



НТУ



ДП «ДЕРЖДОРНДІ»



ХНАДУ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

МОЛОДЬ – ДРАЙВЕРИ ВІДНОВЛЕННЯ КРАЇНИ

**ДРУГА ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ДОРОЖНЬОЇ ГАЛУЗІ**

18 ТРАВНЯ 2023 РОКУ



НТУ



ДП «ДерждорНДІ»



ХНАДУ

Збірник тез доповідей Другої Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених дорожньої галузі «Молодь – драйвери відновлення країни» (18 травня 2023 року). Київ, 2023. 76 с.

Конференція проведена у дистанційному режимі з використанням ZOOM Video Communications на базі Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНДІ»). Конференція організована спільно з Національним транспортним університетом (НТУ) та Харківським національним автомобільно-дорожнім університетом (ХНАДУ). До участі в Конференції було організовано збір та конкурсний відбір 17-ти кращих доповідей молодих вчених із різних наукових організацій: ДП «ДерждорНДІ», НТУ, ХНАДУ та Одеської державної академії будівництва та архітектури (ОДАБА). У ході Конференції доповідачі презентували свої напрацювання та наукові здобутки за тематичними напрямками: сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури; сучасні виклики для розвитку цифровізації дорожньої інфраструктури; економічні дослідження в дорожній галузі; шляхи вирішення екологічних проблем для розвитку дорожньої інфраструктури. У складний воєнний час для організаторів надзвичайно важливим є підтримка молодих вчених, надання їм можливості проявити свої здібності і використати їх напрацювання в практичній площині. Під час обговорення доповідей були намічені нові напрямки досліджень, як для самих молодих вчених, так і для дорожньої галузі країни. Цей колосальний досвід дозволить нашій працьовитій молоді розкрити свій потенціал для масштабного відновлення та відбудови дорожньої інфраструктури.

Науковий комітет:

Безуглий А. О.,

канд. екон. наук, доц., директор ДП «ДерждорНДІ»;

Славінська О. С.,

д-р техн. наук, проф., проректор з наукової роботи НТУ;

Батракова А. Г.,

д-р техн. наук, проф., проректор з науково-педагогічної роботи ХНАДУ.

Посилання на деталі заходу:



<https://bit.ly/3rWHdfX>

© ДП «ДерждорНДІ», 2023.

ЗМІСТ

УМОВИ УЧАСТІ.....	5
ПРОГРАМА ЗАХОДУ.....	7
СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.....	11
Сесія 1 – Дорожньо-будівельні матеріали.....	13
ОПТИМІЗАЦІЯ ВМІСТУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ДОБАВКИ, АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ КРИХТИ ТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПРИ ПРИГОТУВАННІ ТЕПЛИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ Анатолій Мудриченко, заступник завідувача відділу технологій дорожніх робіт ДП «ДерждорНД».....	15
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ДОБАВОК ДО БІТУМУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ Владислав ТЕТЕРА, аспірант кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ.....	17
ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНІХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ З ФІБРОЮ Володимир ІСЬКОВ, аспірант, завідувач лабораторією кафедри автомобільних доріг та аеродромів ОДАБА.....	19
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЯМКОВОГО РЕМОНТУ ДЛЯ ТИМЧАСОВОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОКРИТТЯ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ І ДОРІГ Андрій ГРИНЧАК, аспірант НТУ.....	23
Сесія 2 – Транспортні споруди.....	27
ВПЛИВ ВИБУХОВОГО НАВАНТАДЖЕННЯ НА МОСТИ ТА ШЛЯХОПРОВОДИ Максим БОРИСЕНКО, молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНД».....	29
ВПЛИВ КОРОЗІЙНОГО ЗНОСУ АРМАТУРИ НА ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ ПРОГОНОВИХ БУДОВ Богдан ЗЕЛЕНСЬКИЙ, молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНД».....	33
ПЕРСПЕКТИВИ МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ТА ВІДНОВЛЕННЯ (РЕКОНСТРУКЦІЇ) ШТУЧНИХ СПОРУД НА ДОРОГАХ УКРАЇНИ Віктор ЮДІН, директор ТОВ «Віткар».....	37
ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА МОСТІВ ТА ШЛЯХОПРОВОДІВ ЗІ ЗМЕНШЕНОЮ КІЛЬКІСТЮ ПРОМІЖНИХ ОПОР НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ УКРАЇНИ Віталій ОСТАПЧУК, молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНД».....	39
Сесія 3 – Проєктування.....	41
УРАХУВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА ТРАНСПОРТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ Оксана СОКОЛОВА, молодший науковий співробітник відділу бітумних в'язучих та асфальтобетонів ДП «ДерждорНД».....	43

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЕСТАКАД НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ М-05 І М-06 ГЕОДЕЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ	
Олег ВЕРЕТЕЛЬНИКОВ, молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНД».....	45
НОВІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА УЛАШТУВАННЯ ЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ	
Олександр КРИВОБОК, завідувач лабораторії жорсткого дорожнього одягу ДП «ДерждорНД».....	47
АНАЛІЗУВАННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ	
Тарас МОРОЗ, начальник центру випробувань ДП «Дорцентр», аспірант кафедри транспортного будівництва та управління майном НТУ.....	49
СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	51
ВПЛИВ ТОЧНОСТІ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ НА ЯКІСТЬ ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	
Ірина ГУНЬКО, асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою ХНАДУ.....	53
ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ	57
СУЧАСНА ПРАКТИКА ЦІНОУТВОРЕННЯ В ДОРОЖНЬОМУ ГОСПОДАРСТВІ	
Олександра ПОНОМАРЕНКО, студентка НТУ.....	59
ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	61
ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ, МОДИФІКОВАНИХ ПОЛІМЕРАМИ	
Максим ЛИХОШВАЙ, студент НТУ.....	63
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН ЗА ДОПОМОГОЮ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЦИКЛІВ	
Юрій ГОНТАР, аспірант кафедри інженерії машин транспортного будівництва НТУ, завідувач відділу оцінки відповідності переобладнання транспортних засобів та їхніх складових частин (ВОП) ДП «ДержавтотрансНДПроект».....	67
ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ МАТЕРІАЛІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ	
Любов НИЧИПОРУК, студентка кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії НТУ.....	69
ПІДСУМКИ ЗАХОДУ	73

УМОВИ УЧАСТІ

До участі у Другій Всеукраїнській науковій конференції «Молодь – драйвери змін» було запрошено всіх ключових стейкхолдерів країни, а це представники замовників (балансоутримувачів), підрядників, проєктантів, наукової спільноти та інші фахівці дорожньої галузі.

Доповідати на Конференції мали право тільки молоді вчені України: аспіранти, магістри, студенти, науковці, викладачі та інші зацікавлені особи дорожньої галузі.

Відповідно до пункту 11 статті 1 Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» молодий вчений – це вчений віком до 35 років включно, який має вищу освіту не нижче другого (магістерського) рівня або вчений віком до 40 років включно, який має науковий ступінь доктора наук.

Серед учасників, які подали тези доповідей та які підпадали під категорію «молодий вчений», було проведено конкурсний відбір спільною науковою комісією з представників ДП «ДерждорНДІ», НТУ та ХНАДУ.

Таким чином, було відібрано **18** доповідей молодих вчених, на основі яких було сформовано наукову програму Конференції за тематичними напрямками:

- сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури;
- сучасні виклики для розвитку цифровізації дорожньої інфраструктури;
- економічні дослідження в дорожній галузі;
- шляхи вирішення екологічних проблем для розвитку дорожньої інфраструктури.

Молодим вченим була надана можливість онлайн виступу з метою представлення своїх напрацювань перед широкою аудиторією зареєстрованих учасників через засоби ZOOM Video Communications.

Аудиторія Конференції склала більше 100 учасників.

Усі доповідачі Конференції отримали персональні електронні Свідоцтва учасників Другої Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених дорожньої галузі «Молодь – драйвери відновлення країни».

Наприкінці Конференції кожен слухач мав змогу проголосувати за три кращі доповіді. Результати голосування та умови визначення переможців прописано у розділі «Підсумки заходу».

ПРОГРАМА ЗАХОДУ

Вступне слово

Ірина Гудима,

начальник Управління цифрового та інноваційного розвитку Державного агентства відновлення та розвитку інфраструктури України

Артем Безуглий,

директор Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»), к.е.н., доцент

Олена Славінська,

проректор з наукової роботи Національного транспортного університету (НТУ), д.т.н., професор

Анжеліка Батракова,

проректор з науково-педагогічної роботи Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ), д.т.н., професор

10:00– 10:30

30 хв

ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМОК «СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ»

СЕСІЯ «ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ»

Оптимізація вмісту енергозберігаючої добавки, асфальтобетонної крихти та температурного режиму при приготуванні теплих асфальтобетонних сумішей

Анатолій Мудриченко,

заступник завідувача відділу технологій дорожніх робіт ДП «ДерждорНД»

10:30 – 10:45

15 хв

Перспективи застосування енергозберігаючих добавок до бітуму для приготування асфальтобетонних сумішей

Владислав Тетера,

аспірант ХНАДУ

10:45 – 11:00

15 хв

Дослідження дорожніх залізобетонних плит з фіброю

Володимир Іськов,

аспірант Одеської державної академії будівництва та архітектури

11:00 – 11:15

15 хв

Підвищення ефективності виконання ямкового ремонту для тимчасового відновлення експлуатаційних характеристик покриття міських вулиць і доріг

Андрій Гринчак,

аспірант НТУ

11:15 – 11:30

15 хв

ПЕРЕРВА

11:30 – 12:00

СЕСІЯ «ТРАНСПОРТНІ СПОРУДИ»

Вплив вибухового навантаження на мости та шляхопроводи

Максим Борисенко,

молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНД»

12:00 – 12:15

15 хв

Вплив корозійного зносу арматури на вантажопідйомність прогонових будов

Богдан Зеленський,

молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНД»

12:15 – 12:30

15 хв

Перспективи металевих гофрованих конструкцій для будівництва та відновлення (реконструкції) штучних споруд на дорогах України **12:30 – 12:45**
15 хв

Віктор Юдін,
директор ТОВ «Віткар»

Перспективи та можливості будівництва мостів та шляхопроводів зі зменшеною кількістю проміжних опор на автомобільних дорогах України **12:45 – 13:00**
15 хв

Віталій Остапчук,
молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНДІ»

СЕСІЯ «ПРОЄКТУВАННЯ»

Урахування кліматичних умов та транспортного навантаження під час проектування конструкції дорожнього одягу **13:00 – 13:15**
15 хв

Оксана Соколова,
молодший науковий співробітник відділу бітумних в'язучих та асфальтобетонів ДП «ДерждорНДІ»

Дослідження стану естакад на автомобільних дорогах М-05 і М-06 геодезичними методами **13:15 – 13:30**
15 хв

Олег Веретельников,
молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд ДП «ДерждорНДІ»

Нові підходи до проектування та улаштування жорсткого дорожнього одягу **13:30 – 13:45**
15 хв

Олександр Кривобок,
завідувач лабораторії жорстких дорожніх одягів ДП «ДерждорНДІ»

Аналізування методів вимірювання зчіпних властивостей поверхні дорожнього покриття **13:45 – 14:00**
15 хв

Тарас Мороз,
аспірант НТУ, начальник центру випробувань ДП «Дорцентр»

ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМОК «СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ»

Вплив точності цифрової моделі рельєфу на якість проектування автомобільних доріг **14:00 – 14:15**
15 хв

Ірина Гунько,
асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою ХНАДУ

ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМОК «ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ»

Сучасна практика ціноутворення в дорожньому господарстві **14:15 – 14:30**
15 хв

Олександра Пономаренко,
студент НТУ

ОБІДНЯ ПЕРЕРВА

14:30 – 15:15

ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМОК «ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ»

Технологія захисту навколишнього середовища при виготовленні асфальтобетонних сумішей, модифікованих полімерами

15:15 – 15:30

15 хв

Максим Лихошвай,
студент НТУ

Дослідження експлуатаційних властивостей технологічних машин за допомогою випробувальних циклів

15:30 – 15:45

15 хв

Юрій Гонтар,
аспірант НТУ, провідний інженер ДП «ДержавтотрансНДІпроект»

Технології захисту навколишнього середовища при використанні протиожедних матеріалів на автомобільних дорогах

15:45 – 16:00

15 хв

Любов Ничипорук,
співробітник кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії НТУ

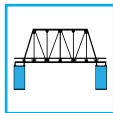
ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ ЗАХОДУ, ГОЛОСУВАННЯ ЗА КРАЩІ ДОПОВІДІ

16:00 – 16:30

СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ



Сесія 1 – Дорожньо-будівельні матеріали



Сесія 2 – Транспортні споруди



Сесія 3 – Проєктування



СЕСІЯ 1

ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ



ОПТИМІЗАЦІЯ ВМІСТУ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ДОБАВКИ, АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ КРИХТИ ТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПРИ ПРИГОТУВАННІ ТЕПЛИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Анатолій МУДРИЧЕНКО,

заступник завідувача відділу технологій дорожніх робіт

Центру дорожніх матеріалів та технологій Державного підприємства

«Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна»

(ДП «ДерждорНД»),

<https://orcid.org/0000-0001-9787-2523>

Постановка проблеми. З урахуванням тенденцій сучасного світу постає питання щодо раціонального використання енергетичних ресурсів. В умовах збільшення обсягів дорожніх робіт одним із актуальних питань, яке виникає при приготуванні асфальтобетонної суміші, є зниження енерговитрат на її виготовлення.

Основна частина. За останні роки в Європі та США з'явилися нові технології, що дозволяють знизити температуру приготування гарячих асфальтобетонних сумішей на (20–40) °C без погіршення міцнісних характеристик покриття в порівнянні з традиційним гарячим асфальтобетоном, що приготовлений на тому ж бітумі. Це досягається за рахунок відносно нових фізико-хімічних ефектів, що приводять до зниження опору суміші зсуву під час її приготування та ущільнення. За такими сумішами закріпили аббревіатуру WMA (Warm Mix Asphalt) — теплі асфальтобетонні суміші.

Технології виробництва теплих асфальтобетонних сумішей можна класифікувати за кількома ознаками.

Перша ознака — величина зниження температури. Залежно від технології температуру приготування теплих асфальтобетонних сумішей можна знизити від 10–20 °C порівняно із гарячими сумішами до температури приготування дещо більшої за 100 °C, а для окремих технологій характерні температури нижче точки кипіння води.

За температурою приготування асфальтобетонні суміші класифікують таким чином:

- холодні (від 80 °C до 100 °C), а укладання за температури не нижче ніж 10 °C;
- теплі (від 80 °C до 130 °C);
- гарячі (більше ніж 140 °C).

Друга ознака — за принципом, який застосовується для зниження температури. Такий спосіб класифікації дає можливість більш детально описати кожну з технологій шляхом узагальнення фізичних процесів, що відбуваються в суміші при реалізації того чи іншого способу приготування теплих асфальтобетонних сумішей.

Загалом, усі теплі технології можна поділити на три групи:

1. Технології, що базуються на використанні органічних домішок.
2. Технології, в яких застосовуються хімічні домішки.
3. Технології, в основу яких покладено процес спінення.

Усі існуючі способи приготування теплих асфальтобетонних сумішей використовують принаймні одну із вищезазначених технологій, хоча також можливе та об'єднання декількох.



Метою даного дослідження є технології теплих асфальтових сумішей на основі в'язких бітумів з енергозберігаючими добавками, що містять у своєму складі асфальтобетонну крихту.

Для досягнення поставленої мети вирішуються такі завдання:

- Аналіз потенційних переваг і недоліків технологій WMA та визначення можливості впровадження WMA.
- Дослідження технологій і продуктів WMA.
- Аналіз принципів виробництва WMA.
- Визначення властивостей модифікації бітуму для різних процесів WMA та аналіз придатності існуючих методів випробувань для характеристики модифікованого в'язучого.
- Аналіз звітів про різні дослідження властивостей різних продуктів WMA, визначення потенційні проблемні області та оцінка існуючих методів тестування для характеристики WMA.
- Аналіз порівняльних витрат традиційних технологій HMA та WMA.
- Оцінювання потенційних екологічних переваг від впровадження WMA.
- Дослідження зміни консистенції бітуму при проміжних і високих температурах після модифікація з добавками WMA.
- Визначення властивостей асфальту, модифікованого добавками WMA та порівняння результатів із звичайний HMA.
- Визначення придатності різних методів ущільнення для ущільнення WMA.
- Визначення необхідних коригувань у приготуванні суміші WMA.

Висновки. Виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей з використанням енергозберігаючих добавок дозволяє знизити температуру нагрівання в'язучого і мінерального матеріалу на (20–40) °C, а це, у свою чергу, забезпечує зменшення вартості асфальтобетонної суміші. Укладання теплих асфальтобетонів дозволяє зменшити забруднення атмосфери. Нижчі температури змішування та модифікація бітуму приводять до іншої в'язко-пружної поведінки в'язучого в дорожньому покритті, виготовленому за технологією теплового асфальтобетонів. Менше старіння під час виробництва та укладання, як правило, покращує гнучкість покриття, що зменшує втомлюваність і температурне розтріскування, а також покращує довговічність дорожнього одягу, тим самим зменшує потенційні витрати на відновлення асфальтобетонного покриття. Зниження в'язкості бітуму в процесі виробництва дозволяє використовувати більший відсоток регенованого асфальтобетону (RAP).



ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ДОБАВОК ДО БІТУМУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Владислав ТЕТЕРА,

аспірант кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ)

<https://orcid.org/0000-0001-5008-6410>

Постановка проблеми. Під час будівництва нежорстких дорожніх одягів автомобільних доріг набуває поширення технологія приготування і використання теплих асфальтобетонних сумішей. У більшості випадків їхнє приготування передбачає додавання енергозберігаючих добавок до складу бітуму, як основного складника асфальтобетонних сумішей. З економічної точки зору виробництво асфальтобетонних сумішей з використанням енергозберігаючих добавок призводить до зменшення енерговитрат. Застосування енергозберігаючих добавок дає можливість знизити температуру приготування та укладання асфальтобетонних сумішей від 20 °С до понад 40 °С.

Основна частина. До одного з видів енергозберігаючих добавок до бітуму належать поверхнево-активні речовини амінного типу, які виготовляють переважно у вигляді рідини. Зазвичай окрім енергозбереження такі добавки одночасно підвищують опір бітумних плівок відшаровуючій дії води на поверхні кам'яного матеріалу. До таких поверхнево-активних речовин належить добавка до бітуму вітчизняного виробництва марки «Адбіт-Н».

Результати виконаних експериментальних досліджень показують (*табл. 1*), що додавання до дорожніх бітумів добавки «Адбіт-Н» забезпечує суттєве зростання показника зчеплюваності їхньої плівки з мінеральною поверхнею.

Таблиця 1 — Властивості дорожніх бітумів з добавкою «Адбіт-Н»

Назва показника	БНД 70/100	БНД 100/150	БНД 70/100 + 0,4 % «Адбіт-Н»	БНД 100/150 + 0,4 % «Адбіт-Н»
Глибина проникнення голки (пенетрація) за температури 25 °С, 0,1 мм	76	105	78	108
Температура розм'якшення за кільцем і кулю, °С	49,0	45	48,7	45
Розтяжність (дуктильність), см, за температури 25 °С,	>100	>100	>100	>100
Температура крихкості, °С	- 12	-20	-12	-21
Зчеплення бітуму з поверхнею скляної пластини за температури 85 °С, %	32	23	81	77

Дослідження ефективності впливу добавки «Адбіт-Н» на ущільнюваність використовували дрібнозернисту асфальтобетонну суміш типу А з максимальним розміром зерен щебеню 20 мм приготувану з використанням бітуму марки



БНД 70/100 з 0,5 % «Адбіт-Н» та без неї. Ущільнення асфальтобетонної суміші здійснювали на секторному пресі у два етапи:

1. За навантаження 58 кг протягом 1,5 хв.

2. За навантаження 95 кг протягом 1,5 хв.

Швидкість руху сектора преса — 36 проходів/хв.

Результати досліджень наведені у **табл. 2**.

Таблиця 2 — Значення середньої щільності та водонасичення асфальтобетону типу А на основі вихідного бітуму та з добавкою «Адбіт-Н» за різних температур

Назва показника	БНД 70/100, T _{ущ} =140 °C	БНД 70/100, T _{ущ} =90 °C	БНД 70/100 +0,5 % «Адбіт-Н», T _{ущ} =140 °C	БНД 70/100 +0,5 % «Адбіт-Н», T _{ущ} =90 °C
Кількість бітуму, %	5,3	5,3	5,3	5,3
Середня щільність, кг/м³	2 241	2 221	2 279	2 258
Водонасичення, % за об'ємом	5,1	6,2	3,8	4,9

Результати дослідження властивостей дрібнозернистого асфальтобетону типу А вказують на те, що ущільнюваність асфальтобетонної суміші на основі бітуму марки БНД 70/100 без додавання до нього та з додаванням 0,5 % «Адбіт-Н» погіршується при зниженні її температури від 140 °C до 90 °C. Видно, що значення середньої щільності отриманого ущільненням асфальтобетону зменшується, а показник водонасичення зростає, при зниженні температури ущільнення. Проте, порівняння отриманих результатів випробувань за абсолютною величиною вказує на те, що значення середньої щільності асфальтобетону типу А на основі бітуму БНД 70/100 з 0,5 % добавки «Адбіт-Н» за двох досліджених температур ущільнення є більшими, а показника водонасичення меншими, ніж аналогічної асфальтобетонної суміші на основі того ж бітуму без добавки. Це свідчить про менший опір ущільнюванню бітумних плівок в асфальтобетонній суміші за умови використання добавки «Адбіт-Н» для модифікації бітуму.

Висновки. Використання добавки «Адбіт-Н» до бітуму при виготовленні асфальтобетонної суміші дозволяє знизити температуру її приготування і ущільнення, збільшити тривалість транспортування суміші без втрати властивостей і збільшити тривалість будівельного сезону.



ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНІХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЛИТ З ФІБРОЮ

Володимир ІСЬКОВ,

аспірант, завідувач лабораторією кафедри автомобільних доріг та аеродромів Одеської Державної Академії Будівництва та Архітектури (ОДАБА),
<https://orcid.org/0009-0008-8995-4367>

Постановка проблеми. В останній час багато уваги приділяють будівництву цементобетонних доріг, а саме тому що порівняно з асфальтобетоном це менш витратне будівництво; має великий строк придатності; менше потребує поточних та капітальних ремонтів; має менший вплив на забруднення навколишнього середовища. Тому, саме цементобетон має більший пріоритет у будівництві доріг.

Основна частина. У лабораторії кафедри автомобільних доріг та аеродромів ОДАБА проводилося дослідження бетону дорожніх плит 1П30.18.30 (ДСТУ Б В.2.6-122:2010 Плити залізобетонні з ненапруженою арматурою для покриття міських доріг) розміром 3 000 мм × 1 750 мм × 170 мм. Плити виготовлено на Миколаївському заводі залізобетонних виробів. Перша – без фібри (далі А), друга – з фіброю (далі Б).

Із обох плит було висвердлено 8 кернів, по 4 з кожної плити: діаметром Ø15 – 4 керна (плита А) – А1, А2, А3, А4; 1 керн (плита Б) – Б1; діаметром Ø10 – 3 керна (плита Б) – Б2, Б3, Б4.

Дослідження кернів було таким:

- неруйнівний метод контролю (молотком Шмідта та арматуроскопом);
- міцність на стиск;
- розподілення фібри;
- водопоглинання;
- пористість;
- морозостійкість.

Визначення розмірів та об'єму кернів. Об'єм кернів циліндрів для зразка кернів діаметрами Ø15 та Ø10 дорівнює: $V_{\text{Ø15}} = 3\,034,94 \text{ см}^3$; $V_{\text{Ø10}} = 1\,374,45 \text{ см}^3$ (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати розрахунків середньої густини

№ керна	Середня густина, г/см ³
A1	2,40
A2	2,42
A3	2,39
A4	2,40
Б1	2,52
Б2	2,48
Б3	2,50
Б4	2,51

Визначення водопоглинання. Керни помістили в ємність з водою до тих пір, поки результати насичення двох послідовних зважувань будуть відрізнятися не більше ніж на 0,1 %. Згідно з цим водопоглинання зразків дорівнює: $W_m A1 = 0,71 \%$; $W_m B1 = 0,83 \%$.



ДСТУ Б В.2.7.170:2008 дозволяє розрахувати пористість відповідно до водопоглинання, а саме: пористість для зразка А1 дорівнює 0,71 %, а для зразка Б1 = 0,83 %.

Визначення міцності на стиск проводили згідно з ДСТУ Б В.2.7.214:2009 «Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками» на пресі гідравлічному МС-1000 (*табл. 2*).

Таблиця 2 – Результати розрахунку міцності на стиск

№ керна	Міцність на стиск, МПа
A2	29,7
A3	24,4
A4	28,0
Б1	36,1

Дослідження проводили неруйнівним методом, а саме: молотком Шмідта (PROCEQ Schmidt-hammer №34; №пр. 158307) та арматуроскопом (NOVOTEST №пр. 0160641015). Випробування молотком Шмідта кернів Б (з фіброю) показали міцність відносно кернів А (без фібри) (*табл. 3*). Арматуроскоп шукає відстань закладання арматури, її положення, та приблизний діаметр арматури.

Таблиця 3 – Результати випробування неруйнівними методами

№ керна	Молоток Шмідта, МПа			Арматуроскоп
	Верх	Середина	Низ	
				Залягання арматури, мм
A1	35	35	31	41 / 49
A2	45	33	39	- / -
A3	44	42	31	- / -
A4	47	41	36	64 / 50
Б1	40	35	28	39 / 33
Б2	29	34	26	(66 / 40)
Б3	38	34	32	
Б4	34	24	28	

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-49-96 «Бетони. Прискорені методи визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні та відтаванні», були проведені випробування на морозостійкість за методом «номер 3» для дорожнього бетону (*табл. 4*).

Фібра підвищує міцність бетону. Стосовно розподілу фібри у нашому бетоні – вона розподілена рівномірно. Зразок висотою 175 мм розділили на рівні частини (кожна з них 58.3 мм), та у ширину – 70 мм. На верхній частині – 18 шт.; середня – 17 шт.; нижня – 17 шт.



Таблиця 4 – Результати випробування морозостійкості

F	№ керна	Маса, г			Міцність на стиск, МПа	
		До	Після	Δ , %	До	Після
F100	Б2	1 945	1 944	0,1	36,1	35,74
	Б3	1 920	1 919	0,1		
	Б4	1 960	1 959	0,1		

Висновки. Після дослідження та аналізу бетону плит, згідно з ДСТУ Б В.2.6-122:2010 «Плити залізобетонні з ненапруженою арматурою для покриття міських доріг» розміром 3 000 мм × 1 750 мм × 170 мм — по кернах $d = 100$ мм, та $d = 150$ мм, можна зробити висновки:

Бетон з фіброю (плита Б) має більш велику міцність на стиск на 8,8 МПа - 24,38 % від бетону без фібри і складає - 31,6 МПа.

Водонасичення у бетону з фіброю (плита Б) більше, ніж у бетону без фібри (плита А) на 55 г і складає 0,8 %.

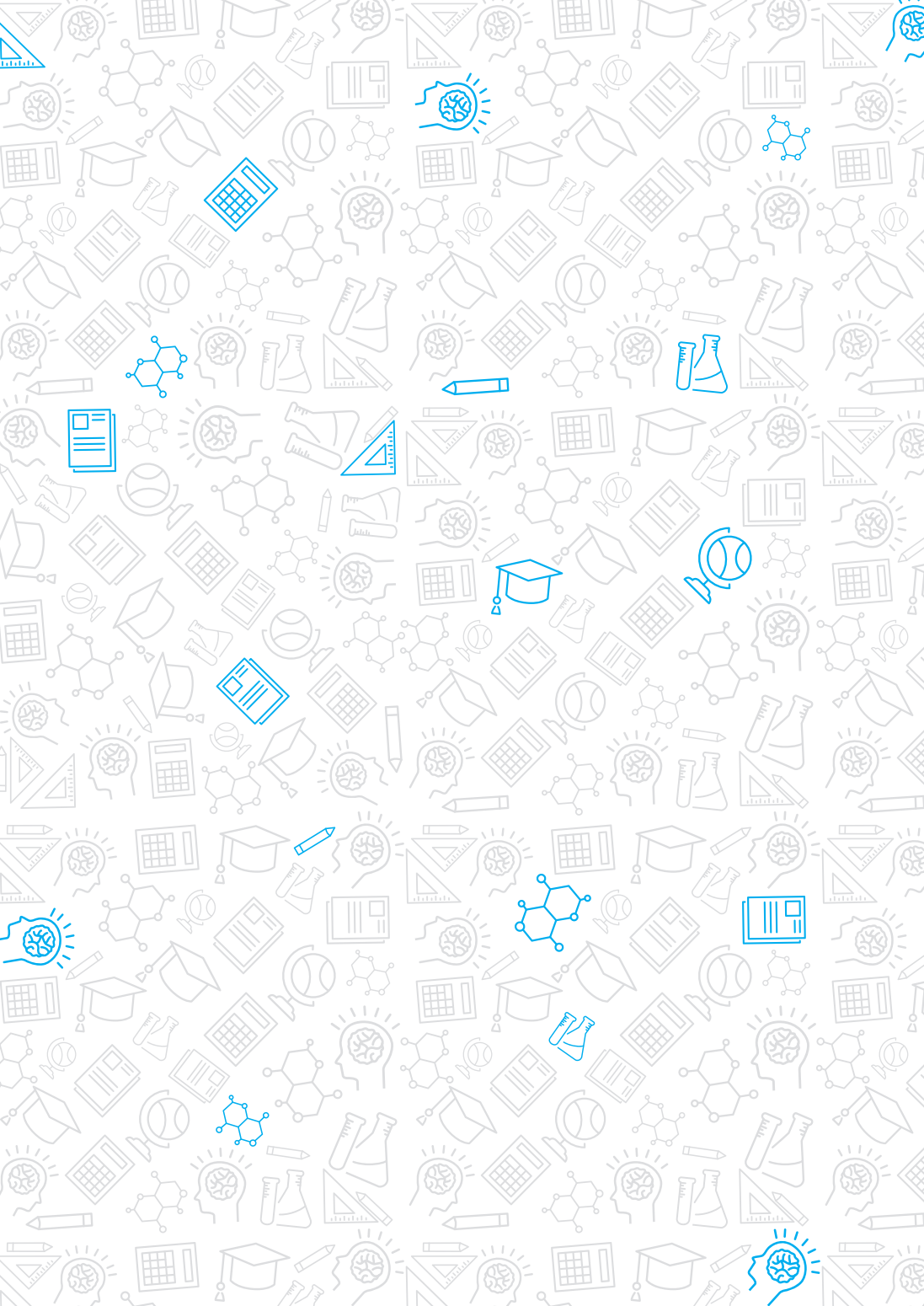
Середня густина бетону — з фіброю 2,49 г/см³, а без фібри = 2,43 г/см³.

Розподіл фібри рівномірний — 18 шт. на 60 см².

Фібра металева швидко кородує у модельному просторі та вилазе назовні.

Фібра не має захисного шару бетону, тим самим може пошкодити автомобільні колеса — для дорожнього будівництва вона не підходить.

Кафедра автомобільних доріг та аеродромів ОДАБА розробила регламент з технології приготування фібробетону з використанням полімерної фібри, узгодила його зі Службою відновлення та рекомендує його до використання.





ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ЯМКОВОГО РЕМОНТУ ДЛЯ ТИМЧАСОВОГО ВІДНОВЛЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОКРИТТЯ МІСЬКИХ ВУЛИЦЬ І ДОРІГ

Андрій ГРИНЧАК,

аспірант Національного транспортного університету (НТУ),

<https://orcid.org/0009-0005-9177-3045>

Постановка проблеми. Забезпечення безперервних, безпечних та зручних умов руху транспортних засобів і пішоходів вулицями і дорогами, особливо під час військового стану, є вкрай важливим завданням. Важливість цього завдання полягає у створенні умов для руху вантажів і людських ресурсів, необхідних для функціонування економіки та забезпечення безпеки держави. Вирішення такого завдання можливе за умови забезпечення якості, організації ремонту та утримання вулиць і доріг за встановленими для них будівельними нормами, державними стандартами.

Основна частина. Під час вибору технологій виконання ремонтних робіт період слід враховувати стан дорожнього покриття, види і об'єм дефектів, строк експлуатації покриття після капітального та середнього ремонтів, об'єм виконаних ремонтів і завантаженість руху відносно до пропускної здатності вулиці чи дороги.

Застосування видів інженерних рішень для виконання ремонтних робіт (рис. 1) період залежить від: категорій вулиць і доріг; режиму руху; ступеню пошкодження існуючого покриття; виду ремонту; типу ремонту за технологією виконання виду дефекту; кліматичних умов.

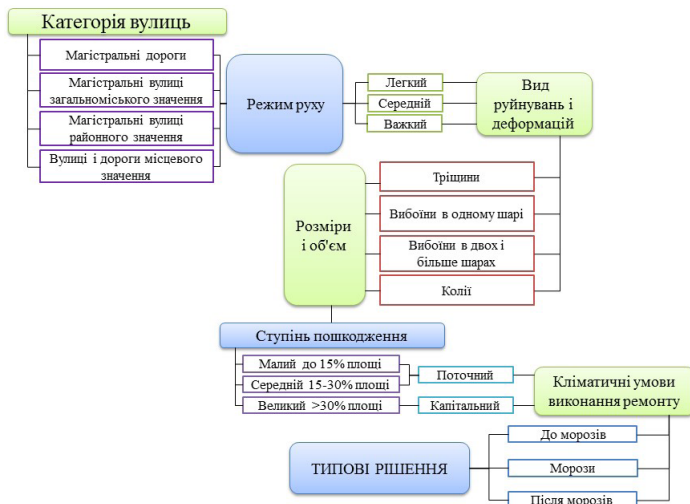


Рисунок 1 – Схема вибору технологічних рішень для виконання ремонтних робіт



За обставин, що спонукатимуть здійснювати роботи з термінового усунення ситуацій, які загрожують безпечному руху транспортних засобів і виникли не прогнозовано у процесі експлуатації міських вулиць і доріг (аварійні роботи) відновлене покриття в дефектних місцях в результаті виконаних аварійних робіт слід вважати тимчасовим, за яким встановлюється спостереження і яке відновлюється у сприятливий період року (за необхідності) традиційними матеріалами та технологіями при появі перших ознак руйнування чи при недопустимих деформаціях.

Вибір матеріалів та технології виконання робіт здійснюється на основі техніко-економічного обґрунтування з використанням порівняння їх варіантів, доступних для реалізації.

Для проведення ремонтних робіт в даних нормах передбачається використання традиційних холодних асфальтобетонних сумішей та спеціальних сумішей для ремонту, що пропонуються різними виробниками на ринку будівельних матеріалів України, а також литих гарячих асфальтобетонних сумішей.

Холодні суміші для проведення аварійного ремонту рекомендовано застосовувати як холодного зберігання, так і ті, що зберігаються для застосування в теплих приміщеннях або попередньо розігріваються відповідною технікою відповідно до рекомендацій виробника. Для проведення аварійного ремонту у холодний період року передбачено застосування таких груп матеріалів:

- Група I – гарячі асфальтобетонні суміші;
- Група II – холодні асфальтобетонні суміші;
- Група III – литі асфальтобетонні суміші;
- Група IV – бітумомінеральні суміші (гарячі та холодні);
- Група V – матеріали, що застосовують при пневмо-струменевому методі

ремонту;

- Група VI – суміші з асфальтогранулятом;
- Група VII – матеріали, що застосовують при ремонті методом просочення.

Роботи з ліквідації вибоїн покриттів із застосуванням матеріалів групи I виконується в один шар при глибині вибоїн до 70 мм, матеріалів груп II, III, IV, V, VI в один шар при глибині – до 50 мм, матеріалів групи VII в один шар при глибині – до 100 мм.

При глибинах більших, ніж вказані, ремонт вибоїн покриття необхідно виконувати в два шари. Нижній шар влаштовують із матеріалів груп I, VI, VII та щебеневих матеріалів, що укладаються методом заклинювання. Верхній шар влаштовують із матеріалів усіх груп згідно з п. 4.2.

Склад, структура та властивості ремонтного матеріалу для робіт із ліквідації вибоїн покриттів по можливості повинні бути максимально подібними до складу, структури і властивостей матеріалу існуючого покриття, з метою забезпечення однакових фізико-механічних і теплофізичних параметрів покриття.

Роботи з ліквідації вибоїн покриттів з застосуванням матеріалів групи I виконують в один шар за глибини вибоїн до 70 мм, матеріалів груп II, III, IV, V, VI в один шар при глибині – до 50 мм, матеріалів групи VII в один шар при глибині – до 100 мм. При глибинах більших, ніж вказані, ремонт вибоїн покриття необхідно виконувати в два шари. Нижній шар влаштовується з матеріалів груп I, VI, VII та щебеневих матеріалів, що укладаються методом



заклинювання. Верхній шар влаштовується з матеріалів усіх груп. Склад, структура і властивості ремонтного матеріалу для робіт з ліквідації вибоїн покриттів по можливості повинні бути максимально подібними до складу, структури і властивостей матеріалу існуючого покриття, з метою забезпечення однакових фізико-механічних і теплофізичних параметрів покриття.

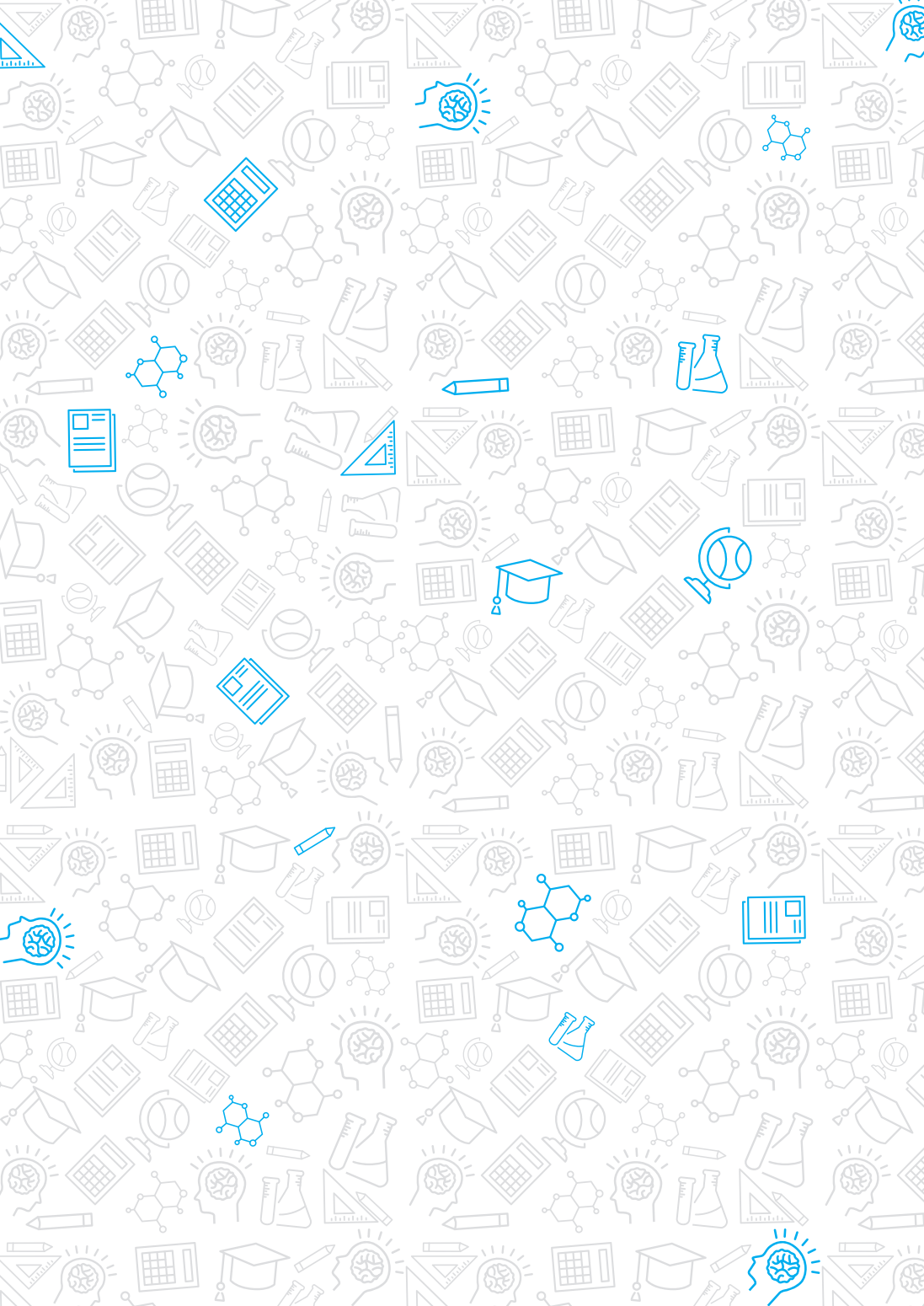
Матеріали для робіт із ліквідації вибоїн покриттів повинні забезпечувати задані показники щільності, міцності і коефіцієнта зчеплення покриття в місцях ремонту і вибиратись із врахуванням інтенсивності та складу руху транспорту, в залежності від типу дорожнього одягу, об'єму робіт, термінів ліквідації вибоїн, економічної доцільності, дорожньо-кліматичних умов на час проведення робіт та оперативності відкриття руху транспорту в місцях ремонту.

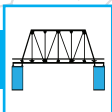
Гарячі асфальтобетонні суміші (група I) та литі асфальтобетонні суміші (група III) рекомендовано застосовувати під час виконання робіт із ліквідації вибоїн покриттів на вулицях і дорогах із важким та середнім рухом.

Холодні асфальтобетонні суміші (група II), бітумомінеральні суміші (холодні) (група IV), суміші з асфальтогранулятом (група VI) використовують при виконанні робіт з ліквідації вибоїн покриття переважно при температурі повітря від +5 °C до мінус 10 °C та за підвищеної вологості повітря.

Матеріали, що застосовують при пневмо-струменевому методі ремонту (група V) використовують для ліквідації вибоїн покриттів за температури повітря не менше ніж 5 °C.

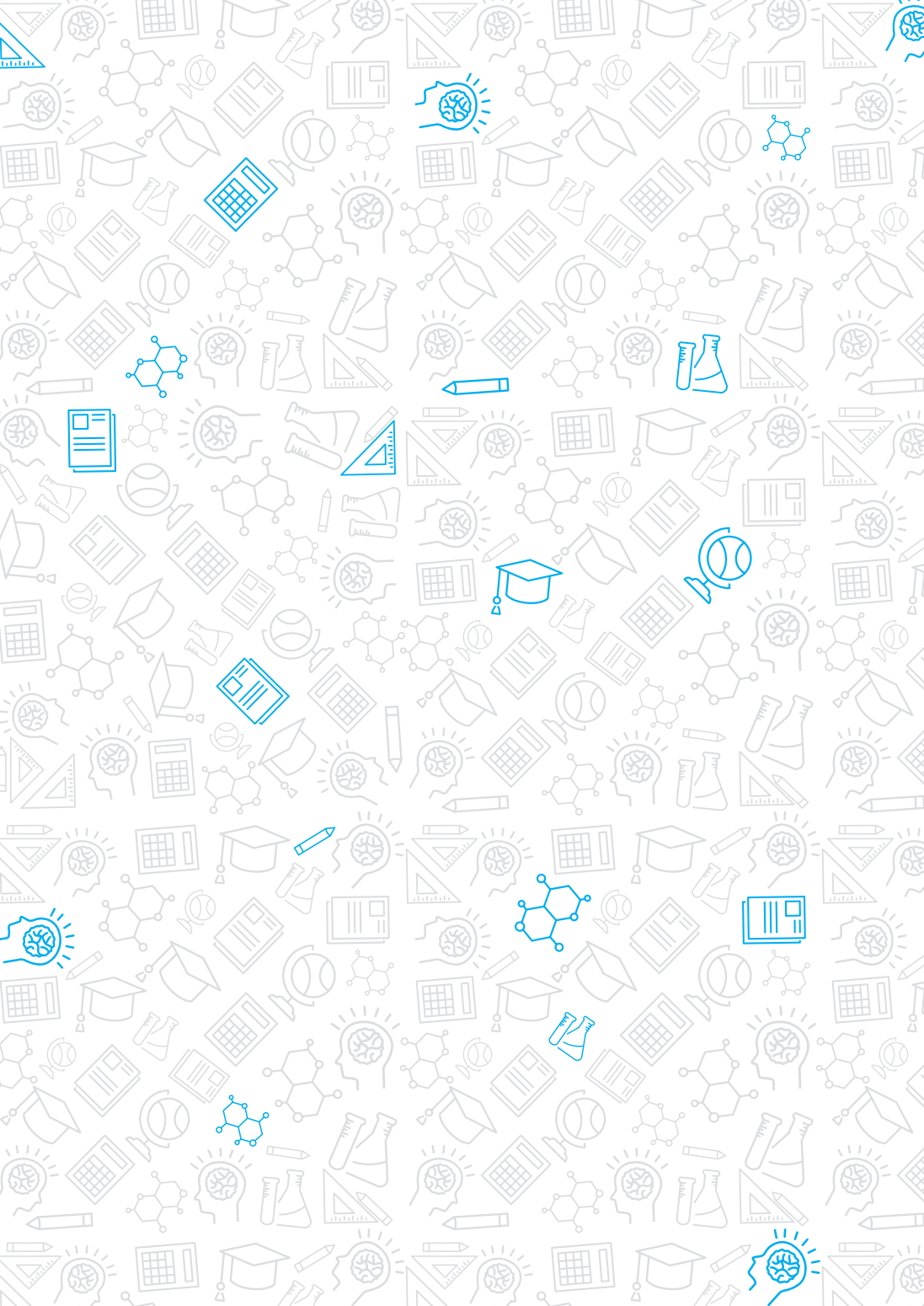
Висновки. Вище наведені пропозиції, урахування яких дасть можливість більш оперативного прийняття рішень для вирішення завдання ефективної організації ремонту та утримання вулиць і доріг із забезпеченням якості за умови обмеженості ресурсів під час військового стану.





СЕСІЯ 2

ТРАНСПОРТНІ СПОРУДИ





ВПЛИВ ВИБУХОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА МОСТИ ТА ШЛЯХОПРОВОДИ

Максим БОРИСЕНКО,

молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»),

<https://orcid.org/0000-0001-9772-3536>

Постановка проблеми. Внаслідок військових агресії російської федерації проти України, було зруйновано велику кількість транспортних споруд (мостів, шляхопроводів, водопропускних труб). Виникає необхідність виконувати роботи з обстеження таких транспортних споруд, для встановлення можливості використання їх в майбутньому. Також особливої уваги потребують споруди, актуальність обстеження яких виникає внаслідок руйнувань у вигляді ракетних ударів ворожої авіації, артилерійських ударів, пошкоджень конструкцій мостів внаслідок влучання протитанкових снарядів та окремих осколкових пошкоджень, які виникли під час ведення ближнього бою.

Основна частина. За час повномасштабного вторгнення, основну частину мостів на території нашої країни, складають мости, які були заміновані з їх подальшим руйнуванням. Складність відновлення таких транспортних споруд полягає в тому, що наявна велика кількість змінних факторів, які ускладнюють процес швидкого відновлення споруди. У цьому випадку обов'язково необхідно проводити обстеження таких ключових елементів споруди, як прогонові будови, опори, фундаменти та елементи мостового полотна, основним ускладненням цього процесу пов'язане з тим, що виконання детального обстеження конструкцій таких як опори та фундаменти, можливо виконати лише після повноцінного демонтажу зруйнованих елементів мостового полотна та прогонових будов, які перекривають доступ для подальшого обстеження опор та фундаментів споруди. Після виконаного обстеження, виконавцем робіт надається звіт з результатами обстеження та технічного рішення з відновленням споруди

Характер руйнувань транспортних споруд внаслідок влучання ракет та артилерійських снарядів дещо відрізняється від пошкоджень мостів, які зазнали свого руйнування через замінування, оскільки при першому варіанті відбувається зовсім інший тип руйнувань. Характер руйнувань через ворожі ракети та снаряди являє собою точкові руйнування елементів мостового полотна та прогонових будов (в окремих випадках руйнування опор). Наявне армування в балках прогонових будов приймає на себе основну силу удару. Якщо поверху балок вштовпано монолітну накладну плиту, то в цьому випадку вона приймає на себе основну силу удару. Осколкові ураження елементів мосту являють собою дефекти у вигляді сколу захисного шару бетону та представлені на **рис. 1**.

На **рис. 2** та **рис. 3** зображено пошкодження через влучання ворожої ракети, внаслідок чого відбулось руйнування монолітної накладної плити та руйнування плит прогонової будови споруди. Основний удар припав саме на елементи прогонових будов. За таких умов споруда не втратила своєї стійкості, оскільки елементи опор і фундаментів не зазнали руйнувань та переміщень.

Результат обстеження та обмірів опор показали, що наявні нахили ригелів та паль опор були дефектом монтажу та не утворились в результаті влучання ворожої ракети, яка зруйнувала елементи прогонової будови.



Рисунок 1 — Осколкові ураження стійок опори



Рисунок 2 — Руйнування плит прогонової будови виконаних за типовим проектом ВТП-21 внаслідок влучання ракети ворожої авіації



Рисунок 3 — Руйнування елементів мостового полотна



Враховуючи те, що пошкодження прогонових будов було у двох місцях на споруді, внаслідок чого деякі плити були повністю зруйновані, а в деяких плитах виникли силові поперечні та косі тріщини, що свідчать про неможливість подальшої експлуатації. Також в частині плит виникли силові поздовжні тріщини по рівню циліндричних пустот. Крім того, розташування пошкодження більше всього заважає руху транспортних засобів, бо знаходиться на проїзній частині в межах смуги безпеки і частково смуги руху, ближчої до правого тротуару, внаслідок чого, транспортні засоби вимушені змінювати траєкторію руху і зміщуватись в ліву смугу, було рекомендовано провести заміну плит прогонових будов з влаштуванням монолітної накладної плити та елементів мостового полотна. Виконати ремонт елементів опор — ригелів та стійок: видалити слабкий бетон, зачистити арматуру до металевого блиску, обробити її адгезійним протикорозійним матеріалом та відновити захисний шар бетону з наступною гідрофобізацією бетонної поверхні.

На *рис. 4* та *рис. 5* представлено споруду, яка зазнала руйнувань внаслідок ворожої авіації та артилерійських снарядів. Вибухові пошкодження прогонових будов наявні у трьох місцях, внаслідок чого деякі балки повністю зруйновані, а в сусідніх з ними балках наявні силові тріщини, розвиток яких свідчить про неможливість подальшої експлуатації цих балок.

Основна конструктивна частина прогонових будов — струнобетонні балки, виконані за типовим проектом ВТП-16, який, зважаючи на досвід експлуатації, має певні конструктивні вади та вважається «проблемним», тому було рекомендовано розглянути два варіанти ремонту моста:

- демонтаж і заміна балок лише пошкоджених прогонів;
- демонтаж і заміна балок у всіх прогонах.

В обох варіантах виконується попередній ремонт опор. У довгостроковій перспективі більш доцільним є варіант із заміною усіх прогонів, оскільки залишковий ресурс вцілілих прогонових будов становить 10 років, після чого їх знову доведеться замінювати.



Рисунок 4 — Пошкодження балок прогонових будов споруди



Рисунок 5 — Руйнування елементів мостового полотна та прогонової будови споруди

Висновки. Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що внаслідок ракетних ударів та артилерійського обстрілів основних руйнувань зазнають саме елементи мостового полотна та прогонових будов споруди. Саме ці елементи сприймають на себе основну силу удару та поглинають частину енергії боєприпасу. У цьому випадку можна виконати ремонт споруди із заміною окремих плит або балок прогонових будов. Якщо опори та фундаменти не зазнали значних дефектів у вигляді руйнування стійок та фундаментів споруди, а руйнування прогонових будов не викликало зміщення та переміщення опор та фундаментів, можна виконати їх ремонт із відновлення захисного шару та відновлення арматури.



ВПЛИВ КОРОЗІЙНОГО ЗНОСУ АРМАТУРИ НА ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЬ ПРОГОНОВИХ БУДОВ

Богдан ЗЕЛЕНСЬКИЙ,

*молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану
споруд Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний
інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»),*

<https://orcid.org/0000-0002-9949-3209>

Постановка проблеми. На сьогодні на дорогах загального користування України знаходиться понад 93 % транспортних споруд, що мають залізобетонну прогонову будову, тому дуже актуальним є питання встановлення і врахування корозійного зносу арматури основних несних конструкцій.

Основна частина. Корозійний знос елементів залізобетонних конструкцій зумовлений недостатнім захистом арматури від зовнішніх чинників (атмосферних опадів, вологи в повітрі, використання протиожеледних сполук на основі хлорної кислоти тощо). Основним бар'єром проти наведених чинників для арматури є захисний шар бетону. Від якості самого бетону та наявності гідроізоляційних матеріалів на його поверхні залежить спроможність захисного шару стримувати можливість контактування вологи та хімічних сполук безпосередньо з арматурою. Також корозія арматури може виникати через фізичні пошкодження захисного шару бетону при будівництві або під час експлуатації споруди, у наслідок чого оголені ділянки арматури починають контактувати із зовнішнім середовищем, що пришвидшує процес корозії в десятки разів.

Руйнування бетону в конструкціях при їх експлуатації відбувається під впливом багатьох хімічних і фізико-механічних факторів. До них відносяться неоднорідність бетону, підвищені напруги в матеріалі різного походження, що призводять до мікророзривів у матеріалі, почергове зволоження і висушування, періодичні заморожування і відтавання, різкі перепади температур, вплив солей і кислот, вилуговування, порушення контактів між цементним каменем і наповнювачами, корозія сталевих арматур, руйнування наповнювачів під впливом лугів цементу.

Розвиток корозії арматури можна умовно розділити на три основні стадії, які характеризуються такими особливостями:

- стадія 1 — дифузійна, коли глибина карбонізації бетону менша за товщину захисного шару, і концентрація іонів хлору на глибині розташування арматури не перевищує 0,4 % від маси цементу або 0,2 % — у повністю карбонізованому захисному шарі. На цій стадії корозія арматури не відбувається;
- стадія 2 — від початку корозії до появи корозійних тріщин розкриттям 0,3 мм — швидкість корозії (мкм/рік) можна умовно прийняти постійною;
- стадія 3 — після появи корозійних тріщин із розкриттям 0,3 мм — швидкість корозії наростає; можна для певності прийняти в цьому випадку швидкість корозії вдвічі вище, ніж на попередній стадії.

Існує декілька способів захисту сталевих арматур в бетоні від корозії: облагородити навколишнє середовище металу (тобто використовувати якісний бетон спеціального складу, введення інгібіторів); додатковий захист арматури в бетоні від корозії (плівки тощо); поліпшити характеристики самого металу.

Навколо арматури знаходиться сам бетон, тому саме бетон і є середовищем, який оточує метал і впливає на його корозійний стан. Для продовження строку



служби арматури необхідно поліпшити вплив бетонного каменю на сталь. Насамперед потрібно виключити або, якщо це не можливо, звести до мінімуму речовини, що входять до складу бетону, які є причиною інтенсифікації процесу корозії арматури в бетоні. До таких речовин належать роданіди, хлориди.

Якщо залізобетонна конструкція експлуатується в умовах періодичного змочування, необхідно просочувати бетон спеціальними емульсіями (бітумними, петролатумними тощо). Це значно знизить проникність бетону. При постійному насиченні бетонного каменю корозія арматури в бетоні практично зводиться до мінімуму. Це пояснюється тим, що дуже сильно ускладнюється проникнення кисню до поверхні металу, відбувається значне гальмування катодного процесу.

Для захисту від корозії арматури в конструкційно-теплоізоляційних бетонах широко використовується спосіб омичного обмеження. Суть полягає в тому, що вологість самого бетону не повинна перевищувати рівноважне значення при відносній вологості повітря 60 %. Тоді процеси корозії арматури майже припиняються, оскільки виникає високий омичний опір плівок води в поверхні арматури. Цей спосіб не простий та не ефективний у районах із високою вологістю й частими опадами.

У залізобетонних конструкціях можуть утворюватися корозійні тріщини вздовж кородованої арматури внаслідок випирання захисного шару бетону продуктами корозії (рис. 1).



Рисунок 1 — Корозійна тріщина в захисному шарі бетону балки

При визначенні корозійних тріщин у захисному шарі бетону оцінку глибини корозії арматури можливо оцінювати по ширині розкриття тріщини. Залежність між глибиною корозії та шириною розкриття тріщини описується емпіричною формулою:

$$h = \frac{\delta \cdot l}{8H}, \quad (1)$$

де h — глибина корозії;
 δ — ширина розкриття тріщини;
 l — довжина ділянки відшарування бетону;
 H — товщина захисного шару бетону.



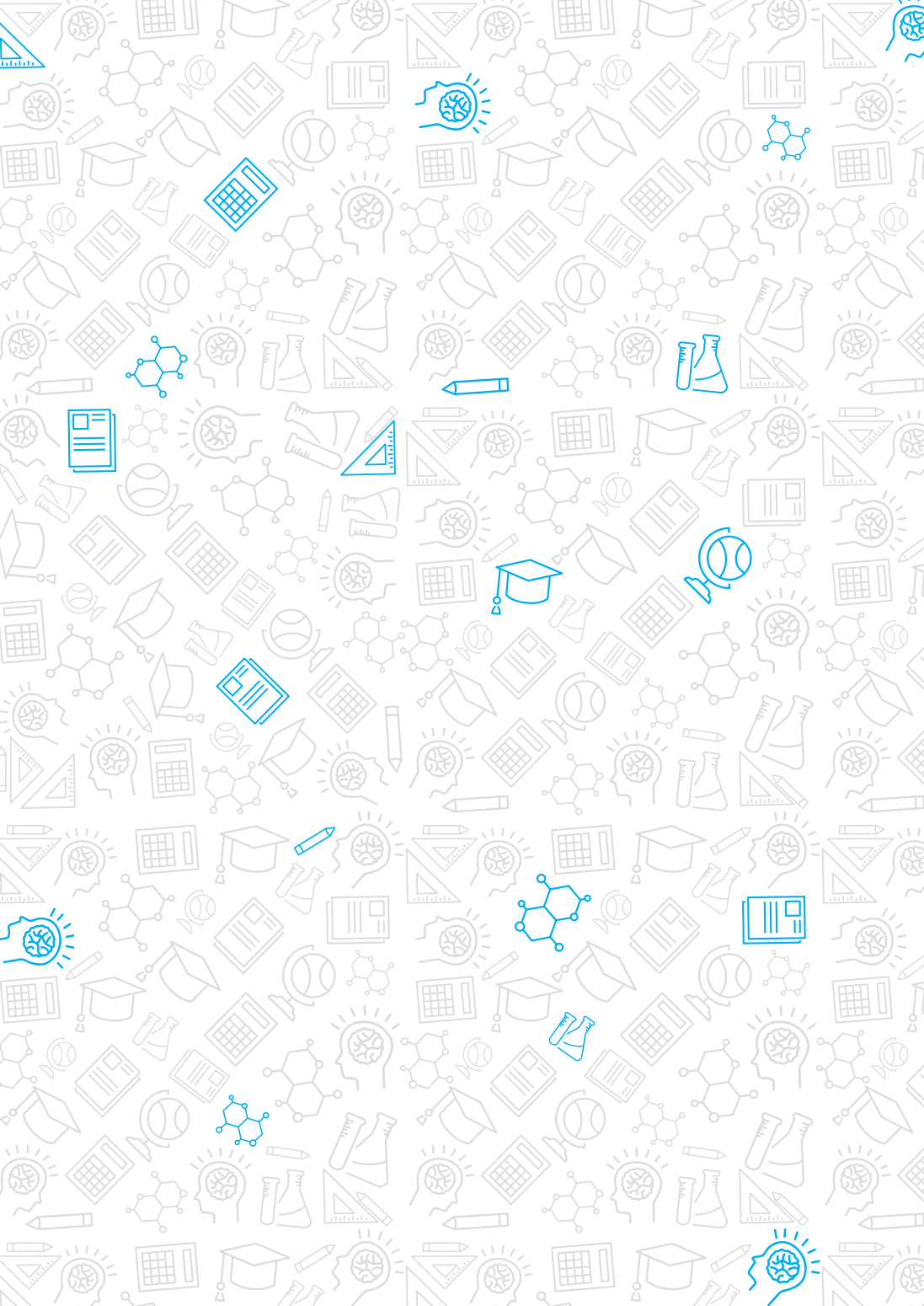
Як показують дослідження, корозійний знос арматури практично лінійно впливає на зниження несної здатності, а отже і вантажопідйомності залізобетонних конструктивних елементів прогонових будов. Проведені розрахунки вантажопідйомності показують залежність зниження несної здатності прогонової будови від зносу робочої арматури (*табл. 1*).

Таблиця 1 — Залежність зниження несної здатності прогонової будови від зносу робочої арматури

Знос робочої арматури, %	Зниження несної здатності, %
5,0	5,0
11,0	10,5
16,0	15,3

Висновки. А оскільки, більшість мостів, що експлуатуються 10 і більше років мають дефекти прогонової будови у вигляді оголення й корозії арматури, необхідно приділяти цьому питанню достатньої уваги для запобігання суттєвого зниження вантажопідйомності, а саме:

- проведення планових оглядів та обстежень для своєчасного виявлення дефектів;
- у разі виявлення дефектів — проведення ремонтних робіт для запобігання подальшого їх розвитку;
- для якісного виконання ремонтних робіт рекомендується використовувати сучасні ремонтні розчини.





ПЕРСПЕКТИВИ МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ТА ВІДНОВЛЕННЯ (РЕКОНСТРУКЦІЇ) ШТУЧНИХ СПОРУД НА ДОРОГАХ УКРАЇНИ

Віктор ЮДІН,

директор ТОВ «Віткар»,

<https://orcid.org/0009-0008-3522-3059>

Постановка проблеми. Металеві гофровані конструкції (далі — МГК) застосовуються у всьому світі на автомобільних дорогах та залізницях при спорудженні водопропускних труб, шляхопроводів, мостів та галерей. У деяких країнах відсоток застосування подібних конструкцій перевищує 80 відсотків загальної частки штучних споруд. В Україні досі багато проєктних організацій ставляться до цих конструкцій скептично, а їх застосування вважають недоцільним. Але завдання, яке виникає в найближчому майбутньому — у короткий строк відремонтувати всі штучні споруди України після повномасштабного вторгнення російської федерації, буде вирішуватися успішніше при масштабному використанні МГК.

Основна частина. Технічний прогрес у другій половині 19 століття та освоєння нових видів енергії привели до появи широкого спектру різноманітних рішень, у тому числі й для дорожньо-будівельної галузі. Масштабне будівництво залізниць вимагало так само величезної кількості малих водопропускних споруд (далі — МПС) із сучасним та економічним підходом до їх проєктування та будівництва. Так, у 1887 році при будівництві Закарпатської залізниці військовим відомством вперше було укладено близько 470 пог.м. гофрованих труб діаметром 0,53 м і 1,07 м. Це виявилось можливим завдяки незалежності військового відомства від постанов МПС, а також після повторних випробувань і укладання дослідної труби. У 1888 році на тій же дорозі було укладено понад 800 пог.м. труб такої конструкції. Із 1914 року гофровані труби на шосейних дорогах стали застосовувати в США.

На теперішній час конструкції із гофрованої сталі широко використовують для різних інженерних об'єктів. Сьогодні виробниче обладнання дозволяє випускати листи з різним видом гофри, а сучасні методи розрахунку та проєктування дозволяють перейти від виготовлення водопропускних труб, діаметром до 3,0 м до виробництва мостових конструкцій прольотом до (18–25) м.

Практично на будь-якому континенті можна зустріти споруди із МГК. Споруди дедалі більшого діаметра і довжини іноді поповнюють сучасні рекорди. Безперервний розвиток галузі та покращення технології виробництва та будівництва дозволяють перекидати більшість дорожніх перешкод. Ще 6–8 років тому максимальні значення прольотів ледь досягали (6–7) м, а вже сьогодні у світі будуються споруди з прольотами понад 20 м (24,0 м — міст над річкою Шевіот в Альберті, Канада; 20,67 м — міст у Бистриці — Словаччина; 23,0 м — скотопрогін над дорогою в Південній Кореї тощо).

На теперішній час популярність і широке поширення МГК у світі визначили такі якості як:

- міцність та довговічність: металеві гофровані конструкції мають виняткову міцність, здатні витримувати великі транспортні навантаження, екстремальні погодні умови та агресивні середовища;



– підвищена довговічність та ремонтпридатність, що забезпечує більш тривалий строк служби доріг, знижуючи частоту та вартість технічного обслуговування та ремонту. Модульна конструкція МГК дозволяє легко замінювати пошкоджені секції, що значно знижує витрати на ремонт.

– підвищена стійкість до деформації: відсутні деформаційні шви, проблеми із відведенням води на відміну від бетонних конструктивів. Ці фактори сприяють більш комфортному та безпечному дорожньому покриттю, зниженню аварійності та підвищенню загальної ефективності транспортної системи;

– збільшення прогинів (до 25 м) нових МГК дозволяє будувати шляхопроводи та мостові переходи практично будь-якої складності;

– короткі терміни будівництва за рахунок збірної конструкції, а також відсутність «мокрих» (бетонних) робіт;

– зручне транспортування – у зібраному вигляді займає мало місця;

– відносно простий монтаж;

– зменшений фізичний знос конструкцій;

– стійкість до дії сейсмічних навантажень.

Щодо Стану штучних споруд в Україні, то за даними Міністерства розвитку громад та територій та інфраструктури України (Мінінфраструктури), в Україні понад 16 000 мостів, з яких лише 7 400 відповідають чинним нормам та стандартам, ще 9 000 об'єктів потрібний ремонт, в аварійному стані – 1 865 мостів та мостових конструкцій. Переважна більшість проблемних споруд – у малих населених пунктах. Лише Закарпатська область має понад 1 200 мостів. Щорічно від того, що не своєчасно ремонтуються мости, аварійно виходять з ладу в середньому 10–15 мостів, які складніше відновлювати після обвалення. Втрачаються зв'язки з деякими населеними пунктами. За збереження тих же темпів ремонту для того, щоб відремонтувати хоча б ті мости, які вимагають термінового ремонту, потрібно 42 роки. Якщо відремонтувати всі мости, які потребують ремонту – 200 років. В Україні була низка обвалів мостів у Дніпровській області, Харкові, Івано-Франківській, безліч мостів зруйновано через паводки на Західній Україні. Понад 300 мостів зруйновано внаслідок вторгнення російської федерації. Тому швидкість ремонту мостових споруд по всій країні має зрости і не має права залишатися на довоєнному рівні. Збільшення темпів відновлення мостових споруд можливе завдяки масштабному застосуванню МГК.

Висновки. Державі необхідно в найкоротші строки відремонтувати величезну кількість мостів, малих мостів, шляхопроводів, водопропускних труб, а також провести заходи щодо покращення дорожньої інфраструктури країни. На тлі вищевикладених фактів застосування технології ремонту штучних споруд за допомогою МГК зараз актуальне, як ніколи раніше. З його допомогою можна збільшити кількість споруд, що ремонтуються на рік, практично у 3 рази, зберігши при цьому загальний бюджет інфраструктури. Необхідно на законодавчому рівні порушити питання варіантного застосування СМГК при проєктуванні ремонту та будівництва штучних споруд на дорогах, використовуючи багатий досвід світових виробників.



ПЕРСПЕКТИВИ ТА МОЖЛИВОСТІ БУДІВНИЦТВА МОСТІВ ТА ШЛЯХОПРОВІДІВ ЗІ ЗМЕНШЕНОЮ КІЛЬКІСТЮ ПРОМІЖНИХ ОПОР НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ УКРАЇНИ

Віталій ОСТАПЧУК,

*молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»),
<https://orcid.org/0000-0002-3903-6591>*

Постановка проблеми. Переважна більшість старих мостів та шляхопроводів проектувалися з малими довжинами прогонів та великою кількістю проміжних опор. Проте з розвитком будівельних технологій і автомобільного навантаження на українських дорогах, з'являються нові вимоги до конструкцій споруд транспорту. Тому багато таких мостів, особливо міських, потребують реконструкції або перебудови.

Основна частина. Прикладом даної проблеми є Берестейський шляхопровід (м. Київ), побудований наприкінці 1950-х років. Він складається з двох споруд: автомобільної та трамвайної. Обидві – трипрогонові.

Проміжні опори обох споруд забирають по одній автомобільній смузі на кожному напрямку руху по Берестейському проспекту. Це створює незручності водіям, які під'їжджають до шляхопроводу. На практиці можна побачити типову ситуацію наприкінці робочого дня, коли люди повертаються з роботи додому – перед заїздом під шляхопровід утворилося скупчення автомобілів, у той час як кількість машин, які виїжджають, значно менша.

Проміжні опори шляхопроводів створюють додаткову небезпеку для учасників дорожнього руху. Наприклад, у липні 2021 року сталася дорожньо-транспортна пригода, коли вантажівка врізалась у проміжну опору Берестейського шляхопроводу, у результаті чого було перекрито дві смуги руху.

Внаслідок того, що з плином часу проблема все більше загострюється, у зв'язку зі зростаючою автомобілізацією, та незадовільним станом шляхопроводу, у 2021 році було прийнято рішення про реконструкцію споруди. Проте до цього часу роботи ще не починалися.

Ніхто не буде заперечувати, що реконструкція мостів – непроста і дорога задача, тим більше, що у даному випадку це міський шляхопровід, тому важливою складовою при розробленні проекту реконструкції буде архітектурна складова.

Важливо не нехтувати рекомендаціями ДБН В.2.3-22:2009 «Мости та труби. Основні вимоги проектування» щодо необхідності проведення конкурсів перед проектуванням мостів в населених пунктах, курортних зонах, у місцях відпочинку та на автомагістралях загальнодержавного значення. Обов'язковою частиною такого конкурсу має бути врахування архітектурної та естетичної виразності моста.

Дешевшим, проте архітектурно виразним варіантом реконструкції шляхопроводу можуть бути арки з їздою посередині без використання вант. Поперечні з'єднання арок слугуватимуть ригелями для обпирання нерозрізної балки прогонової будови. Такий варіант прогонової будови можна б було використовувати також при проектуванні мостів через невеликі річки, щоб уникнути спорудження проміжних опор у воді, оскільки арка починається ще на берегах, тоді як обпирання прогонової будови відбуватиметься на вису над водою.



Арка з їздою посередині із підвісною прогоною будовою дозволить уникнути використання проміжних опор та забезпечить естетичність і архітектурну виразність споруди. Крім того, своєю приземленістю та плавною формою, вона чудово та ненав'язливо вписується у навколишнє середовище.

Вантовий міст також дозволить перекрити весь проспект одним прогоном, без будівництва проміжних опор. Пілон у формі арки може виступати як своєрідна брама на межі Шевченківського та Солом'янського районів м. Києва.

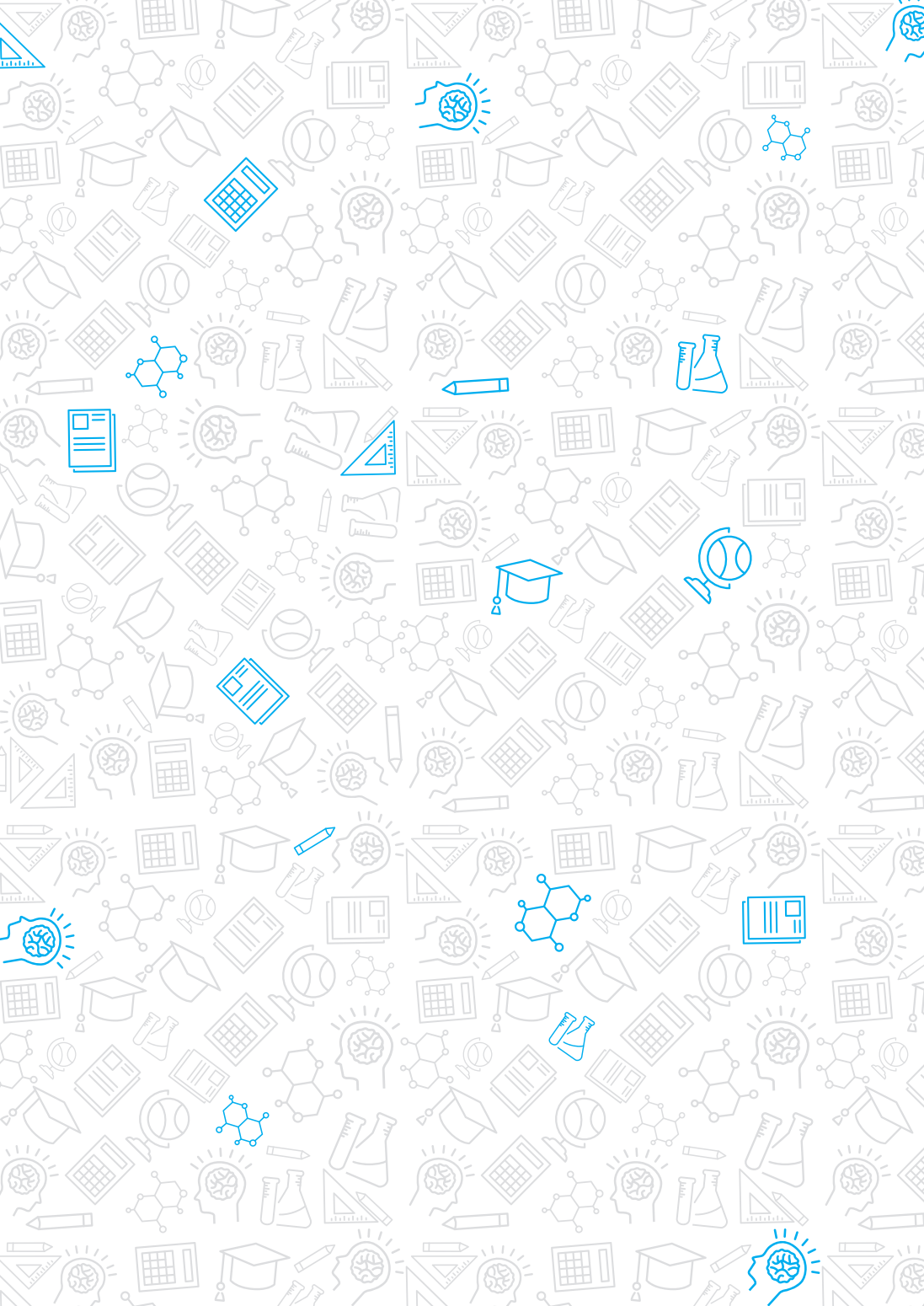
Найдорожчий, але й найбільш видовищний варіант реконструкції — окремі пілони для автомобільного та трамвайного мостів, розташовані на різних сторонах від проспекту. Високі пілони шляхопроводу стануть чудовою домінантою на дорозі та підтримають вертикальні мотиви навколишньої висотної забудови.

Висновки. Ніхто не стане заперечувати, що бачити архітектурно привабливі мости та шляхопроводи на дорогах України значно приємніше, ніж звичайні типові мости. Тим більше, що такі райони м. Києва, як, наприклад, станція метро «Берестейська» потребують ревіталізації, оскільки їх забудова в основному представлена різноманітними складськими та виробничими будівлями, також одноманітною житловою забудовою, тож потенціал району розкривається не в повному обсязі. Тому важливим кроком для досягнення цієї мети могло б стати будівництво знакової споруди, наприклад, архітектурно-виразного шляхопроводу.



СЕСІЯ 3

ПРОЄКТУВАННЯ





УРАХУВАННЯ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ТА ТРАНСПОРТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Оксана СОКОЛОВА,

*молодший науковий співробітник відділу бітумних в'язучих та асфальтобетонів Центру дорожніх матеріалів та технологій Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»),
<https://orcid.org/0000-0003-4202-8661>*

Постановка проблеми. Вимогами ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина I. Проектування Частина II. Будівництво» та «ГБН В.2.3-37641918-559 :2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування» установлено, що під час проектування конструкції дорожнього одягу має бути враховано кліматичні умови роботи асфальтобетону, а дорожній покрив повинен протистояти накопиченню пластичних деформацій влітку для чого треба передбачити заходи з забезпечення його колієстійкості. У той же час алгоритму забезпечення колієстійкості асфальтобетону поки що не існує. Відсутність такого алгоритму обумовлює неможливість забезпечення колієстійкості асфальтобетону, що стало причиною обмеження щодо руху за температури повітря вище 28 °С транспортних засобів фактичною масою понад 24 тонни і навантаженням на вісь 7 тонн. Виконаний аналіз матеріалів бітумовмісних шарів дорожнього одягу автомобільних доріг державного значення показав, що в Україні переважно використовували асфальтобетони, які не забезпечували колієстійкість асфальтобетону, що й обумовило введення обмежень.

Основна частина. Найбільш поширеним матеріалом для влаштування шарів дорожнього одягу автомобільних доріг є асфальтобетон. До суттєвих переваг асфальтобетону належать високі експлуатаційні характеристики, порівняно високі технічні показники, придатність до регенерації тощо. У той же час асфальтобетону притаманні і недоліки, одним з яких є значна залежність міцності та деформативних характеристик від температури довкілля. Вирішальну роль в температурних властивостях асфальтобетону відіграє бітум. Наразі в Україні відсутні чіткі критерії щодо вибору як бітуму так і асфальтобетону, які б ураховували умови роботи асфальтобетону в конструкції дорожнього одягу. Вирішальну роль в температурних властивостях асфальтобетону відіграє бітум, якість якого на сьогодні оцінюють за стандартними показниками відповідно до пенетраційної системи. Точніше та об'єктивніше оцінити властивості бітуму можна за реологічними показниками (в'язкістю та когезією) або за експлуатаційними, які встановлюють залежно від кліматичних умов роботи асфальтобетонних шарів. Специфікація бітумного в'язучого на основі експлуатаційних властивостей може бути застосована як до модифікованих, так і до немодифікованих бітумних в'язучих. Дана специфікація заснована на жорсткості бітумного в'язучого для певного поєднання транспортних навантажень і умов довкілля. Таким чином, марку бітумного в'язучого вказують, перш за все, залежно від температури асфальтобетонного шару, що дозволяє вибрати одне в'язуче для заданого розрахункового поєднання високих і низьких температур. Умовами навантаження, пов'язаними з високими температурами, вважають швидкість



транспортного засобу 100 км/год та інтенсивність руху менше ніж 10 млн еквівалентних навантажень на одну вісь (8 тонн). Очевидно, що такий підхід може бути використано для добирання бітумовмісних матеріалів під час проектування конструкції дорожнього одягу.

У специфікації на бітумне в'язуче за експлуатаційними властивостями використовують позначення PG X-Y, де PG — експлуатаційне маркування, X — середня максимальна розрахункова температура асфальтобетонного шару; Y — середня мінімальна розрахункова температура асфальтобетонного шару. Значення X та Y розраховують на основі аналізу температури повітря з урахуванням прогнозованого строку служби шару асфальтобетону.

Відповідно до даного принципу було виконано аналіз температури повітря з 2005 року за даними 150 метеорологічних станцій та встановлено:

середню максимальну температуру повітря та її середнє квадратичне відхилення;

середню мінімальну температуру повітря та її середнє квадратичне відхилення.

На основі цих даних було розраховано середню максимальну та мінімальну розрахункову температуру асфальтобетонного шару (значення X та Y) залежно від розташування асфальтобетону в конструкції дорожнього одягу та коефіцієнта надійності 0,97, 0,95 та 0,90.

На основі отриманих даних створено інтерактивну мапу, з використанням якої можна швидко встановити найближчі до проєктної ділянки автомобільної дороги метеорологічні станції та відповідні розрахункові температури асфальтобетонного шару. Оскільки в Україні наразі не впроваджено експлуатаційні показники бітуму та відсутнє відповідне обладнання для їх визначення, за даними літературних джерел було встановлено взаємозв'язок між експлуатаційними та пенетраційними показниками та розроблено простий алгоритм вибору марки бітуму залежно від розрахункових температур асфальтобетонного шару. З метою врахування транспортного навантаження запропоновано алгоритм коригування установленної марки бітуму.

Висновки. За аналізом будівельних норм встановлено, що конструкцію дорожнього одягу та матеріал покриття необхідно призначати зокрема з врахуванням транспортного навантаження та кліматичних умов, а також передбачати заходи із забезпечення його колієстійкості, однак відповідного алгоритму не існує.

На основі виконаних досліджень встановлено розрахункові температури асфальтобетонного шару залежно від його розташування в конструкції дорожнього одягу та коефіцієнта надійності, які відображено на зручній інтерактивній мапі, та розроблено алгоритм вибору марки бітуму на основі розрахункових температур та транспортного навантаження.

Використання отриманих результатів дозволить урахувати кліматичні умови та транспортне навантаження під час проектування конструкції дорожнього одягу та, ймовірно, зняти обмеження щодо руху вантажних транспортних засобів за високої температури повітря.



ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ЕСТАКАД НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ М-05 І М-06 ГЕОДЕЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Олег ВЕРЕТЕЛЬНИКОВ,

*молодший науковий співробітник відділу визначення технічного стану споруд
Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут
імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»),*

<https://orcid.org/0009-0002-4757-0134>

Постановка проблеми. Дослідження стану споруд геодезичними методами є невід'ємною складовою обстеження споруд, що дозволяють забезпечити та точно визначити геометричні параметри споруди. Отримані дані використовують для аналізу стану споруд, виявлення деформацій, визначення несної здатності конструкцій та розрахунку необхідних відновлювальних робіт.

Основна частина. Обстеження естакад через автомобільні дороги М-05 Київ – Одеса та М-06 Київ – Чоп викликане необхідністю отриманням даних з метою розробки проекту для завершення будівництва споруд, метою якого є покращення автомобільної інфраструктури на під'їздах до Києва.

Біля споруд було проведено рекогностування та розбивка характерних точок на естакадах на перерізі край прогонової будови, середини прогонів, вісь прогонової будови та проїзної частини. Від пунктів було виконано тахеометричну зйомку, геометричне та тригонометричне нівелювання споруд та підходів до них. Для виконання робіт було використано електронний тахеометр Leica TCR 1201 з точністю визначення кутів 1" та цифровим нівеліром Leica Sprinter 50M із середньою квадратичною похибкою визначення перевищень 2 мм на 1 км подвійного ходу на алюмінієву рейку. При проведенні тахеометричної зйомки було визначено положення дефектів та пошкоджень елементів споруди в разі їх наявності. Геометричне нівелювання проводилось як проїзної частини так і підходів до споруд у разі їх наявності, тригонометричне нівелювання низу прогонової будови виконано для визначення прогинів та вигинів прогонової будови та формування детального профілю по осі споруди.

Естакада на автомобільній дорозі М-06 км 21+767 на момент обстеження знаходилась на завершальних стадіях будівництва. За результатами обмірів, споруда відповідає проектним розмірам. Одним із наслідків вторгнення російської федерації і активні бойові дії біля села Стоянка (Київська область) було пошкодження прогонової будови та опор естакади. Всі пошкодження та дефекти було зафіксовано тахеометром для формування відомості дефектів. Одне із влучань снаряду викликало пошкодження як низу прогонової будови, так і проїзній частині, що свідчить про наскрізний вплив вибухової хвилі.

На автомобільній дорозі М-05 на км 15+390, що біля смт. Чабани (Київська область) проводилось обстеження естакади на якій було виконано опори, прогонову будову та фундаменти підходів до споруди. За результатами виконаних робіт було проведено порівняння із проектними значеннями довжин прогонових будов, радіуси кривих та ін. Із суттєвих дефектів було виявлено недобетонування монолітної плити прогонової будови в межах від 40 мм до 80 мм, змінено конструкцію накладних монолітних плит під влаштування технологічних проходів, прогин монолітної балки в прогонах 2-3, 7-8 та 8-9, зафіксовано нахилу опорних частин.

У зв'язку із явним відхиленням значень товщини балки прогонової будови, зміну конструкції накладних монолітних плит під влаштування технологічних



проходів, прогину балки прогонової будови в прогонах виникає питання про надійність даної споруди. Вищевикладені дефекти засвідчують незадовільну якість виконання робіт, що призводить до додаткових витрат із продовження будівництва, а зміна конструкції спонукає провести додаткові випробування споруди.

У зв'язку із додатковими пошкодженнями, що виникли внаслідок бойових дій і дефектів спричинених недобудовою конструкції збільшилась площа відновлювальних робіт перед завершенням будівництва. Це тягне за собою збільшення вартості будівництва даної споруди. Правильно визначені площа та положення дефектів зекономить кількість матеріалів на відновлення споруди перед завершенням будівництва.

Висновки. Дослідження геодезичними методами естакад під час обстеження стало одним із важливих етапів для визначення геометричних параметрів, виявлення дефектів, що складно визначити на місцевості. Аналіз отриманих даних допоможе прийняти рішення щодо визначення стану споруди, її вантажопідйомності, подальшого планування ремонту та змін у конструкції під час проектування. Це є незамінним інструментом для забезпечення безпеки та стійкості споруд, а також ефективного використання ресурсів на їх обслуговування. Актуальним є використання лазерного сканування при обстеженні споруд, що надасть більше даних про споруду, її дефекти та деформації, що виникають як на стадіях незавершеного будівництва, так і на спорудах, що експлуатуються.



НОВІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА УЛАШТУВАННЯ ЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Олександр КРИВОБОК,

*завідувач лабораторії жорсткого дорожнього одягу відділу технологій
дорожніх робіт Центру дорожніх матеріалів та технологій
Державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний
інститут імені М.П. Шульгіна» (ДП «ДерждорНД»),
<https://orcid.org/0000-0002-5424-8664>*

Постановка проблеми. З метою покращення нормативної бази та приведення її до сучасних європейських норм, у проєктуванні та будівництві цементобетонних доріг, а також задля забезпечення їх надійності, довговічності та ефективних капітальних вкладень проводиться удосконалення та розроблення національних стандартів. Відсутність нормативних документів, які б регламентували різні підходи до улаштування жорсткого дорожнього одягу, створює перешкоди до упровадження нових технологій будівництва цементобетонних доріг.

Основна частина. Наразі існує недостатня кількість нормативних документів, які дозволили вдосконалити та застосувати нові технології будівництва цементобетонних доріг з жорстким дорожнім покриттям, що в свою чергу уповільнює процес розвитку цих доріг. У нашій країні існує дефіцит власної сировини та обмеженість потужностей для виробництва дорожнього бітуму, а внаслідок чутливості обсягів постачання продукції імпортного походження до змін курсу валют – його вартість є завищеною, тому актуальність цементобетонних доріг є на високому рівні. Перевагами цементобетонних доріг є вища стійкість до зносу та деформацій, яка забезпечує довший термін експлуатації, міцність та стійкість до впливу важких транспортних засобів, особливо в умовах великих навантажень та інтенсивного руху. Цементобетонні дороги мають низькі витрати на обслуговування та ремонт, що зменшує витрати на експлуатацію. Крім того, на цих дорогах краще видно розмітку в темну пору доби, що підвищує безпеку руху. Вони є стійкими до погодних умов, включаючи високі температури, замерзання та розморожування, що забезпечує їх міцність протягом усього року. Ця перевага є важливою для областей півдня України, де середньомісячна температура становить понад 23 °C і, у середньому, триває понад 70 днів. Відомо, що при температурі повітря понад 28 °C, модуль пружності асфальтобетонного покриття знижується, що є однією із причин можливості утворення колій і виникнення супутніх дефектів. В таких умовах і за відсутності в Україні ефективної системи контролю за рухом великовантажних транспортних засобів, автомобільні дороги можуть зазнавати передчасних руйнувань. У Державних будівельних нормах зазначено, що при проєктуванні дорожнього одягу для автомобільних доріг, на яких у складі транспортних потоків очікується понад 15 % великовантажних транспортних засобів, параметри навантаження від яких перевищують розрахункові (зерновози, контейнеровози, рефрижератори тощо) необхідно передбачати лише жорсткий дорожній одяг. У деяких штатах США, зокрема на півдні, більше 30 % федеральних автомобільних доріг мають цементобетонне покриття. У Німеччині ця кількість становить 25 % для автомагістралей, а в Австрії – приблизно 2/3 магістральних



доріг. Порівняна з цими країнами в Україні загальна довжина доріг загального користування становить близько 170 тис. км, з яких лише близько 2 400 км мають цементобетонне покриття, тобто менше 1,4 % від загальної мережі.

Щоб оновити та покращити нормативну базу в галузі проектування та будівництва автомобільних доріг, розробляються нові нормативні документи, які містять технічні вимоги до сумішей, проектування та укладання цементобетонних доріг за різними технологіями, включаючи безперервно армований цементобетон, укочуваний цементобетон і цементобетонне дорожнє покриття зі штирьовим з'єднанням плит.

Висновки. Розроблення таких нормативних документів, а саме: ДСТУ XXXX:202X «Суміші цементобетонні укочувані дорожні та цементобетон укочений дорожній. Технічні умови», ДСТУ XXXX:202X «Настанова з влаштування жорсткого дорожнього одягу із сумішей цементобетонних укочуваних дорожніх», ДСТУ XXXX:202X «Настанова з влаштування цементобетонного дорожнього покриття із штирьовим з'єднанням плит», ДСТУ XXXX:202X «Настанова з влаштування безперервно армованого цементобетонного дорожнього покриття» та вдосконалення нормативних документів таких як ДСТУ XXXX:202X «Настанова з проектування жорсткого дорожнього одягу», ДСТУ 8858:202X «Суміші цементобетонні дорожні та цементобетон дорожній. Технічні умови» та ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво (Зміна № 3)», дозволить поліпшити технології будівництва та зменшити залежність від імпорту дорожнього бітуму. Крім того, це забезпечить високоякісну транспортну інфраструктуру з міцними конструктивами, довговічними та надійними автомобільними дорогами.



АНАЛІЗУВАННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВЕРХНІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Тарас МОРОЗ,

*начальник центру випробувань ДП «Дорцентр», аспірант кафедри
транспортного будівництва та управління майном Національного
транспортного університету (НТУ),
<https://orcid.org/0000-0001-6730-3004>*

Постановка проблеми. В Україні існують концепції впровадження систем управління станом покриття, що базуються на визначених транспортно-експлуатаційних показниках автомобільної дороги, проте з різних причин вони не знаходять широкого практичного застосування, а процедури збирання, накопичення даних та аналізування отриманих результатів не мають системного підходу.

Основна частина. Основним критерієм, що впливає на безпеку руху при взаємодії колеса із дорожнім покриттям, є коефіцієнт зчеплення, що залежить від погодних умов, якості матеріалу та експлуатаційного утримання автомобільної дороги. Сила зчеплення дорожнього покриття з шинами автомобіля визначається за співвідношенням вертикальної сили, що діє на колесо до горизонтальної сили, що діє в зоні контакту з покриттям. Для водія зчіпні якості — це є фактором, від якого залежить довжина гальмівного шляху. Для інженера-проєктувальника — це важлива, з огляду безпеки руху, характеристика поверхні дорожнього покриття, яку необхідно враховувати при виборі матеріалів і конструкцій дорожнього одягу. В контексті управління станом дорожнього покриття — це критерій його експлуатаційного стану. Після зниження коефіцієнта зчеплення нижче мінімального граничного значення рівня, покриття не може здійснювати свою функцію. При аналізуванні життєвого циклу в контексті експлуатаційних характеристик дорожнього покриття варто враховувати необхідні витрати на відновлення коефіцієнта зчеплення в визначений момент часу. Все вищеперераховане визначає важливість методів прогнозування тенденцій зниження коефіцієнта зчеплення як для проєктувальників, так і для експлуатаційних служб.

Вимірюванню зчіпних якостей покриття і розробленню відповідних пристроїв присвячені численні дослідження вітчизняних та зарубіжних вчених. Для визначення зчіпних якостей дорожнього покриття у світовій практиці застосовуються декілька методів, які можна розділити на 4 категорії:

1. Методи вимірювання зчеплення в режимі ковзання повністю заблокованого колеса причіпного пристрою по зволоженій поверхні.

2. Режим кутового повороту навколо вертикальної осі. У цьому випадку шини працюють у режимі, що відрізняється від режиму блокованого колеса, наприклад, для визначення ковового коефіцієнта тертя. Серед зарубіжних приладів для оцінки коефіцієнта зчеплення слід виділити ходову лабораторію SCRIM, розроблену Транспортною та дорожньою дослідною лабораторією Великобританії, яка є пристроєм для вимірювання тертя в режимі кутового повороту навколо вертикальної осі.

3. Портативні пристрої вимірювання коефіцієнта зчеплення. Ці пристрої можна використовувати як у лабораторних, так і в польових умовах. Як приклади

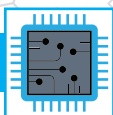


можна навести портативний пристрій для виміру зчеплення коліс з поверхнею покриття.

4. Методи вимірювання з використанням автомобіля. Автомобіль, оснащений для гальмування діагональною парою коліс, вимірює відстань, пройдену з моменту руху за певної швидкості до моменту повної зупинки. Ці пристрої зазвичай найбільш чутливі до мікротекстури покриття.

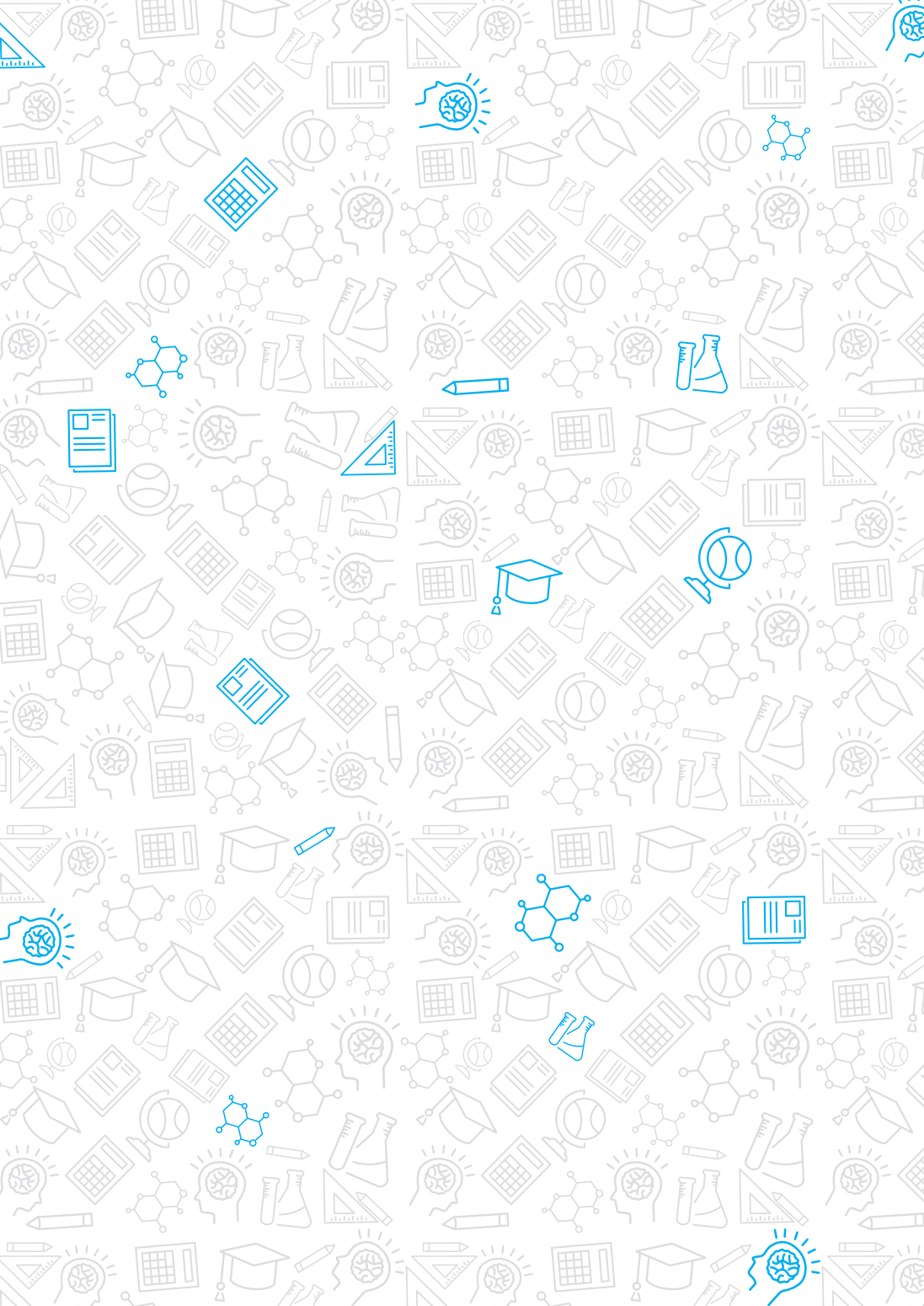
Ділянки доріг, на яких неможливо забезпечити встановлену нормами безпечну швидкість руху транспортного засобу та які не дозволяють виконувати вимірювання пересувними лабораторіями, а також на ділянках з високим рівнем дефектності, допускається застосовувати портативні прилади для вимірювання коефіцієнта зчеплення. Ці ділянки класифікують як ділянки з обмеженими умовами проведення робіт. В таких умовах доцільно застосовувати портативний маятниковий прилад.

Висновки. Для коретного оцінювання зчіпних якостей дорожнього покриття необхідно виконувати кореляцію вищезазначених методів між собою, а також здійснювати накопичення та аналіз зібраних даних.



ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМОК

СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ДЛЯ РОЗВИТКУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ





ВПЛИВ ТОЧНОСТІ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ НА ЯКІСТЬ ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Ірина ГУНЬКО,

асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ)

<https://orcid.org/0000-0002-7645-8654>

Постановка проблеми. Одним з ключових елементів при проєктуванні дорожньої інфраструктури є відтворення цифрової моделі рельєфу, оскільки вона дозволяє вірно визначити зміну висот на території, на якій будується дорога, що в свою чергу впливає на вартість, якість будівництва та безпеку дорожнього руху. Точність цифрової моделі рельєфу є важливим фактором, який потрібно враховувати під час проєктування автомобільних доріг. Таким чином, відтворення максимально точної цифрової моделі рельєфу є надзвичайно важливим для успішного проєктування автомобільних доріг.

Основна частина. Точність цифрової моделі рельєфу має безпосередній вплив на якість проєктування автомобільних доріг. Чим точніше модель, тим більш точні будуть підрахунки об'ємів робіт, визначення геометричних параметрів дороги та просторового положення штучних споруд. При проєктуванні автомобільних доріг, точність цифрової моделі рельєфу має бути уважно врахована, а використання сучасних методів знімань території та технологій обробки даних може допомогти забезпечити максимальну точність таких моделей. На сьогоднішній день існує різноманітність методів побудови цифрових моделей рельєфу. Серед них можна виділити методи, що базуються на регулярній сітці (GRID), а також методи, що використовують мережу нерегулярних трикутників (TIN). GRID більше підходить для обробки даних, зібраних сучасними методами знімань території, так як ці дані зазвичай є великими за обсягом та щільністю. Враховуючи, що ці дані охоплюють всю територію, GRID дозволяє швидко та ефективно виконати обробку цих даних та побудувати точну цифрову модель рельєфу.

GRID базується на основі просторової інтерполяції. Для цього використовуються різні методи, які дозволяють оцінити значення висоти в кожній точці поверхні на основі даних, що отримані в інших точках. Наприклад, інтерполяція може базуватись на відстані між точками, які містяться в наборі даних, або на їхніх значеннях висоти, або на інших параметрах, що впливають на рельєф, та є ключовим етапом у процесі створення цифрової моделі рельєфу, тому важливо забезпечити якісні вихідні дані для цього процесу. Кожен метод має свої переваги і недоліки, тому вибір найкращого методу залежить від особливостей конкретної задачі. Але можна виділити метод Kriging, оскільки він дуже корисний для оцінки значень в точках, де немає даних. Це пояснюється тим, що метод Kriging забезпечує точність прогнозування, може враховувати різні типи залежностей між даними, дозволяє використовувати різні функції кореляції та враховувати невизначеність даних на різному рівні. Для аналізу використано ділянку місцевості з геоінформаційної платформи Google Earth в якості вихідних даних (*рис. 1*), незважаючи на те, що ці дані не є абсолютно точними для відтворення рельєфу. Однією з головних переваг використання геопросторових даних з Google Earth є можливість отримати географічні координати будь-якої точки на земній поверхні та перетворити їх у різні системи координат.

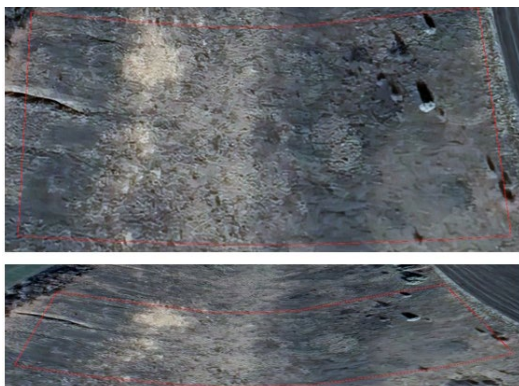


Рисунок 1 — Експериментальна ділянка

Для створення цифрових моделей рельєфу на основі просторової інтерполяції існує безліч програмних продуктів, які обираються залежно від типу використовуваних даних та потреб користувача. У даному експерименті було використано програмне забезпечення Surfer, яке належить до геоінформаційних систем, спеціально призначених для створення цифрових моделей рельєфу на основі просторової інтерполяції.

Перша модель (рис. 2) була розрахована автоматично геоінформаційною системою, а друга модель (рис. 3) була створена з точністю у 10 разів більшою, задавши параметри вручну.

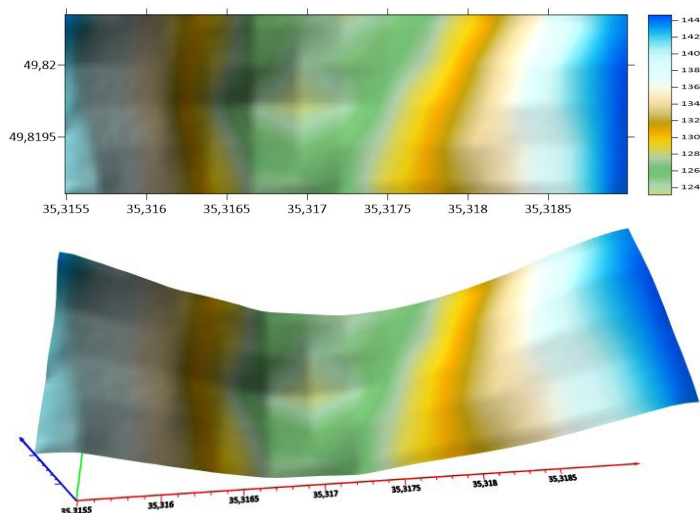


Рисунок 2 — Перша модель

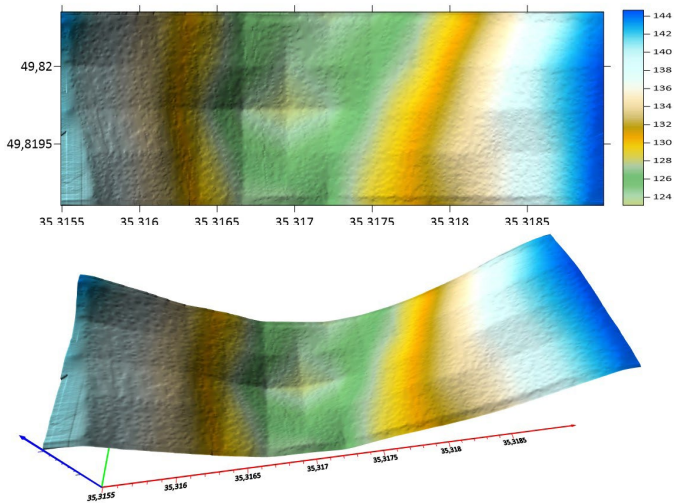


Рисунок 3 – Друга модель

Після побудови кожної моделі можна отримати звіт, який містить вихідні значення точок та значення, отримані після інтерполяції за допомогою кожного з методів. Тож для оцінки точності моделей, було взято контрольні точки просторової змінної Z та проінтерпольовані значення методом Kriging в цих точках. Така оцінка дає можливість отримати числову характеристику точності для кожного методу та порівняти їх між собою. Аналіз результатів побудови цифрових моделей рельєфу проведено у програмі Excel (рис. 4).

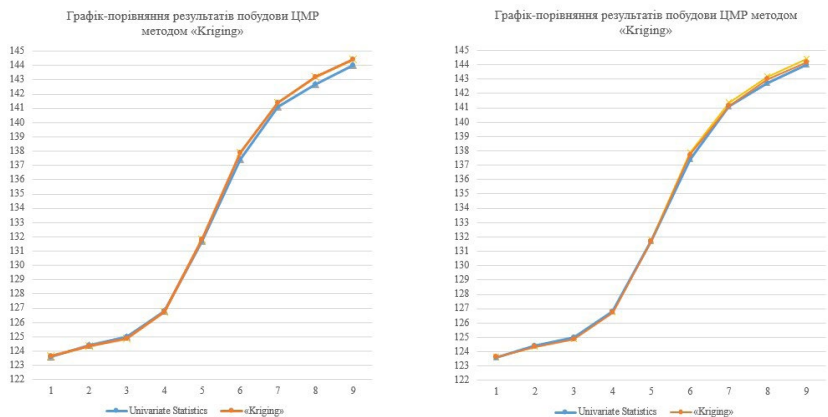


Рисунок 4 – Аналіз результатів побудови ЦМР



На основі проведеного аналізу встановлено, що другий графік, який був побудований із використанням методу Kriging і мав в 10 разів більше задану точність – відображає рельєф детальніше у 6, 7, 8 та 9-й контрольних точках, ніж перший графік, який побудований із автоматичною інтерполяцією.

Взагалі, з метою відтворення цифрової моделі рельєфу на основі наявних вихідних даних, геоінформаційні системи вводять у дію не тільки інтерполювання, а ще й апроксимацію. Апроксимація вводиться замість інтерполяції в тих випадках, коли наявні вихідні дані недостатньо точні або не забезпечують достатню рівномірність просторового розподілу точок. В таких випадках апроксимація може бути корисною, оскільки вона дозволяє замінити складну функцію більш простою. Апроксимація також може бути корисною, коли потрібно побудувати гладку поверхню або функцію, яка апроксимує набір вихідних даних, замість їх інтерполяції. Різниця між інтерполюванням і апроксимацією наведена на *рис. 5*.

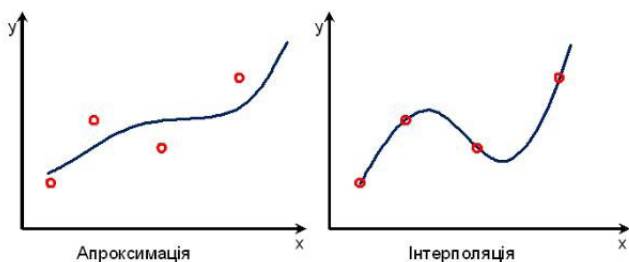


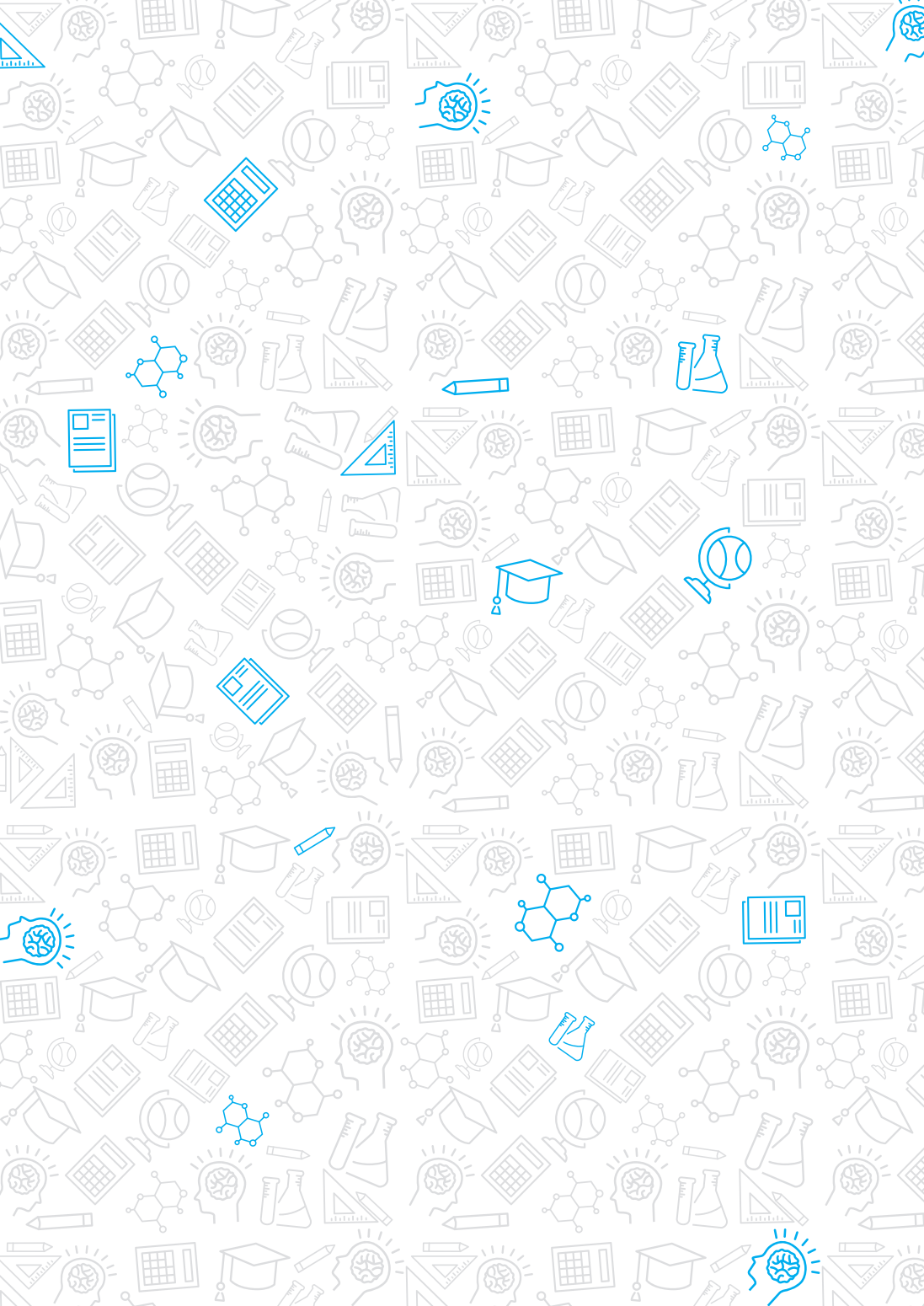
Рисунок 5 – Відмінності апроксимації та інтерполяції

Висновки. Вплив точності цифрової моделі рельєфу на якість проектування автомобільних доріг є важливим етапом у плануванні будь-якого інфраструктурного проекту. Хоч для експерименту і була взята відносно проста ділянка з незначними перепадами рельєфу, цей експеримент все ж таки демонструє важливість збору якомога більшої кількості якісних вихідних даних, що забезпечить більш точну модель рельєфу та допоможе зменшити вплив помилок апроксимації на результати інтерполяції.



ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМОК

ЕКОНОМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ



СУЧАСНА ПРАКТИКА ЦІНОУТВОРЕННЯ В ДОРОЖНЬОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Олександра ПОНОМАРЕНКО,

студентка Національного транспортного університету (НТУ),

<https://orcid.org/0009-0006-8741-3095>

Постановка проблеми. Однією із найважливіших задач дорожнього господарства нашої країни є забезпечення конкурентної взаємодії підприємств даної галузі. Вищезазначене завдання можна реалізувати шляхом розроблення ефективних методів ціноутворення у суб'єктів сфери дорожнього будівництва, що створюють основне підґрунтя для запровадження новітніх вдосконалених технологій, закупівлі сучасних будівельних матеріалів, отримання своєчасної, неупередженої інформації щодо проектної і реальної вартості дорожніх робіт.

Дана проблема, пов'язана з тим, що існуючі підходи до вибору методів ціноутворення в сфері дорожнього будівництва не відповідають реаліям сьогодення, оскільки недостатньо повно враховують методи та прийоми виконання робіт і не відображають фактичні витрати підрядника.

Основна частина. На першому етапі впровадження інвестиційного проекту, як правило, визначається вартість будівництва за укрупненими показниками. Сучасні підприємства дорожнього господарства використовують різноманітні методи ціноутворення, за виключенням цін, які регулює держава. В залежності від особливостей робіт, що виконуються, ціноутворення на підприємствах дорожньої галузі може відбуватися з використанням одного або кількох методів.

У 90-х рр. минулого сторіччя ціни в сфері дорожнього будівництва формувались відповідно до регульованого державою порядку визначення кошторисної вартості об'єктів будівництва. При цьому використовувались кошторисні норми і розцінки, що є базою для застосування дворівневої системи розрахунку кошторисної вартості будівництва. На першому рівні відбувався розрахунок базисної кошторисної вартості дорожньо-будівельних робіт, а на другому рівні визначались витрати на будівництво із застосуванням відповідних коефіцієнтів. Недолік дворівневої системи полягав у тому, що вона не враховувала еволюційний розвиток усіх елементів продуктивних сил суспільного виробництва і передбачала застосування застарілої нормативно-кошторисної документації. Більш прогресивна, однорівнева система розрахунку кошторисної вартості об'єктів будівництва базується на визначенні актуальної вартості матеріальних і трудових ресурсів, а також використовує нормативно-розрахункові показники. Кошторисні норми, які включають ресурсні елементи, є нормативними показниками, на підставі яких визначаються прямі витрати при дорожньому будівництві. Очікувана вартість робіт залежить від форми укладання договору між замовником та підрядником і визначається методами ціноутворення на дорожньо-будівельні роботи. При вартості товару або послуги у 200 тис. грн і вище, а вартості дорожнього будівництва вище 1,5 млн грн — застосовується електронна система закупівель. При електронних закупівлях, підприємства дорожньої галузі можуть лише один раз понизити свою ціну. Такий порядок визначення ціни на послуги по дорожньому будівництву свідчать про застосування на підприємствах дорожньої галузі ринкового методу. Якщо в електронних торгах приймає участь лише один учасник, то використовується витратний метод ціноутворення.

Залежно від характеру дорожніх робіт, етапу реалізації інвестиційного проекту та існування вихідної інформації можуть використовуватися такі методи ціноутворення для визначення вартості дорожньо-будівельних робіт:

- аналоговий;
- ресурсно-індексний;
- базисно-компенсаційний;
- базисно-індексний.

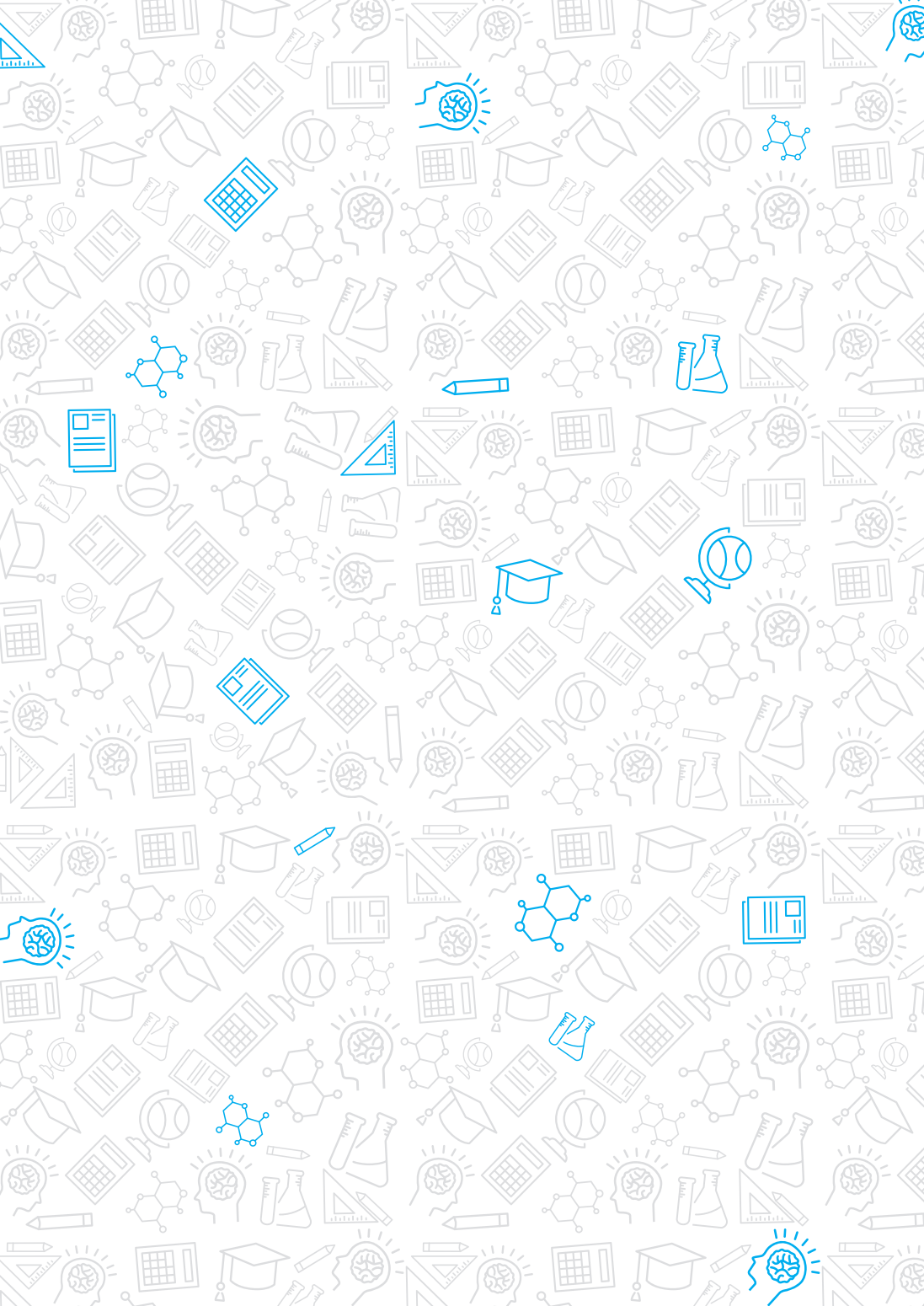
Аналоговий метод передбачає використання банка даних, який містить інформацію про вартість раніше побудованих об'єктів. Виділяють очікувану вартість, кошторисну вартість, які є складовими документації інвестора щодо кошторису дорожньо-будівельних робіт на етапі проектування, а також договірну ціну, яка розраховується на етапі визначення цінової пропозиції учасника торгів та уточнюючу вартість, яка розраховується на етапі здійснення взаєморозрахунків та визначення величини ряду вартісних показників. Ресурсно-індексний метод ціноутворення передбачає калькулювання вартості дорожньо-будівельних робіт шляхом використання механізму індексів цін. Базисно-індексний метод застосовує систему прогнозних і поточних індексів, яка застосовується на базисному рівні або запроваджена на поточному рівні попередніх періодів. Базисно-компенсаційний метод характеризується розрахунками додаткових витрат, які виникають разом із зростанням тарифів та цін на ресурси.

Висновки. Ціноутворення на підприємствах дорожньої галузі залежить від методу розрахунку вартості дорожньо-будівельних робіт на різних етапах розроблення інвестиційного проекту. Використання ринкової системи розрахунку вартості дорожньо-будівельних робіт дозволяє підвищити конкурентоздатність підприємств на ринку будівництва доріг і сприяє підвищенню ефективності функціонування окремих підприємств будівельної галузі, що має позитивний вплив на результати будівництва, як базової сфери для значних зрушень у господарській сфері суспільства. Таким чином, ціноутворення на підприємствах дорожньої галузі може відбуватися із застосуванням одного або декількох методів розрахунку вартості дорожньо-будівельних робіт в залежності від особливостей проведення робіт, реалізації товарів або надання послуг, їхньої вартості. Чинне законодавство та особливості функціонування підприємств дорожньо-будівельного комплексу роблять можливим використання ринкових методів ціноутворення.



ТЕМАТИЧНИЙ НАПРЯМОК

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ДЛЯ РОЗВИТКУ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ





ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ, МОДИФІКОВАНИХ ПОЛІМЕРАМИ

Максим ЛИХОШВАЙ,

студент Національного транспортного університету (НТУ),

<https://orcid.org/0009-0008-5140-1839>

Постановка проблеми. Відомо, що застосування полімерних модифікаторів при виготовленні асфальтобетонних сумішей дозволяє підвищити фізико-механічні властивості асфальтобетону та довговічність асфальтобетонних шарів і всієї конструкції дорожнього одягу. Це дає можливість сприяти покращенню соціальних умови за рахунок підвищеної ефективності транспортного сполучення. У той же час гарячу асфальтобетонну суміш із застосуванням полімерних модифікаторів доводиться виготовляти за більш високих температур ніж традиційні асфальтобетонні суміші без застосування полімерних модифікаторів. Так температура нагріву кам'яних матеріалів може досягати (190–200) °С, бітуму, модифікованого полімером — (165–180) °С, асфальтобетонної суміші — (165–185) °С. Це призводить до значного забруднення атмосферного повітря у результаті суттєвої емісії CO₂, SO₂ та оксидів азоту. Таким чином є актуальним питання підвищення ефективності технології захисту навколишнього середовища при виготовленні асфальтобетонних сумішей, модифікованих полімерами.

Основна частина. В існуючій практиці при виготовленні асфальтобетонних сумішей, відомі спеціальні технології захисту навколишнього середовища за рахунок застосування ряду апробованих рецептурно технологічних підходів. До найбільш поширених відносяться наступні:

Використання вторинної сировини. Виготовлення асфальтобетонних сумішей здійснюють з використанням переробленої вторинної сировини, наприклад, перероблених шин або пластмас, різноманітних відходів виробництва. Тобто використовують вторинні сировинні матеріали замість виробництва нових матеріалів, що дозволяє зменшити кількість відходів та сприяє збереженню ресурсів і зменшує екологічне навантаження на навколишнє середовище. Відновлення та рециркуляція матеріалів. У процесі виготовлення асфальтобетонних сумішей використовують методи відновлення та рециркуляції матеріалів, які дозволяють зменшити відходи та покращити екологічну безпеку виробництва. Серед них найбільш поширеною є технологія вторинної переробки асфальтобетону, що дозволяє повторно використовувати асфальтобетону крихту після фрезування асфальтобетонних шарів, у яких закінчився термін служби. Це знижує кількість відходів та зменшує споживання природних ресурсів. Крім того, використання вторинної переробки дозволяє знизити вартість виробництва асфальтобетонних сумішей.

Застосування сучасних технологій теплих асфальтобетонних сумішей. Одним із ефективних методів захисту навколишнього середовища при виготовленні асфальтобетонних сумішей, модифікованих полімерами є застосування так званих технологій теплих асфальтобетонних сумішей, що дозволяють знизити температуру перемішування гарячої асфальтобетонної суміші, що готується на в'язкому бітумі, на (20–40) °С без погіршення характеристик покриття порівняно із традиційним гарячим асфальтобетоном, приготовленому на тих же бітумах.



За результатами своїх аналітичних досліджень професор Радовський Б.С. відмітив такі переваги технології теплих асфальтобетонних сумішей:

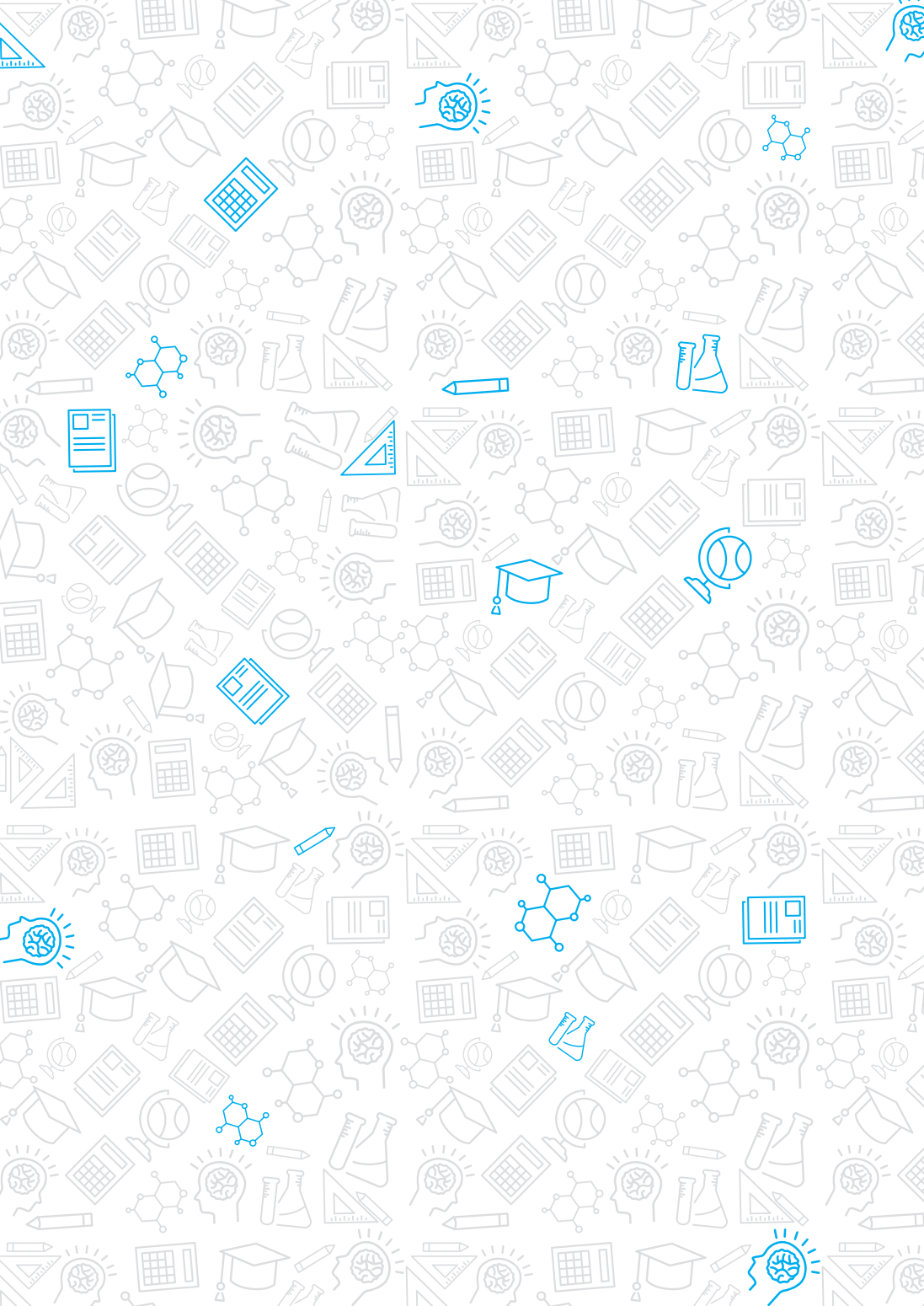
- зменшення викиду шкідливих речовин в атмосферу (вуглекислого газу – на 30 %, диму та пилоподібних відходів – на (50–60) %);
- зменшення неприємного запаху при укладанні асфальтобетону та температури в зоні виконання робіт (що є суттєвим в міських умовах);
- зниження енерговитрат на (15–30) % при приготуванні асфальтобетонної суміші;
- уповільнення охолодження суміші при транспортуванні (теплі суміші остигають довше гарячих) і обумовлене цим збільшення дальності її транспортування продовження будівельного сезону за рахунок поліпшення зручності укладальності суміші і можливості її ущільнення при знижених температурах повітря;
- зменшення термоокислювального старіння бітуму внаслідок зниження температур приготування і укладання суміші, що підвищує опір асфальтобетону втомі при повторних навантаженнях та появі тріщин при охолодженні.

На теперешній час на практиці у багатьох країнах набули досить широкого застосування різні підходи для зменшення температури приготування та укладання асфальтобетонних сумішей без погіршення якості асфальтобетону за технологією теплих асфальтобетонних сумішей. Для цього застосовують широкий спектр модифікаторів для бітумів або асфальтобетону, що дозволяють зменшити в'язкість бітуму при приготуванні і укладанні асфальтобетонних сумішей. В Україні вже є багато прикладів застосування подібних модифікаторів імпортного виробництва. Однак, як правило, вони мають високу ціну і підвищують вартість асфальтобетонної продукції при їх застосуванні. З 2000-х років в Україні почали з'являтися вітчизняні модифікатори для виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей. Одним із перших був, розроблений і апробований в Дніпропетровській області фірмою «МІСЬКШЛЯХРЕМБУД» модифікатор К-1. Кафедрою дорожньо-будівельних матеріалів і хімії Національного транспортного університету були проведені дослідження стосовно можливості застосування такого модифікатора при виготовленні теплих асфальтобетонних сумішей для виконання дорожньо-будівельних робіт на вулично-дорожній мережі м. Києва. Були виконані лабораторні та натурні дослідження. Було встановлено, що застосування модифікатора К-1 дозволяє отримати водостійке асфальтобетонне покриття високої якості не підвищуючи вмісту бітуму. Асфальтобетонну суміш, модифіковану полімерами, з модифікатором К-1 можна ущільнити до потрібної щільності при значно ширшому температурному інтервалі без погіршення фізико-механічних характеристик асфальтобетону. Виготовлення та укладання теплих асфальтобетонних сумішей, модифікованих полімерами, з використанням модифікатора К-1 дає змогу її виготовляти та укладати при температурах на (20–40) °С нижче традиційних температур. За результатами досліджень були розроблені для практичного застосування в комунальній корпорації «Київавтодор» «Рекомендації з використання модифікатора бітуму К-1 для зменшення енерговитрат та покращення якості та екологічності при виконанні робіт з ремонту та будівництва асфальтобетонних шарів».

Висновки. Застосування полімерних модифікаторів при виготовленні асфальтобетонних сумішей дозволяє підвищити фізико-механічні властивості асфальтобетону та довговічність асфальтобетонних шарів і всієї конструкції дорожнього одягу. Це дає можливість сприяти покращенню соціальних умови за рахунок підвищеної ефективності транспортного сполучення.



Одним із ефективних методів захисту навколишнього середовища при виготовленні асфальтобетонних сумішей, модифікованих полімерами є застосування нових технологій теплих асфальтобетонних сумішей. Це дозволяє знизити температуру приготування гарячої асфальтобетонної суміші на (20–40) °С, зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу (вуглекислого газу — на 30 %, диму та пилоподібних відходів — на (50–60) %), зменшити енерговитрат на (15–30) %.





ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН ЗА ДОПОМОГОЮ ВИПРОБУВАЛЬНИХ ЦИКЛІВ

Юрій ГОНТАР,

*аспірант кафедри інженерії машин транспортного будівництва
Національного транспортного університету (НТУ), завідувач відділу оцінки
відповідності переобладнання транспортних засобів та їхніх складових
частин (ВОП) ДП «ДержавотрансНДІпроект»,
<https://orcid.org/0009-0005-6261-5216>*

Постановка проблеми. Одними з основних експлуатаційних властивостей автомобільного транспорту та технологічних машин є їх паливна економічність та екологічна безпека. Незважаючи на заміщення традиційних палив, які використовуються для живлення двигунів внутрішнього згоряння на більш екологічні, основним джерелом енергії для різного роду транспорту та технологічних машин продовжує бути паливо нафтового походження. При згорянні такого роду палива в атмосферу виділяються різні види забруднюючих речовин, які впливають на якість повітря та мають потенційно шкідливий вплив на здоров'я людей і навколишнє середовище. Існує ціла низка нормативних документів, стандартів та регламентів, які обмежують такі викиди. Тому для виробників технологічних машин, дослідження способів зниження показників витрати палива та підвищення нейтралізації шкідливих речовин, які виділяються при згорянні палива, стоїть на першому місці при створенні таких машин.

Основна частина. Відпрацьовані гази, що виділяються внаслідок спалювання палива при роботі таких двигунів внутрішнього згоряння, містять більше 200 відомих найменувань шкідливих речовин. Період їх природної нейтралізації в навколишньому середовищі становить від декількох хвилин до 5 років. Найпоширенішими є оксиди вуглецю (CO), оксиди азоту (NOx), сірководнецькі сполуки (SOx), тверді частки та інші шкідливі речовини. У зв'язку з глобальним погіршенням екологічної ситуації більшість країн у різних галузях вводять все більш жорсткі норми викидів шкідливих речовин. Для дослідження економічності та екологічних показників технологічних машин, які працюють в транспортному будівництві та інших галузях, проводять аналіз типових навантажувальних діаграм двигунів, які відображають залежність зміни моменту опору від часу протікання робочого циклу. Ще одним із способів визначення витрати палива та вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згоряння є дослідження цих параметрів за допомогою випробувальних циклів, які імітують роботу технологічних машин в умовах експлуатації. Для технологічних машин з двигунами внутрішнього згоряння, які не застосовуються в автомобільному транспорті, передбачена процедура випробувань, яка описана в міжнародному стандарті ISO 8178. Це серія стандартів Міжнародної організації зі стандартизації (ISO), розроблена для вимірювання шкідливих викидів та твердих частинок у відпрацьованих газах поршневих двигунів внутрішнього згоряння, призначених для встановлення на судах, тепловозах, генераторах, машинах транспортного будівництва та іншій транспортній техніці. Стандарт містить ряд випробувальних циклів двигуна на моторному стенді, розроблених для різних класів двигунів та обладнання, кожен з яких являє собою послідовність усталених або перехідних



режимів із різними коефіцієнтами навантаження. Основна маса випробувань, відповідно до стандарту, проводиться в лабораторних умовах на моторному стенді з використанням визначених випробувальних циклів, а при неможливості проведення таких випробувань, він передбачає проведення вимірювання в умовах експлуатації за ISO 8178-2. У даному випадку стандартні випробувальні цикли не застосовуються. Випробування проводяться, коли транспортний засіб працює в своєму звичайному експлуатаційному режимі. Рівень шкідливих викидів вимірюються за допомогою портативної системи вимірювання шкідливих викидів PEMS (Portable emissions measurement system). Випробувальні цикли доцільно використовувати для оцінки паливної економічності та екологічних показників технологічних машин в умовах, максимально наближених до реальних режимів експлуатації машин. Випробувальні цикли двигунів технологічних машин переважно враховують усталені режими роботи, в результаті чого може виникати розбіжність отриманих даних із показниками роботи технологічних машин в умовах експлуатації. Оскільки спектр технологічних машин досить широкий, а різні типи машин мають свої особливості та режими роботи, щоб забезпечити максимальну ефективність досліджень, необхідно розробляти нові випробувальні цикли, які відповідають специфіці різних типів машин із урахуванням їхніх особливостей.

Висновки. Випробувальні цикли є одним із ефективних засобів оцінки паливної економічності та екологічних показників технологічних машин. Різні типи машин мають свої унікальні особливості, тому для досягнення максимально точних результатів досліджень необхідно розробляти випробувальні цикли, що відповідають кожному типу машин. Результати випробувальних циклів мають певні обмеження, оскільки вони проводяться в умовах, які можуть відрізнятися від реальних умов експлуатації машин. Тому при розробці нових випробувальних циклів важливо проводити дослідження в реальних умовах експлуатації та використовувати дані, отримані при цих дослідженнях. Дослідження паливної економічності та екологічних показників технологічних машин за допомогою випробувальних циклів досить трудомісткий процес, тому створення нових циклів для спрощення певних етапів дорожніх випробувань, а також розробка програмних засобів, універсальних комп'ютерних моделей, дозволить полегшити процедуру випробування технологічних машин.



ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ МАТЕРІАЛІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Любов НИЧИПОРУК,

студентка кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії Національного транспортного університету (НТУ)

<https://orcid.org/0009-0006-5877-6882>

Постановка проблеми. Якість дорожнього покриття в кліматичних умовах України в осінньо-зимовий період суттєво залежить від використання протиожеледних матеріалів (ПОМ). Боротьба із зимовою слизькістю на автомобільних дорогах України виконується із застосуванням в основному хлоридів, які негативно впливають на матеріал покриття, металеві деталі машин і дорожніх споруд, а також на екологічний стан придорожньої смуги. Забезпечення підтримки у відповідному технічному стані покриття об'єктів значно підвищить безпеку руху, знизить кількість викидів відпрацьованих газів автомобілів, зменшить фінансові витрати на ремонтні роботи.

Інтенсивність обledenіння поверхні суходолу мостів значно більша за однакових погодних умов порівняно з автомобільною дорогою, що пояснюється швидким промерзанням дорожнього покриття мосту при загальному похолоданні. Тому необхідним є періодичний контроль вмісту агресивних складових ПОМ саме в залізобетонних конструкціях автотранспортних споруд.

Основна частина. Закон України «Про автомобільні дороги» передбачає будівництво, функціонування, реконструкцію, ремонт та утримання автомобільних доріг в інтересах держави і користувачів автомобільних доріг. Розвиток транспортної галузі потребує модернізації і комплексного підходу до вирішення проблем, зокрема, сезонної профілактики та боротьби з ожеlediцею автомобільних доріг.

Ожеледь – шар льоду, що виникає на поверхні дороги при мінусових температурах чи температурах, близьких до 0 °C. Утворення зимової слизькості є основною перешкодою для безпечного руху автомобілів у зимовий період. Це явище сприяє зниженню коефіцієнту зчеплення колеса автомобіля з покриттям до значень 0,33–0,35, що є недопустимим згідно з ДСТУ 3587-97 «Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди». Вимоги до експлуатаційного стану (нормативне значення $K_{зч} = 0,45$).

Найбільш поширеним засобом боротьби з ожеlediцею в державі є фрикційний – посипання доріг піском, пісчано-гравійною сумішшю. В основі впливу – сила тертя.

Для усунення зимової слизькості і профілактичної обробки застосовується також хімічний засіб. При цьому використовують тверді кристалічні ПОМ. Дія ґрунтується на реагуванні солей і розчинів, які входять до складу, з атмосферними опадами, що приводить до зниження t замерзання води до рівня меншого, ніж природний.

Наразі в Україні найбільш вживаним ПОМ є хлорид натрію. Сіль ефективна стосовно льоду і снігу, але не є безпечною для довкілля. При таненні снігу сіль потрапляє у ґрунт і водотоки. Глибина проникнення солей у ґрунт залежить від їх розчинності у воді, здатності вступати в хімічні реакції та самоочисної



спроможності самих ґрунтів. Порівняно з іншими речовинами хлориди можуть проникати у ґрунт найглибше, досягаючи ґрунтових вод. Характер зміни концентрації різний, залежно від тривалості та інтенсивності використання протижеледних солей, оскільки іони натрію мають здатність до акумуляції (накопичення в ґрунті з часом). Під впливом протижеледних солей структура та фізико-хімічні властивості ґрунтів погіршуються. Глинисті ґрунти стають нестійкими, легко розмиваються водою, в результаті чого розвиваються ерозійні процеси. З ґрунтів вимиваються мінеральні речовини, необхідні для живлення рослин, підвищується водневий показник рН. Іони кальцію, що містяться в ґрунтах і підвищують їх родючість, заміщуються іонами натрію. Це порушує природну іонну рівновагу та нормальне живлення рослин.

У боротьбі із забрудненнями навколишнього середовища хлоридами, при експлуатації автомобільних доріг одним з найкращих варіантів є повна відмова від них та застосування фрикційних. Однак, заміна солей піском і дрібним щебенем, в свою чергу, призводить до сильного забруднення цими матеріалами смуг відводу, засмічення дорожніх водовідвідних труб та порушення нормальної роботи інших споруд водовідведення. Кращі результати дає застосування подрібненого шлаку, але і в цьому випадку придорожня смуга суттєво забруднюється.

Хіміко-фрикційний засіб передбачає змішування твердих кристалічних складових ПОМ з інертними матеріалами. Фрикційні матеріали застосовуються для підвищення зчепних якостей автомобільної дороги. Як інертні матеріали використовують пісок та інші мінеральні речовини, які забезпечують відповідність ПОМ вимогам чинних нормативних документів.

Враховуючи, що ПОМ, особливо сіль, є шкідливими для асфальтобетонного покриття – викликають утворення тріщин, просочуються і сприяють «старінню» бітуму, необхідним є контроль вмісту шкідливих складових таких матеріалів.

Було проведено визначення вмісту водорозчинних хлоридів у залізобетонній конструкції Південного мостового переходу. Відбирання проб цементобетону (№1, ЗШ – захисний шар; №2, ВП – верх плити; №3, НП – низ плити) та їх консервування виконували за стандартною методикою. Вміст іонів хлору в пробах визначали потенціометричним титруванням. Цей метод застосовують для аналізу у випадках, коли розчин забарвлений або містить осад, що заважає застосуванню забарвленого індикатора. Суть потенціометричного титрування полягає у зміні електрохімічних властивостей розчину.

Розрахунок процентної концентрації іонів проводиться за формулою:

$$C_{\%} = \frac{NVE}{10g} \cdot \frac{50}{a},$$

- де N – нормальність AgNO_3 , моль/л;
 V – еквівалент хлорид-іона;
 E – об'єм титранта в точці еквівалентності, мл;
 g – наважка зразку, г;
 50 – об'єм розчину, мл;
 a – аліквота, мл.

У якості прикладу для зразку № 1 на **рис. 1** та **рис. 2** показані інтегральна та диференціальна криві титрування.

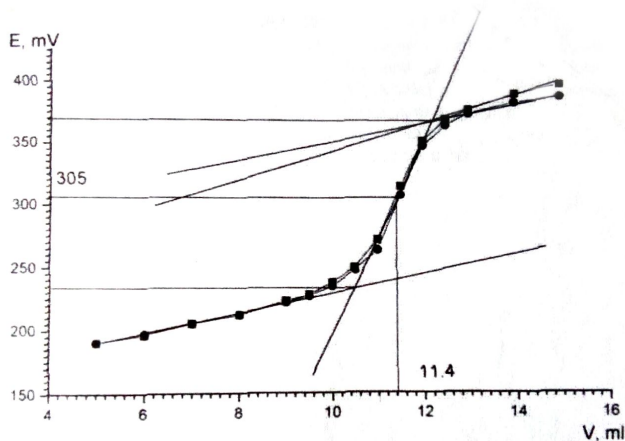


Рисунок 1 — Інтегральна крива потенціометричного титрування.
Потенціал точки еквівалентності дорівнює 305 мВ

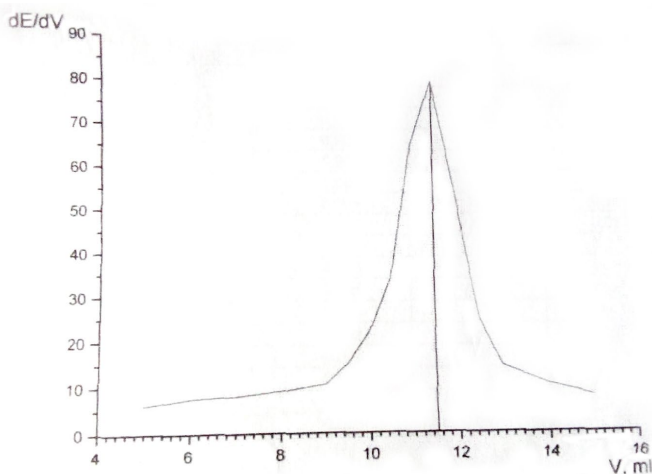


Рисунок 2 — Диференційна крива

Результати аналізу зразків:

№ 1 — 0,188 %; № 2 — 0,071 %; № 3 — 0,0231 %.

За даними випробувань по визначенню наявності хлорид-іонів в зразках цементобетону можна зробити висновок, що максимальна кількість іонів хлору знаходиться у захисному шарі.

Допустимість ступеню агресивності хлоридів в перерахунку на Cl для бетонів нормується ДСТУ Б В.2.6-145:2010.



Висновки. Всі діючі речовини, які проявляють ефективність стосовно льоду і снігу, не можна назвати абсолютно безпечними для людей і довкілля.

Ступінь негативного впливу можна звести до мінімуму, дотримуючись рекомендацій із застосування.

Хлориди можна рекомендувати використовувати лише на особливо небезпечних ділянках доріг в суміші з дрібним піском, нітратами і сульфатами. Застосування хлоридів у невеликих кількостях для попередження ожеледиці дає можливість запобігати її утворенню, і в той же час є безпечним для навколишнього середовища, оскільки концентрації солей у стічних водах при цьому незначні і з часом зменшуються до фонового рівня.

Своєчасний контроль вмісту хлоридів зменшує їх руйнівний вплив і підвищує довговічність покриттів.

ПІДСУМКИ ЗАХОДУ

Наприкінці Конференції кожен слухач мав змогу проголосувати за кращі доповіді. Голосувати могли всі зареєстровані учасники, які були підключені до ZOOM, за виключенням доповідачів. Голосування було проведено з використанням додатку Гугл Формс в режимі онлайн. За кожне «I» місце доповідач отримував 3 бали, за кожне «II» місце – 2 бали та за кожне «III» місце – 1 бал. Якщо слухач не присвоював доповідачу ніякого місця – останній отримував 0 балів. Голосувати можна було не більше ніж за трьох різних доповідачів з присвоєнням їм трьох різних місць (I, II або III). У підсумку отримали 71 голос за різних доповідачів та зафіксували такі результати:

Олександр Кривобок із доповіддю «Нові підходи до проектування та улаштування жорсткого дорожнього одягу» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 64.

Максим Борисенко із доповіддю «Вплив вибухового навантаження на мости та шляхопроводи» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 49.

Ірина Гунько із доповіддю «Вплив точності цифрової моделі рельєфу на якість проектування автомобільних доріг» за тематичним напрямком «Сучасні виклики для розвитку цифровізації дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 46.

Анатолій Мудриченко із доповіддю «Оптимізація вмісту енергозберігаючої добавки, асфальтобетонної крихти та температурного режиму при приготуванні теплих асфальтобетонних сумішей» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 43.

Владислав Тетера із доповіддю «Перспективи застосування енергозберігаючих добавок до бітуму для приготування асфальтобетонних сумішей» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 36.

Володимир Ісцьов із доповіддю «Дослідження дорожніх залізобетонних плит з фіброю» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 35.

Андрій Гринчак із доповіддю «Підвищення ефективності виконання ямкового ремонту для тимчасового відновлення експлуатаційних характеристик покриття міських вулиць і доріг» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 35.

Богдан Зеленський із доповіддю «Вплив корозійного зносу арматури на вантажопідйомність прогонових будов» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 33.

Віктор Юдін із доповіддю «перспективи металевих гофрованих конструкцій для будівництва та відновлення (реконструкції) штучних споруд на дорогах України» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 23.

Віталій Остапчук із доповіддю «перспективи та можливості будівництва мостів та шляхопроводів зі зменшеною кількістю проміжних опор на автомобільних дорогах України» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 16.

Оксана Соколова із доповіддю «Урахування кліматичних умов та транспортного навантаження під час проектування конструкції дорожнього одягу» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 13.

Олег Веретельников із доповіддю «Дослідження стану естакад на автомобільних дорогах М-05 і М-06 геодезичними методами» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 13.

Тарас Мороз із доповіддю «Аналізування методів вимірювання зчипних властивостей поверхні дорожнього покриття» за тематичним напрямком «Сучасні матеріали та технології для відновлення дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 12.

Олександра Пономаренко із доповіддю «Сучасна практика ціноутворення в дорожньому господарстві» за тематичним напрямком «Економічні дослідження в дорожній галузі», загальна кількість балів – 12.

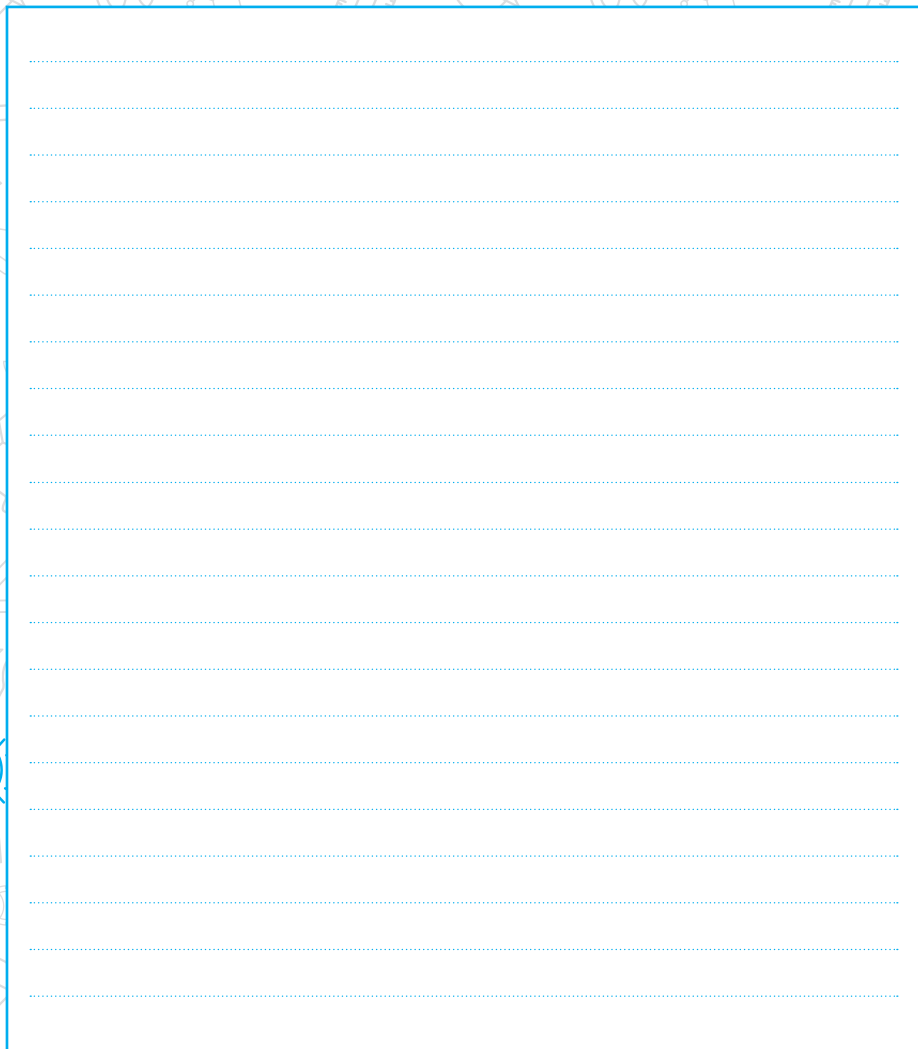
Максим Лихошвай із доповіддю «Технологія захисту навколишнього середовища при виготовленні асфальтобетонних сумішей, модифікованих полімерами» за тематичним напрямком «Шляхи вирішення екологічних проблем для розвитку дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 12.

Юрій Гонтар із доповіддю «Дослідження експлуатаційних властивостей технологічних машин за допомогою випробувальних циклів» за тематичним напрямком «Шляхи вирішення екологічних проблем для розвитку дорожньої інфраструктури», загальна кількість балів – 12.

Любов Ничипорук із доповіддю «Дослідження експлуатаційних властивостей технологічних машин за допомогою випробувальних циклів» за тематичним напрямком «Технології захисту навколишнього середовища при використанні протиюжеледних матеріалів на автомобільних дорогах», загальна кількість балів – 12.

Троє доповідачів, що отримали найвищі бали в результаті голосування, були нагороджені іменними дипломами та сертифікатами на безкоштовну участь у виїзних науково-практичних заходах, організованих ДП «ДерждорНД» та Агентством відновлення (3 будь-які заходи – для I місця, 2 будь-які заходи – для II місця та 1 будь-який захід – для III місця).

ДЛЯ НОТАТОК

A large rectangular area with horizontal dotted lines for taking notes. The area is framed by a solid blue border. The background of the entire page is a light gray pattern of various educational icons, including light bulbs, books, calculators, and graduation caps. The title 'ДЛЯ НОТАТОК' is written in a bold, black, sans-serif font at the top left of the page.