату, як правило, коливається в

межах 1–1,3 м, тоді як ширина вимірювального колеса приладу зазвичай становить лише 0,15–0,20 м.

Оцінювання рівності покриття на штучних спорудах, зокрема мостах і шляхопроводах, є ще більш складним завданням. Для забезпечення безперешкодного проїзду транспортних засобів на мостах та прилеглих до них ділянках, а також для ефективного водовідведення, проїзна частина має відповідати вимогам щодо рівності покриття та нормативних поздовжніх і поперечних ухилів [2].

Контроль за профілем дорожнього покриття на мостах зазвичай здійснюється шляхом нівелювання в межах конструкції та на прилеглих підходах довжиною 50–100 м. Знімання профілю виконується по осевій лінії і вздовж бордюрів за визначеними точками: при прольотах до 10 м — над опорами та в середині прольоту, а при прольотах понад 10 м — над опорами та в прольотах через кожні 5 м, починаючи від однієї з опор. На підходах контрольні точки нівелювання розміщують з інтервалом 5–10 м, а також у місцях спостережуваних просідань або зламів профілю.

Водночас під час комплексного обстеження стану автомобільних доріг рівність покриття на мостах, шляхопроводах та інших інженерних спорудах зазвичай не фіксується окремо. Проте наявні в цих конструкціях дефекти та порушення можуть суттєво впливати на результати загальної оцінки рівності проїзної частини.



Рисунок 1 – Наявність локальних руйнувань шарів дорожнього одягу вздовж деформаційного шву на шляхопроводі на автомобільній дорозі М 29 Харків-Красноград-Перещепіно (Люботин-Мерефа) в селищі Люботин

До основних дефектів проїзної частини мостів, що істотно впливають на показники рівності дорожнього покриття, насамперед належать пошкодження, які виникають у зоні деформаційних швів [3]. Під дією підвищеного динамічного

навантаження з боку транспортних засобів у цих зонах спостерігається утворення вибоїн у покритті, що, в свою чергу, призводить до прогресуючого руйнування деформаційного шва.

Підвищене динамічне навантаження зумовлене наявністю різниці висот між поверхнею деформаційного шва та суміжною ділянкою дорожнього покриття, яка утворює так звану «схдинку». Окрім цього, на деформаційні шви чинить негативний вплив волога, що проникає через тріщини у місці з'єднання шва з покриттям. Вода, проникаючи в конструкцію, спричиняє деградацію властивостей бетону плити проїзної частини, що зумовлює подальше руйнування як деформаційного шва, так і прилеглого покриття (рис. 1).

Іншим істотним дефектом мостів та шляхопроводів, який негативно впливає на рівність покриття проїзної частини, є пониження профілю в зоні стику насипу з перехідною плитою споруди, тобто утворення просадок у місцях з'єднання мосту з насипом (рис. 2).



Рисунок 2 – Місцева просадка насипу біля одного з мостів через затоку Пангіл (Panguil Bay Bridge, Tangub City, Misamis Occidental, Tubod, Lanao del Norte) Філіппіни

Причинами появи таких просядок можуть бути: недостатнє ущільнення ґрунту насипу під час будівництва підходів; руйнування тіла насипу та конуса внаслідок неефективного водовідведення, перезволоження або розмиву ґрунтової основи; застосування мерзлих ґрунтів під час зведення; зміщення або часткове руйнування перехідних плит.

Через відмінності у жорсткості конструкцій проїзної частини мосту та дорожнього полотна навіть за умови ідеальної геометричної рівності в місці їх з'єднання відбувається зміна умов руху транспортних засобів при в'їзді на міст. Наявність нерівностей у зоні стику (рис. 3) змушує водіїв знижувати швидкість, що, у свою чергу, призводить до зменшення пропускної здатності автомобільної дороги. Як наслідок, інтенсивність транспортного потоку на мостах зазвичай перевищує інтенсивність руху на суміжних ділянках дороги.



Рисунок 3 – Руйнування шарів дорожнього одягу в зоні деформаційного шву на сполученні з перехідною плитою (міст через р. Сів. Донець в сел. Ст. Салтів)

Однією з найперспективніших технологій оцінювання рівності дорожніх покриттів на сьогодні є метод, заснований на визначенні Міжнародного Індексу Рівності (IRI) [4]. Сучасні засоби вимірювання, що належать до другого класу методів та методик оцінювання, являють собою мобільні дорожні лабораторії, оснащені обладнанням для сканування дорожнього покриття (рис. 4).



Рисунок 4 – Ходові дорожні лабораторії для сканування дорожніх покриттів безконтактними датчиками

Застосування таких технологій дає змогу проводити обстеження дорожніх ділянок різної протяжності з високою точністю. Завдяки цьому стає можливим окреме визначення показників рівності покриття в межах мостів або інших інженерних споруд на автомобільних дорогах, незалежно від загальної оцінки рівності всього маршруту.

Висновки. Існуюча методика оцінювання рівності автомобільних доріг не передбачає окремого виділення ділянок, на яких розташовані штучні споруди. Згідно з чинними нормативами, вимірювання рівності здійснюється покілометрово. Такий підхід призводить до того, що локалізовані нерівності на інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах), зосереджені на порівняно невеликій протяжності, можуть не мати істотного впливу на усереднений показник рівності для кілометрової ділянки. У результаті, ці потенційно критичні дефекти залишаються поза увагою під час оцінювання загального технічного стану дороги. Для підвищення точності оцінки та забезпечення належного рівня експлуатаційної безпеки рекомендується здійснювати окреме виділення ділянок зі штучними спорудами при проведенні обстежень на рівність. Такий підхід дозволить урахувати вплив дефектів, характерних для мостів та шляхопроводів, на загальний стан покриття проїзної частини, а також сприятиме підвищенню безпеки та комфорту дорожнього руху.

Крім того, окреме вимірювання показників рівності на мостах і шляхопроводах забезпечить можливість оцінки динамічного впливу транспортних засобів на конструктивні елементи споруд. Це, у свою чергу, дозволить своєчасно виявляти основні дефекти проїзної частини інженерних об'єктів та враховувати їх під час планування технічного обслуговування й ремонту.

Література:

1. Смоляннюк Р.В. Розвиток й удосконалення сучасних технологій оцінки рівності дорожніх покриттів/ І. В. Кіяшко // Автошляховик України. – К. : Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2007. – № 5. – С. 39–42.
2. Гайдук К.В. Содержание и ремонт мостов и труб на автомобильных дорогах / Мусатов С.А., Озе С.Є., Поспелов Н.Д. – М.: «Транспорт», 1976. – 29 с.
3. Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ- Н Б В.2.3-23:2012. – [Чинний від 2013-12-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 27 с. – (Національний стандарт України).
4. Смоляннюк Р.В. Сучасні пересувні лабораторії для оцінки споживчих властивостей автомобільних доріг // Проектування, будівництво та експлуатація нежорстких дорожніх одягів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету.- Харків: ХНАДУ. – С. 138–146.
5. Miroslav Šimun, Mate Sršen Ravnost kolniških zastora na graĕevinama cestovne infrastrukture. GRAĀEVINAR. 2007. No 59. P. 395-405.

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Смоляннюк Р.В., к.т.н., професор,
rovlsn@yahoo.com,*

*Воловик О.О., к.т.н., асистент
Дівак А.П., студент гр. Д-36m1-22
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Протягом останніх десяти років співробітники кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ активізували діяльність, спрямовану на подальший розвиток та вдосконалення методів оцінювання стану автомобільних доріг, зокрема дорожніх покриттів. За цей період було проведено значні теоретичні та експериментальні дослідження, спрямовані на удосконалення і впровадження у практику сучасних засобів оцінки стану дорожнього покриття. У результаті цієї роботи було сконструйовано та виготовлено низку приладів і обладнання для виконання діагностики та моніторингу технічного стану покриття, а також розроблено спеціалізоване програмне забезпечення і нормативні документи.

На підставі аналізу літературних джерел і власних досліджень кафедри встановлено, що найбільш перспективною технологією оцінювання рівності дорожніх покриттів є визначення за Міжнародним індексом рівності (International Roughness Index, IRI) [1]. Для визначення показника IRI може використовуватися різноманітне обладнання, яке класифікується за чотирма класами. На сьогодні у розвинених країнах світу, як правило, застосовується обладнання другого класу, що являє собою мобільні дорожні лабораторії, оснащені пристроями для сканування дорожнього покриття (рис. 1).

Суть технології сканування полягає у визначенні відстані між умовною базовою лінією (референтним рівнем) і поверхнею дорожнього покриття. Такі вимірювання можуть виконуватися виключно за допомогою безконтактних лазерних або ультразвукових сенсорів. Отримані результати формуються у вигляді профілю покриття. Окрема система профілометра відстежує переміщення базового рівня, відносно якого здійснюється вимірювання, тобто балки, на якій закріплені безконтактні датчики.

Сам показник IRI обчислюється шляхом моделювання руху умовного «золотого» автомобіля по отриманому профілю. Незважаючи на складність технології та високу вартість обладнання, дана методика успішно впроваджується в Україні, оскільки забезпечує значно вищу точність оцінки стану покриття порівняно з іншими відомими методами.



1 – «Profilograph III», дорожній дослідний інститут, Данія; 2 – «Harris», транспортна дослідна лабораторія, Англія; 3 – «Roadmaster», Фінляндія; 4 – «LSAQ» (лазерна система оцінки якості), Німеччина

Рисунок 1 – Профілометри, призначені для оцінки рівності дорожніх покриттів

Дослідження у даному напрямі розпочинались із розробки експериментального зразка установки лазерного сканування покриттів ЛВС-1-ХНАДУ, яка була оснащена одним лазерним датчиком [2]. Дана установка забезпечувала можливість виконання вимірювання рівності дорожнього покриття у поздовжньому напрямі за будь-якої постійної швидкості руху дорожньої лабораторії, а поперечну рівність – при зупинці транспортного засобу. За допомогою цієї установки було проведено серію робіт із перевірки принципу отримання даних на основі виконаних вимірювань, підбору відповідних комплектуючих, визначення оптимальних режимів роботи тощо.

Набутий досвід дозволив створити перший вітчизняний зразок лазерного профілометра ЛВС-2-ХНАДУ (рис. 2), за допомогою якого стало можливим оцінювати рівність дорожнього покриття в межах повної ширини смуги руху. Результати експлуатації профілометра ЛВС-2 підтвердили доцільність подальшого розвитку цього напрямку.

Наступним етапом стало створення вдосконаленої версії профілометра ЛВС-3 (рис. 3), змонтованого на базі автомобілів марки «Ford Transit». Під час його розроблення було враховано досвід експлуатації попередньої моделі ЛВС-2, при цьому було внесено низку конструктивних і функціональних удосконалень.



Рисунок 2 - Профілометр ЛВС-2-ХНАДУ на базі «Fiat Dukato»



Рисунок 3 - Профілометр ЛВС-3

Основними вимірювальними елементами системи залишаються лазерні датчики відстані, однак порівняно з профілометром ЛВС-2, у версії ЛВС-3 використано датчики з покращеними характеристиками: частота їхньої роботи збільшена у п'ять разів, а діапазон вимірювання розширено до 500 мм. Збільшення діапазону вимірювання позитивно вплинуло на експлуатаційні властивості профілометра – балка з усім вимірювальним обладнанням встановлюється на значно більшій висоті відносно поверхні дорожнього покриття, що знижує ризик її пошкодження під час паркування, зокрема у разі зіткнення з бордюром.

Досвід експлуатації профілометра ЛВС-2 засвідчив, що бічні секції балки застосовуються рідко, тому у ЛВС-3 їх виконано як окремі знімні елементи, які можна не встановлювати залежно від вимог до конкретного обстеження. Це рішення дозволило суттєво зменшити загальну вагу балки. При цьому ширина зони вимірювання залишилась незмінною: 2 метри в основному режимі та 3,5 метра у розширеному. Загальна кількість лазерних датчиків становить 18, з яких 10 розміщені в центральній секції.

Попри застосування нових датчиків, габаритні розміри допоміжного обладнання та обчислювальної техніки залишились майже без змін. На відміну від більшості закордонних аналогів, у системах ЛВС-2 та ЛВС-3 принципово не застосовуються зовнішні джерела живлення, зокрема додаткові генератори або акумулятори. Завдяки низькому енергоспоживанню системи можуть працювати від бортової електромережі автомобіля. У ЛВС-3 використано сучасні блоки живлення, що дозволило відмовитись від інверторів 12-220 В, знизити енергоспоживання на 20 % та підвищити електробезпеку системи.

Програмне забезпечення профілометра ЛВС-3 забезпечує можливість:

- оцінювати рівність дорожнього покриття за показником IRI із заданим користувачем кроком;
- автоматично фіксувати GPS-координати ділянок, де виконуються вимірювання;
- формувати зведену відомість результатів у зручному табличному форматі (Excel);
- створювати окремі звіти з результатами поперечної рівності, показниками колійності та іншими характеристиками згідно з побажаннями користувача.

Для виявлення дефектів та пошкоджень дорожнього покриття застосовуються різноманітні методи [3–4]. Найпоширенішим із 1930-х років залишається метод візуального обстеження, за результатами якого складається абрис дефектів покриття автомобільної дороги. Логічним продовженням візуального методу стали системи відеодіагностики. Найбільш досконалими сучасними системами оцінки стану дорожнього покриття є системи типу «відеосканер» (рис. 4), що базуються на використанні лінійних промислових відеокамер, синхронізованих із датчиками відстані. Така конструкція дозволяє проводити вимірювання без необхідності дотримання сталої швидкості руху транспортного засобу.

Саме цей принцип було покладено в основу системи «ОКО». У її складі використовується лінійна промислова відеокамера з матрицею фірми SONY та високою роздільною здатністю (2048 пікселів), що забезпечує отримання зображень дорожнього покриття з високою деталізацією.

Повністю виключити участь оператора під час обробки та аналізу зображень неможливо, тому основна увага під час розробки програмного забезпечення системи «ОКО» була зосереджена на створенні інструментів, що дозволяють прискорити обробку зображень і знизити трудомісткість процесу (рис. 5). Головною метою модернізації системи «ОКО» було підвищення швидкості руху лабораторного автомобіля під час виконання діагностичних обстежень.



Рисунок 4 – Системи «ICC» з комплексом обробки отриманих даних

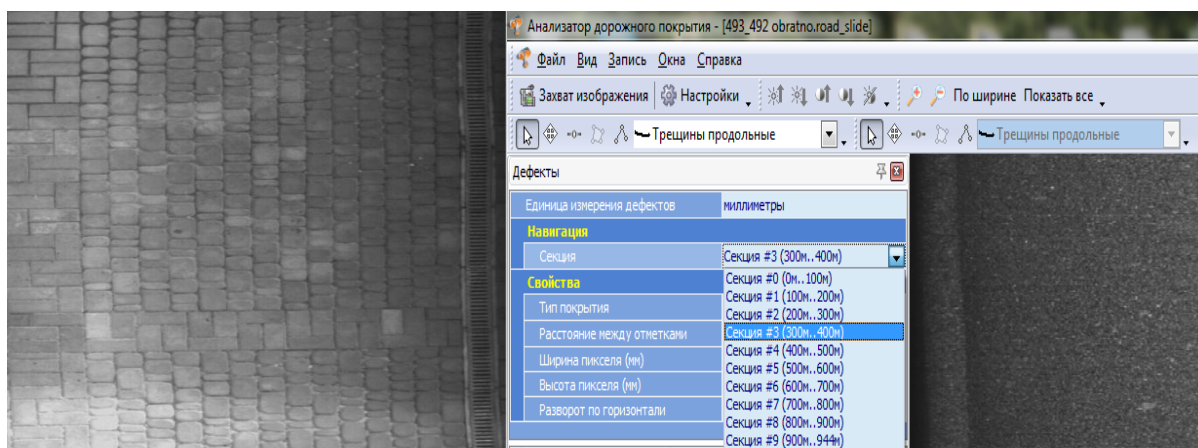


Рисунок 5 – Програмне забезпечення «ОКО»

Для цього у вдосконаленій системі «ОКО-2» (рис. 6) було використано новітню камеру RF910, яка забезпечує утричі вищу швидкість запису зображень порівняно з попередньою моделлю. Завдяки застосуванню нової камери автомобіль-лабораторія під час обстеження може рухатися зі швидкістю транспортного потоку, не створюючи перешкод іншим учасникам дорожнього руху.

Програмне забезпечення для системи «ОКО-2» було розроблено з урахуванням збільшеної швидкості роботи камери, а також з урахуванням недоліків, виявлених під час експлуатації попередньої версії системи «ОКО».

У програмному забезпеченні «ОКО-2» реалізовано низку функціональних можливостей.

Для полегшення орієнтації оператора та оперативного переміщення вздовж відзнятої ділянки дорожнього покриття передбачено спеціальну вкладку, яка дозволяє миттєво переходити до потрібного фрагмента зображення під час обробки та аналізу інформації. Реєстрація дефектів здійснюється за вибраними ділянками, при цьому дефекти одного типу в межах обстеженої зони автоматично підсумовуються. Це дозволяє отримати деталізовану картину пошкоджень у разі необхідності.



Рисунок 6 – Система відеодіагностики «ОКО-2»

На теперішній час на кафедрі, окрім вищезазначених систем, також розроблено: систему відеодіагностики технічних засобів організації дорожнього руху (ВіДІО); портативний прилад для контролю товщини та фізико-механічних характеристик шарів асфальтобетону без їх руйнування (ППВК-ДП); портативний лазерний прилад для оцінювання шорсткості дорожніх покриттів (ПЛПШ).

Напрямок розробки нових методів оцінювання транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг, а також створення відповідного приладового забезпечення до цих методів, започаткований на кафедрі будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ (ХАДІ) професором А.К. Бірулею, успішно розвивається й донині.

Література:

1. Sayers M. W. The little Book of Profiling. Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles / M. W. Sayers, S. M. Karamihas. – Michigan : The University of Michigan Transportation Research Institute, 1998. – 306 p.
2. Смолянчук Р.В. Розвиток й удосконалення сучасних технологій оцінки рівності дорожніх покриттів/ І. В. Кіяшко // Автошляховик України. – К. : Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2007. – № 5. – С. 39–42.
3. Смолянчук Р.В. Використання систем відеодіагностики для оцінки стану поверхні покриттів та елементів облаштування автомобільних доріг/ І. В. Кіяшко // Автошляховик України. – К. : Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2008. – № 6. – С. 23–30.
4. Смолянчук Р.В. Використання системи відеосканування «ОКО» для діагностики стану покриттів автомобільних доріг/ І.В. Кіяшко, Д.М. Новаковський // Автошляховик України. – К. : Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2010. – № 6. – С. 25–29.

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЦІНКИ ШОРСТКОСТІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Смоляннюк Р.В., к.т.н., професор,

rovlsm@yahoo.com,

Пащенко І.В., студент гр. Д-41-21,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Дослідження шорсткості поверхні дорожніх покриттів та оцінювання її впливу на умови і безпеку руху автотранспорту є невід'ємною складовою вивчення взаємодії шин із поверхнею дороги. Актуальність цієї проблематики зросла у зв'язку з інтенсивним розвитком автомобільного транспорту в середині 1920-х років, що й стало поштовхом до систематичних досліджень зчепних властивостей дорожніх покриттів. Основною метою досліджень того періоду було порівняння зчепних характеристик різних типів дорожнього покриття та вибір оптимальних конструкцій шин.

До кінця 1990-х років остаточно сформувалася концепція оцінки шорсткості дорожніх покриттів. Згідно з даними Всесвітньої дорожньої асоціації (PIARC), у той період у міжнародній практиці використовувалося понад 15 500 числових показників зчепних властивостей дорожніх покриттів, які ґрунтувалися на 37 методах вимірювання коефіцієнта зчеплення транспортного засобу з дорожньою поверхнею та 22 методах оцінки шорсткості (текстури) покриття. З метою систематизації накопичених знань, вдосконалення підходів до оцінки та формування рекомендацій щодо вибору ефективних методик і приладів, при PIARC було створено спеціалізований Комітет С-1.

У сучасних умовах оцінка шорсткості дорожнього покриття та зчепних властивостей виконується із залученням високотехнологічних методів, зокрема із використанням лазерних профілометрів, контактних і безконтактних вимірювальних пристроїв, а також автоматизованих мобільних дорожніх лабораторій. Основними параметрами, що характеризують мікро- та макрошорсткість, є середня глибина текстури (MTD – Mean Texture Depth), середній профіль глибини (MPD – Mean Profile Depth), а також показник зчеплення (коефіцієнт зчеплення або коефіцієнт тертя), що вимірюється відповідно до методик ASTM, ISO, EN тощо.

У вересні 1992 року Комітет PIARC із поверхневих характеристик (С-1) ініціював проведення міжнародного експерименту [1] з метою порівняння та гармонізації різних методів оцінки зчепних властивостей дорожніх покриттів. Основною метою цього дослідження було узгодження численних підходів до оцінювання зчеплення автомобільних шин з поверхнею дороги, які застосовуються в різних країнах світу. Унаслідок проведених експериментальних робіт був розроблений Міжнародний індекс зчеплення (International Friction Index, IFI) — інтегральний показник, який враховує як коефіцієнт зчеплення, так і шорсткість (текстуру) дорожнього покриття.

Завдяки прогресу в галузі вимірювальних технологій та комп'ютеризації протягом останніх років, нині застосовується обмежена кількість найбільш ефективних методів оцінювання зчіпних характеристик. Серед них особливе місце займає метод «піщаної плями», призначений для визначення шорсткості дорожнього покриття шляхом вимірювання середньої глибини мікронерівностей на його поверхні. Комплект обладнання для проведення вимірювань включає мірні склянки об'ємом 10 см³ і 25 см³ для дозування абразивного матеріалу (піску), металевий диск діаметром 100 мм для його розподілу по поверхні та номограму для визначення середньої глибини шорсткості за діаметром утвореної піщаної плями. Номограма має три шкали відповідно до об'єму використаного піску — 10 см³, 25 см³ та 50 см³.

При вимірюванні середньої глибини шорсткості цим методом на поверхню покриття висипають мірною скляночкою порцію дрібного піску (розмір зерен 0,14-0,31 мм): при дрібношорсткому покритті – 10 см³, середньшорсткому – 25 см³ крупношорсткому – 50 см³. Порцію піску круговими рухами розподіляють по поверхні покриття до заповнення усіх западин рівня найбільш високих виступів. Отриману "піщану пляму" вимірюють по чотирьом взаємно перпендикулярним напрямкам і визначають середньостатистичний діаметр. Для особливо мілкошорсткої поверхні беруть порцію піску 5 см³, середню глибину шорсткості визначають за шкалою номограми для об'єму 10 см³ помножуючи показання шкали на коефіцієнт 0,5.



Рисунок 1 – Вимірювання шорсткості покриття методом піщаної плями

Метод піщаної плями, попри трудомісткість та потребу в певних ресурсах, і надалі широко використовується завдяки своїй простоті та доступності. Він застосовується як під час нового будівництва автомобільних доріг, так і при оцінюванні стану вже експлуатованих покриттів.

Ще одним поширеним методом визначення шорсткості є метод об'ємної плями. Цей підхід базується на використанні скляних кульок та застосовується в польових умовах на автомобільних дорогах. Аналогічно до методу піщаної плями, він дозволяє визначити середню глибину мікронерівностей поверхні покриття, що безпосередньо впливає на зчіпні властивості дороги.



Рисунок 2 – Метод об'ємної плями

Метод об'ємної плями є модифікацією методу піщаної плями, в якому в якості робочого матеріалу використовуються скляні кульки. Ці кульки рівномірно розподіляються по поверхні дорожнього покриття за допомогою спеціального пристрою. Метод дозволяє оперативно визначити середню глибину мікронерівностей покриття, що має безпосередній вплив на зчіпні властивості дорожнього полотна.

Профілометричні методи базуються на реєстрації мікропрофілю поверхні дорожнього покриття.

Історично ці методи передбачали використання механічних пристроїв, які шляхом фізичного контакту з поверхнею за допомогою голок фіксували мікронерівності, створюючи профілограми зображення дорожнього мікропрофілю.

Проте даний підхід характеризувався низькою продуктивністю та значними затратами часу на обробку отриманих результатів, що обмежувало його практичне застосування.

З розвитком лазерних та комп'ютерних технологій профілометричні методи зазнали суттєвих змін. Використання індуктивних і лазерних профілометрів дозволило істотно підвищити швидкість збору даних та їх точність, забезпечуючи більш ефективний і детальний аналіз шорсткості дорожніх покриттів (рис. 3).



Рисунок 3 – Індуктивний контактний профілометр

Через те, що індуктивні профілометри потребують безпосереднього контакту вимірювального щупа з дорожньою поверхнею, такі прилади не набули широкого розповсюдження і сьогодні використовуються виключно в лабораторіях в наукових цілях.

Основними приладами для вимірювання шорсткості дорожніх покриттів є прилади на основі лазерних датчиків. Такі прилади поділяються на 2 типи: портативні і системи в складі ходових лабораторій. Системи в складі ходових лабораторій (рис. 4) останніми роками мають масовий характер, оскільки в такому випадку параметри шорсткості покриттів можна визначати одночасно з іншими параметрами, такими як рівність і дефектність покриття.



Рисунок 4 – Ходові дорожні лабораторії для визначення характеристик покриття

Сучасні лазерні профілометри, такі як Pavemetrics Laser Crack Measurement System (LCMS) або Dynatest 5051 Mark III Road Surface Profiler, дозволяють реєструвати мікро- та макротекстуру покриття з високою точністю при русі на високих швидкостях. Ці системи забезпечують безконтактне вимірювання за допомогою лазерних сенсорів та високошвидкісних камер, що фіксують форму поверхні та локальні нерівності у тривимірному форматі.

Обробка отриманих даних здійснюється автоматично з використанням спеціалізованого програмного забезпечення, яке виконує аналіз профілограм і генерує числові характеристики текстури, такі як середнє арифметичне відхилення профілю (R_a), глибина текстури (MTD – Mean Texture Depth) або

середній профільний нахил (MPD – Mean Profile Depth). Ці параметри є критично важливими для оцінки експлуатаційних властивостей покриття, зокрема рівня зчеплення з шинами транспортного засобу, стійкості до ковзання та дренажних характеристик.

Застосування таких профілометричних методів особливо актуальне для швидкої діагностики стану дорожнього покриття, створення цифрових моделей поверхні та прогнозування зносу в умовах інтенсивної експлуатації доріг.

Міжнародний індекс зчеплення (International Friction Index, IFI), який дозволяє уніфікувати вимірювання зчеплення, отримані за допомогою різних приладів, шляхом приведення їх до спільного каліброваного індексу, набуває все більшого розповсюдження за рахунок використання сучасних засобів вимірювання.

IFI складається з двох параметрів: F60 — каліброване значення зчеплення на мокрому покритті при швидкості 60 км/год, та Sp — константа швидкості, що характеризує залежність зчеплення від швидкості руху. Ці параметри дозволяють передбачити зміну зчеплення залежно від швидкості транспортного засобу та типу покриття.

Інтеграція результатів оцінки шорсткості в системи управління станом дорожнього полотна (PMS – Pavement Management Systems) дозволяє більш ефективно прогнозувати зниження експлуатаційних характеристик дороги, оптимізувати витрати на утримання та підвищити загальний рівень безпеки руху. У зв'язку з цим, стандартизація методик вимірювань і гармонізація показників між країнами залишаються важливими завданнями на міжнародному рівні.

Література:

1. International PIARC Experiment to Compare and Harmonize Texture and Skid Resistance Measurements // PIARC Publication 01.04.T, Permanent International Association of Road Congresses. – Paris (France), 1995. – P. 128-158.
2. ДСТУ EN ISO 13473-1:2021 Визначення характеристик шорсткості дорожнього покриття за профілями його поверхні. Частина 1. Визначення середньої глибини (EN ISO 13473-1:2019, IDT; ISO 13473-1:2019, IDT).
3. ДСТУ ISO 13473-2:2021 Визначення характеристик шорсткості дорожнього покриття за профілями його поверхні. Частина 2. Термінологія та основні вимоги щодо аналізування профілів шорсткості покриття (ISO 13473-2:2002, IDT).
4. ДСТУ ISO 13473-3:2021 Визначення характеристик шорсткості дорожнього покриття за профілями його поверхні. Частина 3. Специфікація та класифікація профілометрів (ISO 13473-3:2002, IDT).

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА

*Ткачов О.І., Коваль Я.Ю., ст. групи Д-36т1-22,
smkys2003@gmail.com, yroslavkoval13@gmail.com*

*Науковий керівник: Догадайло Я.В., к.е.н., доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

На різних стадіях створення дорожньо-будівельної продукції використовують різноманітні показники для оцінки якості. Так, на стадії виконання робіт для оцінки якості застосовують фізичні показники, а на стадії експлуатації доріг відповідно експлуатаційні.

Показники якості продукції можна визначати різноманітними способами: вимірювальним, розрахунковим, органолептичним, експертним, соціологічним. В дорожній галузі найбільш розповсюджені вимірювальний, розрахунковий та експертний способи. Для оцінки якості фактично виміряні показники зіставляються з базовими. Сукупність базових показників характеризує оптимальний рівень якості продукції на даний період часу. При оптимальних значеннях показників якості досягається максимальний ефект від експлуатації продукції при заданих витратах на її виробництво і експлуатацію.

При виробництві або експлуатації дорожньо-будівельної продукції виникає необхідність оцінювати її якість. Оцінку якості дорожніх робіт та послуг виконують: диференціальним, комплексним, експертним, змішаним методами [1].

Диференціальний метод досить широко застосовується в дорожньому будівництві при оцінці якості сировини, матеріалів, робіт по спорудженню полотна, шорстких покриттів, міцності одягів та ін. Комплексний метод оцінки рівня якості продукції застосовується при декількох диференціальних показниках. Цей метод дозволяє повніше охарактеризувати якість продукції з допомогою системи показників.

Комплексна оцінка особливо актуальна в дорожньому будівництві при зіставленні між собою конструкцій, закінчених об'єктів будівництва, ділянок доріг, багатопараметричних сумішей, коли їхня якість оцінюється геометричними, механічними, тепловологісними і іншими властивостями. Експертний метод оцінки рівня якості продукції застосовується тоді, коли диференціальний або комплексні методи застосувати неможливо або важко, а також при атестації продукції, оцінці кінцевої продукції, ділянок доріг і т. інш. Метод дефектів заснований на врахуванні різноманітного характеру невідповідностей, що виникають при дорожньо-будівельних і ремонтних роботах. Дефектом називають всяку невідповідність продукції встановленим нормативним вимогам [1, 2]. Результати аналізу сутності реалізації кожного з методів зведені в таблицю 1.

Оцінка якості продукції в дорожньому господарстві здійснюється за двома напрямками при будівництві та при експлуатаційному утриманні автомобільної

дороги. В обох випадках розглядається як якість автомобільної дороги в цілому, так і за конструктивними елементами. В таблиці 2 представлено результати аналізу методів оцінки якості будівництва автомобільної дороги [3].

Таблиця 1 – Методи вимірювання оцінки якості в дорожньому господарстві

Назва методу	Сутність	Переваги	Недоліки
Диференційний метод	Базується на застосуванні одиничних показників оцінки рівня якості, коли встановлюють, чи досягнуто рівень базового зразка і наскільки досягнуто. Визначається рівень якості продукції по кожному і-му показнику: $k_i = \frac{P_i}{P_{i0}} \quad \text{або} \quad k_i = \frac{P_{i0}}{P_i}$	Простота	Якщо хоча б один показник має $k_i \geq 1$, то диференціальний метод не дасть однозначної відповіді.
Комплексний метод	Застосовується при декількох диференціальних показниках, дозволяє повніше охарактеризувати якість продукції з допомогою системи показників. Комплексна оцінка особливо актуальна в дорожньому будівництві при зіставленні між собою конструкцій, закінчених об'єктів будівництва (мостів, будинків), ділянок доріг, багатопараметричних сумішей (асфальто – і цементобетонних), коли їх якість оцінюється геометричними, механічними, тепловолігісними і іншими властивостями.	Дозволяє встановити вплив будь-якої властивості (показника продукції) на якість в цілому.	Громіздкий та трудомісткий метод у використанні
Експертний метод	Суть експертної оцінки зводиться до суб'єктивного вибору з ряду ситуацій оптимальної, що, на думку фахівця-експерта, є кращою по узагальненому показнику.	Глибокі знання фахівців та їх вміння узагальнити свій та світовий досвід досліджень та розробок по певній проблемі	Вирішальною є суб'єктивна думка експерта
Метод дефектів	Базується на відносній оцінці кількості і вагомості дефектів, що враховуються коефіцієнтом дефектності $k_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m q_i b_i$ Чим менша кількість дефектів і менша їхня вагомість, тим менші значення k_d і вище рівень якості.	Простота, наочність	Базується на відносній оцінці кількості ті вагомості дефектів

Таблиця 2 – Аналіз методів оцінки якості будівництва автомобільної дороги

Назва методу	Сутність	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Будівництво автомобільної дороги в цілому			
Бальний метод	Балом «5» (відмінно) - коли роботи виконані з особливою ретельністю, майстерністю і технічними показниками, перевершуючими показниками, потрібні нормативними документами і стандартами, або при поліпшенні передбачених проектом експлуатаційних показників без збільшення кошторисної вартості відповідних видів робіт, а здані з першого пред'явлення за умови, що при прийманні робіт кількість фактичних відхилень, рівних крайнім значенням встановлених допусків, складає до 5% від загального числа замірів для робіт першої групи і до 10 % – другої групи; Балом «4» (добре) – коли роботи виконані в повній відповідності з проектом, нормативними документами і стандартами і здані з першого пред'явлення, за обов'язкової умови, що при прийманні робіт кількість фактичних відхилень, рівних крайнім значенням встановлених допусків, складає від 5,1 % до 8 % від загального числа замірів для робіт першої групи і 10,1 – 25 % – другої групи; Балом «3» (задовільно) - коли роботи виконані з малозначними відхиленнями від технічної документації, погодженими проектною організацією і замовником, але що не знижують показників надійності, міцності, стійкості, довговічності, зовнішнього вигляду і експлуатаційних якостей за обов'язкової умови, що при прийманні робіт кількість фактичних відхилень, рівних крайнім значенням встановлених допусків складає від 8,1 % до 10 % для робіт першої групи і від 25,1 % до 50 % – другої групи. Якість дороги в цілому вимірюється середньозваженим показником окремих конструктивних елементів з врахуванням їх вагомості: $K_a = \sum K_i * n_i$	Теоретично чітко визначені критерії оцінки якості дорожньої продукції	Суб'єктивність підходу до визначення коефіцієнтів вагомості

Продовження таблиці 2

1	2	3	4
Будівництво автомобільної дороги за конструктивними елементами			
Средньовзвaжений показник окремих видів дорожно-будівельних робіт з врахуванням їх вагомості	$K_i = \sum_{i=1}^a p_i * m_i$ де p_i - оцінка якості даного виду роботи / відмінно, добре, задовільно; m_i – коефіцієнт вагомості; a – кількість робіт, складових конструктивний елемент	Якість оцінюється з врахуванням вагомості будівельних робіт	Немає чіткої теоретичної оцінки критерії оцінки кожного виду роботи
Оцінка якості земляного полотна	$K_{зп} = 0,40p1 + 0,20p2 + 0,15p3 + 0,10p4 + 0,10p5 + 0,05p6$ де $p1 - p6$ – оцінка за видами робіт для земляного полотна	Йдеться комплексна оцінка якості продукції	Не враховується думка експертів
Оцінка якості водовідводу	$K_{вод} = 0,45p1 + 0,30p2 + 0,25p3$ де $p1 - p3$ – оцінка за видами робіт для водовідводу	Враховуються вагомості кожного показника	Немає оцінки в цілому
Оцінка якості основи дорожнього одягу	$K_{осн} = 0,30p1 + 0,20p2 + 0,20p3 + 0,15p4 + 0,10p5 + 0,05p6$ де $p1 - p6$ – оцінка за видами робіт для основи дорожнього одягу	Оцінка якості йдеться за кожним показником	Трудомісткий метод в оцінці якості продукції
Оцінка якості асфальтобетонних покриттів	$K_{аб} = 0,25p1 + 0,20p2 + 0,20p3 + 0,15p4 + 0,10p5 + 0,05p6 + 0,03p7$ де $p1 - p7$ – оцінка за видами робіт для асфальтобетонних покриттів	Здійснюється оцінка за видами робіт	Немає теоретичної оцінки
Оцінка якості цементобетонних покриттів	$K_{цб} = 0,20p1 + 0,20p2 + 0,15p3 + 0,15p4 + 0,10p5 + 0,10p6 + 0,05p7 + 0,05p8$ де $p1 - p8$ – оцінка за видами робіт для цементобетонних покриттів	Якість оцінюється з врахуванням вагомості будівельних робіт	Трудомісткий метод в оцінці якості продукції
Оцінка якості мостових	$K_{м} = 0,25p1 + 0,20p2 + 0,20p3 + 0,15p4 + 0,10p5 + 0,05p6 + 0,05p7$ де $p1 - p7$ – оцінка за видами робіт для виробництва мостових	Враховуються вагомості кожного показника	Немає теоретичної оцінки
Оцінка якості труб	$K_{тр} = 0,20p1 + 0,20p2 + 0,20p3 + 0,15p4 + 0,15p5 + 0,10p6$ де $p1 - p6$ – оцінка за видами робіт для труб	Йдеться комплексна оцінка якості продукції	Немає оцінки в цілому
Оцінка якості обстановки, приладдя дороги і озеленення	$K_{обст} = 0,25p1 + 0,20p2 + 0,20p3 + 0,10p4 + 0,10p5 + 0,05p6 + 0,05p7 + 0,05p8$ де $p1 - p8$ - оцінка за видами робіт для обстановки, приладдя дороги та озеленення	Оцінка якості йдеться за кожним показником	Громіздкий метод у використанні

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4
Оцінка якості покриття	$K_n = 0,40p_1 + 0,35p_2 + 0,25p_3$ де $p_1 - p_3$ – оцінка рівності, зчеплення і ергономічних властивостей покриття за п'ятибальною шкалою	Здійснюється оцінка за видами робіт	Не враховується думка експертів

Отже, можна зробити висновок, що методи оцінки якості будівництва автомобільної дороги в цілому відносяться до експертного методу, а методи оцінки якості за елементами до комплексного методу, так як кожний метод за елементами оцінюється за допомогою декількох диференціальних показників.

Література:

1. Кіяшко І.В., Стороженко М.С., Зінченко В.М., Прусенко Є.Д. Дорожнє виробництво. Організація, планування і управління. Харків : ХНАДУ, 2003. 335 с.
2. Ліпський Г.Є., Лихоступ М.М. Основи організації, планування та управління дорожнім виробництвом : підруч. для студ. буд. спец. вищ. навч. закл. Київ : ГРАНМНА, 2010. 400 с.
3. Assessment of the quality of products of road maintenance organizations: monograph / Dogadaylo Yana, Manko Margarita. Latvia: Our Knowledge Publishing, 2021. 73 с.

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Ус Є. А., ст. групи Д-42-21

Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Найбільш характерними деформаціями, що виникають у літній період на асфальтобетонних покриттях: колії, хвилі, напливи. Застосування теплостійких бітумів є одним з найважливіших факторів підвищення зсувостійкості та колієстійкості асфальтобетонів. Теплостійкі бітуми перш за все характеризуються тим, що вони у меншій мірі змінюють в'язкість і когезію в інтервалі температур, при яких працюють дорожні покриття. Для забезпечення належної теплостійкості та тріщиностійкості асфальтобетону необхідно, щоб бітум мав, при відносно великій глибині проникнення голки, більш високу температуру розм'якшення [1, 2].

У країнах Європейської співдружності 10 % від загального обсягу бітуму, що використовується у дорожньому будівництві, модифікується полімерами. Уведення полімерів до бітумів дозволяє суттєво поліпшувати їх якість. Для одержання бітумополімерних в'язучих використовують два основних класи полімерів: термопласти та термоеластоласти [3].

В Україні, окрім двох зазначених класів полімерів, використовують полімер, що є проміжним поміж двома основними класами. Це етилен-гліциділ-акрилат (ЕГА), що має фірмову назву Елвалой (виробництво США). Його потрібний вміст у складі бітуму 1,75-2,0 % за масою. Уведення добавки полімеру до бітуму приводить до зміни практично усіх його властивостей.

Відомо ряд досліджень щодо можливості використання полімеру «Елвалой АМ» для модифікації дорожніх бітумів. Дослідження включали: одержання бітумополімерного в'язучого (БПВ) на основі дорожніх бітумів БНД 60/90 і БНД 130/200 та добавки «Елвалой АМ» в кількості 1,5 %; 2,0 % і 2,5 %; (табл. 1) оцінки стандартних властивостей БПВ (пенетрації та розтяжності за температури 25 °С і 0 °С, температури розм'якшення після старіння в тонкому шарі протягом 5 год. за температури 163 °С); визначення специфічних властивостей, які дають можливість повніше розкрити вклад полімеру у формування властивостей БПВ (еластичності, температури крихкості після старіння, когезії, зчеплення БПВ зі склом після витримувannya у воді, розшарування БПВ – зміни температури розм'якшення в шарах після витримувannya протягом 5 год. за температури 1 °С) [4].

Відповідно до рекомендацій виробника полімер «Елвалой АМ» фірми DuPont БПВ на основі БНД 130/200 після приготування витримували в закритій ємкості за температури 190 °С протягом 17 і 24 годин. Ступінь зміни якості БПВ після цього прогрівання визначався за зміною пенетрації за температури 25 і 0 °С, температури розм'якшення та крихкості.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості бітумів, модифікованих добавкою «Елвалой АМ» [4].

Марка бітуму та вміст вміст полімеру, %	Змінювання показників властивостей, %		
	Пенетрація	Температура розм'якшення	Когезія
БНД 60/90 + 1,5 %	10	7	120
БНД 60/90 + 2,0 %	22	12	162
БНД 130/200 + 1,5 %	3	3	40
БНД 130/200 + 2,0 %	17	8	143
БНД 130/200 + 2,5 %	44	19	332

Технологія приготування БПВ з 2,0 % «Елвалой АМ»: до нагрітого до температури 180-185 °С бітума незначними дозами вводили «Елвалой АМ»; суміш перемішували ручним способом, доводячи температуру до 190 °С. Потім для отримання однорідної суміші її перемішували механічною мішалкою протягом 20-25 хв. Інтенсивність перемішування 200 об/хв [4].

Зменшення глибини проникання голки і підвищення температури розм'якшення при введенні такого полімеру 4,0-4,5 % є практично лінійним. За більшого вмісту різко посилюється концентраційна залежність. Відмінною особливістю «Елвалой АМ», як і інших пластомерів, є практична сталість температури крихкості при вмісті бітуму в межах до 3-4 % і наступне її зниження. Зростання температури розм'якшення за вмісту 2,5 % полімеру на 8-9 °С дозволяє використовувати як матричний відносно малов'язкий бітум, який після з'єднання з добавкою визначається низькою температурою крихкості і досить високою температурою розм'якшення.

Введення «Елвалой АМ» призводить до зниження показника розтяжності в'язучого, що є типовим для БПВ. Проте визначною особливістю цього БПВ є наявність еластичності. Еластичність є однією з ознак ефективності полімеру в БПВ. Великого значення вона набуває в разі використання її як модифікатора термоеластопластів.

Одночасною перевагою БПВ з «Елвалой АМ» є відносно мале зростання температури крихкості після старіння. При цьому чим більший вміст полімеру, тим менша різниця температур до і після старіння. Для композицій з 2,5 % «Елвалой АМ» вона перевищує 3,0 °С, тоді як допускає істотно більші зміни. Ймовірно, це обумовлено специфікою «Елвалой АМ», який вступаючи в реакцію з вуглеводами бітума, підвищує якість БПВ [4].

Показник водостійкості бітумної плівки на мінеральній підкладці є прогностичним по відношенню до водостійкості асфальтобетону і корозійної стійкості асфальтобетонного покриття. Результати досліджень за методом ХАДІ показують, що добавка «Елвалой АМ» в межах до 2 % досить суттєво підвищує водостійкість плівки БПВ на мінеральній підкладці.

Так, для бітуму марки БНД 60/90 плюс 2,0 % вологостійкість плівки зростає в 1,7 раза, а для БНД 130/200 плюс 2,0 % – в 1,5 раза. Одночасно перевищення цього вмісту знижують адгезійний ефект добавки і повертають БПВ до вихідних значень зчеплення бітуму.

Встановлено, що водостійкість асфальтобетону на основі БПВ вища, ніж його аналога на звичайному бітумі. Всі зазначені вище переваги асфальтобетону на основі БПВ перебувають у прямому зв'язку з перевагами «Елвалою АМ» порівняно з вихідним бітумом (табл. 2) [4].

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості асфальтобетонів [4].

В'язуче	ρ кг/м ³	W, %	Міцність на стиск (МПа) за температури 0 °С			Коефіцієнт водостійкості після насичення, доба			
			0	50	20	0	14	28	K _y
Бітум	2,36	3,9	9,1	2,01	4,75	0,93	0,79	0,78	0,78
БПВ	2,38	2,5	11,6	3,33	6,68	0,96	0,94	0,93	0,91

Вміст ЕЛВАЛОЮ, необхідний для суттєвого підвищення когезії та температури розм'якшення і пониження penetрації, значно менший, у порівнянні з ЕВАТАНОМ, і суттєво нижчий, ніж СБС. Він дорівнює 1,75-2 % [4]. Характерною особливістю бутумополімерних в'язучих є те, що всі вони мають більше зчеплення (адгезію) з мінеральною підкладкою у водному середовищі, ніж початковий бітум (табл. 3). У випадку використання в якості модифікатора Елвалою спостерігається подібний характер підвищення показників механічних властивостей асфальтобетону. Крім того, поліпшується його водостійкість (коефіцієнт водостійкості підвищується від 0,79 до 0,88).

Таблиця 3 – Вплив добавки до в'язучого 3 % СБС на механічні властивості асфальтобетону [4]

Марка бітуму	Вміст в'язучого	Опір зсуву, МПа	R ₂₀ , МПа	R ₅₀ , МПа
40/60	5,4	0,21	4,91	1,86
БПВ (40/60)	5,4	0,29	5,55	2,5
60/90	5,1	0,16	3,76	1,66
БПВ (60/90)	5,4	0,255	5,08	2,31
90/130	4,9	1,127	4,13	1,68
БПВ (90/130)	4,9	0,24	4,93	2,43
130/200	4,4	0,11	3,95	1,65
БПВ (130/200)	4,9	0,198	4,5	2,2

Зазначене вище поліпшення якості бітумів та асфальтобетонів за рахунок використання полімерних добавок може бути досягнуто тільки у випадку додержання технології приготування бітумополімерних в'язучих (БПВ) [4].

Саме технологія приготування модифікованих бітумів є найбільш уразливою рисою цих в'язучих. Змішування полімеру з початковим бітумом треба здійснювати у спеціальних мішалках при дуже високих, у порівнянні з бітумом температурах 175-190 °С, протягом тривалого часу – від 1,5 годин до 3 годин.

Температурний режим та тривалість перемішування залежать від якості полімеру та бітуму. Менш в'язкі бітуми, тобто бітуми, що вміщують багато масел, разом з тонкодисперсійним порошкоподібним полімером краще змішуються один з одним, ніж високов'язкі з крупними частинками полімеру. Додаткові труднощі виникають під час зберігання бітумополімерного в'язучого. При низьких температурах і відсутності систематичного перемішування в'язуче може розшаровуватись. Усі технологічні операції безпосередньо з в'язучими та з сумішами на бітумополімерних в'язучих також виконуються при більш високих, ніж для початкового бітуму, температурах. Це може привести до старіння в'язучого і завжди супроводжується підвищеними витратами енергоресурсів. Додатково до цього висока вартість полімеру приводить до подорожчання бітумополімерного в'язучого асфальтобетонних сумішей на його основі. В зв'язку з тим, у кожному конкретному випадку потрібні техніко – економічне обґрунтування використання бітумополімерного в'язучого. Використання його цілком виправдано на магістральних дорогах вищої технічної категорії [2, 4].

Література:

1. Жданюк В.К., Даценко В.М., Чугуенко С.А., Воловик О.О. До питання про методи оцінки та показники зсувостійкості асфальтобетонів // Автошляховик України. – 2008. № 3(203). – С. 28-30.
2. Жданюк В.К., Даценко В.М. Стійкість асфальтобетонного покриття різних гранулометричних типів до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії // Автошляховик України – 2009. № 1(207). – С. 31-34.
3. Золотарев В. А. Некоторые задачи обеспечения качества асфальтобетона. // Материалы международной научной конференции 20-22 ноября 2002 года «Опыт и проблемы современного развития дорожного комплекса Украины на этапе вхождения в Европейское общество», Харьков, ХНАДУ. 2002. С.52-53.
4. Всемирная дорожная ассоциация. Технический комитет «Нежесткие дороги» (С8). Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы и битумы с добавками в дорожном строительстве / Пер. с франц. д.т.н. Золотарева В. А., инж. Беспаловой Л. А.; Под общей ред. д.т.н. Золотарева В. А., Братчуна В. И. Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2003. 229 с.

ВЛАШТУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВІВ В АСФАЛЬТОБЕТОННОМУ ШАРІ, ПОКЛАДЕНОМУ НА ЦЕМЕНТОБЕТОННЕ ПОКРИТТЯ

Філоненко М.В., ст. групи Д-36т1-22

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Влаштування швів (рис. 1) у верхньому шарі асфальтобетонного покриття над швами старого цементобетонного покриття при ремонті дорожніх одягів дозволяє:

- виключати безсистемне тріщиноутворення в асфальтобетонному покритті;
- контролювати та регулювати розвиток відбитих тріщин та, як наслідок, збільшувати довговічність асфальтобетонного шару посилення;
- вирівняти в поперечному напрямку відбиті тріщини, що з'явилися на поверхні асфальтобетонного покриття;
- знизити витрати на проведення ремонтних робіт та прогнозувати терміни та обсяги робіт на ділянках, що ремонтуються.

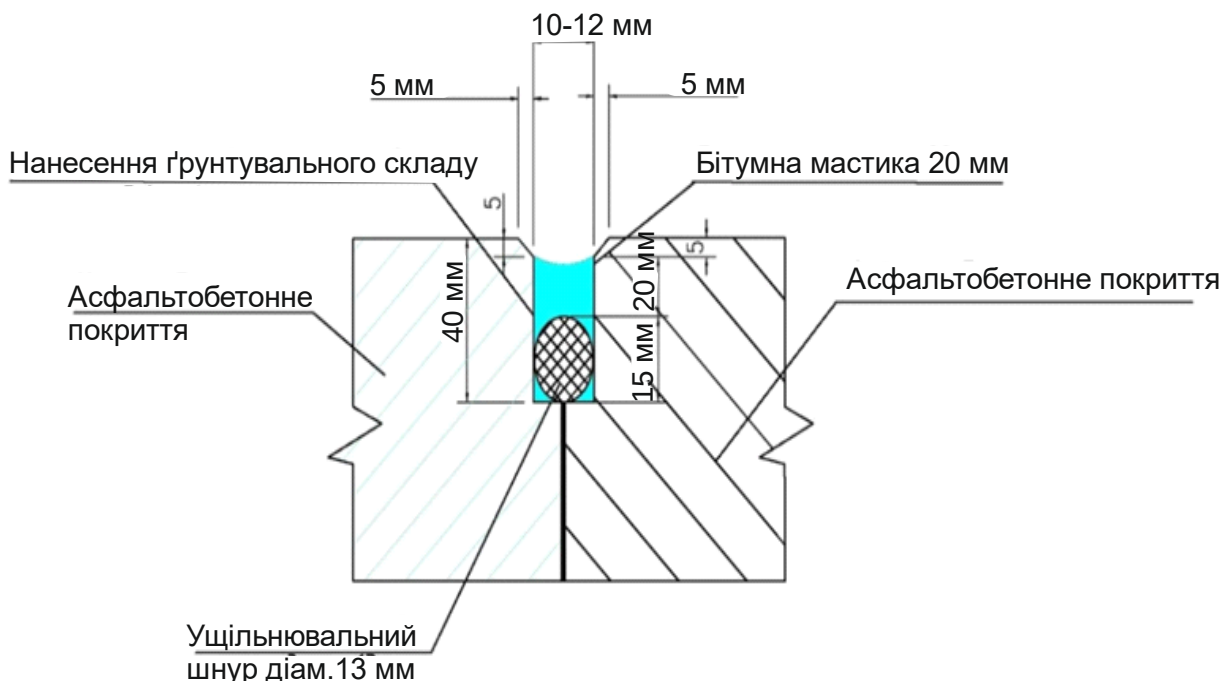


Рисунок 1 – Конструкція деформаційного шва.

Деформаційні шви в асфальтобетонному шарі посилення влаштовуються над швами цементобетонного покриття, а за їх відсутності – через 10-35 м залежно від середньої температури холодного місяця (табл. 1).

Таблиця 1 – Відстань між деформаційними швами в асфальтобетонному покритті

Середня місячна температура найхолоднішого місяця в районі будівництва, °C	Відстань між швами, м
Мінус 5 °C та вище	25-35
Нижче мінус 5°C до мінус 15 °C	15-25
Нижче мінус 15 °C чи кількість переходів температури через 0 °C понад 50 разів на рік	10-15

При підготовці дорожнього одягу до ремонту всі поперечні та поздовжні шви відзначають за допомогою різних пристроїв, що дозволяють точно фіксувати положення швів у цементобетонному покритті, що лежить нижче.

Відстань між наміченими деформаційними швами (крок швів) фіксують на місцевості вішками або маячками, що встановлюються по обидва боки дороги. Фіксуючі позначки повинні забезпечити нарізку швів в асфальтобетонному шарі на відстані не більше 25 мм від швів у цементобетонному покритті, що лежить нижче.

Після виміру та закріплення на покритті деформаційних швів проводять усунення дефектів існуючого асфальтобетонного покриття: зрізання нерівностей, очищення та загортання тріщин і вибоїн, очищення поверхні покриття та обробку поверхні бітумною емульсією або рідким бітумом.

За наявності значних нерівностей існуючого покриття роблять укладку асфальтобетонного шару, що вирівнює.

У процесі підготовчих робіт здійснюють контроль якості підготовки асфальтобетонного шару покриття, у тому числі якості герметизації тріщин (візуально), вимірів їхньої довжини, ширини та кроку (відстаней між ними). При цьому складають схему розташування існуючих тріщин в шарі, що перекривається.

За допомогою нарізчика швів у верхньому шарі асфальтобетонного покриття виробляють нарізку шва, що наводить, на глибину 1/3 товщини асфальтобетонного шару з наступною нарізкою камери. Ширина камери зазвичай становить від 10 мм до 20 мм.

Камеру влаштовують глибиною трохи більше 10 мм. Перед заповненням герметизуючою мастикою шви повинні бути очищені та просушені, їх стінки оброблені ґрунтовим складом за допомогою шприца – розпилювача.

Підготовлений шов очищають стисненим повітрям за допомогою форсунки з вузьким соплом, що працює від компресора.

У підготовлений шов укладають ущільнений шнур, після чого подають мастику з використанням заливника швів. Тип герметизуючого матеріалу слід призначати з урахуванням кліматичних умов регіону.



Рисунок 2 – Нарізка швів.

Поверхня асфальтобетонного покриття після остигання герметизуючої мастики очищають від її надлишків у зоні, що прилягає до шва. Роботи з нарізування та заливання швів повинні бути завершені в теплу суху погоду до відкриття руху всіх видів транспорту за новим покриттям.



Рисунок 3 – Укладання шнура.



Рисунок 4 – Заповнення шва мастикою з використанням заливника швів

При нарізанні швів здійснюють контроль за правильністю розташування та кроком швів відповідно до встановлених вішок або маячків відповідно до складеної схеми; проводять перевірку ширини та глибини наведеного шва та камери (допустиме відхилення по ширині та глибині шва має бути не більше 10 %); перевіряють якість та відповідність нормам мастики та рідкого бітуму, що використовуються для заповнення шва. При заповненні шва контролюють температуру нагріву в'язучих, а після закінчення робіт з влаштування шва – адгезію шва, що в'яже до стінок (візуально).

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА ЩОДО ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ

Чебан М.В., ст. групи Дз-31-22

Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Дорожнє будівництво є важливою складовою інфраструктурного розвитку будь-якої країни. Водночас, процес будівництва та експлуатації доріг має значний вплив на навколишнє середовище. Будівництво та експлуатація автомобільних доріг відноситься до видів діяльності, що становлять підвищену екологічну небезпеку для навколишнього середовища.

Проблема екологізації дорожнього будівництва та пошуку шляхів зменшення його впливу на довкілля є предметом дослідження значного кола науковців та практиків. Дослідженням зазначеного питання займаються такі науковці як І.А. Афанасьєва, К.Є. Вакуленко, Є.В. Дорожко, І.Е. Линник, О.І. Лежнева, Н.А. Соколова та багато інших. Сучасні наукові дослідження спрямовані на пошук екологічно безпечних технологій та матеріалів, що дозволять мінімізувати негативний вплив дорожнього будівництва на довкілля. Поряд із загальними теоретичними аспектами завжди мають бути врахованими безліч інших факторів. Зокрема, район, технології, стан техніки, трудові ресурси, можливість технічного огляду і ремонту техніки тощо, особливо в наш час, в період воєнного стану та руйнівних результатів військової агресії. Тому пошук шляхів зменшення впливу дорожнього будівництва на довкілля завжди був та буде актуальним питанням, особливо в реаліях сьогодення.

Метою дослідження є аналіз основних екологічних проблем, що спричиняються дорожнім будівництвом та експлуатацією доріг, та узагальнення основних наукових підходів і сфер регулювання щодо їх мінімізації. Дослідження зосереджується на використанні екологічних матеріалів, зниженні енергоспоживання, зменшенні забруднення та екологічно орієнтованому плануванні за безумовного дотримання чинної законодавчо-нормативної бази щодо проектування, будівництва та утримання доріг.

Будівництво та експлуатація доріг, при їх необхідності та соціально-економічній корисності, спричиняють низку екологічних проблем.

Основними з них є: забруднення повітря – утворення пилу, вихлопних газів та викидів під час експлуатації дорожньої техніки; знищення природних ландшафтів – вирубка лісів, зміна русел річок, порушення екосистем; шумове забруднення – вплив транспорту та будівельних робіт на тваринний світ та людей; викиди парникових газів – виробництво асфальту та цементу, що супроводжуються викидами CO₂; забруднення ґрунтів та води – стік води з дорожнього полотна може містити важкі метали, нафтопродукти та інші токсичні речовини; виснаження природних ресурсів – видобуток піску, гравію та інших матеріалів призводить до деградації земель; руйнування екосистем – зменшення

біорізноманіття через створення транспортної інфраструктури; використання та утилізація відходів дорожнього будівництва тощо.

Забруднення навколишнього природного середовища уздовж автомобільних доріг поділяють на дві категорії: транспортні та позатransпортні. До транспортних забруднень відносять вихлопні гази, паливномастильні матеріали та їх відходи, продукти стирання гальмових накладок та шин, електромагнітне випромінювання, шум. До позатransпортних забруднень відносять протижеледні солі, дорожньо-будівельні матеріали і в'язучі, злизові стоки з поверхні дорожніх покриттів, пил, сміття [1].

За результатами сучасних наукових досліджень пропонується низка рішень для екологізації дорожнього будівництва:

1) використання екологічних матеріалів – рецикльований асфальт (повторне використання старого асфальту зменшує потребу у видобутку природних ресурсів); використання альтернативних в'язучих матеріалів (застосування бітуму на основі рослинних компонентів або полімерних матеріалів); застосування екологічного дорожнього покриття (використання переробленого пластику та інших інноваційних матеріалів); використання вторинної сировини (застосування шлаків, золи та інших промислових відходів у дорожньому будівництві) тощо;

2) зниження енергоспоживання – застосування технології «холодного асфальту» (дозволяє зменшити витрати енергії та викиди CO₂); впровадження енергоефективних будівельних процесів (використання сонячної енергії та відновлюваних джерел для живлення техніки); оптимізація транспортних потоків (зменшення заторів і витрат пального через грамотне планування інфраструктури) тощо;

3) зниження забруднення під час будівництва – застосування системи пилоподавлення (зменшення пилового забруднення шляхом використання спеціальних розчинів); очистка стічних вод (встановлення фільтруючих систем для зниження викидів у водні об'єкти); використання шумопоглинальних конструкцій (для зменшення шумового впливу на навколишнє середовище); використання біоінженерних методів захисту (створення зелених насаджень для зниження шуму та абсорбції забруднюючих речовин) тощо;

4) проектування доріг з урахуванням екологічних факторів – збереження природних ландшафтів (будівництво тунелів і мостів замість вирубки лісів); оптимізація маршрутів (мінімізація впливу на природні території за допомогою комп'ютерного моделювання; створення «зелених доріг» (інтеграція природних елементів у дорожнє будівництво, наприклад, озеленені узбіччя) тощо.

На нашу думку, всі заходи щодо зменшення впливу дорожнього будівництва на довкілля доцільно поділити на певні сфери:

– сфера законодавчо-нормативного регулювання. Весь процес дорожнього будівництва – від проектування до здачі в експлуатацію та утримання має певне законодавчо-нормативне регулювання. Дотримання чинних нормативних документів, зокрема й з екологічного законодавства, безумовно, є дотриманням норм і вимог, що впливають на мінімізацію негативного впливу на довкілля. Так,

наприклад, відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» виділено види діяльності, які підпадають під обов'язкове проведення процедури оцінки впливу на довкілля, а саме: будівництво, розширення чи реконструкція автомобільних доріг загального користування державного та місцевого значення, що мають чотири або більше смуг руху за умови їхньої протяжності від 10 км та більше; автомагістралей; автомобільних доріг першої категорії [2]. Відповідно, оцінку впливів автомобільних доріг загального користування на навколишнє середовище, що не підлягають оцінці впливу на довкілля, регламентується ДСТУ 9030 Автомобільні дороги. Оцінка впливів на навколишнє середовище. Вимоги до проектної документації [3];

- сфера технологічного регулювання. Дотримання технології будівництва, поточного та капітального ремонту доріг є обов'язковою підставою дотримання екологічних заходів;

- сфера технічного регулювання. Використання технічно справної техніки, нової та модернізованої техніки мінімізує вплив на довкілля;

- сфера соціально-економічного регулювання. Розробка, впровадження і фінансування заходів захисту навколишнього середовища; забезпечення соціально-відповідальної діяльності;

- сфера контролю. Внутрішній та зовнішній контроль дотримання норм і стандартів в дорожньому будівництві з метою екологізації.

Отже, дорожнє будівництво неминуче впливає на довкілля, але сучасні наукові підходи дозволяють значно зменшити цей вплив. Використання екологічних матеріалів, енергоефективних технологій та екологічно орієнтованого планування і управління сприяє збереженню природи. Розвиток науки і технологій у сфері дорожнього будівництва є ключовим для створення екологічно безпечної інфраструктури, яка відповідатиме викликам сучасності та майбутнього.

Таким чином, для зменшення впливу дорожнього будівництва та експлуатації доріг на довкілля необхідним є застосування комплексу заходів: екологічних, технічних, технологічних, економічних та управлінських. Такі заходи мають використовуватися та впроваджуватися у межах чинного нормативного законодавства. Застосування таких заходів має бути предметом зовнішнього контролю за безумовного внутрішнього контролю та соціальної відповідальності дорожньо-будівельних підприємств.

Література:

1. Екологічні аспекти автотранспортного комплексу: монографія / І.Е. Линник, О.І. Лежнева, Є.В. Дорошко та ін. – Харків: Видавництво «Смугаста типографія», 2020. – 194 с.

2. Про оцінку впливу на довкілля: закон України від 23 травня 2017 року № 2059-VIII; станом на 10 жовт. 2024 року; URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> 10102024

3. ДСТУ 9030:2020 Автомобільні дороги. Оцінка впливів на навколишнє середовище. Вимоги до проектної документації. Чинний з 01.09.2021 р. URL:https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90324

БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ В СКЛАДНИХ УМОВАХ

*Шишковський Д.Д. ст. групи Д-41-21,
dt202077@gmail.com*

*Арінушкіна Н.С., к.т.н., доцент
nataliaarinushkina@gmail.com*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Природні умови істотно впливають на ефективність служби доріг, тобто на її здатність цілий рік створювати умови для безпечного й зручного руху транспортних засобів із заданими швидкостями та навантаженнями протягом нормативного терміну служби без істотних деформацій і руйнувань. На умови служби доріг найбільше впливають рельєф і ландшафт місцевості, придорожня рослинність, ґрунтово-геологічні, гідрогеологічні й особливо погодно-кліматичні умови.

Хороший стан доріг дозволяє ефективно та безпечно рухатись автомобілю, підвищити продуктивність праці на автомобільному транспорті. Однією з особливостей транспорту є високий рівень залежності функціонування від природних факторів. Великий вплив на характер руху транспортних засобів мають метеорологічні умови. Несприятливі метеорологічні умови можуть значно ускладнити і навіть призупинити роботу транспорту.

Метеорологічні умови характеризують стан атмосфери й атмосферних процесів. До таких умов належать: температура, тиск, вологість повітря, вітер, хмарність й опади, тумани, грози, а також тривалість сонячного дня, температура й стан ґрунту, висота сніжного покриву, а також інші метеорологічні умови, які можуть бути тривалими, наприклад, мінусова температура й сніговий покрив у зимовий час, і короточасні – опади, туман, ожеледиця.

Транспортна безпека в найбільшій мірі залежить від наявності та характеру опадів, які визначають дальність видимості, погіршують зчіпні якості шин із дорожнім покриттям.

Усі показники транспортно-експлуатаційного стану змінюються на протязі року. Найбільша кількість деформацій та руйнувань земляного полотна, дорожнього одягу та покриття відбувається навесні. У весняний період земляне полотно перезволожується і його міцність знижується. Вода знаходиться в ґрунті земляного полотна, постійно переміщується від місць з більшою вологістю до більш сухих і від більш нагрітих до холодних. Внаслідок цього вода попадає в пори ґрунту земляного полотна і при зниженні температури ґрунту до мінусових значень замерзає, збільшуючись в обсязі. В результаті частинки ґрунту розсуваються і відбувається збугрівання дорожнього покриття. При відтаванні ґрунту відбувається зворотне явище: осідання дорожнього одягу та покриття, несуча здатність дороги знижується. У весняний період на дорогах нижчих категорій вводять обмеження для руху транспортних засобів великої вантажопідйомності.

Слизькі дороги є однією з головних причин ДТП. До 30 % аварій на автомобільному транспорті в зимовий період зумовлені ожеледицями й іншими явищами. Ожеледиця утворюється в результаті випадання дощу при морозі та при плюсовій температурі повітря (плюс 3 °C) на покриття з мінусовою температурою. У 95 % випадків поява ожеледиці відбувається при температурі повітря, що наближається до 0 °C, і відносній вологості повітря від 80 % до 100 %. При цьому коефіцієнт зчеплення шин з поверхнею покриття зменшується до 0,08-0,15, що призводить до різкого зниження безпеки руху.

Висота й стан сніжного покриву на дорозі також створюють небезпеку для транспорту. Наявність снігу на проїзній частині товщиною 3-5 см вже викликає необхідність для зниження швидкості руху автомобілів. А при товщині понад 25 см рух стає складним.

У непогоду звичайна обстановка на дорозі іноді дуже різко змінюється і водій може просто не побачити людину на дорозі або помітить її занадто пізно.

Основними труднощами, що виникають під час дощу є: підвищення слизькості дорожнього покриття, зволоження узбіч, погіршення видимості. Це призводить до заносу та транспортний засіб може стати не керованим.

Підвищена слизькість є особливо небезпечною, коли починається дощ. Пил або нанесений на асфальтобетонне покриття ґрунт, який розчиняється водою, утворює дуже слизький прошарок на дорозі. Особливу увагу треба виявляти при під'їзді до перехресть зі ґрунтовими дорогами, а також при необхідності з'їзду на узбіччя.

При сильному дощі водію необхідно вмикати фари. Якщо води багато на лобовому склі видимість може бути недостатня. Водіям у дощ необхідно включати склоочисники, які не завжди справляються з потоками води, що заливають лобове скло, це заважає безпечному руху. В умовах мокрого й слизького дорожнього покриття зупиночний шлях збільшується в 4-5 разів. На брудній або вологій поверхні дороги утворюється плівка, яка є змащувальним прошарком між шиною та покриттям дороги. А також бруд і калюжі можуть приховувати вибоїни на асфальтобетонному покритті.

Ще однією небезпекою, пов'язаною з рухом автомобіля на мокрому покритті, є аквапланування – процес, коли перед рухомим колесом виникає водяний клин. Оскільки вода не встигає вийти з-під колеса, вона виштовхує його вгору. Головна причина аквапланування – підвищена швидкість руху на мокрому покритті, коли вода просто не встигає йти з-під колеса. Основна проблема цього явища полягає в тому, що коли автомобіль знову знаходиться на покритті, то автомобіль різко може змінити свій рух та вилетіти з дороги. На рис. 1 показано процес аквапланування на мокрому покритті при великій швидкості руху автомобіля.

Ближче до зими починаються заморозки. Часто не просохнете від дощу дорожнє покриття покривається тонким і непомітним для зору льодом. Гальмівний шлях автомобілів збільшується на непередбачувану величину. Сніг, ущільнений колесами автомобілів, стає таким же слизьким і небезпечним як лід.

Під час зимових відлиг лід і сніг починають відтавати, потім знову замерзають, роблячи поверхню проїзної частини слизькою й небезпечною.

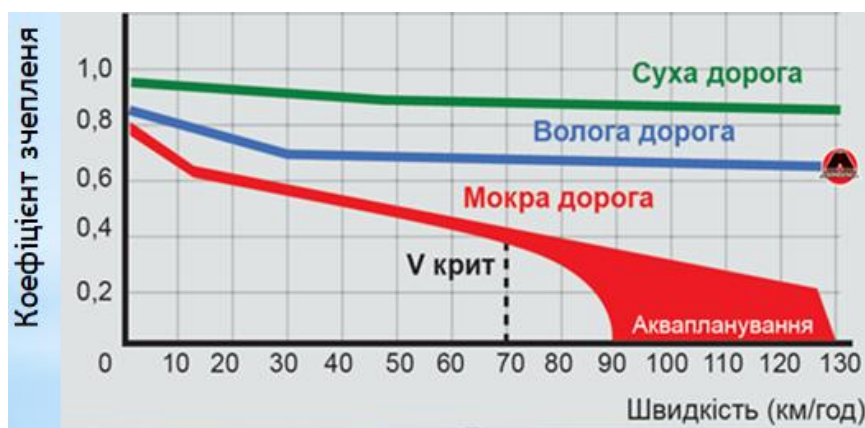


Рисунок 1 – Аквапланування на мокрому покритті

Коли випадає сніг, то він заважає огляду дороги, водіям погіршує видимість. Взимку через сніг відбувається звуження проїзної частини, що ускладнює рух транспортних засобів.

Узимку вплив погодно-кліматичних факторів на умови руху особливо помітний у процесі формування снігових відкладів під час снігопадів і завірюх, а також через зимову слизькість засніженого або обмерзлого покриття [1].

Під час зимових відлиг лід і сніг починають відтавати, потім знову замерзають, роблячи поверхню проїзної частини слизькою й небезпечною. Коли випадає сніг, то він заважає огляду дороги, водіям погіршує видимість. Взимку через сніг відбувається звуження проїзної частини, що ускладнює рух транспортних засобів, а самі снігові вали біля краю проїзної частини закривають огляд дороги, приховують пішоходів.

Особливу небезпеку для всіх видів транспорту створює туман. За сильного туману створюється майже повна відсутність видимості, у результаті чого швидкість руху транспортних засобів різко знижується. Туман, як і темний час доби, крім погіршення загальної видимості на дорозі, істотно знижує справжні відстані й швидкість руху транспорту. Дистанція до зустрічного автомобіля в тумані завжди здається більшою, а швидкість меншою, ніж насправді. При тривалій поїздки в тумані втомлюються очі, знижується гострота зору. Також туман здатний змінювати кольори (окрім червоного). Так жовтий сигнал світлофора здається червоним, а зелений – жовтим.

Туман може бути настільки густим, що навіть з увімкненими фарами нічого не можна розрізнити водіям на відстані 3-5 м. Тому водії завжди повинні вибирати помірну швидкість руху, з урахуванням погодних умов. Чим густіший туман – тим повинна бути і більша дистанція. При русі в тумані водій повинен бути готовим до зупинення транспортного засобу, не виїзду на середину дороги, утримання якомога ближче до краю проїзної частини, уникання перестроювання, випередження та обгону.

Статистика ДТП багатьох країн показує, що в темний час доби різко підвищується небезпека руху. Незважаючи на те, що інтенсивність руху в цей період у 5-10 разів нижча, ніж у світлий час, частина ДТП складає 40-60 % від їх загальної кількості. Із настанням темряви погіршується видимість дороги та розташованих на ній об'єктів. Фари автомобіля висвітлюють лише обмежену ділянку дороги, причому об'єкти з'являються в освітленій зоні раптово, для розпізнання їх потрібно більше часу, ніж удень. Час реакції водія вночі збільшується в середньому у 2 рази. Події в темний час характеризуються більшою важкістю наслідків. Основною передумовою підвищення безпеки руху в темний час доби є різке зниження ефективності зорового сприйняття водіями дороги та навколишнього обстановки, обумовлюється фізіологічними особливостями зору людини. Збільшення тяжкості наслідків ДТП у темний час доби пояснюється тим, що водій пізніше, ніж удень, виявляє перешкоду й не завжди встигає знизити швидкість руху, водії значно гірше сприймають обстановку, із меншою точністю оцінюють швидкість свого автомобіля, а також бувають засліплені світлом фар.

У темний час доби та в умовах недостатньої видимості майже неможливо світловиявлення предметів. Вони відрізняються не по кольору, а по яскравості, причому яскравість об'єктів дорожньої обстановки (транспортні засоби, пішоходи) і контрастність їх щодо дороги сильно знижуються. Відстань, на якій виявляються транспортні засоби вночі, скорочується майже вдвічі порівняно зі світлим часом, однак водієві здається, що вони знаходяться на більшій відстані. Загалом у вечірні сутінки й на світанку в багатьох водіїв з'являється так званий оптичний обман. Конттури предметів розмиваються, автомобілі не білого і не яскраво-жовтого кольорів зливаються з фоном і покриттям дороги.

Аварійність вночі зростає, зокрема через ослаблення контролю за рухом. Зниження інтенсивності руху породжує у багатьох водіїв упевненість у тому, що можна рухатися з більш високою швидкістю й вільніше маневрувати, ніж удень, а послаблення контролю породжує почуття безкарності. У темний час та в умовах недостатньої видимості водій більшу частину часу перебуває в стані підвищеної емоційної напруженості, тому він набагато швидше втомлюється, ніж у світлий час. При русі вночі необхідно уважно стежити за сигналами транспортних засобів, що їдуть попереду, сигналами, огородженнями, дорожніми знаками і, що, позначаються світловими сигналами, місцями зупинок, стоянок транспортних засобів, своєчасно перемикає світло в фарах при роз'їздах, періодично протирати скло фар, сигнальних ліхтарів.

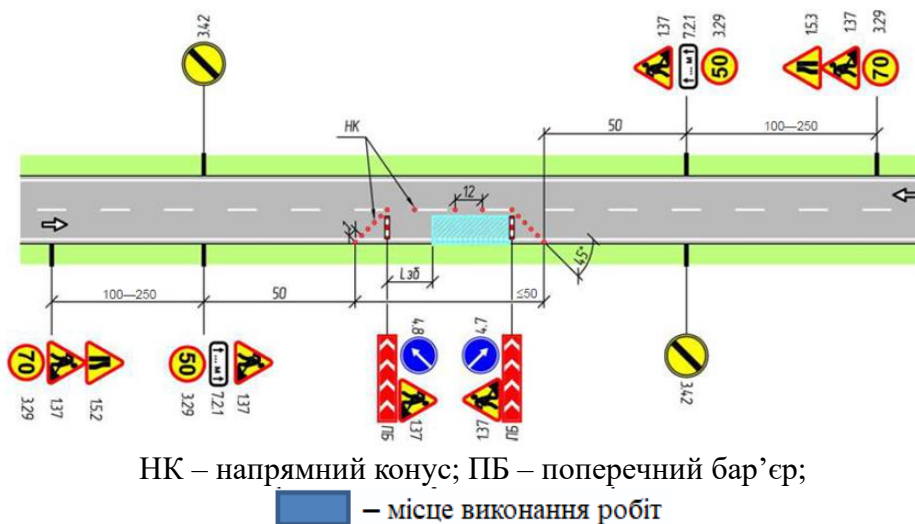
Власники доріг або органи, які утримують автомобільні дороги, мають право вимагати від користувачів дотримуватися законодавчих і нормативних актів дорожнього руху, правил ремонту й утримання доріг, правил користування дорогами та дорожніми спорудами. Якщо роботи в смузі відведення автомобільної дороги загрожують безпечному чи безперебійному руху транспорту і пішоходів, то рух закривають чи обмежують.

Виконавець робіт визначає технологічні особливості та строк проведення дорожніх робіт, схему організації дорожнього руху (ОДР), необхідність

будівництва об'їзду, технічні засоби захисту ділянки проведення робіт, зокрема пересувні знаки небезпеки.

Місце робіт на ділянці дороги виконавець робіт огорожує і облаштовує технічними засобами згідно з тимчасовою типовою або тимчасовою індивідуальною схемою ОДР. Її визначають у проєктно-технологічній документації на реконструкцію або ремонт ділянки дороги, ордері або дозволі, який виконавець робіт одержує від власника дороги або уповноваженого ним органу. Ділянки дороги, на яких виконують аварійні роботи, роботи з поточного ремонту й експлуатаційного утримання доріг, із ліквідації недоліків експлуатаційного стану, а також операційний контроль якості робіт, облаштовують за тимчасовими типовими схемами ОДР. Схема організації руху при ліквідації вибоїн на дорожньому покритті представлена на рисунку 2 [2].

Якщо умови виконання робіт чи умови руху не відповідають жодній із типових схем, власник дороги (уповноважений ним орган) розробляє тимчасову індивідуальну схему ОДР і погоджує її з місцевим органом Державної автомобільної інспекції.



МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

*Шутко Д.О. ст. групи Д-41-21,
Пісковський Д.О. ст. групи Д-41-21,*

piskovskiy12345@gmail.com

Аринушкіна Н.С., к.т.н., доцент

nataliaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Дослідження характеристик дорожнього руху, а також дорожніх умов проводяться з метою одержання фактичних даних про рух транспортних і пішохідних потоків і перевірки умов забезпечення безпеки дорожнього руху.

У вітчизняній і зарубіжній практиці досліджень дорожнього руху відомі багато способів, починаючи від найпростіших, виконання яких доступне одній людині без спеціального оснащення, і завершуючи складними та трудомісткими, виконання яких можливо лише при застосуванні електронно-обчислювальної техніки. Різноманіття методів пояснюється, з одного боку, великою кількістю завдань, що входять в організацію руху, і параметрів, що впливають на характеристики руху, а з другого боку, постійним удосконаленням апаратури, вживаної як для отримання первинних даних, так і для подальшої їх обробки.

Корінні зміни в практику досліджень параметрів дорожнього руху і їх використання вносить застосування кібернетичних систем управління рухом, основою яких є постійний автоматичний збір і аналіз інформації про стан транспортних потоків.

Існує три основних метода дослідження дорожнього руху: документальне вивчення (аналіз планових та звітних даних про перевезення, анкетне дослідження, аналіз статистичних параметрів про дорожньо-транспортні пригоди (ДТП), вивчення проєктно-технічної документації вулично-дорожньої мережі), натурні дослідження (дослідження дорожніх умов, дослідження транспортних і пішохідних потоків) та моделювання дорожнього руху (фізичне та математичне) [1].

Дослідження є найважливішою та невід'ємною частиною процесу управління, без них неможливе нормальне функціонування та розвиток дорожнього руху. Для прийняття оптимального рішення необхідно мати повну і достовірну інформацію, яка може бути отримана тільки в результаті досліджень.

Дослідження у дорожньому русі відрізняються великою різноманітністю та класифікуються за декількома ознаками. У цьому можливі різні комбінації ознак, а чіткого поділу між групами може не бути., Дослідження в дорожньому русі можливо поділити на групи за такими ознаками:

- за методом проведення: вимірювання, обстеження, моделювання, аналіз документації, опитування (анкетування);

- за глибиною або рівнем: пробні, оціночні, нормальні, детальні (спеціальні);

- за широтою охоплення: одного параметра, групи взаємозалежних параметрів, комплексні;
- за періодичністю: разові, періодичні, постійні;
- за місцем проведення: камеральні, натурні;
- за призначенням: інформаційні (статистичні), технологічні, передпроектні, постановочні, контрольні, навчальні, наукові, судово-технічні;
- за належністю: відомчі, міжвідомчі.

При вимірах у дорожньому русі первинна обробка та подання результатів повинні проводитися відповідно до загальноприйнятих вимог математичної статистики. Для дослідження випадкових величин точність результатів залежить від точності самих вимірів і кількості виконаних вимірів, тобто. від обсягу статистичної вибірки. Дослідник не має можливості виконувати вимірювання різними способами, тому точність власне вимірювання від нього залежить незначно. Сумарна точність результатів дослідження залежить, в основному, від обсягу вибірки, який найчастіше визначає розміри витрат і, отже, можливість проведення, стратегію та тактику досліджень.

Результати дослідження мають бути достатніми, наочними та певною мірою відповідати прийнятим у математичній статистиці нормам. Особливо це стосується основних параметрів транспортних та пішохідних потоків (інтенсивність та швидкість руху, за якими виробляється найбільша кількість вимірювань).

Основною ознакою документального методу є вивчення матеріалу в кабінетних умовах, тому цей метод іноді називають камеральним. Документальне вивчення можна здійснювати як на базі спеціально зібраних даних, так і обробкою існуючих і призначених для іншої мети матеріалів. Достатньо точні відомості про очікувані транспортні потоки в зонах передбачуваного крупного будівництва можуть бути складені на основі вивчення проектних і планових матеріалів у відповідних організаціях, аналізу документів, що характеризують роботу маршрутного пасажирського транспорту, які отримують у відповідному транспортному підприємстві. За ними можна скласти характеристики руху рухомого складу в різні періоди доби, не проводячи безпосереднього спостереження. Спеціальний збір матеріалів про розміри і напрями перевезень часто здійснюють організацією анкетного обстеження. Типовим прикладом анкетного обстеження є опитування власників приватних автомобілів в місті про величину здійснених ними пробігів і найхарактерніші маршрути поїздок за днями тижня, місяцями і протягом року. Основним елементом такого обстеження є анкета, що містить необхідний мінімум питань.

Анкета обстеження промислових підприємств для встановлення очікуваного вантажообігу, а отже, і розмірів руху може містити питання про кількість продукції, що випускається, споживану сировину, паливо, напівфабрикати, плановане будівництво і його потреби.

При заповненні анкети рекомендується всіх відправників і одержувачів вантажів підрозділяти на три групи: розташовані на міській території; приміські і позаміські.

Відстань перевезень вантажів визначається за фактичними маршрутами, які відповідають наявній вулично-дорожній мережі. Анкетне опитування може бути використане також для узагальнення зауважень водіїв про ті недоліки в організації руху або дорожніх умов, які характерні для конкретного маршруту або ділянки вулично-дорожньої мережі.

Важливим розділом камеральних досліджень є прогнозування розмірів руху. Такий розрахунок ґрунтується на гіпотезі пропорційності зростання розмірів руху і парку автомобілів. Відповідне вивчення картотеки обліку ДТП дозволяє виконати їх всесторонній аналіз і дати узагальнену характеристику причин і чинників, які сприяють виникненню ДТП без виїзду на місця подій.

Аналіз наявної проектної документації на вулично-дорожній мережі дозволяє підготувати попередню характеристику доріг (загальної ширини, кількості смуг, радіусів закруглень і т.п.), необхідних для розробки рішень по організації руху. У міру необхідності ці документальні дані можуть уточнюватися натурним обстеженням.

Документальні методи мають високу трудомісткість і, як правило, низьку точність результатів

Натурні дослідження полягають у фіксації конкретних умов і показників дорожнього руху, фактично того, що відбувається протягом заданого періоду часу. Ця група методів в даний час найбільш поширена і відрізняється великим різноманіттям. Натурні дослідження є єдиним способом отримання достовірної інформації про стан доріг і дозволяють дати точну характеристику існуючих транспортних і пішохідних потоків.

Натурні дослідження характеристик дорожнього руху з погляду методу отримання і характеру отриманої інформації можуть бути розділені на дві підгрупи:

- вивчення на стаціонарних постах, що дозволяють отримати багато характеристик і їх зміну в часі, проте, лише в тих перетинах вулично-дорожньої мережі, де вони розташовані;

- вивчення за допомогою рухомих засобів, що дозволяє отримати просторову і просторово-часову характеристику різних факторів дорожнього руху.

Стаціонарний пост спостереження може дати інформацію про інтенсивність, склад транспортного потоку, миттєву швидкість і затримки транспортних засобів. Вказану інформацію можна збирати як візуально за допомогою найпростіших технічних засобів (секундоміра, механічного лічильника одиниць), так і застосовуючи засоби автоматичної реєстрації. Найбільш часто виникає необхідність в отриманні даних про інтенсивність транспортних потоків. Такі спостереження називають також обліком руху. За відсутності механізації спостерігачі реєструють проїзд кожної транспортної одиниці умовним знаком на бланку протоколу. Форма бланку складається з урахуванням конкретних даних, які необхідно фіксувати. Для кожного облікового періоду (наприклад, години) використовують окремий бланк.

Заповнені бланки можна тут же передавати для обробки відповідній групі виконавців.

Для отримання інформації про показники руху по території або якій-небудь частині вулично-дорожньої мережі, що вивчається, пости спостереження розташовують у всіх характерних вузлах на межі зони обстеження.

Опрацювання інформації, внесеної в картку на посту видачі і на посту збору, дозволяє не тільки систематизувати інформацію про інтенсивність і склад транспортних потоків за дослідними напрямками, але і розрахувати швидкості сполучення.

Одним з окремих завдань, яке може бути реалізоване методом талонного обстеження, є виявлення частки транзитного і місцевого руху у відношенні до якої-небудь зони. Опрацювання карток, виданих і зібраних на контрольних постах, дозволяє визначити частку чистого транзиту (автомобілі, що проїжджають населений пункт або вуличну магістраль без зупинки), перерваного транзиту (автомобілі, що мають відносно тривалу зупинку в досліджуваній зоні) і місцевого руху (визначається за картками, що не повернуті взагалі на контрольний пункт або повернуті на пост роздачі).

На сьогоднішній день в Україні поступово набувають все ширшого застосування програмні платформи для автоматизованого обліку руху транспорту та пішоходів шляхом обробки відеоматеріалів. Одними з найпоширеніших серед яких є GoodVision Video Insights та DataFromSky.

Платформа GoodVision ґрунтується на технології комп'ютерного зору та штучного інтелекту для швидкого визначення траєкторій руху та типу об'єктів із відеозаписів, з можливістю структурування і багаторазового використання результатів аналізу для подальшої розширеної аналітики. Окрім інтенсивності руху є можливість отримання наглядної візуалізації щодо трафіку, як то траєкторії руху, часові затримки, тощо. Фільтри дозволяють підраховувати обсяги в мультимодальному режимі «матриць кореспонденцій» і генерувати складні звітні матеріали про трафік.

Платформа DataFromSky дозволяє оцінювати макроскопічні характеристики потоку в будь-якій точці або області в межах зони аналізу. Кожному транспортному засобу присвоюється унікальний ідентифікатор, з допомогою якого відслідковується та аналізується траєкторія руху, швидкість та прискорення виявленого об'єкта під час проходження через контрольовані пункти. Це дає можливість широкого аналізу і перевірки даних.

В результаті аналізу відеоматеріалів можна отримувати наглядну демонстрацію матриць кореспонденцій в межах об'єкта аналізу (рис. 1).

Натурні дослідження характерних транспортних потоків на вулицях і дорогах дозволяють:

- виявити місця затримок на перегонах і пересіченнях;
- скоректувати режими роботи світлофорної сигналізації;
- ввести обмеження швидкостей;
- визначити зони заборони обгонів;
- виявити місця, де потрібно встановити дорожні знаки;

– виявити місця ДТП, зв'язані з порушенням швидкісного режиму або невідповідністю умов руху.

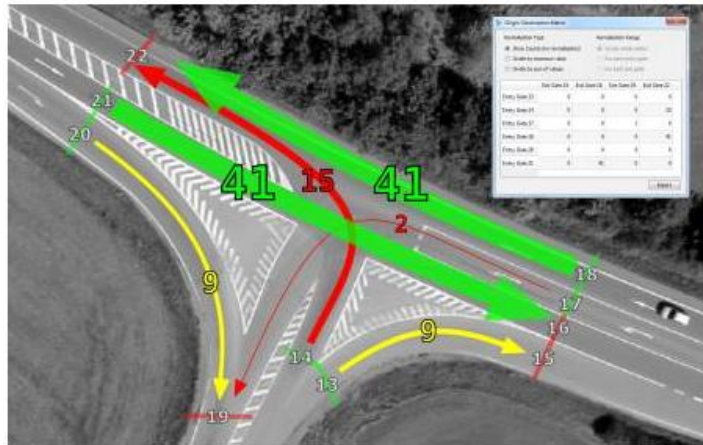


Рисунок 1 – Приклад візуалізації матриці кореспонденцій

В теперішній час існують програмні засоби, які дозволяють проводити моделювання дорожнього руху, проте на мікрорівні вони недостатньо реалістично моделюють взаємодію транспортних засобів та рельєф дороги. Більшість таких програмних продуктів використовують математичні моделі, які описують рух транспортних засобів. Ці моделі часто базуються на динаміці рідини і є однаковими для кожного виду транспорту. Проте вони не задовольняють сучасним потребам моделювання дорожнього руху як складного комплексу засобів управління та учасників дорожнього руху.

Програмні засоби, які з'явилися останнім часом, можуть відтворювати фізичну взаємодію об'єктів різного типу з урахуванням їх форми, ваги, якості поверхні, що надзвичайно важливо при дослідженні транспортного руху на основі моделей.

Сьогодні вже використовують програму Unity3D як новий засіб для моделювання дорожнього руху у тривимірному представленні. Unity3D має великий набір вбудованих інструментів для відтворення механіки руху транспортних засобів, навколишнього середовища, а також можливість розробки власних механік та скриптів на основі мови C#. Розроблено алгоритм імітації керування транспортними засобами, який приймає рішення на основі інформації про сигнали регулювання, відстань до найближчих транспортних засобів та перешкод для руху, погодні умови, якість дорожнього покриття [2]. Це надає можливість представити рух транспортного засобу найбільш точно до реальних умов. Методи моделювання прості в застосуванні, не вимагають залучення великої кількості обліковців.

Література:

1. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху»: навч. посіб. / О.О. Лобашов, О.В. Прасолєнко. Харків: ХНАМГ, 2011. 221 с.
2. Стеценко І.В., Яшук С.М. Імітаційне моделювання дорожнього руху з використанням UNITY3D. Математичні машини і системи. Київ, 2019. №1. С. 124-130.

Збірник наукових праць

Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

87-а міжнародна наукова конференція студентів
університету

07-11 квітня 2025 року

Матеріали опубліковано в авторській редакції мовою оригіналу

Відповідальний за випуск Р.В. Смолянюк
Комп'ютерна верстка А.В. Сєдов

Підп. до друку Формат 60 x 84/16. Папір офсетний
Гарнітура Times New Roman Суг. Друк цифровий
Умов. друк. арк. Обл.-вид. арк.
Зам. № _____, Тираж 60 прим.

Віддруковано ФОП Крамаренко Ю.М.
Свідоцтво про держреєстрацію АБ №815827 від 22.03.13р.