

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ХАРКІВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

Збірник наукових праць

85-ї міжнародної наукової конференції студентів університету

10-14 квітня 2023 року



Харків 2023

*Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Секція
«Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»
Збірник наукових праць
85-ї міжнародної наукової конференції студентів університету
10-14 квітня 2023 року*

Харків 2023

Редакційна колегія

Р.В. Смоляннюк — к.т.н., доцент кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Біруля

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

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

Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг» Збірник наукових праць 85-ї міжнародної наукової конференції студентів університету (10-14 квітня 2023 року)/ ХНАДУ. Харків, 2023. – 151 с.

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

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

ЗМІСТ

<i>Адамович А.П., Ткаченко І.В.</i> Особливості вертикального планування вулично-дорожньої мережі населених пунктів з використанням геоінформаційної системи.....	7
<i>Бахтін О.О., Тетера В.С.</i> Застосування гумової крихти в асфальтобетонних сумішах.....	10
<i>Бережной Д.С., Костін Д.Ю.</i> Перспективні напрямки застосування старого подрібненого цементобетону	13
<i>Вітвіцький І.</i> Особливості технології ущільнення матеріалів в шарах дорожніх покриттів.....	16
<i>Голік О.В., Ільченко В.В.</i> Особливості відновлення автомобільних доріг, що зазнали пошкоджень внаслідок військової агресії.....	19
<i>Демчук Ю.Я., Сідун Ю.В.</i> Комплексне дослідження феноло-крезоло-формальдегідної смоли як модифікатора дорожнього нафтового бітуму.	22
<i>Дем'янова О., доц. Литвиненко Т.</i> Аналіз заходів із забезпечення безбар'єрності вулично-дорожнього простору.....	27
<i>Жебженяк О.В., Сєдов А.В.</i> Використання комплексних протижелезних матеріалів для боротьби із зимовою слизькістю на автомобільних дорогах.....	30
<i>Завгородній Д.О., Арінушкіна О.О.</i> Огляд технології ліквідації ямковості, на дорожній мережі загального користування, які утворилися в результаті військових дій.....	35
<i>Карюк А.М., Дядюра С.М.</i> Прогнозування температурного режиму експлуатації автомобільних доріг на території України.....	39
<i>Кондратьєв Н.С., Кіяшко І.В.</i> Актуальні напрямки розвитку інтелектуальних транспортних систем.....	42
<i>Кузуб Д.С., Сєдов А.В.</i> Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на зносостійкість дорожнього покриття.....	47
<i>Кулик І., Фоменко О.О.</i> Дослідження властивостей зологрунтових сумішей, оброблених бітумом.....	52

<i>Лисак П.М., Арінушкіна О.О.</i> Огляд методів визначення зсувостійкості асфальтобетонів.....	55
<i>Лисенко Д.О., Арінушкіна Н.С.</i> Застосування нових технічних засобів організації дорожнього руху на автомобільних дорогах.....	59
<i>Мезенцев О.П.</i> Аналіз причин та наслідків невиконання договірних взаємовідносин в системі «Замовник-Підрядник».....	62
<i>Мірошниченко В.О., Кіяшко І.В.</i> Сучасний підхід щодо оцінки дефектності дорожніх одягів.....	66
<i>Мосійчук С.О., Арінушкіна Н.С.</i> Підвищення безпеки руху на ділянках з високою ймовірністю ДТП.....	71
<i>Mohamed Elgandour, Tetyana Lytvynenko</i> Principles of settlements street and road network formation in Egypt.....	74
<i>Мохнач А., Тетера В.С.</i> Використання енергозберігаючих технологій для приготування асфальтобетонних сумішей.....	77
<i>Онуфрієв В.Є., Фоменко О.О.</i> Технологічні аспекти будівництва шарів дорожнього одягу з ґрунтів, зміцнених цементом.....	82
<i>Помазан Д.К.</i> Формування собівартості робіт в дорожньому господарстві.....	85
<i>Пошукайло В.А., Смолянюк Р.В.</i> Методи вдосконалення систем відео діагностики автомобільних доріг.....	89
<i>Притула О.О., Ярещенко Н.В.</i> Оцінка транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг.....	93
<i>Рогузко В.В., Смолянюк Р.В.</i> Технічні засоби для виявлення дефектів дорожніх покриттів.....	96
<i>Середа А.І., Догадайло Я.В.</i> Вибір форми державно-приватного партнерства для організацій дорожнього господарства в умовах сталого розвитку суспільства.....	100
<i>Скурковський В.В., Костін Д.Ю.</i> Використання відходів гірничо-збагачувальних комбінатів в дорожньому будівництві.....	104
<i>Смольянинова В.Р., Костін Д.Ю.</i> Систематизація і узагальнення інформації, щодо методів визначення коефіцієнта Пуассона і коефіцієнтів поперечної деформації.....	107

<i>Собко В.Є., Аринушкіна Н.С. Методи контролювання нанесення дорожньої розмітки.....</i>	113
<i>Терещенко В., Фоменко О.О. Особливості застосування армогрунтових стін на мережі автомобільних доріг.....</i>	116
<i>Хабші О. Сучасні методи оцінки шорсткості дорожніх покриттів</i>	120
<i>Хмарський О.В., Грищенко Т.М. Армування нежорстких дорожніх одягів геосинтетичними сітками</i>	124
<i>Хоміч О.М., Кіяшко І.В. Нововведення щодо послідовності та правил призначення ремонтних заходів.....</i>	131
<i>Чеботаєв О.І., Грищенко Т.М. Аналіз існуючих методів ремонту тріщин в дорожніх покриттях.....</i>	135
<i>Чмельов І.С., Грищенко Т.М. Капітальний ремонт земляного полотна із застосуванням геосинтетичних матеріалів</i>	140
<i>Черкасов І. Використання морозостійких полімербетонних сумішей для ремонту штучних споруд при експлуатації автомобільної дороги.....</i>	146

ОСОБЛИВОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

*Адамович А.П, ст. групи 301-БАп,
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Ткаченко І.В., к.т.н., доцент
ab.Tkachenko_IV@nupp.edu.ua
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

Розробка схеми вертикального планування відповідно до нормативних вимог є складним завданням [1-3]. В цьому дослідженні проаналізуємо загальні принципи візуалізації схеми вертикального планування, маючи на меті показати можливість інженерних розрахунків за допомогою QGIS. QGIS – це зручна географічна інформаційна система (ГІС) з відкритим кодом, що розповсюджується на умовах GNU General Public License. QGIS є проектом Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) [4].

Для розроблення схеми вертикального планування необхідно виконати наступні завдання в QGIS:

1. Перевірити коректність геометрій та за потреби виправити їх;
2. Злити геометрії осей в одну мультілінію;
3. Розділити отриману мультілінію на сегменти між перехрестями за допомогою інструменту «Split lines with lines», де вхідним шаром буде мультілінія з п.2, а шаром, що розділяє – початкові осі вулиць;
4. Для отримання висотних точок на перехрестях необхідно застосувати до розділеного в п.3 шару інструмент «Lines intersections»;
5. Отриманим точкам призначити Z-координату з растру ЦМР за допомогою інструменту «Drape»;
6. Точкам із координатою Z додати атрибутивне поле Z-black, тип даних – real) і обчислити в ньому значення висоти виразом `round(z($geometry),1)`;
7. Наступним кроком видалити із шару точок всі об'єкти, де значення Z-координати дорівнює 0 (через те, що вони не перетнулись із растром ЦМР);
8. Назвати шар точок `h_perehr` (рис.1);
9. Розділити мультілінію з п.2 на відрізки визначеної довжини (наприклад, 25 м) за допомогою «Split lines by maximum length»;
10. Отриманому шару відрізків призначити Z-координату з растру ЦМР за допомогою інструменту «Drape»;
11. Лініям із координатою Z додати атрибутивні поля `z_start_black` (тип даних – real, вираз для обчислення `round(z(start_point($geometry)),1)`) та `z_end_black` (тип даних – real, вираз для обчислення `round(z(end_point($geometry)),1)`);
12. Видалити із шару ліній всі об'єкти, де значення Z-координати дорівнює 0 (через те, що вони не перетнулись із растром ЦМР). Це можна зробити із виразом «`z_start_black`»=0 OR «`z_end_black`»=0.
13. Назвати шар ліній `h_lines`.

14. Після того, як ми отримали точки та лінії з висотами, отриманими із оригінального растру ЦМР, над шарами *h_perehr* та *h_lines* потрібно повторити дії з пунктів 5-13, але значення висоти обчислювати із растру «проектної» ЦМР. Цього разу значення висоти потрібно записувати в нові поля *z_red*, *z_start_red*, *z_end_red* відповідно.

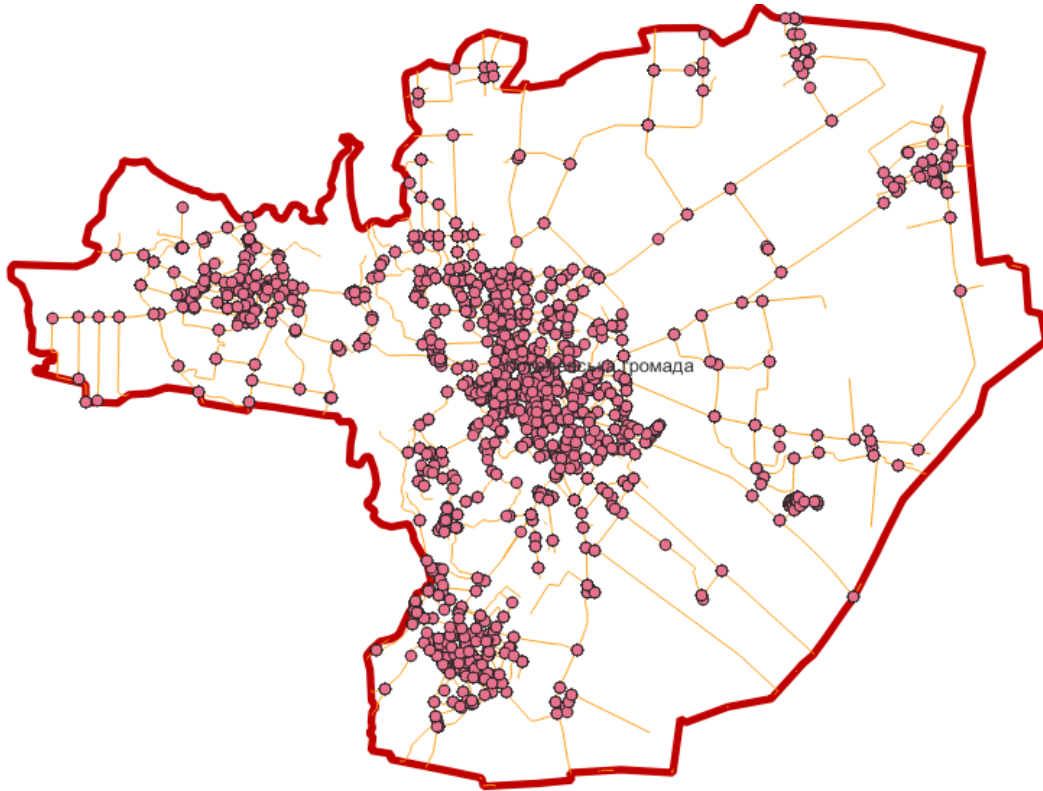


Рисунок 1 – Точки на перехрестях

Візуалізуємо отримані результати, налаштовуючи стилі (рис. 2).

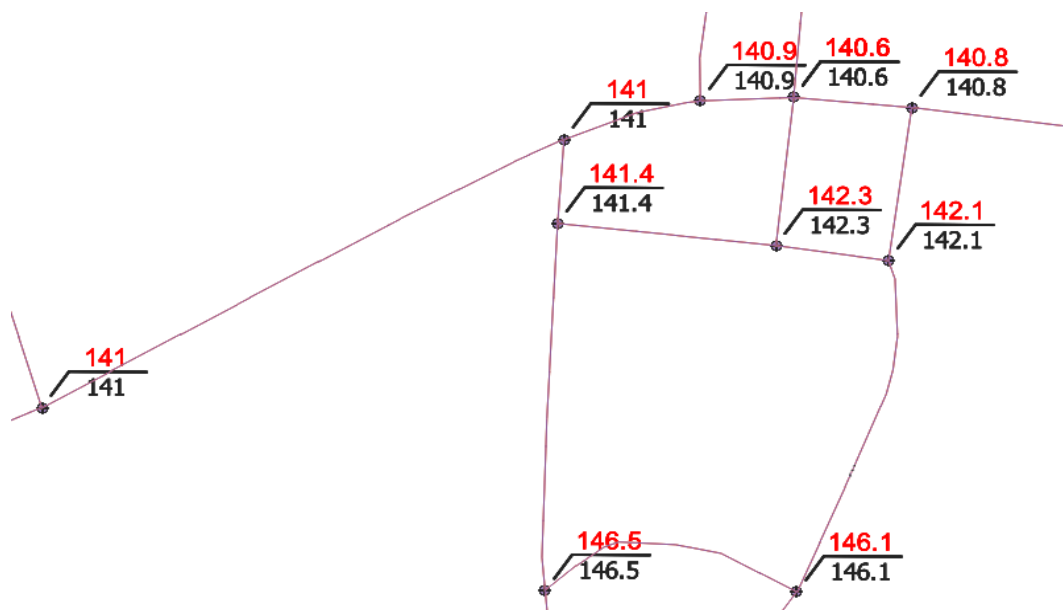


Рисунок 2 – Виведення підписів існуючої та проекції висоти на перехрестях осей вулиць

ЗАСТОСУВАННЯ ГУМОВОЇ КРИХТИ В АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШАХ

*Бахтін О.О., ст. групи Д-36т1-20,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Тетера В.С., асистент
v1470@ukr.net
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Зношена гума являється забруднювачем довготривалої дії на оточуюче середовище внаслідок високої стійкості до дії різноманітних факторів. Зношені шини є одними з багатотонажних полімерних відходів: щорічно лише в країнах Європи утворюється понад 300 мільйонів штук [1]. Тому проблема переробки знощеної автомобільної гуми має велике екологічне та економічне значення в усіх розвинених країнах.

На прикладі застосування гумової крихти візьмемо щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА). Щебенево-мастикові асфальтобетонні суміші (ЩМАС) знаходять все більш широке застосування в більшості країн світу при влаштуванні верхніх шарів дорожніх і аеродромних покриттів, забезпечуючи стійкі показники міцності, рівності, шорсткості та зчеплення в процесі експлуатації, у тому числі в умовах інтенсивного та великовантажного руху транспортних засобів.

Згідно нормам [2] щебенево-мастикові асфальтобетонні суміші – це суміші мінеральних матеріалів (щебеню, піску і мінерального порошку), стабілізуючої добавки та бітуму, віддозованих в заданих співвідношеннях і перемішаних в нагрітому стані.

На відміну від асфальтобетонних сумішей типу А за ДСТУ Б В.2.7-119 [3], що містять від 45 до 55 % щебеню, в ЩМА його обсяг досягає 60-80 %.

Щебенево-мастикові асфальтобетонні суміші і щебенево-мастиковий асфальтобетон в залежності від максимального розміру щебеню поділяють на такі види [4]:

- ЩМА-40 – з максимальним розміром зерен 40 мм;
- ЩМА-20 – з максимальним розміром зерен 20 мм;
- ЩМА-15 – з максимальним розміром зерен 15 мм;
- ЩМА-10 – з максимальним розміром зерен 10 мм;
- ЩМА-5 – з максимальним розміром зерен 5 мм.

Незважаючи на більш ніж піввікову історію, щебенево-мастичний асфальтобетон залишається найпрогресивнішим і затребуваним матеріалом для ремонту доріг з асфальтобетонним покриттям.

Стабілізуюча (структуруюча) дія добавок проявляється у вигляді їх здатності гомогенізувати гарячі асфальтобетонні суміші, що випускаються, тобто перешкоджати стіканню бітумного в'язучого. Вид і властивості добавок (рис. 1) мають велике значення для забезпечення необхідного вмісту в'язучого і підвищення якості суміші.

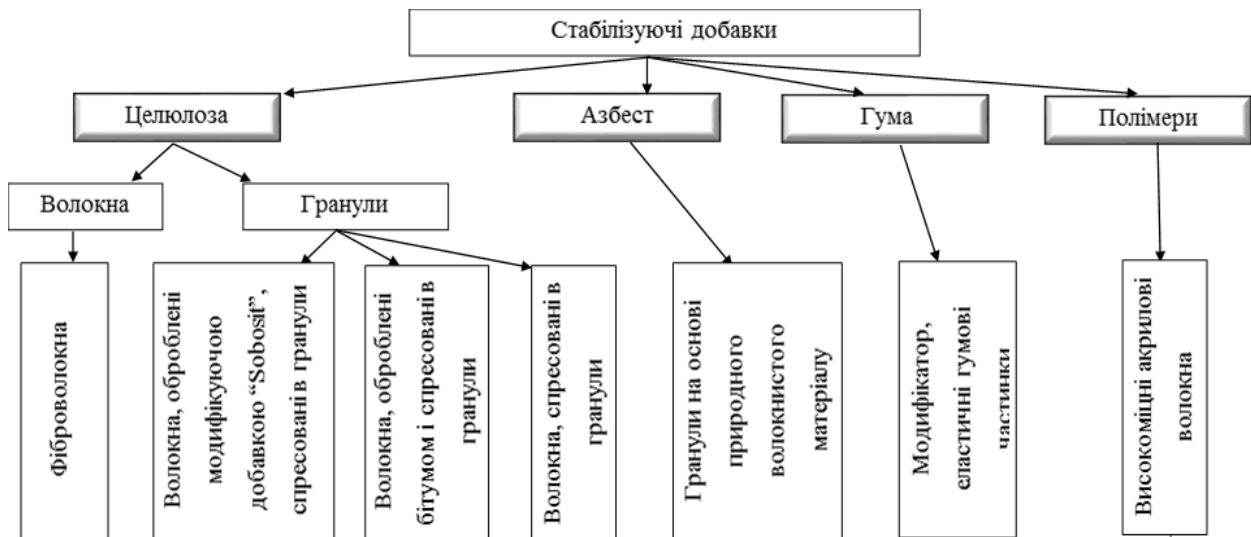


Рисунок 1– Класифікація стабілізуючих добавок для ЦМА

Гарячі щебенево-мастикові асфальтобетонні суміші виготовляються на звичайних асфальтобетонних заводах, обладнаних змішувачами примусового перемішування, шляхом змішування у нагрітому стані щебеню, піску з відсівів дроблення з додаванням стабілізуючих добавок, мінерального порошку, бітуму або бітуму-полімерного в'язучого. У разі відсутності необхідного обладнання для додаткового дозування і введення стабілізуючої добавки в суміш, що готують, необхідно обладнати відповідними пристроями асфальтозмішувачу установку.

Стабілізуючу гранульовану добавку рекомендується вводити в мішалку сучасної асфальтозмішувачу установки на розігрітий кам'яний матеріал перед подачею або разом з мінеральним порошком, передбачаючи «сухе» перемішування в змішувачах циклічної дії протягом 10-20 сек.

Технологічний процес приготування суміші в змішувачах періодичної дії включає наступні основні операції:

- підготовка мінеральних матеріалів (подача і попереднє дозування, висушування і нагрівання до необхідної температури) і пофракційне дозування їх у змішувач;
- подача холодного мінерального порошку і стабілізуючої добавки через дозатор у змішувач;
- підготовка бітуму (розігрівання, випарювання вологи, яка в ньому міститься, й нагрівання до робочої температури, у необхідних випадках введення поверхнево-активних речовин та інших модифікуючих добавок, дозування перед подачею в змішувач);
- «сухе» перемішування гарячих мінеральних матеріалів з холодним мінеральним порошком і стабілізуючою добавкою;
- перемішування мінеральних матеріалів з бітумом і вивантаження готової асфальтобетонної суміші в накопичувальний бункер або автомобілі-самоскиди.

Основна мета застосування стабілізуючих добавок полягає в підвищенні товщини бітумних плівок, які забезпечують присутність вільного (об'ємного)

бітуму і однорідності ЩМАС. Спочатку як стабілізуючі добавки переважно використовували азбест і гумову крихту, що дозволяло вводити в ЩМА до 7 % бітуму. Потім по техніко-економічним, технологічним, екологічним та іншим міркуванням коло стабілізуючих добавок було розширено. У ході експериментальних робіт встановлено, що добавки целюлозних, полімерних і мінеральних волокон, термопластів і похідних кремeneвої кислоти так само здатні в тій чи іншій мірі утримувати великий обсяг бітуму в суміші і забезпечувати стійкість до розшаровування. Слід зазначити, що пошук ефективних стабілізуючих добавок у ЩМА триває і зараз.

Отже, висновок, щодо теми "Застосування гумової крихти в асфальтобетонних сумішах" полягає у тому, що використання гумової крихти може покращити фізико-механічні властивості асфальтобетонних сумішей, знизити шумове навантаження та зменшити викиди шкідливих речовин. Однак, для досягнення оптимальних результатів, необхідно дотримуватися правильної концентрації та розміру гумової крихти. Використання гумової крихти може бути екологічно обґрунтованим, оскільки вона може бути виготовлена з відходів шин, тим самим зменшуючи кількість відходів та сприяючи збереженню природних ресурсів. В цілому, застосування гумової крихти в асфальтобетонних сумішах є перспективним напрямом для покращення якості дорожнього покриття та зменшення його витратності та негативного впливу на довкілля.

Література

1. Лунева Г.И. Старые шины – и опасный и полезный вид отходов // Рециклинг отходов. – 2008. – № 1 (13), – С. 2-10.
2. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань: – [Чинний від 2017 – 04 – 01]. – К.: Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості, 2017. – 71 с. – (Державний стандарт України).
3. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний: ДСТУ Б В.2.7-119-2011. – [Чинний від 2012-10-01]. – К. : Держбуд України, 2011. – 44 с. – (Державний стандарт України).
4. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебеневомасикові. Технічні умови. – Чинний від 01.04.2016.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ СТАРОГО ПОДРІБНЕНОГО ЦЕМЕНТОБЕТОНУ

*Бережной Д.С., ст. групи Д-41-19,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Костін Д.Ю., к.т.н. доцент
dmitric2008@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Цементобетон відносять до дорожньо-будівельних матеріалів, придатних для ресайклінгу, у зв'язку з чим у світовій практиці дорожнього будівництва технології їх переробки, а також технології застосування отриманих регенерованих дисперсних матеріалів відносять до вискоєфективних ресурсозберігаючих технологій.

Сучасним методом контрольованої деструктуризації цементобетонних покриттів є віброрезонансне руйнування з застосуванням низькоамплітудного високочастотного бетонолому. В Україні застосування цієї технології та вимоги до проектування дорожніх одягів з використанням шару дефрагментованого бетону в конструкціях нежорсткого типу [1-3]. Переваги цієї технології слід віднести відсутність витрат на транспортування та переробку видаленого матеріалу, а також стислі строки виконання робіт. Одним з обмежень для застосування технології є недостатня несна здатність ґрунтів земляного полотна.

ПЦБ може бути використано індивідуально або в суміші з новими мінеральними матеріалами при влаштуванні неукріплених та укріплених шарів дорожнього одягу за умов відповідності вимогам до матеріалу одного з видів:

Для отримання подрібненого цементобетону (ПЦБ) у вигляді матеріалів стандартних фракцій здійснюють дроблення цементобетонного покриття з наступним сортуванням уламків на стандартному подрібнювально-сортувальному обладнанні з використанням ланки дробарок різного типу; для видалення металевих включень додатково застосовують залізovidділювачі. Цей метод дозволяє отримувати кондиційні матеріали, які можуть бути застосовані в різних конструкціях та в різних шарах дорожнього одягу. До переваг методу слід віднести також можливість використання в шарах дорожнього одягу ПЦБ з різних вихідних ресурсів, зокрема матеріалів механічної переробки плит покриття аеродромного одягу, плит прогонових будов мостів, елементів та виробів з важких конструкційних бетонів. Обов'язковим є підтвердження екологічної придатності ПЦБ для будівництва автомобільних доріг.

– піску з відсівів ПЦБ, вимоги до якого встановлені з урахуванням стандартної класифікації за групами піску: середній, крупний, підвищеної крупності; вимоги до зернового складу встановлено окремо у зв'язку з можливістю утворення в піску підвищеної крупності фракції зерен з розміром понад 5 мм у кількості до 20 % за масою, а також у зв'язку з наявністю у фракції розміром менше ніж 0,05 мм пилу подрібнення цементного каменю;

- щебеню з подрібненого цементобетону, вимоги до якого встановлені відповідно до положень чинних стандартів; додатково встановлено вимоги до водопоглинання (не вище ніж 6 % за масою);

- сумішей, укріплених цементом, вимоги до яких встановлено з урахуванням чинних вимог до матеріалів різних марок залежно від вмісту (наявності) щебеневої або дрібнозернистої фракцій ПЦБ;

- сумішей для шарів основ дорожнього одягу (з застосуванням щебеню та/або піску з ПЦБ), вимоги до яких встановлено відповідно до чинного стандарту;

- маломіцних матеріалів подрібненого цементобетону, укріплених цементом, вимоги до яких встановлено за марками залежно від вмісту (наявності) щебеневої або дрібнозернистої фракцій ПЦБ;

- маломіцних матеріалів подрібненого цементобетону, які відносять до маломіцних матеріалів.

Актуальність впровадження технологій переробки та повторного застосування цементобетону в дорожній галузі України зумовлено наявністю понад 2000 км доріг з цементобетонним покриттям, у тому числі таких, що потребують капітального ремонту або реконструкції. Існують два основні технологічні напрямки:

- багатостадійна механічна переробка матеріалу з використанням подрібнювально-сортувального обладнання.

- контрольована деструктуризація покриття без виймання матеріалу з подальшим використанням шару дефрагментованого бетону в конструкції дорожнього одягу;

Маломіцні матеріали ПЦБ можуть бути використані за результатами випробувань як техногенні ґрунти.

Матеріали крупнозернистих фракцій ПЦБ містять залишкову розчинову складову, яка характеризується меншою міцністю, підвищеними пористістю та водопоглинанням у порівнянні з кам'яними матеріалами, та кількість якої залежить від технології механічної переробки бетону. Для опрацювання технологічних параметрів процесу виготовлення крупнозернистих фракцій ПЦБ з мінімально можливим вмістом розчинової складової доцільно впровадити методику її кількісного визначення.

При проектуванні та будівництві неукріплених шарів основи дорожнього одягу з використанням матеріалів ПЦБ слід ураховувати ймовірність підвищеної, у порівнянні з стандартними кам'яними матеріалами, адсорбції (утримування) води в шарі матеріалу, а також підвищену чутливість розрахункових характеристик матеріалу шару до технологічних параметрів процесу ущільнювання у зв'язку з підвищеною здатністю ПЦБ до зміни гранулометричного складу при ущільнюванні.

При проектуванні дорожніх одягів з передбачуваним використанням ПЦБ, а також при підборі складу матеріалів слід враховувати наступні особливості:

- здатність неукріплених матеріалів ПЦБ до утворення карбонатних осадів, що накладає певні обмеження на використання таких матеріалів у дренажних конструкціях та дренавальних шарах;

- наявність залишкових клінкерних матеріалів у складі розчинової складової, що приводить до поступового часткового цементування неукріплених матеріалів ПЦБ;
- підвищені, у порівнянні з стандартними кам'яними матеріалами, значення вологості, необхідні для досягнення максимальної щільності.



Рисунок 1 – Подрібнення цементобетону

У зв'язку з військовою агресією РФ в Україні, нажалі зруйновано багато об'єктів цивільної і транспортної інфраструктури, в результаті чого пошкоджено та зруйновано багато бетонних споруд. Тому використання саме таких матеріалів сьогодні є актуальним питанням, як для будівництва тимчасових проїздів, так і відновлення мережі автомобільних доріг.

Література.

1. Chesner, W.H. User Guidelines for Waste and Byproduct Materials in Pavement Construction. Режим доступу: <http://www.fhwa.dot.gov> – Заголовок з екрану
2. Stroup-Gardiner, M. Recycled Materials and Byproducts in Highway Applications. Vol. 6: Reclaimed Asphalt Pavement, Recycled Concrete Aggregate, and Construction Demolition Waste.
3. Edil, T.B. Final Report 2012-35 on Research Project “Recycled Unbound Materials” [Електронний ресурс] // T.B. Edil Office of Policy Analysis, Research & Innovation, Minnesota Department of Transportation. – November 2012. – 340 Р. – Режим доступу: <http://www.fhwa.dot.gov> – Заголовок з екрану.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ УЩІЛЬНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ В ШАРАХ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Вітвіцький І., ст. групи Д-41-19

d119vik@stud.khadi.kharkov.ua

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Будівництво дорожніх покриттів з гарячих асфальтобетонних сумішей ведеться комплектом машин, що складається з асфальтоукладача і ущільнюючих машин, параметри яких залежать від заданої продуктивності будівництва, умов виконання робіт і матеріалу, що застосовується. З урахуванням поточного методу будівництва дорожніх покриттів з гарячих сумішей ефективність роботи комплекту машин залежить від результатів спільної роботи, при якій кожна машина (асфальтоукладач, каток) виконує свої функції в заданих температурних інтервалах і створює фронт роботи для інших машин [1].

Формування загону дорожніх котків, організація і технологія їх роботи передбачають наявність трьох типів котків (статичного, вібраційного, комбінованого, пневматичного або осциляційного впливу) для, відповідно, початкового, проміжного і заключного етапів ущільнення. Вплив застосовуваних котків на суміш зазвичай оцінюється їх масою. Цим принципом в даний час керується більшість підрядників, що не завжди є правильним. Проектування організації технологічного процесу ущільнення гарячих асфальтобетонних сумішей рекомендується виконувати по блок-схемі (рис. 1).



Рисунок 1 – Блок-схема проектування складу дорожніх котків

Механізований загін формується відповідно до рекомендованих температурних інтервалів ущільнення гарячих асфальтобетонних сумішей (табл. 1).

Таблиця 1 – Необхідна температура асфальтобетонної суміші при влаштуванні покриття

Тип асфальто-бетонної суміші	Рекомендована температура ущільнення, °C		Рациональний температурний режим ущільнення шару на різних етапах, °C		
	початкова	критична	попередній	проміжний	заключний
А	140-160	75-80	від 140-145 До 120-125	від 120-125 До 95-100	від 95-100 до 75-80
Б	120-140	70-75	від 125-130 до 105-110	від 105-110 до 85-90	від 85-90 до 70-75
В	110-130	60-65	від 115-120 до 100-105	Від 100-105 до 80-85	від 80-85 до 60-65
Г	120-140	70-75	від 125-130 до 105-110	від 105-110 до 80-90	від 85-90 до 70-75
Д	100-120	60-65	від 105-110 до 85-90	від 85-90 до 70-75	від 70-75 до 60-65

Підбір котків для ущільнення суміші підрозділяється на наступні етапи:

1 Ущільнююча здатність першого котка підбирається з урахуванням частоти коливань віброплити асфальтоукладача.

2 Наступні котки підбираються на підставі рекомендованих температурних режимів суміші і відповідно до необхідної ущільнюючої здатності котків, які для асфальтобетонних сумішей на бітумі БНД 60/90 залежать від товщини шару (h , см.), коефіцієнта ущільнення суміші (K_y) і її температури (T , °C):

– в статичному режимі роботи:

$$p_k^s = 39,4521h^{0,45744}K_y^{1,38529}T^{-0,6776}, \quad (1)$$

– в динамічному режимі роботи:

$$p_k^d = 38,5623h^{0,31344}K_y^{1,38294}T^{-0,6736}. \quad (2)$$

Показники ущільнюючої здатності котків не завжди відповідають межі міцності суміші. Роботи з укладання гарячої асфальтобетонної суміші, товщиною 4 см, 5 см і 6 см не рекомендується виконувати з частотою коливань віброплити

асфальтоукладача $\gamma = 3000$ кол/хв, так як ущільнююча здатність котків після проходу асфальтоукладача перевищує межу міцності суміші в покритті.

При укладанні суміші товщиною 4-6 см асфальтоукладачем з частотою коливань віброплити $\gamma = 2500$ кол/хв рекомендується застосування котків в динамічному режимі роботи в інтервалі температур 135-100 °С.

При ущільненні суміші в статичному режимі раціональний інтервал температури становить: для шару 4 см – 115-100°С, для шару 5-6 см – 110-100 °С.

Початкова швидкість ущільнення для всіх котків повинна бути в межах 1,5-2 км/год, після 4-6 проходів її збільшують до: 3-5 км/год – для гладковальцових статичних котків, до 2-3 км / год – для вібраційних котків, до 5-8 км/год – для котків на пневмошинах.

Кількість проходів котків призначається з урахуванням швидкості їх руху і темпом охолодження суміші:

1 Початковий етап. При швидкості котка 1,5 км/год 100 м покриття коток пройде за 4 хв. До температури 105°С суміш охолоне за 15 хв. Отримуємо: $15/4 = 4$ проходи по сліду.

2 Проміжний етап. При швидкості ущільнення 2 км год 100 м покриття коток пройде за 3 хв. До температури 85 °С суміш охолоне за 30 хв., що становить 15 хв роботи. Отримуємо: $15/3 = 4-6$ проходів по сліду.

3. Заключний етап. При швидкості ущільнення 2 км/год 100 м покриття коток пройде за 3 хв. До температури 70 °С суміш охолоне за 55-60 хв, що складає 25-30 хв. роботи. Отримуємо: $25-30 / 3 = 8-10$ проходів по сліду.

Література

1. Зубков А.Ф Технологія будівництва асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг. веб-сайт. URL: BA%D0%B8%D0%B9&rlz=1C1AWFC_enUA876UA876&oq=&aqs=chrome.6.35i39j69i59j0i67l3j0i67i131i433j69i59j69i61.8832j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

2. Зубков А.Ф. Аналіз методів розробки технологічних процесів ущільнення дорожніх покриттів із гарячих асфальтобетонних сумішей. Веб-сайт. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-metodov-razrabotki-tehnologicheskikh-protsessov-uplotneniya-dorozhnyh-pokrytiy-iz-goryachih-asfaltobetonnyh-sme-sey/viewer>

ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, ЩО ЗАЗНАЛИ ПОШКОДЖЕНЬ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ

Голік О.В., ст. гр. 501-БА

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
науковий керівник – Ільченко В.В., к.т.н., доцент

znpbud@gmail.com

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Загальна протяжність мережі автомобільних доріг загального користування України становить майже 169,6 тис.км, серед яких 52 тис.км доріг мають статус державного значення та 117,6 тис.км – місцевого значення (відповідно 31 % та 69 % від загальної протяжності доріг).

Внаслідок російської військової агресії в Україні пошкоджено близько 25 тис км автомобільних доріг загального користування (15% від загальної протяжності доріг), серед яких 9 тис. км доріг мають статус державного значення та 16 тис. км – місцевого значення [1]. Найбільше пошкоджень та руйнувань зазнали об'єкти дорожньої інфраструктури на територіях, що перебували чи перебувають в зоні активних бойових дій; локальні пошкодження та руйнування мають об'єкти на територіях поза зоною бойових дій, що зазнали ракетно-бомбових ударів; наразі не відомим є стан об'єктів дорожньої інфраструктури на тимчасово окупованих територіях.

Пошкодження та руйнування автомобільних доріг внаслідок військової агресії можна умовно розділити на три ступені складності:

- слабкий – пошкодження верхніх шарів покриття дорожнього одягу, що можуть виникати внаслідок руху важкої військової техніки та вибухів невеликої потужності (рис. 1а);

- середній – пошкодження та/або руйнування всіх шарів покриття та верхніх шарів основи дорожнього одягу, що можуть виникати внаслідок локальних вибухів великої потужності (рис. 1б);

- сильний – руйнування всієї конструкції дорожнього одягу з можливим пошкодженням земляного полотна чи конструкцій штучних споруд внаслідок множинних вибухів великої потужності (рис. 1в).

За орієнтовними підрахунками Держагентства відновлення та розвитку інфраструктури України усереднена вартість капітального ремонту одного кілометра автомобільної дороги першої категорії становить 60 млн.грн, другої – 30 млн.грн, третьої – 25 млн. грн, четвертої – 15 млн. грн (в цінах 2020 року) [2]. Структура вартості дорожніх робіт залежить як від категорії дороги, так і ряду інших факторів, але загалом має таку структуру: вартість матеріалів, виробів та конструкцій – 60 %, вартість експлуатації дорожніх машин і механізмів – 20 %, заробітна плата – 10 %, інші витрати – 10 %.

Загальна вартість робіт з відновлення мережі автомобільних доріг загального користування, що зазнали пошкоджень внаслідок військової агресії, за орієнтовними підрахунками Держагентства становить близько 1 млрд. грн [1].

а)



б)



в)



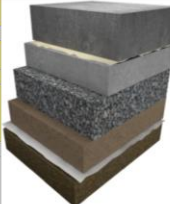
а) слабкий; б) середній; в) сильний

Рисунок 1 – Ступені пошкодження та руйнування автомобільних доріг

Зважаючи на значні обсяги та вартість робіт з відновлення мережі автомобільних доріг загального користування в повоєнний період, при плануванні дорожніх робіт варто застосовувати альбом типових конструкції дорожнього одягу [3], які розроблено для ремонту доріг різних категорій залежно від ступенів пошкодження та руйнування (див. на рис. 2) згідно діючих нормативних вимог на проектування нежорстких та жорстких дорожніх одягів [4-6].

а)

ВАРІАНТ 4

СЛАБКИЙ		СТУПІНЬ РУЙНУВАННЯ		СИЛЬНИЙ		3D-вигляд конструкції
Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	
ЛЕМС Б-2-1	3	Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В35; F200; W8	26	Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В35; F200; W8	26	
Ліквідація відколів та герметизація тріщин в цементно-бетонному покритті		Плівка поліетиленова	-	Плівка поліетиленова	-	
		Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В35; F200; W8	18	Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В35; F200; W8	18	
		Вирівнюючий шар із щебету С13	-	ЩБС С5	25	
				Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20	
				ГТ.Н.Т-1	-	
				Грунт робочого шару		

Примітка 1. Марку бітуму потрібно уточнювати відповідно до кліматичних умов роботи асфальтобетону

Примітка 2. На заміну бітуму, модифікованого полімером, можна використовувати бітум, модифікований комплексом добавок, з такими ж фізико-технічними показниками.

б)

ВАРІАНТ 1	СЛАБКИЙ		Ступінь руйнування		СИЛЬНИЙ		3D-вигляд конструкції
	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	
	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	
	Вирівнюючий шар із ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	-	Підгрунтовка ЕКШМ-50 - 0,40 л/м²	-	Підгрунтовка ЕКШМ-50 - 0,40 л/м²	-	
	Підгрунтовка ЕКШМ - 50 - 0,40 л/м²	-	АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	10	АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	10	
			Підгрунтовка ЕКШ-50 - 0,40 л/м²	-	Підгрунтовка ЕКШ-50 - 0,40 л/м²	-	
			Асфальтобетон АСГ.Кр. П.А.-Б.НП.БНД 70/100	10	Асфальтобетон АСГ.Кр. П.А.-Б.НП.БНД 70/100	10	
			Підгрунтовка ЕКШ-50 - 1,20 л/м²	-	Підгрунтовка ЕКШ-50 - 1,20 л/м²	-	
			ЩПС.Кр.Ц.М20	15	ЩПС.Кр.Ц.М20	15	
			Вирівнюючий шар із ЩПС.Кр.Ц.М20	-	ЩПС.С5	21	
				ЩПС.С5	21		
				Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20		
				Г.Т.Н.Т-1	-		
				Грунт робочого шару	-		

в)

ВАРІАНТ 1	СЛАБКИЙ		СТУПІНЬ РУЙНУВАННЯ		СИЛЬНИЙ		3D-вигляд конструкції
	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	
	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	5	
	Вирівнюючий шар із ЩМА-20(15). БМПП 50/70-65	-					
	Підгрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-	Підгрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-	Підгрунтовка ЕКШМ-50 – 0,40 л/м²	-	
			АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	12	АБ.Кр.Щ.А1.НП. БМПА 50/70-60	12	
			Підгрунтовка ЕКШ-50 – 1,20 л/м²	-	Підгрунтовка ЕКШ-50 – 1,20 л/м²	-	
			ЩПС.Кр.Ц.М20	17	ЩПС.Кр.Ц.М20	17	
			Вирівнюючий шар із ЩПС.Кр.Ц.М20		ЩПС.С5	21	
					Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20	
				ГТ.Н.Т-1	-		
				Грунт робочого шару	-		

г)

ВАРІАНТ 3

СЛАБКИЙ		Ступінь руйнування		СИЛЬНИЙ		3D-вигляд конструкції	
Матеріал	h, см	Матеріал	h, см	Матеріал	h, см		
ЛЕМС Б-2-1	3	Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В30; F200; W8	26	Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В30; F200; W8	26		
Ліквідація відколів та герметизація тріщин в цементно-бетонному покритті		Плівка поліетиленова	-	Плівка поліетиленова	-		
		Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В30; F200; W8	18	Цементобетон дорожній В _{4,4} ; В30; F200; W8	18		
		Вирівнюючий шар із ЩПС.С13	-	ЩПС.С5	21		
				Пісок щільний природний або з відсівів дроблення гірських порід	20		
				ГТ.Н.Т-1	-		
						Грунт робочого шару	

Примітка 1. Марку бітуму потрібно уточнювати відповідно до кліматичних умов роботи асфальтобетону

Примітка 2. На заміну бітуму, модифікованого полімером, можна використовувати бітум, модифікований комплексом добавок з такими ж фізико-технічними показниками.

а-б) на дорогах I категорії; в-г) на дорогах II категорії
Рисунок 2 – Приклади відновлення різних конструкцій дорожніх одягів [3]

Література

1. Збитки мережі автодоріг від війни наближаються до мільярда. Економічна правда [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua>
2. В "Укравтодорі" розповіли, скільки коштує будівництво 1 кілометра дороги, Економічна правда, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua>
3. Альбом конструкцій дорожнього одягу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bit.ly/albom_KDO
4. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – Київ, 2016.
5. ГБН В.2.3-37641918-559:2019. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування. – Київ, 2019.
6. ГБН В.2.3-37641918-557:2016. Дорожній одяг жорсткий. Проектування. – Київ, 2016.

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ФЕНОЛО-КРЕЗОЛО-ФОРМАЛЬДЕГІДНОЇ СМОЛИ ЯК МОДИФІКАТОРА ДОРОЖНЬОГО НАФТОВОГО БІТУМУ

Демчук Ю.Я., ст. групи БДАД-12,

yuriy_demchuk@ukr.net

Національний університет «Львівська політехніка»

Сідун Ю.В., доц. каф. АДМ,

yurii.v.sidun@lpnu.ua

Національний університет «Львівська політехніка»

Сьогодні традиційні асфальтобетони не спроможні забезпечити в умовах інтенсивного руху автотранспорту необхідні фізико-механічні властивості дорожніх покриттів та їх довговічність. Бітуми мають погану зчеплюваність (адгезію) з більшістю кам'яних матеріалів, що використовуються в дорожньому будівництві. Це є причиною різкого падіння водостійкості асфальтобетону, утворення на покриттях пошкоджень. Тому для покращення зчеплюваності бітуму з кам'яними матеріалами та підвищення водостійкості дорожніх покриттів у в'язуче вводять адгезійні добавки [1-8].

Попередні дослідження [9-13] показали, що додавання феноло-крезоло-формальдегідної смоли (ФіКС-Ф) до нафтових дорожніх бітумів суттєво збільшує такі показники, як адгезію до поверхні скла та щебеню. Також забезпечує повний, незворотний та водостійкий зв'язок між бітумним в'язучим та кам'яним матеріалом.

Тому метою даної роботи було встановлення впливу модифікованого ФіКС-Ф бітуму на фізико-механічні показники асфальтобетону.

Для цього дослідження ми використовували окислений дорожній бітум марки 70/100 (публічне акціонерне товариство "Укртатнафта", Україна). Окислені бітуми широко використовуються в дорожньому будівництві в Україні. Властивості базового бітуму 70/100, що використовувався в цьому дослідженні, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики вихідного бітуму 70/100

Показник	Значення
Пенетрація at 25 °C (дмм)	70
Температура розм'якшення (°C)	46
Дуктильність при 25 °C (см)	63
Адгезія до скла (%)	33
Адгезія до щебеню (бали)	3.0
Температура крихкості за Фраасом (°C)	-18

Для модифікування бітуму використовували феноло-крезоло-формальдегідну смолу (ФіКС-Ф), синтез якої детально описаний в роботах [19-20, 23]. Фізичні властивості смоли подані в Таблиці 2.

Таблиця 2 – Фізичні властивості смоли ФіКС-Ф

Показник	Значення
Зовнішній вигляд (–)	Порошок коричневого кольору
Температура розм'якшення (°C)	110
Вміст вільних фенолів (%)	8–12
Розчинність у кетонах (–)	Розчинна
Стійкість до лугів (–)	Розкладається

Зразки модифікованих бітумів готували шляхом змішування за допомогою змішувача Daihan Scientific HT-50 DX (Daihan Scientific Co., Ltd, Корея). Зразок базового бітуму (650 г) поміщали в металеву ємність і нагрівали до відповідної температури (190 ± 2 °C). Після досягнення зазначеної температури при постійному перемішуванні зразка поступово додавали модифікатор PhCR-F у кількості 1,0 або 2,5 % мас. Перемішування підтримували при фіксованій швидкості обертання 1000 хв^{-1} протягом 60 хвилин для забезпечення рівномірного диспергування модифікатора в бітумному в'язучому.

Зразки вихідного бітуму та бітуму, модифікованого ФіКС-Ф, випробовували наступним загальноприйнятим європейським стандартним методами: пенетрація при 25 °C (EN 1426), температура розм'якшення (EN 1427), дуктильність та еластичність при 25 °C (EN 13398), температура крихкості за Фраасом (EN 12593). Адгезію до поверхні скла оцінювали згідно з українським стандартним методом випробувань ДСТУ 9169:2021, а адгезію до поверхні гравію - згідно з п. 28 стандарту ДСТУ Б В.2.7-89-99. Rolling bottle test виконували згідно (EN 12697-11).

Для підтвердження доцільності використання ФіКС-Ф як модифікатора бітуму було проведено порівняння основних властивостей базового бітуму та бітуму, модифікованого 1,0 та 2,5 мас. % ФіКС-Ф. Зразки бітумів, модифікованих ФіКС-Ф, були отримані при температурі 190 ± 2 °C протягом 60 хвилин. Основні властивості вихідного бітуму та модифікованого бітуму наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 показує, що введення 1.0 мас. % ФіКС-Ф в склад бітуму покращує температуру розм'якшення з 46 до 48 °C і 2.5 мас. % ФіКС-Ф покращує температуру розм'якшення з 46 до 49 °C. Пенетрація зменшується з 70 до 68 дмм при вмісті смоли 1.0 мас. % та від 70 до 60 дмм при вмісті 2.5 мас. % без значної зміни поведінки бітумних в'язучих при низьких температурах (температура крихкості за Фраасом). Однак варто відзначити, що введення в склад бітуму смоли ФіКС-Ф не надає таким модифікованим бітумам еластичності. Цікавою особливістю бітумів, модифікованих ФіКС-Ф є те, що такі модифіковані бітуми, у порівнянні з вихідним бітумом, володіють високою адгезією як з поверхнею скла, так і щебеню.

З вищенаведених даних можна зробити висновок, що бітум в складі якого є 2.5 wt. % of ФіКС-Ф не відповідає вимогам нормативних документів до бітумів, модифікованих полімерними добавками (ДСТУ 9116:2021). Таким чином, можна стверджувати, що досліджувану смолу не варто застосовувати як комплексний модифікатор бітумів, який покращує їх пластичні властивості.

Таблиця 3 – Експлуатаційні характеристики бітумів, модифікованих ФіКС-Ф

Показник	Вихідний бітум	Порівняння характеристик бітумів з вимогами нормативних документів до бітумів, модифікованих адгезійними добавками		Порівняння характеристик бітумів з вимогами нормативних документів до бітумів, модифікованих полімерними добавками	
		Вихідний бітум + 1.0 мас % ФіКС-Ф	Вимоги згідно з СОУ 45.2-00018112-067:2011 ¹	Вихідний бітум + 2.5 мас. % ФіКС-Ф	Вимоги згідно з ДСТУ 9116:2021 ²
Пенетрація at 25 °C (дмм)	70	68	61–90	60	71–100
Температура розм'якшення (°C)	46	48	47–53	49	≥ 55
Дуктильність при 25 °C (см)	63	58	≥ 55	52	≥ 8
Температура крихкості за Фраасом (°C)	–18	–18	≤ –13	–18	≤ –18
Еластичність при 25 °C (%) ³	–	–	Не нормується	–	≥ 55
Адгезія до щебеню (бали)	3.0	5.0	≥ 5.0	5.0	≥ 4.5
Адгезія до скла (%)	33	87	≥ 75	94	≥ 75
Однорідність (–)	–	Однорідний	Не нормується	Однорідний	У БМП не повинно спостерігатися згустків та частинок полімеру

¹ СОУ – Стандарт організації України;² ДСТУ – Державний стандарт України;³ Бітуми не володіють еластичністю.

Однак бітум модифікований with 1.0 мас % ФіКС-Ф відповідає вимогам нормативних документів до бітумів, модифікованих адгезійними добавками. Тобто одержану смолу ФіКС-Ф у невеликих кількостях (1.0 мас %) можна використовувати як адгезійну добавку до бітумних в'язучих матеріалів. Додавання до бітуму 2.5 мас. % ФіКС-Ф у нижченаведених дослідженнях застосовувалися лише для встановлення характеру зміни кількості модифікатора на експлуатаційні властивості.

Також з результатів наведених вище видно, що бітуми, модифіковані невеликою кількістю смоли ФіКС-Ф, відповідають вимогам СОУ. Однак, згадані норми не характеризують в повній мірі поведінку таких модифікованих бітумів. Тому надалі вивчали ряд показників, які дозволять побачити поведінку модифікованого бітуму під час зберігання, транспортування, приготування бітум-мінеральних сумішей.

Представлені результати адгезії (відшарування в кип'ячій воді) також узгоджуються з результатами rolling bottle test (див. рис. 1).

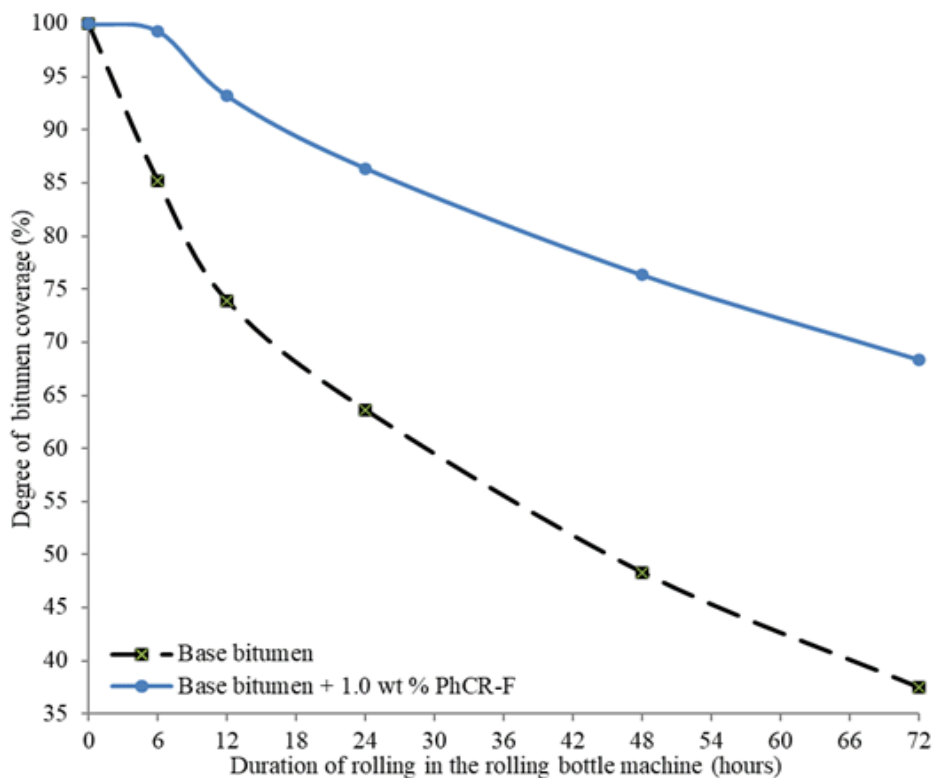


Рисунок 1 – Результати випробувань (rolling bottle test) на бітумно-щебених системах

Можна помітити, що значні зміни в покритті системи бітум - заповнювач були виявлені вже через 6 годин (див. рис. 1). Так, для бітуму, модифікованого 1,0 мас. часткою ФіКС-Ф, ступінь покриття бітуму становить 99 %, а для базового бітуму - 85 %. Збільшення тривалості випробування до 72 годин призводить до значного зниження ступеня бітумного покриття для вихідного бітуму (37 %). Результати того ж методу випробування через 72 години для бітуму, модифікованого 1,0 мас. часткою ФіКС-Ф, показують, що ступінь покриття бітуму становить 68 %. Це свідчить про те, що бітум, який містить смоли ФіКС-Ф, менш схильний до розшарування, тобто має вищу міцність зчеплення в'язучого з заповнювачем (гранітом) порівняно з базовим бітумом.

Висновки

З неосновних рідких продуктів коксування вугілля в оптимальних умовах порівняно недорогим методом отримано фенол-крезол-формальдегідну смолу (ФіКС-Ф). Показано, що нафтові дорожні бітуми, до яких додано 1.0 мас % ФіКС-Ф, за основними технологічними показниками відповідають вимогам українського нормативного документу (СОУ 45.2-00018112-067:2011) до бітумів, які модифіковані адгезійними додатками.

Додавання 1.0 мас % ФіКС-Ф до дорожнього нафтового бітуму збільшує адгезію до скла з 33 % до 87 % та адгезію до мінерального матеріалу з 3 до 5 пунктів. При цьому інші нормативні показники залишаються практично незмінними.

Література

1. Z. Wang, F. Ye, Experimental investigation on aging characteristics of asphalt based on rheological properties, *Constr. Build. Mater.* 231 (2020), 117158, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117158>.
2. H. Zhang, Y. Bai, F. Cheng, Rheological and self-healing properties of asphalt binder containing microcapsules, *Constr. Build. Mater.* 187 (2018), 138-148, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.172>.
3. M. Tausif, S. B. A. Zaidi, N. Ahmad, M. S. Jameel, Influence of natural zeolite and paraffin wax on adhesion strength between bitumen and aggregate, *Civil. Eng. J.* 6(4) (2020), 733-742, <http://dx.doi.org/10.28991/cej-2020-03091505>.
4. Y. Gao, Y. Zhang, F. Gu, T. Xu, H. Wang, Impact of minerals and water on bitumen-mineral adhesion and debonding behaviours using molecular dynamics simulations, *Constr. Build. Mater.* 171 (2018), 214-222, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.136>.
5. M. Paliukaitė, V. Vorobjovas, M. Bulevičius, V. Andrejevas, Evaluation of different test methods for bitumen adhesion properties, *Transport. Res. Proced.* 14 (2016), 724-731, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.339>.
6. C. Oliviero Rossi, B. Teltayev, R. Angelico, Adhesion promoters in bituminous road materials: A review, *Appl. Sci.* 7(5) (2017), 524, <https://doi.org/10.3390/app7050524>.
7. Z. Fan, B. Hong, J. Lin, C. Chen, D. Wang, M. Oeser, Understanding the wetting and water-induced dewetting behaviors of bitumen on rough aggregate surfaces, *Langmuir* 37(11) (2021), 3420-3427, <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.0c03667>.
8. S. B. A. Zaidi, G. D. Airey, J. Grenfell, R. M. Alfaqawi, I. Ahmed, N. Ahmad, M. Haynes, Moisture susceptibility of hydrated lime modified mastics using adhesion test methods and surface free energy techniques, *Int. J. Pav. Eng.* 22(7) (2021), 829-841, <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1648811>.
9. V. Gunka, Y. Demchuk, S. Pyshyev, A. Starovoit, Y. Lypko, The selection of raw materials for the production of road bitumen modified by phenol-cresol-formaldehyde resins, *Pet. Coal* 60 (2018), 1199–1206.
10. Y. Demchuk, I. Sidun, V. Gunka, S. Pyshyev, S. Solodkyy, Effect of Phenol-Cresol-Formaldehyde Resin on Adhesive and Physico-Mechanical Properties of Road Bitumen, *Chem. Technol.* (12) (2018), 456–461. <https://doi.org/10.23939/chcht12.04.456>.
11. V. Gunka, Y. Demchuk, I. Sidun, D. Miroshnichenko, B.B. Nyakuma, S. Pyshyev, Application of phenol-cresol-formaldehyde resin as an adhesion promoter for bitumen and asphalt concrete, *Road Mater. Pavement Des.* (22) (2021), 2906–2918, <https://doi.org/10.1080/14680629.2020.1808518>.
12. Y. Demchuk, V. Gunka, I. Sidun, S. Solodkyy, Comparison of Bitumen Modified by Phenol Formaldehyde Resins Synthesized from Different Raw Materials, In *International Scientific Conference EcoComfort and Current Issues of Civil Engineering*, Springer, Cham. (2020, September), 95-102, https://doi.org/10.1007/978-3-030-57340-9_12.
13. S. Pyshyev, Y. Demchuk, I. Poliuzhyn, V. Kochubei, Obtaining and use adhesive promoters to bitumen from the phenolic fraction of coal tar, *Int. J. Adhes. Adhes.* 118 (2022), 103191, <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2022.103191>.

АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗБАР'ЄРНОСТІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОГО ПРОСТОРУ

Дем'янова О. ст. групи 301-БАН
frenkishtein1312@gmail.com

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
науковий керівник к.т.н., доц. Литвиненко Т.
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Головною задачею функціонування вулично-дорожньої мережі є забезпечення зручного, комфортного та безпечного процесу переміщення транспортних засобів і пішоходів. Через тенденції постійного зростання маломобільних груп населення проблема доступності вулично-дорожньої мережі зараз стоїть особливо гостро та потребує особливої уваги.

Будуючи цивілізоване суспільство, Україна керується загальною стратегічною метою досягнення повної участі людей з інвалідністю в суспільному житті та своєчасному вирішенні всіх питань, пов'язаних з інвалідністю громадян до всіх напрямків державної діяльності. Процес демократизації суспільства України, інтеграційний рух держави до світового та європейського співтовариства залежить наряду від системності й цілісності здобутків у різноманітних напрямках життєдіяльності держави, зокрема у відношенні до осіб, які мають інвалідність.

Згідно з Національною стратегією із утворення безбар'єрного простору в Україні [1], яка направлена на ведучі розробки, спираючись на нормативні документи задля утворення простору без бар'єрів, а саме: Конвенцією прав людей з інвалідністю, Європейській соціальній хартії та інш. повинно бути забезпечено безперешкодне зручне пересування у громадському просторі, основним елементом якого є ВДМ, отримання інформації у найзручніший спосіб.

Цим стратегічним документом передбачено забезпечення фізичної безбар'єрності, що включає: доступність у громадському просторі, споруд та будівель, у транспорті, різних об'єктів інфраструктури для усіх груп суспільства, включаючи людей з інвалідністю, батьків із візочками з дітьми, людей похилого віку, а також людей, котрі мають тимчасові порушення здоров'я та інших маломобільних груп населення (МГН).

Отже, проектування вулично-дорожньої мережі та її елементів повинно здійснюватись, враховуючи потреби маломобільних груп населення задля створення середовища без бар'єрів (на вулицях, переходах, дорогах у будівлях та спорудах автодорожнього сервісу, зупинках, паркувальних місцях та інш.) та бути готовими для адаптації переміщення, аби особи з інвалідністю та інші маломобільні групи населення мали змогу користуватися ними згідно нормативів законодавства. Повинні бути передбачені пандуси, поручні та інше на великій кількості вулиць, які мають складний рельєф (сходи, схили та інш.), встановлені звукові сигнали, покажчики а, також тактильні елементи для орієнтування. Стосовно пішохідних переходів, то обов'язковою вимогою є обладнання інфраструктурою, яка відповідає вимогам маломобільних людей, а саме:

реброваними пішохідними переходами, піднятими переходами, звуковими світлофорами та інше. Для забезпечення безперешкодного руху маломобільних груп населення до залізничного транспорту на вихід та вхід, платформи та зупинки повинні бути адаптованими, а саме: мати навіси, сидіння, інформаційні табло, тактильні елементи та інше. Будівництво та дизайн майданчиків для посадки повинно бути виконане так, аби був забезпечений самостійний вхід й вихід маломобільних груп населення до транспорту, який має низьку підлогу.

Також повинен бути забезпечений гарний стан покриття тротуарів та доріг, на них повинні бути відсутні ями та високі бордюри, повинні бути місця для паркування у достатній кількості, аби забезпечити стоянку особистого транспорту осіб, які мають інвалідність.

Проведене обстеження вулиць міста Полтави виявило основні проблеми : улаштування засобів безбар'єрності: невірно облаштовані пандуси і пандусні з'їзди; смуги тактильної плитки укладені не перпендикулярно до пішохідного переходу, що дезорієнтує людей, що орієнтуються за тактильною поверхнею, змінюючи напрямок руху; смуги тактильної плитки укладені не в межах ширини пішохідного переходу; улаштування перешкод на шляхах руху; загальна незадовільна якість робіт.

При проектуванні, будівництві нових та реконструкції, також при капітальному ремонті й технічному переоснащенні існуючих вулично-дорожніх просторів обов'язковою умовою є забезпечення сповна усіх вимог доступності, зручності, інформативності та безпеки, включаючи маломобільні групи населення, осіб, які мають інвалідність. [2].

Доступність для МГН повинна забезпечуватися:

- фізичною можливістю і зручністю потрапляння та пересування вулично-дорожнім простором, отриманням послуг у тому числі транспортних;
- фізичною безпекою при потраплянні на об'єкт та пересуванні в ньому отриманням послуг;
- можливістю вільного доступу до інформації щодо об'єктів та послуг, які пропонуються, а також мати вільну навігацію (орієнтування) у вулично- дорожньому середовищі.

З цією метою елементи вулично-дорожнього простору мають бути універсальними для використання різними групами населення. Необхідність застосування спеціалізованих елементів, що враховують специфічні потреби осіб з інвалідністю, встановлюється завданням на проектування, за умови, відсутності варіантів проектування універсальних елементів.

При проектуванні нових об'єктів будівництва або реконструкції, капітальному ремонті та технічному переоснащенні існуючих автомобільних доріг та вулиць повинні бути забезпечені:

- доступність місць цільового відвідування і обслуговування (зупинки громадського транспорту, транзитні тротуари, наземні, надземні та підземні переходи тощо) усіх користувачів, зокрема МГН;
- безпека шляхів руху (у тому числі евакуаційних);
- безпека споруд та елементів вулично-дорожнього простору;

- евакуація людей в безпечну зону (з врахуванням особливостей осіб з інвалідністю);

- своєчасне отримання МГН повноцінної і якісної інформації, яка дозволяє орієнтуватися в просторі, використовувати обладнання (у тому числі для самообслуговування), отримувати послуги.

Система засобів орієнтації та інформаційної підтримки, а саме тактильні та візуальні елементи доступності, аудіо-показники повинні бути передбачені на всіх шляхах руху до будівель і споруд.

Висновки. Грунтуючись на основних положеннях Національної стратегії зі створення безбар'єрного простору в Україні та виконаному аналізі структури населення розвинутих країн світу та України, що виявив тенденції росту групи людей з обмеженими можливостями (до 36 %) визначена актуальність теми «Засоби проектування безбар'єрного вулично-дорожньої мережі».

Проаналізовано існуючий стан вулично-дорожньої мережі населених пунктів та виявлено основні фактори, які формують безбар'єрне середовище. Сформульовано основні проблеми і визначено принципи та засоби формування вулично-дорожнього середовища з урахуванням потреб маломобільних груп населення при вирішенні архітектурно-планувальних питань і теоретичних основ довгострокового містобудівного планування для забезпечення мобільності всіх категорій громадян, особливо людей з інвалідністю.

Література

1. Національна стратегія зі створення безбар'єрного простору в Україні. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 квітня 2021 р. № 366-р https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/bezbaryernist/nacziionalna-strategiya-zi-stvorenniya-bezbaryernogo-prostoru-v-ukrayini/nacstrategy_bb/rozporyadzhennya-kabinetu-ministriv-ukrayiny-vid-14-kvitnya-2021
2. ДБН В.2.2-40:2018 Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, 2018. – 64 с.
3. ДБН Б.2.2–5:2011 Благоустрій територій
4. ДБН В.2.3–5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів
5. ДБН Б.2.2–12:2019 Планування та забудова територій
6. ДСТУ ISO 23599:2017 Вироби для надання допомоги сліпим і людям зі слабким зором. Тактильні індикатори пішохідної зони (ISO 23599:2012, IDT)
7. Тітова В., Головка М., Брем С., Мельник О. та ін. Альбом «Дослідження доступності міських просторів». – Київ, 2021

ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ БОРОТЬБИ ІЗ ЗИМОВОЮ СЛИЗЬКІСТЮ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

*Жебженяк О., ст. групи Д-36т1-20,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Сєдов А.В., к.т.н., доцент
avs.1708@ukr.net
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

В якості протиожезедних реагентів (ПОМ) найбільш часто використовуються: хлорид натрію (NaCl); хлориди кальцію (CaCl₂), калію (KCl), магнію (MgCl₂).

Крім хлоридів в чистому вигляді при боротьбі із зимовою слизькістю отримали застосування відходи хімічної промисловості, що містять хлориди лужних металів: каїніт природний Стебніковського калійного заводу, що включає хлориди натрію і калію, сульфати магнію, калію і нерозчинні домішки [1, 2].

У різний час були зроблені спроби замінити хлориди на інші речовини. В якості їх було запропоновано використовувати метанол, оцтовокислий калій, карбамід, етиленгліколь, толуол і т.д.

І все-таки, основним протиожезедних реагентом є сіль – хлорид натрію NaCl, оскільки інші реагенти значно дорожче.

Хлорид натрію діє поступово, розплавляючи спочатку поверхню льоду, потім і по всій товщині. Перші три – чотири години її швидкість плавлення менше, ніж у хлориду кальцію.

Ефективність солі обмежена її кліматичними рамками, при мінусовій температурі менше 10 °С, вона перестає діяти [3, 4]. У процесі плавлення льоду розбавлені розчини мають температуру замерзання вище, ніж концентровані і можуть замерзнути, викликаючи додаткову слизькість. Тому на практиці реагенти раціонально використовувати при наступних робочих температурах повітря.

Таблиця 1 – Порівняння термодинамічних характеристик протиожезедних матеріалів

Реагент	Температура	
	евтектична	робоча
Хлористий калій	-10 °С	-4 °С
Хлористий натрій	-21,2 °С	-10 °С
Хлористий магній	-33,5 °С	-15 °С
Хлористий кальцій	-51 °С	-34 °С

Крім цього систематичне використання хлоридомістких протиожезедних матеріалів викликає луцення, викришування поверхні асфальтобетонних та цементобетонних покриттів, корозію металевих і залізобетонних елементів мостів, бордюрів, засоленість ґрунтів прилеглої території тощо.

Тому в даний час актуальним є питання створення нових комплексних протиожеледних матеріалів, що дозволяють підвищити ефективність боротьби із зимовою слизькістю.

Найефективнішими є багатокомпонентні реагенти – суміш декількох солей. Вони містять оптимальне дозування хлориду натрію і кальцію, завдяки чому швидко плавлять лід.

При аналізі науково-технічної інформації з питань розробки нових складів протиожеледних матеріалів можна узагальнити основні вимоги до хімічного складу, а також технології підготовки сучасних ПОМ нового покоління [6-8]:

- адаптованість до кліматичних умов регіону (кількість переходів температури через нуль, варіативність параметрів системи «дорога – сніжно-крижані відкладення – навколишнє середовище»); зниження точки замерзання до температури, характерної для даного регіону в зимові місяці;

- глибина проникнення – здатність проникати крізь шар льоду і порушувати його зчеплення з дорожнім покриттям;

- плавляча здатність, яка визначає норми застосування протиожеледних матеріалів на дорожніх покриттях – здатність плавити лід за певний проміжок часу при певній температурі;

- тривалість ефективного застосування;

- в'язкість розчинів, від величини якої залежить зниження зчеплення колеса транспортного засобу з дорогою, що визначає безпеку застосування матеріалу;

- відповідну встановленим нормативам корозійну активність до матеріалів і елементів конструкцій транспортних засобів і дорожніх споруд;

- здатності суміші не злежуватись, як технологічний фактор зберігання, транспортування і розподілу.

І якщо з технологічними і екологічними властивостями протиожеледних матеріалів більш-менш все зрозуміло – виробники навчилися підбирати склади під ті чи інші потреби – залишалася проблема високих втрат ПОМ після їх розподілу. Особливо це стосувалося твердих матеріалів. У 1960 році в США, Австрії та Канаді було проведено широкомасштабні дослідження, які показали, що при розподілі сухих гранул реагенту менше половини його залишається в зоні заданого розподілу і потрапляє на дорожню смугу. Для усунення цих негативних факторів були впроваджені протиожеледні матеріали, що складаються з твердої і рідкої частини.

До таких матеріалів можна віднести застосування змоченої солі.

Відомий склад протиожеледного матеріалу з базового хлориду металу (наприклад, хлористий натрій), який перед застосуванням змочується розчином іншого хлориду металу (наприклад, хлористого кальцію) в співвідношенні 14:86 або 20:80 (дослідження ГіпродорНІІ, А.А. Михайлова, Доу Кемікела, Р. Ларрімора і ін.).

Глибина проникнення двофазної гранули в два рази вище, а швидкість спрацьовування – швидше, ніж у сухого твердого аналога [9].

При розподілі до 93 % двофазного матеріалу залишається на проїзній частині і лише 7 % потрапляє «не за призначенням». Цифри для сухого аналога – зовсім інші: до 30 % такого реагенту йде з покриття (табл. 2).

При русі автомобілів зі швидкістю 80 км/год 67 % звичайного реагенту йде з дороги, в той час як двофазний реагує на турбулентність лише при швидкості в 100 км/год (табл. 3) [9].

Таблиця 2 – Відсоток ПОМ який зноситься з дорожнього покриття поривами вітру

Швидкість вітру	Класичний ПОМ	Двофазний ПОМ
5 м/с – слабкий вітер (листя і тонкі гілки коливаються)	0 %	0 %
8 м/с – помірний (вітер піднімає пил і папірці)	9 %	0 %
10 м/с – свіжий вітер (гойдаються тонкі стовбури, витягуються великі прапори)	64 %	0 %
12 м/с – сильний вітер (тонкі дерева гнуться, гудуть дроти, неможливо користуватися парасолькою)	73 %	0 %
15 м/с – міцний (гойдаються товсті стовбури дерев, важко йти проти вітру)	100 %	21 %

Таблиця 3 – Відсоток ПОМ який зноситься з дорожнього покриття потокам повітря від автотранспорту

Швидкість вітру, км/год	Втрати, %	
	сухий ПОМ	змочений ПОМ
60	35	0
80	67	0
100	85	63

Науковими дослідженнями встановлено, що суміш з трьох частин хлористого натрію і однієї частини хлористого кальцію здійснює танення льоду швидше, ніж окремо хлористий натрій, і розтоплює льоду більше, ніж кожна з цих солей окремо [9].

Крім того, така суміш проникає в шар льоду за 2 години значно глибше, ніж кожен з цих двох реагентів самостійно (рис. 1).

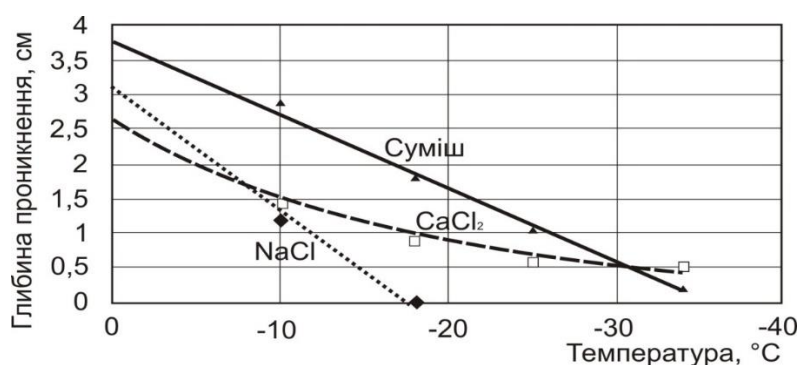


Рисунок 1 – Глибина проникнення солі в шар льоду

Встановлено, що розчинення CaCl_2 відбувається значно швидше, ніж розчинення NaCl . Причина в тому, що CaCl_2 швидко розчинний в волозі, що поглинається з повітря (при температурі повітря до мінус 9 °C абсорбує вологу вже при відносній вологості повітря 42 %, в той час як NaCl починає абсорбувати вологу при відносній вологості 76 %) [9].

Недоліком є високий ризик сегрегації (появі неоднорідностей) в суміші, за рахунок чого на покритті з'являються острівці сніжно-крижаних відкладень, які нерівномірно розтанули, що призводить до високого ризику виникнення дорожньо-транспортних пригод з причини дорожніх умов.

Досягти рівномірного розподілу солей можна лише за умови, що кумулятивний відсоток вмісту однакових фракцій або основне розмірне число гранул і кристалів не відрізнятиметься більш ніж на 20 % відносних значень. Так, наприклад, технологія виробництва композитного протиожеледного реагенту, що відповідає сучасним вимогам, дозволяє отримати однорідну по всьому об'єму суміш хімічно чистих хлористих кальцію і натрію. Тому тільки технологія компактування, а не просте механічне змішування компонентів забезпечує необхідний ефект [9].

Крім суміші хлоридів запропонований гранульований протиожеледний матеріал, що містить гранули, кожна з яких виконана з внутрішнім ядром з хлористого натрію і зовнішньою оболонкою з хлористого кальцію, при цьому зовнішня оболонка гранули додатково містить інгібітор корозії, при наступному співвідношенні компонентів, масова частка: хлористий натрій 10-90; хлористий кальцій 10-90; інгібітор корозії 0,5-20 (патент №2283336, МПК C09K3 / 18, B01J2 / 16, опубл. 10.09.2006 р).

Недоліком відомого технічного рішення є те, що зовнішня оболонка суцільна і виконана з хлористого кальцію, який найбільш ефективно працює в діапазоні нижче мінус 10 °C [8].

Також відомий склад протиожеледного матеріалу, який представляє собою суміш солі (хлористого кальцію) з гліколями (етиленгліколь) і антикорозійними добавками (патент №2196796, опублікований 20.01.2003 р). Однак в якості одного з компонентів цих препаратів виступає гліколь, який є отруйним і дорогим компонентом [8].

Раніше був запропонований склад протиожеледного водного розчину, що містить хлористий кальцій, мочевино, інгібітор корозії і воду (патент №2169751, кл. 3 09 К 3/18, опублікований 27.06.2001).

До недоліків цього складу слід віднести недостатньо високий коефіцієнт зчеплення на дрібношорстких і середньшорстких покриттях, різке зниження плавлячої здатності при зниженні температури, неможливість використання при сильному снігопаді [8].

За кордоном часто використовують солі органічних кислот – карбаміди, кальцева-магnezійний ацетат ($\text{CaMg}_2 ((\text{C}_2\text{H}_3\text{O})_2)_6$); ацетатні матеріали ($\text{KC}_2\text{H}_3\text{O}_2$), або інші органічні реагенти – спирти, гліколі, торф і витяжки з нього, золу [4].

Відомий препарат для видалення льоду, який містить 5-15 % мочевино, 1-5 % одноатомного аліфатичного спирту і 60-70 % полігліколя (заявка Великобританії №2027046, кл. 3 09 К 3/18, 1980 г.).

В ЕР-А-0 483 721 описано рідкий засіб для усунення обмерзання, що складається в основному з води, ацетату лужного та/або лужноземельного металу і спеціальних інгібіторів корозії [5]. Крім того, в US-5 376 293 описані суміші з різних карбоксилатів лужного та лужноземельного металу з довжиною вуглецевого ланцюга від 1 до 3 атомів вуглецю [5].

На підставі вищевикладеного можна зробити висновки:

- сучасні методи боротьби із зимовою слизькістю в США, Західній Європі характеризуються переходом до твердих протиожеледних матеріалів на основі хімічно чистих реагентів і особливо безводного хлористого кальцію. Відмова від застосування технічної солі та піщано-сольових сумішей на її основі як основного ПОМ і застосування чистих реагентів хлоридної групи (включаючи багатокомпонентні сполуки) розглядається в якості ефективного заходу в боротьбі із зимовою слизькістю і методом поліпшення ґрунтового покриву, рослинності і водойм;
- проведений аналіз дозволив сформулювати вимоги до протиожеледних матеріалів;
- як правило створення комбінованих протиожеледних матеріалів направлено на поліпшення їх технічних властивостей або зниження корозійного впливу на метал і цементобетон не враховуючи інші чинники;
- в даний час основними протиожеледними матеріалами залишаються матеріали на основі хлоридів натрію, кальцію і магнію із застосуванням різних добавок;
- вибір оптимальних засобів боротьби з ожеледицею та їх кількість слід розглядати з двох позицій: техніко-економічної та екологічної.

Література.

1. Ачкеева М. В., Романюк Н. В., д-р техн. наук Д. М. Хомяков и др. О противогололедных свойствах хлоридов натрия, калия, магния, кальция, формиата натрия и солевых композиций на их основе.
2. Паткина И. А., Розов Ю. Н., Шестаченко А. Ю., Использование солей муравьиной кислоты для улучшения свойств противогололедных материалов // Application of Formic Acid salts to improve the properties of de-icing materials. - Section 4. Inorganic chemistry. – 21-30 с.
3. ДСТУ 8853:2019 Матеріали протиожеледні для автомобільних доріг. Технічні умови. Чинний від 2020-07-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2019. 16 с.
4. Материалы для обработки улиц против обледенения // <http://www.arbolit.net/materialy-dlja-obrabotki-ulic-protiv-obledeneniya.html>
5. Загородня Ю.С., Петруша Ю.Ю. Актуальність дослідження протиожеледних засобів, що застосовуються на автомобільних шляхах України. URL: [237502405.pdf \(core.ac.uk\)](https://core.ac.uk/doi/pdf/237502405) (дата звернення: 12.03.2023)
6. Шимчук О. П. Вплив протиожеледних матеріалів для зимового утримання доріг на навколишнє середовище та безпеку дорожнього руху / О. П. Шимчук // Містобудування та територіальне планування. – 2014. – Вип. 54. – С. 486–490
7. Аржанухина С.П. Выбор требований к противогололедным материалам для зимнего содержания автомобильных дорог мегаполиса / С.П. Аржанухина, А.В. Кочетков, Л.В. Янковский и др. // Вода: химия и экология. – 2013. – №4. – С. 106-115.
8. Климентова А. Жидкие, твердые, двухфазные. Эволюция противогололедных материалов для зимнего содержания дорог // Прогресс Технологий, 2018; <https://proteh.org/articles/24042018-zhidkie-tverdye-dvuhfaznye/>
9. Принцип дії і асортимент протиожеледних реагентів. URL: <https://www.systopt.com.ua/article-pryncyp-diyi-i-asortyment-protiyozhednyh-reagentiv> (дата звернення: 12.03.2023).

ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЇ ЛІКВІДАЦІЇ ЯМКОВОСТІ, НА ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ, ЯКІ УТВОРИЛИСЯ В РЕЗУЛЬТАТІ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ

*Завгородній Д.О., ст. групи Д-37m1-20,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Арінушкіна О.О., асистент
lenaarinushkina@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

В результаті інтенсивних бойових дій, суттєво пошкоджується всі інфраструктурні об'єкти. Суттєвих руйнувань зазнала також мережа автомобільних доріг в Харківській області. Заданими Служби автомобільних доріг у Харківській області на балансі знаходиться 2331,7 км доріг загального користування Державного значення, з них було пошкоджено 1058 км. Особливо гостре сьогодні залишається питання відновлення автомобільного сполучення на деокупованих територіях.

В залежності від ступеню руйнувань шару покриття та нижчележачих шарів дорожнього одягу, фахівцями підрядних організацій та балансоутримувачів приймаються відповідні технічні рішення, стосовно виконання ремонтних робіт. До початку їх виконання, фахівцями з мінної безпеки виконуються роботи з перевірки та розмінування території. Однак незважаючи на виконану перевірку під час виконання робіт будівельниками все одно необхідно дотримуватись техніки безпеки, не підходити до підозрілих об'єктів, не пересуватися або розміщувати будівельну техніку на узбіччі, відкосах земляного полотна та в межах смуги відведення. Особливо небезпечні території позначені відповідними знаками (рис.1)



Рисунок 1 – Знаки якими позначаються небезпечні території

У вересні 2022 року компанія «Autostrada» виконувала роботи з відновлення ділянки автомобільної дороги М-03 Київ – Харків – Довжанський від міста Ізюм, до адмінкордону з Донецькою областю. Протяжність зазначеної ділянки складала 21,5 км. Було відновлено 4650 м² дорожнього покриття і витрачено 780 т дрібнозернистої асфальтобетонної суміші типу А виготовленої згідно [1].



Рисунок 2 – Вигляд міста Ізюм у вересні 2022 року

Технологія ямкового ремонту згідно [2], полягала спочатку в фрезеруванні пошкоджених місць та великих тріщин. На даній ділянці були як маленькі карти суміш в які укладали вручну, так і великі карти для заповнення сумішшю яких використовувався асфальтоукладальник. Фрезерування виконувалося навісною фрезою, площа фрезерування як правило складала до 10м^2 , глибина фрезерування 5 см. Після фрезерування карти, різався поперечний стик для щільного з'єднання з існуючим покриттям. По закінченню робіт з фрезерування, виконували очистку карти від пилу та бруду, стиснутим повітрям.

Перед асфальтуванням, виконували підґрунтовку (рис. 3) швидкорозпадною бітумною емульсією ЕКШ-50 згідно [3]. Після завершення процесу розпаду бітумної емульсії, розпочинали укладання асфальтобетонної суміші в підготовлену карту (рис.4).



Рисунок 3 – Підґрунтовка карти бітумною емульсією



Рисунок 4 – Укладання та розрівнювання суміші вручну

Після укладання та розрівнювання асфальтобетонної суміші, виконувалось ущільнення суміші за допомогою двухвальцевого катка. Ущільнення розпочинали з поздовжніх та поперечних стиків і тільки після прокатки стиків вже ущільнювалася середина. По завершенню процесу ущільнення, рух автомобільного транспорту не відкривали, до моменту поки асфальтобетонна суміш не охолоне до температури оточуючого середовища.

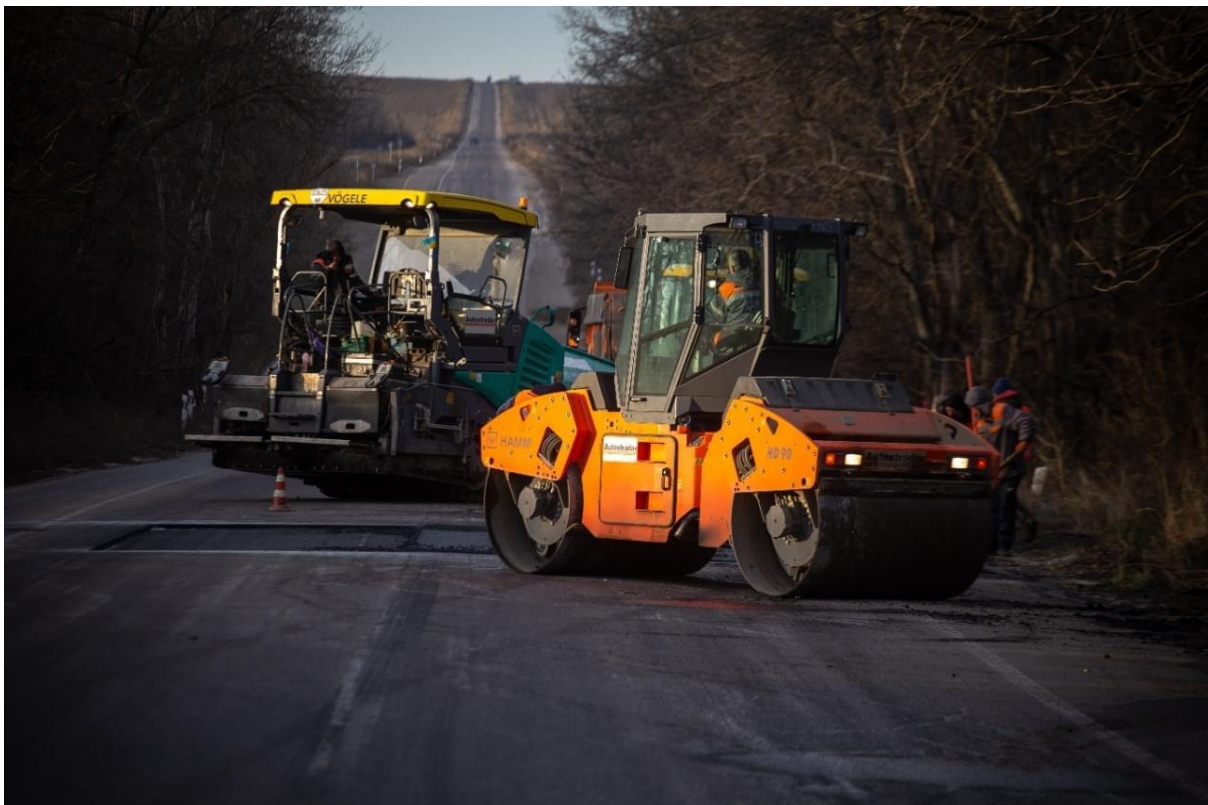


Рисунок 5 – Ущільнення асфальтобетонної суміші двохальцовим котком

Загалом, технологія ліквідації ямковості, що утворилася в результаті інтенсивних бойових дій на дорожній мережі, суттєво не відрізняється від загальноприйнятої. Однак будівельникам під час виконання робіт необхідно уважно ставитись до мінної безпеки, не відвідувати місця які підлягають перевірці відповідними фахівцями, а можливо в подальшому і проведення розмінування.

Література.

1. Суміші асфальтобетоні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-119:2011. – [Чинний від 2012-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 20 с. – (Державний стандарт України).
2. Настанова з ліквідації вибоїн покриття нежорсткого дорожнього одягу автомобільних доріг: ДСТУ-Н Б.В3.2-5:2016. – [Чинний від 2017-04-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 18 с. – (Державний стандарт України).
3. Бтумні емульсії дорожні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-129:2013. – [Чинний від 2012-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 21 с. – (Державний стандарт України).

ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

*Карюк А.М., к.т.н., доцент,
e-mail: aKariuk1975@gmail.com*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

*Дядюра С.М, магістрант
e-mail: poltava98g@gmail.com*

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

До транспортної мережі України входять 170 тис. км автомобільних доріг міжнародного, загальнодержавного та місцевого значення, переважна більшість яких мають асфальтобетонний дорожній одяг. Важливою умовою для забезпечення збережуваності й задовільного технічного стану автомобільних доріг, а також безпеки руху та надійності здійснення перевезень є відповідність характеристик використаного асфальтобетону до температурного режиму експлуатації дорожнього одягу. Перевищення температури розм'якшення дорожнього бітуму веде до деформацій дорожнього одягу з утворенням колійності. Експлуатація дорожнього одягу при температурах, нижчих від температури крихкості бітуму, веде до руйнувань унаслідок дії динамічних навантажень від транспортних засобів. З урахуванням цих обмежень норми [1] регламентують вибір марки дорожнього бітуму залежно від категорії автомобільної дороги та її географічного положення на території України.

У роботі [2] запропонована імовірнісна методика визначення показників температурного режиму експлуатації дорожнього одягу, а саме місячних та річних імовірних тривалостей небезпечно холодного та небезпечно спекотного періоду для певного складу асфальтобетону. Вихідними даними є статистичні характеристики температури поверхні ґрунту в певній місцевості та технічні характеристики бітуму, використаного для виготовлення дорожнього одягу. За цією методикою були успішно визначені й проаналізовані показники температурного режиму експлуатації асфальтобетонного дорожнього одягу для окремих територій [3] та автомобільних доріг [4, 5]. Для цього в середовищі Microsoft Excel створені локальні бази метеорологічних даних, які включали результати спостережень на метеостанціях, розташованих на відповідній території чи в смузі шириною до 150 км уздовж дороги. Джерелом для створення таких баз даних послужив довідник [6], у якому наведені статистичні характеристики температури повітря та поверхні ґрунту на метеостанціях України для кожного з місяців року.

Фрагмент такої бази даних для метеостанції м. Полтави наведено на рисунку 1.

Для кожного з місяців року таблиця Excel містить:

- середньомісячні значення температури повітря – рядок 5;
- стандарти середньомісячних значень температури повітря – рядок 6;

- найбільші та найменші протягом періоду спостережень середньомісячні значення температури повітря – рядки 7 і 8;
- аналогічні характеристики для поверхні ґрунту – рядки 10...13.

	AW	AX	AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ
1			138 Полтава, Полтавська обл., висота 160 м.											
2														
3			січ	лют	бер	кві	тра	чер	лип	сер	вер	жов	лис	гру
4			Сер. темп. повітря, градуси											
5		Сер.	-4,7	-4,5	1,1	8,5	15,4	18,2	19,6	19,4	14,2	7,7	0,7	-3,5
6		Станд.	2,6	2,9	2,1	1,6	1,5	1,6	1,2	1	1,1	1	1,9	1,9
7		Макс.	-1,1	1,2	5,1	11,5	17,9	21,3	21,9	21,1	15,8	9,5	4,5	-0,4
8		Мін	-8,7	-9,5	-4,3	5,2	13,3	16,3	17,9	18	12,3	6	-2,8	-7
9			Сер. темп. поверхні ґрунту, градуси,											
10		Сер.	-5,4	-5,6	0,9	9,5	18,6	22,5	23,8	22,9	15,9	7,8	0,4	-4,4
11		Станд.	2,6	2,6	2,8	2	1,9	2,3	1,5	1,1	1,7	1	2,2	1,8
12		Макс.	-2	-2	5	12	22	27	26	25	18	9	4	-2
13		Мін	-10	-10	-5	6	16	20	21	21	13	6	-3	-8
14														

Рисунок 1 – Фрагмент бази даних для метеостанції м. Полтави

З метою аналізу та узагальнення територіальної мінливості імовірних тривалостей небезпечно холодних і небезпечно спекотних періодів на усій території України на основі довідника [6] сформована база метеорологічних даних, отриманих на 202 українських метеостанціях. Дані кожної метеостанції представлені у формі таблиці, аналогічної рисунку 1. Загальні характеристики мережі метеостанцій представлені на гістограмах розподілу з рисунків 2 і 3.

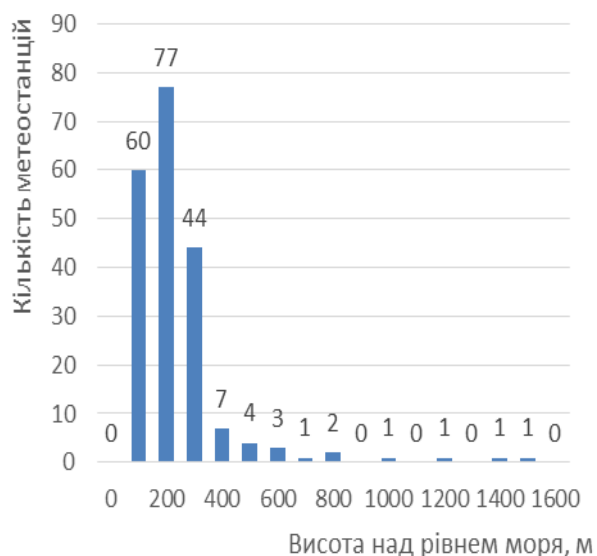


Рисунок 2 – Розподіл метеостанцій за висотою над рівнем моря

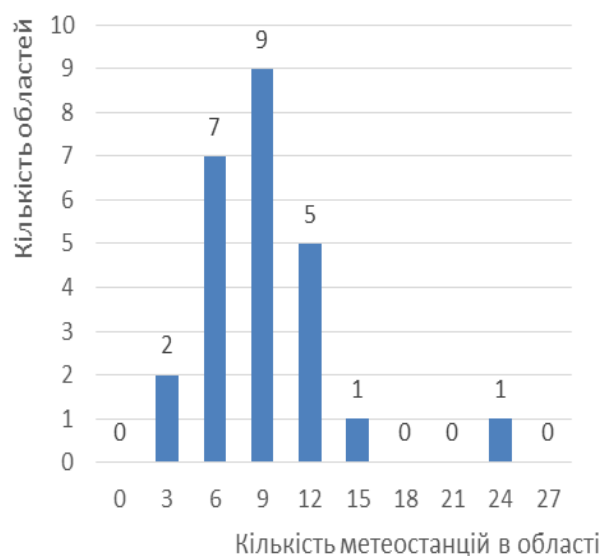


Рисунок 3 – Розподіл областей за кількістю метеостанцій

З рисунка 2 видно, що переважна більшість метеостанцій розташовані на висоті до 300 м над рівнем моря, що загалом відповідає переважаючому рельєфу території України. До гірських можна віднести 14 метеостанцій, розміщених вище 400 м над рівнем моря. Отже, сформована база даних дозволяє проаналізувати зміни показників температурного режиму експлуатації автомобільних доріг як по території України, так і залежно від висоти над рівнем моря.

Зображений на рисунку 3 розподіл метеостанцій за областями України показує, що на території більшості областей розміщено від 4 до 12 метеостанцій. У Рівненській та в Чернівецькій області працюють лише по три метеостанції. Найбільша мережа з 24 метеостанцій розміщена в Криму, що оправдано дуже різноманітними кліматичними умовами цієї території. Наявна кількість метеостанцій в областях дозволяє виявити середні та максимальні по території кожної області показники температурного режиму експлуатації автомобільних доріг.

Загалом сформована база метеорологічних даних дозволить детально проаналізувати територіальну мінливість показників температурного режиму експлуатації автомобільних доріг, їх зміни залежно від висоти місцевості над рівнем моря, а також встановити середні та розрахункові значення імовірних тривалостей небезпечно холодних і небезпечно спекотних періодів для кожної з адміністративних областей України.

Література

1. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 101 с.
2. Карюк А.М. Методика оцінювання температурного режиму покриття автомобільних доріг / А.М. Карюк, Б.В. Савенко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Вип. 1(46). – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – С. 246 – 254.
3. Прядка К.В., Книш С.В., Карюк А.М. Порівняння температурного режиму експлуатації автомобільних доріг на рівнинній та в гірській місцевості // Збірник матеріалів II Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Досвід впровадження у навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій». –Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – С. 162-164
4. Пасічник М.В., Карюк А.М. Аналіз температурного режиму експлуатації поверхонь автомобільних доріг / Збірник тез 73-ї наукової конференції ... Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка». – Полтава: Полтавська політехніка, 2021. – С. 68-69.
5. Карюк А.М. Мінливість показників температурного режиму експлуатації дорожнього одягу на території України // 1st International Scientific and Practical Conference «Experimental and Theoretical Research in Modern Science». Kishinev, Moldova: Giperion Editura, 2020. P.648-650.
6. Кінаш Р.І. Температурний режим повітря і ґрунту в Україні / Р. І. Кінаш, О. М. Бурнаєв. – Львів, 2001.

АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

*Кондратьєв Н.С., ст. групи Д-41-19,
kondratevnikita2001@gmail.com*

*Харківський національний автомобільно- дорожній університет
Кіяшко І.В., к.т.н., професор,
kiv62@ukr.net*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Постійне зростання автомобільного парку України, перспективи відкриття транспортних коридорів, які пов'язані з процесом євроінтеграції та як наслідок збільшення інтенсивності дорожнього руху, вантажообігу і обсягів пасажирських перевезень пред'являє усе більш високі вимоги до автомобільних доріг. Сучасна автомобільна дорога є важливий технічний та соціально-економічний об'єкт, який повинен відповідати потребам користувачів доріг, а саме: безпеці, швидкості пересування, безперервності, комфортності дорожнього руху; пропускної здатності, зокрема спроможності пропускати автомобілі і автопоїзди з дозволеними для руху осьовими навантаженнями, загальною масою і габаритами; екологічним та естетичним вимогам; рівню обслуговування та інформаційного забезпечення [1].

Метою розвитку інтелектуальних транспортної системи є створення умов для соціально-економічного зростання, підвищення конкурентоспроможності національної економіки і життєвого рівня населення завдяки забезпеченню якості транспортних послуг та задоволенню соціальних, зовнішньоторговельних, оборонних та природоохоронних потреб суспільства.

Інформаційні технології (ІТ) створені в багатьох галузях промисловості, від освіти до охорони здоров'я. У той час як поширена думка, що поліпшення транспортної системи країни означає тільки будівництво нових доріг і ремонт існуючої інфраструктури, майбутнє транспортної галузі полягає також і у використанні ІТ. Інформаційні технології дозволяють елементам транспортної системи, транспортним засобам, дорогам, світлофорам, знакам повідомлення, спілкуватися один з одним за допомогою бездротових технологій. Це принесе значні поліпшення до продуктивності транспортної системи, у тому числі зниженню заторів, підвищенню безпеки руху та зручності мандрівника [2].

Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) – це системна інтеграція сучасних інформаційних і комунікаційних технологій і засобів автоматизації з транспортною інфраструктурою, транспортними засобами та користувачами, орієнтована на підвищення безпеки та ефективності транспортного процесу, комфортності для водіїв і користувачів транспорту [3].

Нині ринок сучасних інтелектуальних транспортних систем (ІТС) сконцентрований головним чином в Японії, Сінгапурі, Південній Кореї, Західній Європі та США. Для створення і функціонування системи інформаційного забезпечення на автомобільних дорогах на основі GPS, геоінформаційних

систем, сучасних засобів зв'язку і телекомунікацій у розвинених країнах світу уже протягом декількох десятиріч створюються та розвиваються ІТС. Вони розглядаються як засоби інтегрування інформаційних технологій з метою контролю і впливу на систему наземного транспорту шляхом прямого управління, у тому числі з використанням засобів мобільного зв'язку та Інтернет.

Основною керуючою ланкою в системі дорожнього руху є водії транспортних засобів, які самостійно визначають напрям і швидкість транспортних засобів у кожен момент руху. Всі інженерні розробки схем і режимів руху доводяться в сучасних умовах до водіїв за допомогою таких технічних засобів як: дорожні знаки, дорожня розмітка, світлофори, напрямні пристрої, GPS навігатори, телебачення, які по своїй суті і є засобами інформаційного забезпечення [4].

Чим більш повно і чітко налагоджено інформування про умови і необхідні режими руху, тим більш точними і безпомилковими є керуючі дії водіїв, а отже, вищий рівень безпеки та ефективності дорожнього руху.

Надмірна кількість інформації, погіршує умови роботи водія. Існує ряд класифікаційних підходів до опису засобів інформації в дорожньому русі. Видається за доцільне поділяти ці засоби інформації на три групи: дорожню, поза-дорожню і забезпечення на робочому місці водія.

До дорожньої інформації відноситься все, тощо доводиться до відома водіїв (а також пасажирів і пішоходів) за допомогою технічних засобів організації дорожнього руху.

До поза-дорожньої інформації входять: періодичні друковані видання (газети, журнали); спеціальні карти-схеми і путівники; інформація по радіо і телебаченню; звернена до учасників дорожнього руху, про типові маршрути пересування, метеорологічні умови, стан доріг; оперативні зміни у схемах організації руху та інші.

Інформація на робочому місці водія може складатися з візуальної і звукової та повинна забезпечуватись автоматично різними датчиками, що контролюють режим руху. До них відносяться, наприклад - швидкість руху або дистанція до автомобіля який рухається попереду в транспортному потоці.

Помилки в орієнтуванні водіїв на маршрутах слідування викликають втрату часу при виконанні тієї чи іншої транспортної задачі і до економічних втрат через перевитрати палива та часу перебування пасажирів в дорозі. Дії водіїв у цих умовах збільшують небезпеку щодо виникнення конфліктних ситуацій у випадках раптових зупинок, необхідності визначення розташування потрібного об'єкту або потреби маневрування з порушенням правил для найшвидшого виїзду на потрібний напрям.

Особливо важливе значення має інформаційне забезпечення водіїв на сучасних автомобільних магістралях в зоні перехрещень у різних рівнях. Помилка через відсутність видимості або неправильного розташування вказівних таблиць та знаків в цих місцях може зумовити вимушений перепробіг автомобіля, вимірюваний десятками кілометрів залежно від віддаленості до найближчої розв'язки, де можна повернути у потрібному напрямку. Тому неприпустимо вводити в експлуатацію нові розв'язки без повного забезпечення

маршрутного орієнтування, а в процесі експлуатації потрібно повсякденний контроль за збереженням і видимістю інформаційно-вказівних знаків [5].

Сучасне уявлення про інформаційне забезпечення діяльності дорожньо-транспортного комплексу пов'язане з розвитком ІТС. ІТС включає в себе технологічні і телематичні комплекси (телекомунікація плюс інформатика) великого переліку підсистем. При цьому підсистеми орієнтуються на досягненні макроцілевих показників, пов'язаних з досягненням необхідної мобільності населення та вантажообігу в регіоні з допомогою впровадження ІТС при забезпеченні безпеки транспортних засобів, дорожнього руху, а також громадян, які є споживачами інформаційного сервісу.

Однак найбільшу увагу в науковому аспекті привертають підсистеми, якими оснащуються інтелектуальні дороги. Це особливо важливо у зв'язку з тим, що саме інтелектуальна дорога та інфраструктура управління нею (оперативне, ситуаційне) є предметом проектних рішень.

Важливим є формування комплексного уявлення про поняття «інтелектуальна дорога» з урахуванням застосування підсистем ІТС. Які у великій кількості здатні проектуватись і розвиватись тільки за рахунок розвитку інтелектуальної інфраструктури автомобільних доріг.

Важливе значення має комплексне уявлення про структуру підсистем ІТС дороги. Можна виділити п'ять функціональних блоків підсистем, кожен з яких орієнтований на реалізацію своєї цільової функції. Це такі комплекси як: моніторинг параметрів транспортного потоку, моніторинг стану дороги, забезпечення безпеки руху, організація дорожнього руху, інформаційний сервіс. Кожен з цих комплексів включає в себе змінюваний набір інструментальних підсистем ІТС. Даними функціями можуть користуватися як учасники дорожнього руху, так і організації, які проводять роботи з утримання та моніторингу стану дороги, а також організують дорожній рух. Підсистеми ІТС утворюють комплекс інтелектуальної дороги. Комплекс підсистем інтелектуальної дороги істотно підвищує експлуатаційні якості доріг за рахунок підвищення безпеки руху інтелектуальної дороги, пропускної спроможності дорожньої мережі (за рахунок перерозподілу транспортних потоків, використання автоматизованих парковок), надання пріоритетного проїзду маршрутному транспорту та автомобілям екстрених служб, моніторингу транспортної ситуації, погоди та стану дорожнього покриття [4].

Для суб'єктів дорожнього господарства підсистеми ІТС дороги дозволяють здійснювати моніторинг транспортної ситуації і оптимізувати план управління дорожнім рухом. Непереривний моніторинг транспорту дозволяє відстежувати попит на певні маршрути руху і актуалізувати будівництво нових доріг та реконструкцію діючих. Контроль за станом дорожнього покриття і погодними умовами дозволяє оптимізувати зимове утримання і ремонт доріг. Комплекс підсистем забезпечення безпеки дорожнього руху є одним з ключових, дозволяє виявляти і розпізнавати дорожньо-транспортні пригоди (ДТП). Джерелами інформації даної підсистеми є: камери відеоспостереження, детектори та інші (рисунк 1), які в автоматичному режимі розпізнають ускладнення руху на ділянці дороги, визначають зниження інтенсивності руху транспортних засобів.

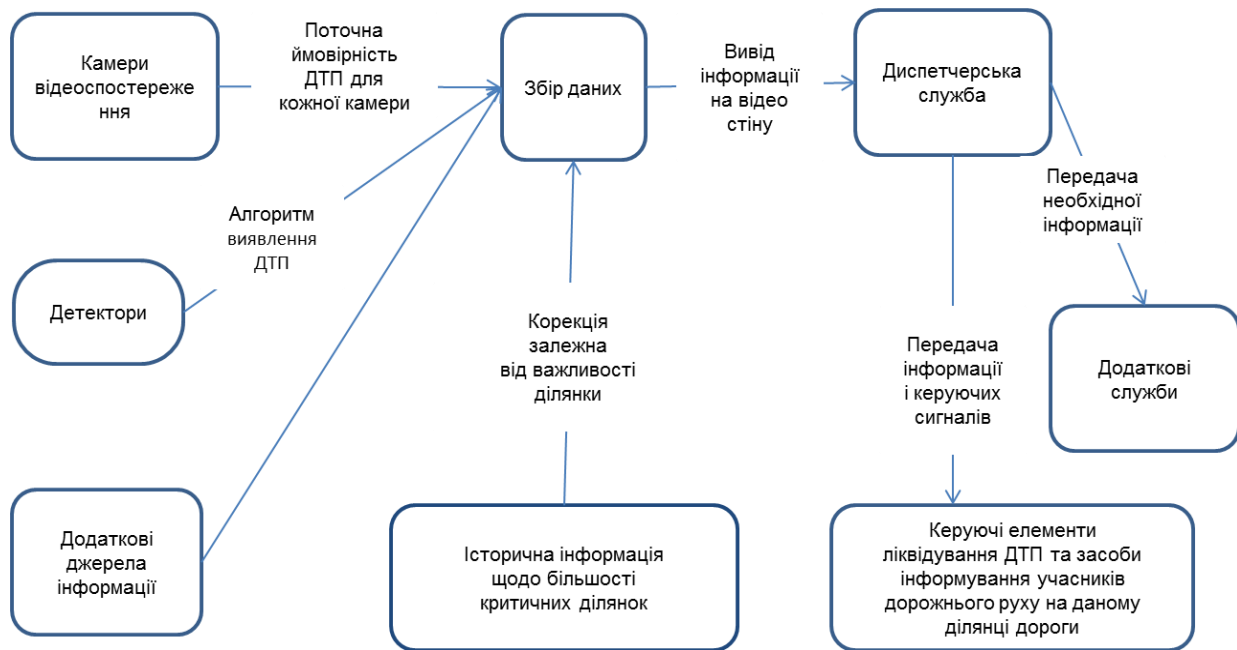
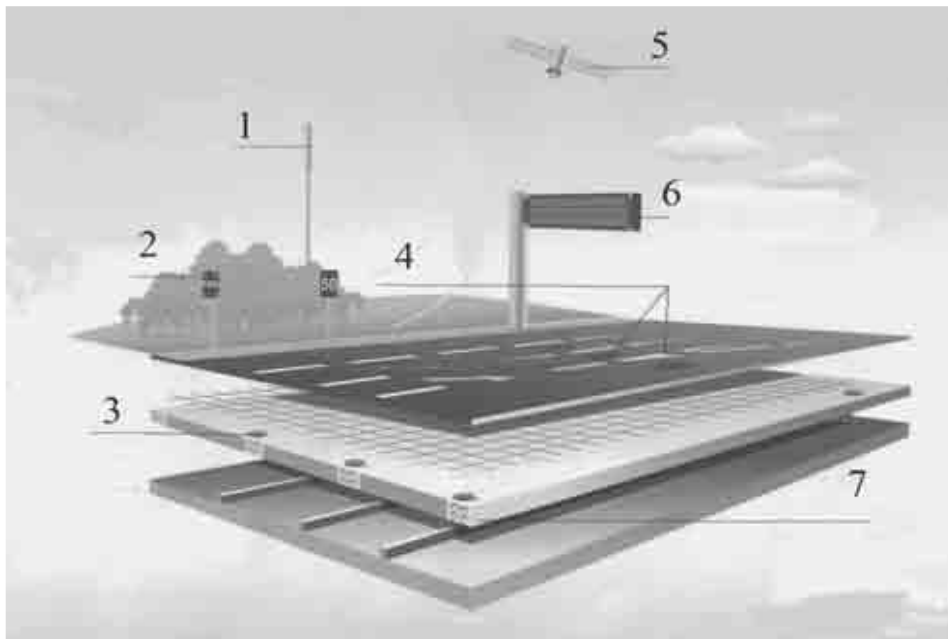


Рисунок 1 – Схема підсистеми виявлення і розпізнавання ДТП

Також джерелами інформації можуть бути приватні особи і спецслужби. При отриманні інформації про ДТП відбувається ідентифікація. Визначення місця ДТП та складності ситуації на місця події. Вся інформація передається в диспетчерський центр, де відбувається кінцеве коректування і прийняття рішення, а також передача відповідним органам необхідної інформації, коректування управління руху та інформування учасників дорожнього руху.

Для реалізації представленого набору функцій інтелектуальної дороги необхідно передбачати можливість включення елементів інтелектуальної інфраструктури в проектні рішення або в плани реконструкції конкретних ділянок доріг. В такому випадку дорога вже на стадії проектування повинна описуватися функціоналом який задається в режимі обґрунтування підсистем ІТС. Це означає, що проекти доріг при узгодженнях повинні містити елементи інтелектуальної інфраструктури (рисунок 2). Такий підхід дозволить істотно підвищити ефективність нових побудованих доріг з точки зору досягнення цільових показників, а також знизити інвестиційні і експлуатаційні витрати [6].

В якості висновку слід констатувати, то що в Україні на сьогодні тільки почали розбудову ринку геоінформаційних послуг. Зрозуміло що на розробку та впровадження геоінформаційних технологій в тому числі і в сфері навігаційних глобальних інформаційних систем (ГІС) необхідний час. Але чим швидше буде визначено принципову важливість впровадження та використання інтелектуальних транспортних систем в дорожній галузі України і цей факт стане цілеспрямованою державною політикою, тим скоріше виграс наше суспільство в цілому.



1 – система обміну інформацією автомобіль – інфраструктура; 2 – система попереджування про несприятливі погодні умови, що працює в автоматичному режимі; 3 – вмонтовані в дорожнє покриття датчики вимірювання температури, вологості і стану дорожнього покриття; 4 – супутникові і радіо комунікації для учасників дорожнього руху та інфраструктури інтелектуальної дороги; 5 – система інформування водіїв, що взаємодіє з датчиками та автомобільними модулями; 6 – спеціалізовані інформаційні та силові мережі для здійснення інформування водіїв, моніторингу стану дороги та транспортного потоку.

Рисунок 2 – Проект інтелектуальної автомобільної дороги

Література

1. СОУ 45.2-00018112-077:2012 Автомобільні дороги. Споживчі властивості автомобільних доріг загального користування // Київ, Укравтодор, 2012 - 55с.
2. Концепція створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження): Розпорядження КМ України № 410-р від 17.07.2003р.
3. Журнал «Наука та інновації» //2007. Т 3. № 1.С. 4–32.
4. Жанказиев С.В., Тур А.А., Халилев Р.Ф. – Интеллектуальные дороги – современный взгляд / Журнал «Наука и техника в дорожной отрасли» №2 //– 2010 (53) – 44 с.
5. Организация и безопасность движения: Учеб. пособие / И. Н. Пугачёв. – Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. –232 с.
6. Fan Y, Khattak, A J and Shay E (2007) Intelligent Transportation Systems: What Do Publications and Patents Tell Us? Journal of Intelligent Transportation Systems, 11:2,91 – 103.

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ І ВНУТРІШНІХ ФАКТОРІВ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

*Кузуб Д.С., ст. групи Д-41-19,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Сєдов А.В., к.т.н., доцент
avs.1708@ukr.net
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Поява великої кількості сучасних швидкісних автомобілів з поліпшеними динамічними характеристиками і збільшення частки автомобілів особливо великої вантажопідйомності в значній мірі прискорили руйнування автомобільних доріг з асфальтобетонними покриттями. В результаті погіршується транспортно-експлуатаційний стан доріг, знижується швидкість руху, підвищується собівартість перевезень автомобільним транспортом, все більші витрат потрібно на ремонт дорожніх покриттів [1].

В процесі експлуатації відбувається інтенсивний знос покриття по всій ширині проїзної частини і особливо у межах смуги накату. Ступінь зносу і замаслювання залежить від терміну служби дорожнього покриття, від складу, а також від інтенсивності руху транспортних засобів і місця розташування дороги. На рисунку 1 показано зниження коефіцієнта зчеплення протягом перших 2-х років експлуатації дороги.

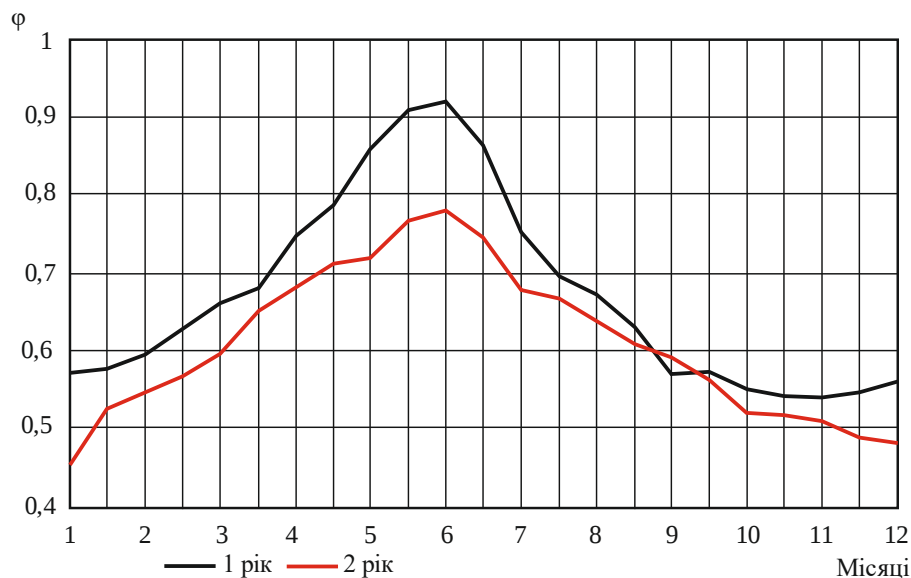


Рисунок 1 – Зміна коефіцієнта зчеплення дорожнього покриття при експлуатації дороги протягом 2-х років [2].

Фахівці багатьох країн [3, 4] прийшли до висновку, що більша частина дефектів і руйнувань дорожнього покриття обумовлені деструктивними проявами. До них слід віднести: поява тріщин внаслідок зниження витривалості асфальтобетону під впливом інтенсивних транспортних навантажень; деформації поверхні покриття внаслідок недостатньої міцності і несучої здатності шарів

дорожньої основи і ґрунту земляного полотна; утворення локальних (по смугах накату) залишкових пластичних деформацій і просадок у вигляді колії, а також подрібнення асфальтобетону і лущення під впливом метеорологічних факторів – опадів і низьких температур (особливо при багаторазовому переході температури через 0 °С), використання хімічних протиожеледних реагентів [5] (рис. 2).

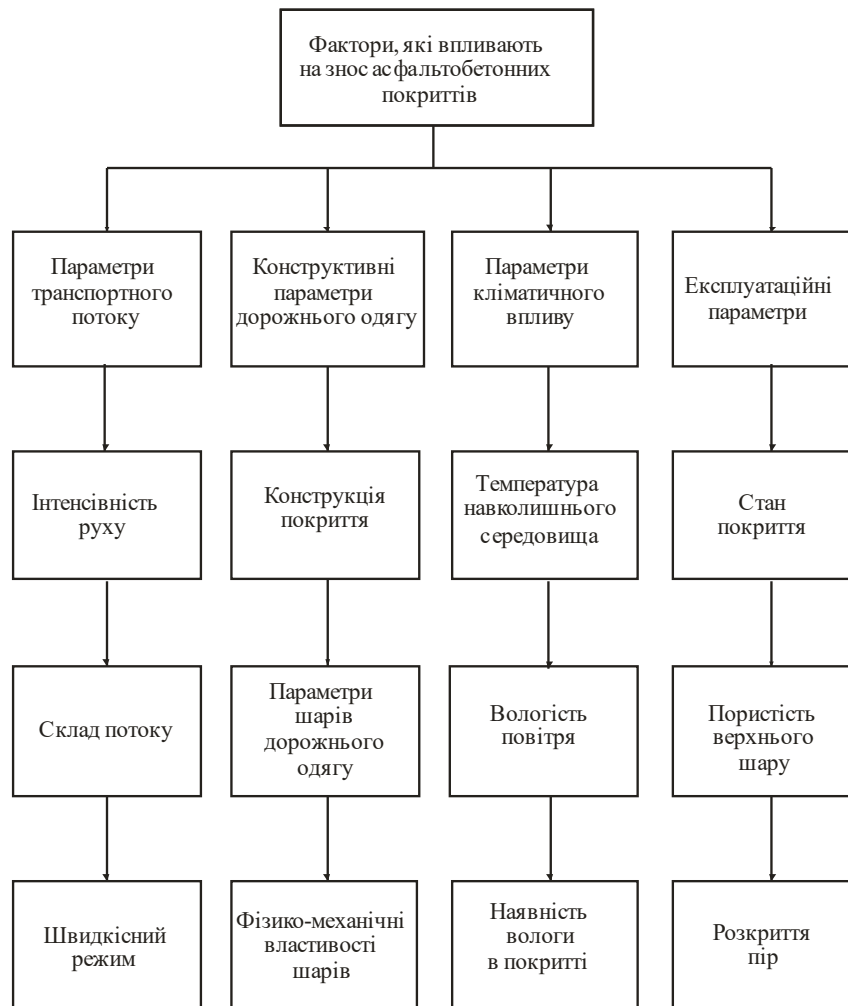
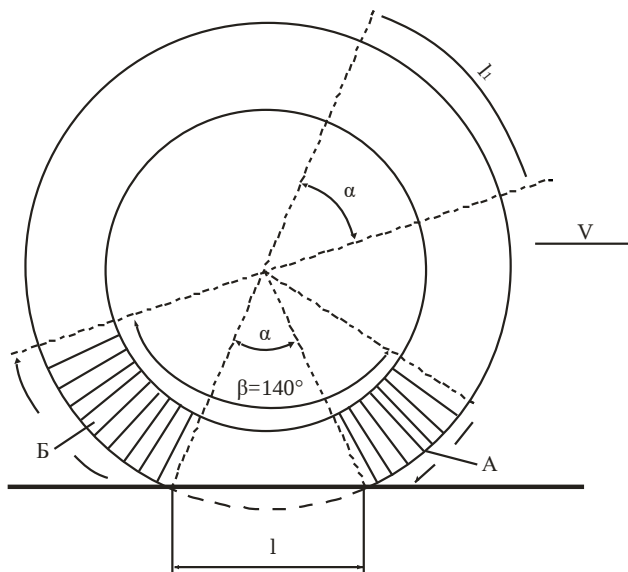


Рисунок 2 – Класифікація факторів, що призводять до зносу асфальтобетонних покриттів.

Технічне обслуговування доріг в зимовий період (обробка піском, використання шипованих покришок шин) можна вважати фактором збільшення зносу дорожнього покриття внаслідок посилення абразивного процесу [4]. Знос вологого покриття дороги в 2-6 разів вище, в порівнянні з сухим [5]. Знос також збільшується після обробки поверхні дороги технічною сіллю та іншими протиожеледними засобами, так як поверхня протягом більш тривалого періоду часу залишається вологою [1].

Певною мірою умовно знос можна уявити як сукупність різних простіших процесів стирання і вибивання зерен піску і щебню, відриву і видалення дрібнозернистої фракції (дрібніше 0,05 мм) разом з бітумом або без нього, вимивання або видалення бітуму при наявності води або агресивних розчинів і т.д. Залежно від виду і структури матеріалу покриття або ступеня зношеності поверхні той чи інший фактор в процесі зносу набуває першочергового значення.

Найбільший вплив на знос покриттів надають рухомі автомобілі. Під навантаженням, яке передається на колесо, шина деформується (рис. 3) [1].



А – зона стиснення; Б – зона розтягування; l_1 ; l – шлях, який проходить точка на шині поза зоною і в зоні контакту шини з покриттям; α – кутова швидкість.

Рисунок 3 – Вплив деформації шини колеса на знос покриття.

При навантаженні колеса крутний або гальмівним моментом поздовжнє напруження, в зоні контакту, розподілене по довжині контакту і змінюється за законом трикутника ($P_n=0$ на вході і $P_n=\max$ на виході з контакту). У шинах під впливом дотичних напружень виникає прослизання, що викликає знос.

Величина прослизання l_c дорівнює:

$$l_c = C \frac{2p_k}{K_k \cdot l_k} = C \frac{2M_{кр}}{K_k \cdot r_k \cdot l_k}, \quad (1)$$

де C – коефіцієнт;

K_k – жорсткість в окружному напрямку;

r_k – радіус кочення;

$M_{кр}$ – крутний момент.

З теорії взаємодії шин автомобілів з поверхнею дорожнього покриття встановлено, що в площині сліду ведучого колеса автомобіля діє сила тертя T , яка протидіє силі тяги і дорівнює:

$$T = (M_k/r_k) - Q_k f, \quad (2)$$

де M_k – крутний момент на ведучому колесі автомобіля радіусом r_k ;

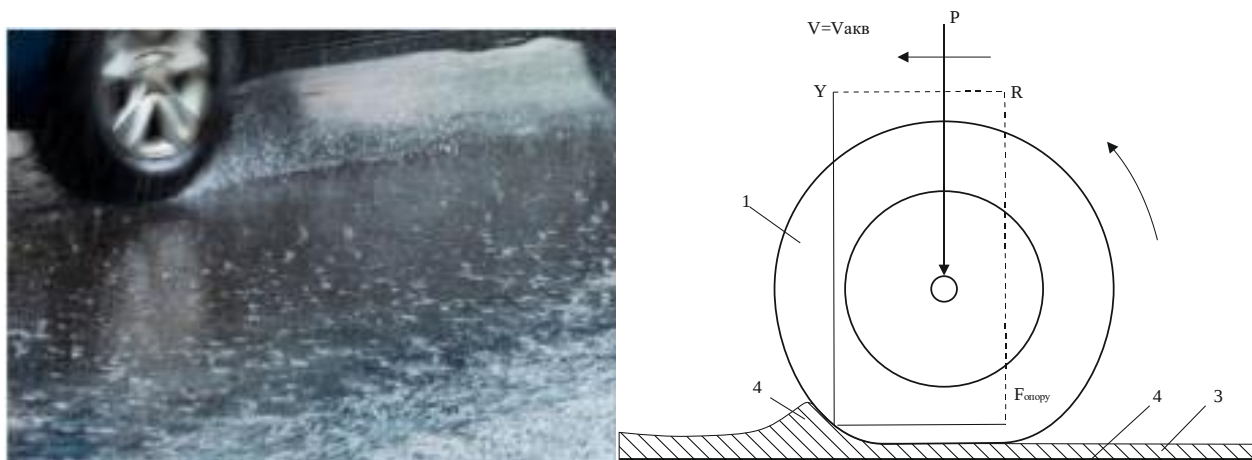
Q_k – вертикальне навантаження на колесо;

$f = d/r_k$ – коефіцієнт опору коченню. На рівних вдосконалених покриттях значення коефіцієнта f коливається в межах: $f = 0,01 \div 0,02$;

d – відстань зсуву.

Особливий інтерес викликає наявність вологи в конструкції дороги. Це атмосферна волога, вологість основи і прихована вода хімічних перетворень,

включаючи процеси розчинення, осмосу, електроосмосу, капілярної вологи пористих структур, конденсованої вологи пір, води в порах і на поверхні покриття (рис. 4) [6].



1 – колесо; 2 – покриття; 3 – шар рідини; 4 – головний хвиля рідини; P – навантаження на колесо автомобіля; Y – вертикальна реакція, або підйомна сила, що діє на колесо; R – сумарна реакція, що діє на колесо; F_{опору} – горизонтальна реакція, що діє на колесо (сила опору руху)

Рисунок 4 – Схема дії колеса автомобіля на мокре покриття [6]

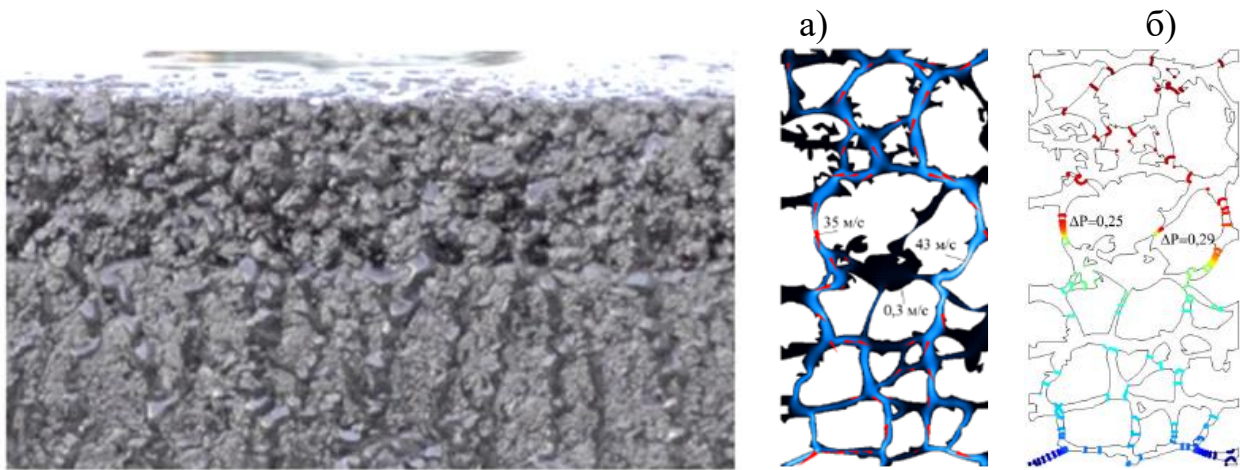
Це різноманіття підтримується і переходом води в міжфазний стан, а хімічні реакції і електроліти розширюють ці межі [6].

Вода послаблює внутрішні сили зчеплення, призводить до хімічного процесу суфозії, розчиняє мінеральну компоненту матеріалу покриття, сприяє вимиванню бітуму. Рух уздовж пір підсилює розчинність під дією зовнішньої сили, яка присутня при впливі автомобілів.

Інший механізм зносу відбувається при зниженні температури до межі в 10-12 °С, знос стає крихким і вплив динамічних сил призводить до відриву поверхневих частинок, знос збільшується. Зростання вологи, особливо поверхневої, не дозволяє мінеральним компонентам реінтегруватися, назад в бітумну матрицю. Ці компоненти несуться динамічними потоками води, які формуються пневматиками коліс транспортних засобів (рис. 4).

З ростом температури до 35-50 °С знос асфальтобетону збільшується, а в присутності води йде розвиток капсул, в яких на початковому етапі знаходяться мінеральна частинка і вода. Надалі вода випаровується, створюючи пористу структуру малої глибини. При подальшому підвищенні температури поверхні асфальтобетону характерні для зносу руйнування структури частково переходять в пластичні деформації, і можна спостерігати пластичне просідання і часткове винесення бітумних або полімерних матеріалів шинами автомобілів.

Окремою категорією, небезпечною для асфальтобетонних покриттів, є стан при температурі від 0 °С до плюс 10 °С, в поєднанні з надмірним водонасиченням поверхневого шару знос може зрости в 1,2 рази. Це можна пояснити розвиненою, сіткою мікротріщин, розколів і адгезивних відривів мінеральних часток від органічного в'язучого. (рис. 5) Напруження в покритті стають пов'язаними зі стисненням матеріалу при його охолодженні.



а) швидкість всередині структури б) тиск в каналах пір і мікротріщин
Рисунок 5 – Структура асфальтобетонного покриття з мікропорами, що руйнується

З аналізу досліджень взаємодії колеса автомобіля з верхнім шаром покриття дороги і фізичних процесів, які виникають при цьому можна зробити наступні висновки:

1. Вода переміщується в шарі покриття як в результаті випаровування, наявності явища капілярності, так і під дією температури поверхні дорожнього покриття, що демонструється процесами суфозії. Динамічний вплив води у верхньому шарі асфальтобетонного покриття має незворотний характер.

2. Облік всіх факторів, що призводять до руйнування покриття з утворенням залишкових деформацій і незворотних змін, вимагає не тільки визначення пластичної деформації матеріалу покриття і прогину дорожньої конструкції, але і дослідження зносу поверхні дороги, включаючи її вологий стан, як окремий фізичний процес.

Література.

1. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг та міських вулиць : навчальний посібник / Кашканов А. А., Кашканов В. А., Кужель В. П. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 113 с.
2. Губа В. В. Фактори, які впливають на зчипні якості дорожніх покриттів. Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. 2008. № 2(7). С 94-98.
3. Klimont, Z., Cofala, J., Bertok, I., Amann, M., Heyes, C., Gyarfas, F. «Modelling particulate emissions in Europe – a framework to estimate reduction potential and control costs», IIASA Interim Report IR-02-076. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria. 2001.
4. Kupiainen, K., Tervahattu, H., Räsänen, M. Experimental studies about the impact of traction sand on urban road dust composition. Science of the Total Environment. 2003. Vol. 308. Pp. 175-184.
5. Otravoj dorozhnyj metodicheskij dokument. Rekomendacii po vyjavleniju i ustranjeniju kolej na nezhestkih dorozhnyh odezhdah: utv. gos. sluzhboj dor. hoz-va m-va tr. RF 24.06.02. М : Informavtodor, 2002. 180 p.
6. Аквапланирование, или глиссирование, автомобиля на мокром покрытии: веб-сайт. URL: https://bstudy.net/645097/tehnika/akvaplanirovanie_glissirovanie_avtomobilya_mokrom_pokrytii. (дата звернення: 26.03.2022).

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗОЛОГРУНТОВИХ СУМІШЕЙ, ОБРОБЛЕНИХ БІТУМОМ

Кулик І., ст. групи Д-41-19

d119kiv@stud.khadi.kharkov.ua

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

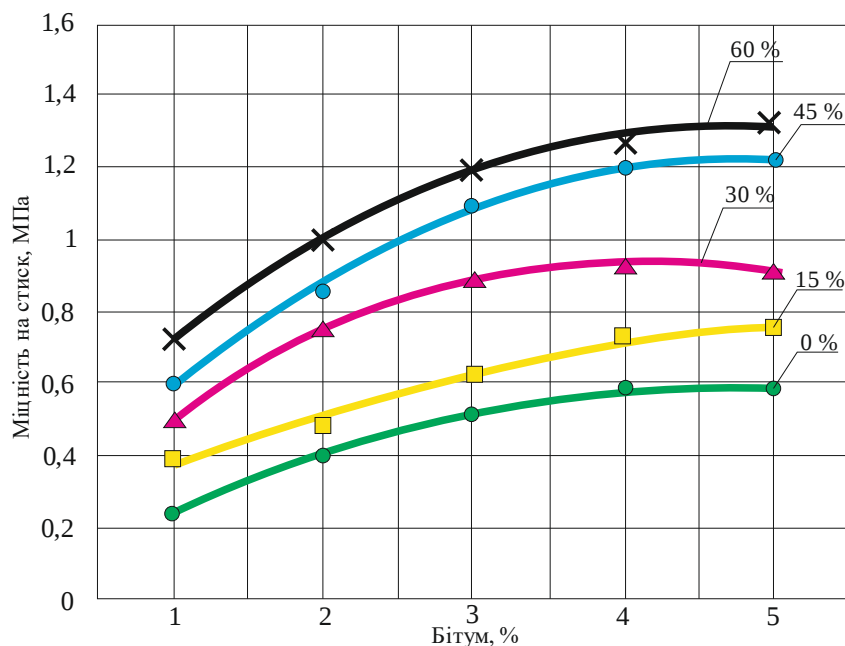
Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Встановлено, що властивості ґрунтів, укріплених органічними в'язучими – рідкими бітумами, значною мірою залежать від специфічних властивостей ґрунту та в'язучого. Дослідження зологрунтової суміші виконані з метою визначення впливу вмісту золи в суміші, обробленої бітумним в'язучим на властивості дорожньо-будівельного матеріалу.

Результати випробування зразків із суміші золи (вміст 0 %, 15 %, 30 %, 45 % і 60 %) та ґрунту, обробленої рідким бітумом (вміст 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, та 5 %) на межу міцності при стисканні у водонасиченому стані представлені на рис. 1 та 2 [1].

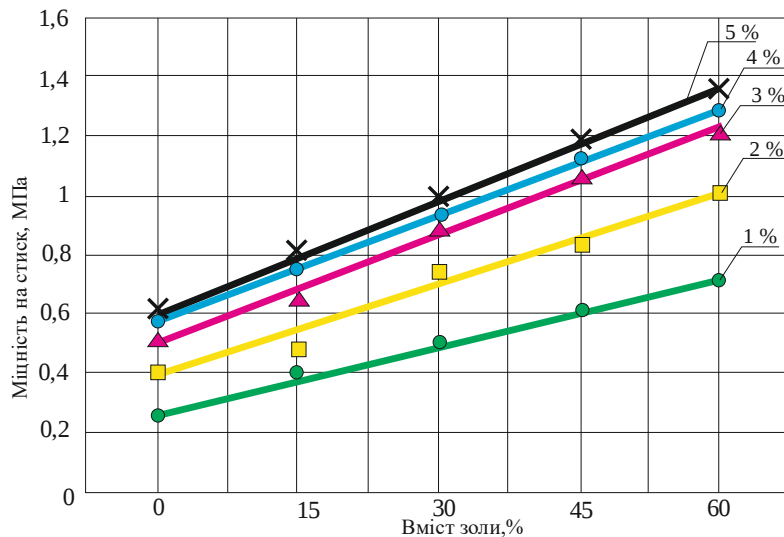


1 – 0 % золи; 2 – 15 % золи; 3 – 30 % золи; 4 – 45 % золи; 5 – 60 % золи

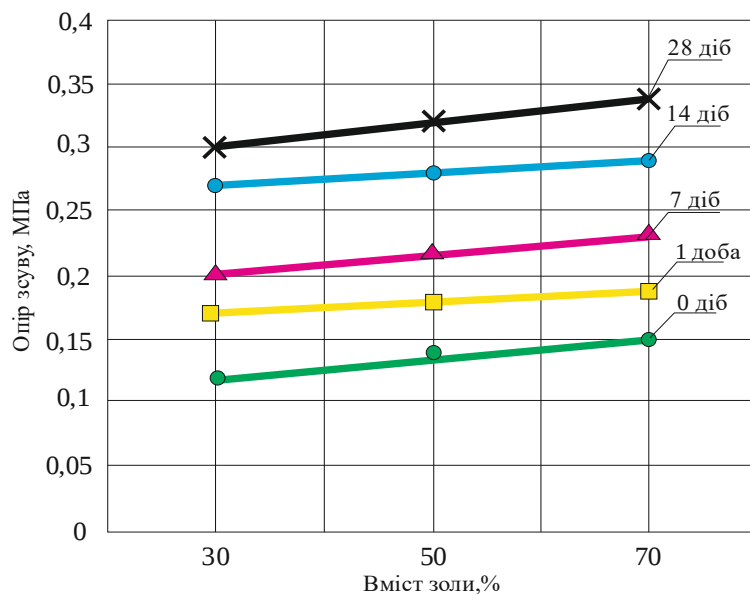
Рисунок 1 – Межа міцності при стисканні водонасичених зразків із суміші золи та ґрунту, оброблених бітумом залежно від вмісту у суміші бітуму

Збільшення дозування бітуму з 1 % до 5 % підвищує міцність зразків в 1,5-2 рази і за абсолютним значенням становить 0,6-1,35 МПа, що відповідає матеріалу II-III класу міцності з модулем пружності 400-600 МПа [1].

Аналіз графіків (рис. 2) показує, що межа міцності при стисканні водонасичених зразків зростає до значень від 0,66 МПа до 1,35 МПа при дозах бітуму (1-5 %). При вмісті в суміші золи (60 %) призводить до зростання межі міцності при стисканні водонасичених зразків за абсолютною величиною від 0,6 МПа до 1,35 МПа [1].



1 – 1 % бітуму; 2 – 2 % бітуму; 3 – 3 % бітуму; 4 – 4 % бітуму; 5 – 5 % бітуму
Рисунок 2 – Межа міцності при стисканні водонасичених зразків із суміші золи та ґрунту, оброблених бітумом залежно від вмісту у суміші золи



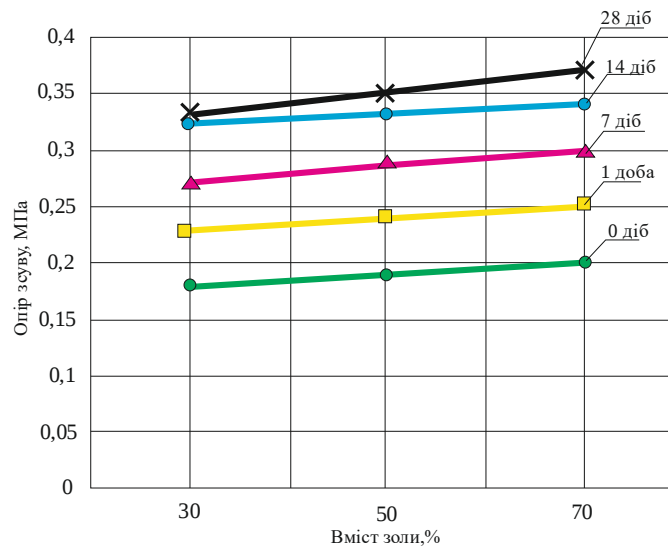
1 – свіжоприготовлена суміш, 2 – 1 добу витримки перед випробуванням, 3 – 7 діб витримки перед випробуванням, 4 – 14 діб витримки перед випробуванням, 5 – 28 діб витримки перед випробуванням

Рисунок 3 – Опір зсуву золоґрунтової суміші, обробленої бітумом (4 %)

Графіки (рис 3) характеризують підвищення величини опору зсуву від вмісту золи у суміші при вмісті бітуму 4 %. Величина опору зсуву у свіжоприготовленої суміші за абсолютним значенням становить при 4 % бітуму від 0,12 МПа до 0,3 МПа (30 % золи) і 0,15-0,34 МПа (70 % золи).

Графіки рисунку 4 характеризують підвищення величини опору зсуву від вмісту золи при вмісті бітуму 6 %. Величина опору зсуву за абсолютним значенням становить при 6 % бітуму від 0,18 МПа до 0,33 МПа (30 % золи) та 0,2-0,37 МПа (70 % золи) [1].

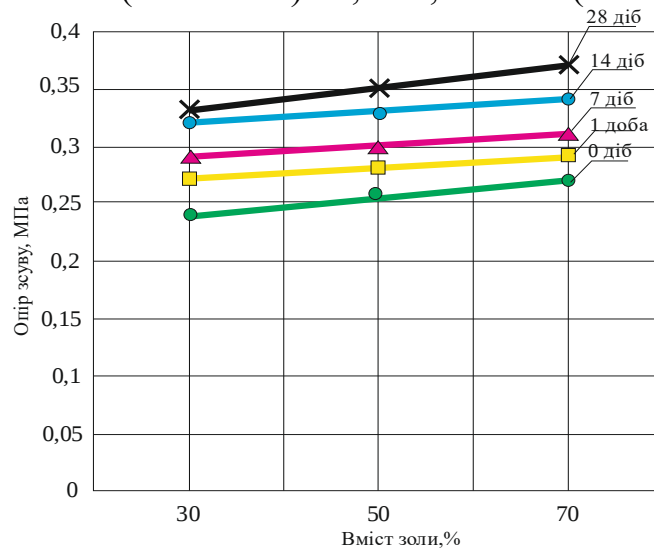
Графіки рисунку 5 характеризують підвищення величини опору зсуву зі зростанням вмісту золи у суміші.



1 – свіжоприготовлена суміш, 2 – 1 добу витримки перед випробуванням, 3 – 7 діб витримки перед випробуванням, 4 – 14 діб витримки перед випробуванням, 5 – 28 діб витримки перед випробуванням

Рисунок 4 – Опір зсуву зологрунтової суміші, обробленої бітумом (6 %)

Величина опору зсуву за абсолютним значенням становить при 8 % бітуму від 0,24 МПа до 0,33 МПа (30 % золи) і 0,27-0,37 МПа (70 % золи) [1].



1 – свіжоприготовлена суміш, 2 – 1 добу витримки перед випробуванням, 3 – 7 діб витримки перед випробуванням, 4 – 14 діб витримки перед випробуванням, 5 – 28 діб витримки перед випробуванням

Рисунок 5 – Опір зсуву зологрунтової суміші, обробленої бітумом (8 %)

Результати випробування золо-вапнякових сумішей на зсув підтверджують, що зола в сумішах з ґрунтом, оброблених бітумом, є активним компонентом у процесах структуроутворення дорожньо-будівельного матеріалу.

Література

1. Зубова О. В. Використання в лісовому дорожньому будівництві зологрунто-вих сумішей, оброблених в'язучими матеріалами. <https://www.dissercat.com/content/ispolzovanie-v-lesnom-dorozhnom-stroitelstve-zologruntovykh-nsmesei-obrabotannykh-vyazhushch>.

ОГЛЯД МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЗСУВОСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ

*Лисак П.М., ст. групи Д-41-19,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Аринушкіна О.О., асистент
lenaarinushkina@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Існуючі методи випробувань на зсувостійкість різною мірою відображають реальні умови утворення пластичних деформацій асфальтобетонів в дорожніх покриттях і часто не взаємозв'язані між собою.

За кордоном до середини минулого сторіччя домінував стандартний метод випробування асфальтобетону по Маршаллу при температурі $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ і швидкості деформації 50 мм/хв. Відповідно до даних інституту Асфальту (США) показники властивостей по Маршаллу кореспондували з інтенсивністю утворення пластичних деформацій в асфальтобетонному покритті. Проте надалі і цей метод піддався критиці. Наприклад, дослідженнями С. Хушека і іншими авторами було показано, що багато складів асфальтобетону не підтверджують встановлені раніше критерії зсувостійкості покриттів [1]. Також наголошувалося, що структура ущільненого асфальтобетону, досягнута на дорозі, відрізняється від структури зразка, ущільненого трамбівкою Маршалла.

У дослідницьких цілях для оцінки зсувостійкості асфальтобетону застосовують різні нестандартні методи. Широко представлені штампіві випробування, які характеризують асфальтобетон глибиною занурення штампу в зразок. Проте методи штампівих випробувань, що використовуються в різних дорожніх дослідницьких організаціях, не збігаються між собою. Наприклад, литий асфальтобетон випробовують штампом площею 50 мм² під впливом навантаження 52,5 кг протягом 180 с [2]. Зразки литого асфальтобетону кубічної форми повинні знаходитися в сталевій обоймі при температурі $40\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Параметром оцінки є глибина занурення штампу в міліметрах, яка приймається як середня арифметична з результатів двох паралельних визначень при допустимій розбіжності між ними не більше 15 %.

Відомі штампіві випробування асфальтобетону, які полягають у навантаженні циліндрового зразка діаметром і висотою 101 мм через плоский штамп діаметром 50,5 мм при температурі $50\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тиску близько 2 МПа для визначення показника в'язкості, а також при швидкості деформації плити преса $3,0\pm 0,5$ мм/хв для оцінки міцності і граничної відносної деформації, яку визначають як відношення граничної глибини занурення штампу у момент руйнування до його діаметру [3].

Стандартні одноосні випробування циліндричних зразків асфальтобетону на повзучість при стиску, зокрема в режимі циклічного навантаження, застосовуються в багатьох країнах [4]. У Європі прийнято оцінювати стійкість асфальтобетону до залишкових деформацій за допомогою малогабаритної

випробувальної установки, що забезпечує ступінчасте навантаження на штамп 100 кПа при частоті 0,5 Гц. Відомі і складніші методи випробування асфальтобетонних зразків при стиску. У США був спеціально розроблений прилад для зсуву SST в рамках державної програми досліджень для технології «Superpave» [5]. Цей прилад дозволяє прикладати до зразка одночасний бічний тиск, зсувні і нормальні навантаження при різних режимах, що задаються. Прилад для випробування асфальтобетону на зсув представляє складний пристрій, який складається з випробувального пристосування, системи реєстрації і контролю напруги і деформацій зразка (із зворотним зв'язком), камери з регульованим тиском до 840 кПа і температурою від 1 до 80 °С, гідроприводу для створення осьових і зсувних навантажень. Цей прилад дозволяє проводити декілька видів випробувань:

- об'ємні випробування при усесторонньому стиску зразка фіксованим тиском при температурах 4, 20 і 40 °С;
- одноосний стиск при регульованому обмежуючому бічному тиску і температурах 4, 20 і 40 °С;
- випробування на повторний зсув при заданому співвідношенні осьового напруження і напруження зсуву тривалістю від 5 до 120 тис. циклів навантаження або ж до величини залишкової деформації зразка 5 %;
- випробування на повторний зсув при постійному рівні навантаження 68 кПа і постійній висоті зразка;
- випробування на простий зсув при постійному рівні навантаження і постійній висоті зразка;
- випробування циклічним зсувним навантаженням при постійній амплітуді і різних частотах від 0,01 до 10 Гц.



Рисунок 1 – Зразок асфальтобетону, затиснений в захватці навантаження приладу SST

Випробування на приладі для зсуву SST призначалися для оцінки не тільки залишкових деформацій, але і втомних процесів в асфальтобетоні. Проте, судячи з пізніших публікацій, широкого застосування цей прилад не отримав [4], хоча і використовується у дослідницьких цілях (рис. 1).

Частіше застосовуються спеціальні пристрої для випробування асфальтобетонних плит і циліндричних зразків колісним навантаженням, що моделюють умови навантаження асфальтобетону на дорозі (рис. 2, 3). Температура випробування колесом призначається, як правило, в межах від 30 °С до 60 °С.



Рисунок 2 – Випробування асфальтобетонних плит розміром 700×500×60 мм колісним навантаженням 7 кН

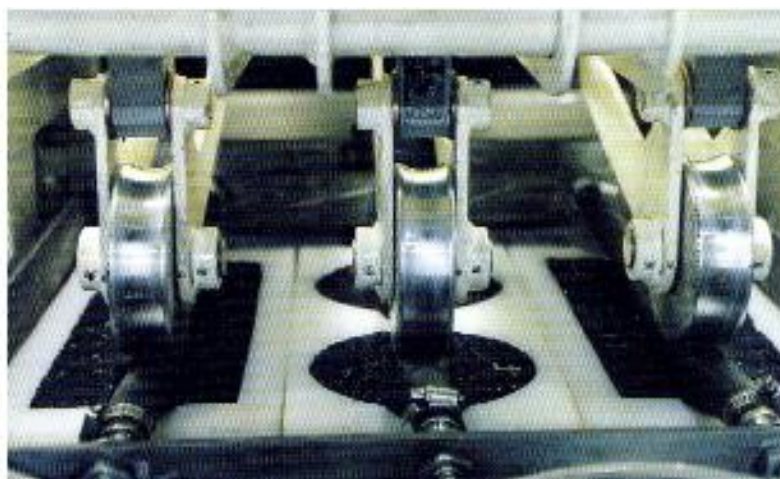


Рисунок 3 – Випробування асфальтобетонних зразків через пружний джгут

Зразки-моделі достатньо великих розмірів у вигляді плит ущільнюються невеликими катками, вібротрамбівками, або застосовують спеціальні пристрої – ущільнювачі зразків. Питання стандартного ущільнення асфальтобетонних плит при цьому залишається відкритим. У Данії для ущільнення сумішей ЩМА була створена спеціальна залізобетонна форма, в якій виготовляли зразки розміром 500×500×100 мм за допомогою металевих вальців, причому підбирали роботу ущільнення так, щоб отримати потрібну за проектом залишкову пористість асфальтобетону. У Фінляндії асфальтобетонна плита для оцінки стійкості до колієутворення виготовляється площею 500×700 мм і товщиною 60 мм (PANK 4205). Для приладу Orniereur Pavement Rutting Tester розмір плити складає 600×400 мм або 500×180 мм при товщині від 25 до 150 мм.

Випробування зсувостійкості на колієутворення вважаються найбільш виправданими, так як отримувані результати відображають інтенсивність утворення колії в покритті.

Література.

1. Huschek S. Der Kriechversuch Ein einfaches Mittel zur Beurteilung der plastischen Verformbarkeit von Asphaltmischungen. Strasse und Verkehr N 4, 1976, s. 134-141.
2. ДСТУ Б В.2.7-319:2016 Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань. [Чинний від 2017-04-01]. – К.: ДП УкрНДНЦ. 2017. 70 с.
3. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов (к СНиП 3.06.03-85 и СНиП 3.06.06-88): Союздорнии, М. 1991, 162 с.
4. NCHRP Report 465. Simple Performance Test for Superpave Mix Design: National Academy Press, Washington D.C. – 2002, s.105.
5. Superpave Mix Design. Asphalt Institute Superpave Series N2 (SP-2), 1996 Printing, s.117.

ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Лисенко Д.О., ст. групи Д-36m1-20,
dmutro2405@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Арінушкіна Н.С., к.т.н., доцент
nataliaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Процес автомобілізації охоплює з кожним роком все більше країн. Постійно збільшується автомобільний парк та кількість людей, що втягуються в сферу дорожнього руху. Одночасно з цим зростає щорічна кількість дорожньо-транспортних пригод в яких гинуть і отримують поранення мільйони людей в усьому світі. У зв'язку з цим виникає потреба у поліпшенні організації безпечного руху транспортних засобів.

Технічні засоби організації дорожнього руху – це комплекс пристроїв, конструкцій, споруд та зображень, що застосовуються на дорогах для регулювання дорожнього руху. До технічних засобів організації дорожнього руху відносять: дорожню розмітку, дорожні знаки, напрямні пристрої, світлофори, захисні огороження і т.д.[1].

Найчастіше в якості матеріалу для структурної дорожньої розмітки використовується гарячий термопластик з додаванням скляних мікрокульок діаметром від 0,05 – 1,50 мм. Перевагою технології нанесення структурної дорожньої розмітки є: відмінні параметри в умовах нічного бачення, дощу та туману, висока зносостійкість, морозостійкість, висока адгезія з покриттям, створюється шумовий ефект при наїзді на лінію, який може розбудити сонних водіїв, крапельна структура лінії забезпечує відмінний водовідвід. Недоліки даної технології: вартість розміточного матеріалу вище за звичайні фарби, маркувальні машини повинні мати спеціальне обладнання.

Динамічні дорожні знаки – це повнокольорові світлодіодні екрани, в середині яких встановлюють блок управління, які відображають будь які запрограмовані дорожні знаки (рис 1).

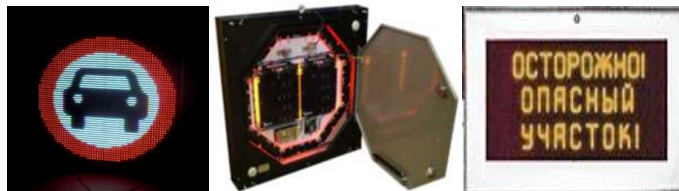


Рисунок 1 – Динамічні дорожні знаки

Застосування знаків зі світлодіодною індикацією дозволяє керувати транспортними потоками в години пік, контролювати парковку, міняти обмеження швидкості залежно від погодних умов. Завдяки високій яскравості світлодіодів, знаки відмінно видно не тільки в нічний час доби але і в туманну

погоду та яскравим сонячним днем. Світлодіодний дорожній знак може працювати автономно заздалегідь заданою програмою або ж контролюватися диспетчером на відстані [2]. Дослідження світлодіодних ламп показали, що біле світло має переваги перед жовтим освітленням: біле світло покращує нічне бачення на 60-90 % щодо висвітлення іншого спектра, біле світло покращує колірне сприйняття, що в свою чергу збільшує контраст зображення і сприйняття глибини простору. Широкий спектр освітлення дозволяє встановлювати ці лампи на дорогах першої категорії на відстані між стовпами 50-60 метрів. Основні особливості дорожніх світлодіодних ламп: ці лампи – є трансформерами, тобто дозволяють змінювати діаграму освітлення на дорозі, вага таких ламп не більше двох кілограмів, світильники не сліплять водіїв, мають низьке енергоспоживання на одиницю світлового потоку на відміну від звичайних ламп накаливання, можуть працювати від акумуляторів та на сонячних батареях (рис.2).



Рисунок 2 – Світлодіодні лампи на стовпах освітлення

Сьогодні запроваджують нові концептуальні світлодіодні світлофори. Головною перевагою концептуального світлофора є повнорозмірний світлодіодний дисплей, який може відображати будь-який колір [2]. Особливо цікаві додаткові функції системи. Коли світлофор підключено до безпроводної мережі екстрених служб, і коли до перехрестя наближається швидка допомога, весь дисплей спалахує червоним, а в центрі на білому полі з'являється червоний хрест. В нижній частині світлофора є камера, яка стежить за швидкістю проїжджаючих машин, і нагадує водіям про швидкісний режим.

Переваги таких світлофорів: практично відсутнє обслуговування протягом всього строка експлуатації, високі фотометричні характеристики, великий різновид програм та команд які висвітлюються, низьковольтне вживання енергії і підвищена електробезпека, більша економія електроенергії в порівнянні зі звичайними світлофорами (рис.3).



Рисунок 3 – Концептуальні світлодіодні світлофори

Дорожні дзеркала використовують в «мертвих» або «сліпих» зонах (зони де з видимості водія зникають інші автомобілі і об'єкти). Такі зони можуть виникати

внаслідок ускладненої видимості із-за дерев, будинків, інших транспортних засобів, особливостей рельєфу і навіть конструкційних особливостей транспортного засобу який рухається. Також дорожні дзеркала забезпечують видимість в «мертвих зонах» на перехрестях доріг, вони збільшують огляд. Установка таких дзеркал на дорогах з «мертвими зонами» дозволяє знизити ймовірність виникнення ДТП [.

Тросові і канатні огороження. Дана технологія успішно використовується в таких країнах як Китай, США та країнах Латинської Америки. Тросові огороження добре себе зарекомендували у випробуваннях на розрив при зіткненні з легковим і головне – великогабаритним транспортом [3]. Вони набагато безпечніші ніж огороження бар'єрного типу, оскільки не розламуються на частини при ударі. Особливо хотілося б підкреслити той факт, що тросові огороження легкі в установці і відновленні та не металоємні, що різко відрізняє їх за ціною від простих бар'єрних огорожень. Тросове огороження складається з тросів у кількості 2-8 штук, діаметром 18-22 мм, легких алюмінієвих стійок і якірних блоків вагою близько трьох тонн. Всі частини дорожнього огороження надійно захищені від корозії гарячим цинком.

Особливістю тросових огорожень є те, що при аварії стійки, які утримують металевий трос здатні ламатися у основі, самі ж троси залишаються непошкодженими. Дослідження показали, що при наїзді на тросове огороження водії і пасажирі гинули або отримували травми лише в 16 % випадків. При використанні бетонних і профільних металевих відбійників до жертв і травм приводило 41 % аварій.

Переваги даної технології: дешевше будь-якого іншого огороження через низьку металоємність, при відновленні аварійної ділянки потрібно в кілька разів менше трудових ресурсів, ніж при відновленні огорожень бар'єрного типу, ремонт пошкодженої ділянки швидше в 4-5 разів через легкість заміни всіх деталей конструкції, економічність в обслуговуванні, не вимагає очищення від дорожніх забруднень, забезпечується добре продування від бруду і снігу, забезпечує хорошу видимість і дозволяє пасажирам милуватися навколишньою природою, що особливо актуально в місцях мальовничих туристських маршрутів, гірському серпантині, мостах і перевалах.

Усі вище наведені нові технічні засоби організації дорожнього руху мають високу ефективність, низьку витрату трудових ресурсів для експлуатації цих об'єктів та значний строк служби. Але разом із цим такі нововведення потребують певної нормативної бази, технічних правил, та певного фінансування для їх реалізації у повній мірі, що в свою чергу буде сприяти зниженню дорожньо-транспортних пригод.

Література

1. ДСТУ 2587-2021. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. [Чинний від 2021-08-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2021. 90 с.
2. Кушнір О.В., Катукова В.М. Інновації в дорожньому господарстві України. *Дороги і мости*. 2014. Вип. 14. С. 21-17.
3. EN 1824:2020 Road marking materials - Road trials. Brussels, 2020. 35 p.

АНАЛІЗ ПРИЧИН ТА НАСЛІДКІВ НЕВИКОНАННЯ ДОГОВІРНИХ ВЗАЄМОВІДНОСИН В СИСТЕМІ «ЗАМОВНИК-ПІДРЯДНИК»

Мезенцев О.П., ст. групи Д-41-19

reptiloid0118@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Фінансування дорожніх підрядних організацій здійснюється зазвичай за рахунок державних коштів на конкурсній основі. Конкурсне розміщення замовлень на дорожні роботи, основною формою якого є підрядні торги, покликано підвищити цю ефективність шляхом скорочення вартості робіт, строків і підвищення якості за рахунок розвитку конкуренції серед дорожніх організацій за одержання державного замовлення. Замовника цікавить насамперед та підрядна організація, що пропонує більше низьку ціну за свої роботи, однак, в умовах недостатньо проробленої правової бази в системі регулювання взаємовідносин контрагентів і відсутності реальних гарантів, всі комерційні ризики, пов'язані з невиконанням або неналежним виготовленням договірних зобов'язань із боку підрядних організацій, майже повністю лягають на замовника, що повинен їх досить точно оцінити до укладання договору. Одним з основних напрямків зниження ризику невиконання договірних зобов'язань із боку підрядника є оцінка його надійності. Надійність підрядної організації включає в себе показники, що дозволяють запобігти або знизити ризики невиконання договірних взаємовідносин в системі «Замовник-Підрядник». Для формування такого переліку показників спочатку необхідно здійснити аналіз причин та наслідків невиконання підрядником договірних зобов'язань перед замовником. Це особливо актуально в умовах нестабільного, невизначеного, складного та неоднозначного середовища, так званого VUCA-світу [1]. Розшифровка кожного виклику VUCA-світу представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Концепція VUCA-світу (Виклики) [2]

№	Назва виклику	Сутність
1	Нестабільність, мінливість, волатильність (Volatility)	Означає нестійкі ситуації і непередбачувані зміни – за своєю природою, швидкості, об'єму, динаміці. Незрозуміла тривалість такого стану справ. Те, що було актуально ще вчора, вже не актуально сьогодні. Жорстоке збільшення чотирьох вимірів змін: тип, швидкість, обсяг і масштаб.
2	Невизначеність (Uncertainty)	Означає відсутність інформації для прогнозування наслідків та планування необхідних дій. Керівники більше не можуть засновувати свої рішення на минулому досвіді і як наслідок неможливо довгостроково планувати будь що.
3	Складність, заплутаність (Complexity)	Дуже велика кількість чинників значно ускладнює процес прийняття рішення та планування. Складність «без чіткого зв'язку між причиною і наслідком зачіпає всі організації».
4	Неоднозначність, неясність, двозначність, багатозначність, невизначеність (Ambiguity)	Означає неясність інтерпретації тих чи інших подій – в тих випадках, коли їх можна інтерпретувати двояко. Іноді це викликано ситуаційної новизною і сумнівами, які можуть виникнути при спробі приймати рішення в новому контексті. Тобто складно відповісти на питання «хто, що, коли і чому». Це недолік точності й існування множинних значень в оточуючих нас умовах.

В свою чергу К. Робертс запропонував VUCA-відповіді на існуючі VUCA-виклики, дотримання яких дозволить запобігти або адаптуватися до цих викликів, а саме: «Vision» (бачення), «Understanding» (розуміння), «Creativity/Clarity» (креативність/ясність), «Agility» (спритність, гнучкість, рішучість, оперативність). Якщо брати до уваги VUCA-відповіді на нестабільність, невизначеність, складність та неоднозначність умов господарювання, виграє лише організація, підприємство, фірма, які зможуть передбачати та реагувати швидше на зміни в ньому, а тому для виживання на даний час першочерговим є ефективне управління безпосередньо змінами, що постійно відбуваються [2]. Тому аналіз причин та наслідків невиконання підрядником договірних обов'язків перед замовником, з подальшим використанням теорії ризикології є вкрай актуальним.

На підставі особливостей здійснення дорожніх робіт були виявлені наступні причини та наслідки невиконання зобов'язань дорожньої підрядної організації перед замовником (таблиця 2)

Таблиця 2 – Причини та наслідки невиконання договірних взаємовідносин в системі «Замовник - Підрядник»

Причини	Наслідки
- помилки в проектуванні - недоліки у технології виробництва; - зрив термінів субпідрядниками та постачальниками; - високий знос дорожньої техніки.	Затримка термінів будівництва
- зрив термінів; - підвищення цін на матеріали, експлуатацію машин і заробітну плату.	Перевищення кошторису за проектом
- частина дорожньо-будівельного обладнання не забезпечує потрібних якісних характеристик; - рівень кваліфікації робітників.	Незадовільна якість робіт
- ненадійність системи контролю за шкідливими факторами; - зниження рівня техніки безпеки на виробництві; - відсутність нормативно-правової бази страхування техногенних ризиків	Забруднення навколишнього середовища; Екологічні катастрофи
- соціальна напруженість; - страйк; - не виплата заробітної плати	Зрив будівництва

В подальшому доцільно виявити які саме ризики можуть нести замовники, для цього необхідно визначити, які види ризиків виділяються взагалі. Значний науковий внесок у розробку теоретичних і практичних проблем ризикології, ризик-менеджменту зробила низка зарубіжних і вітчизняних науковців, зокрема Р. Акофф, Н.К. Амеліна, Є.Г. Брігхем, В.В. Вітлінський, М. Еддоус, Дж. Кейнс, Т.С. Клебанова, А.Є. Никифоров, В.І. Скіцько, Р. Стенфінд, О.І. Ястремський та багато інших. У науковій літературі відсутні єдині, чіткі підходи до класифікації ризиків. Результати узагальнення узагальнення і упорядкування існуючих підходів до класифікації ризиків представлено на рисунку 1.

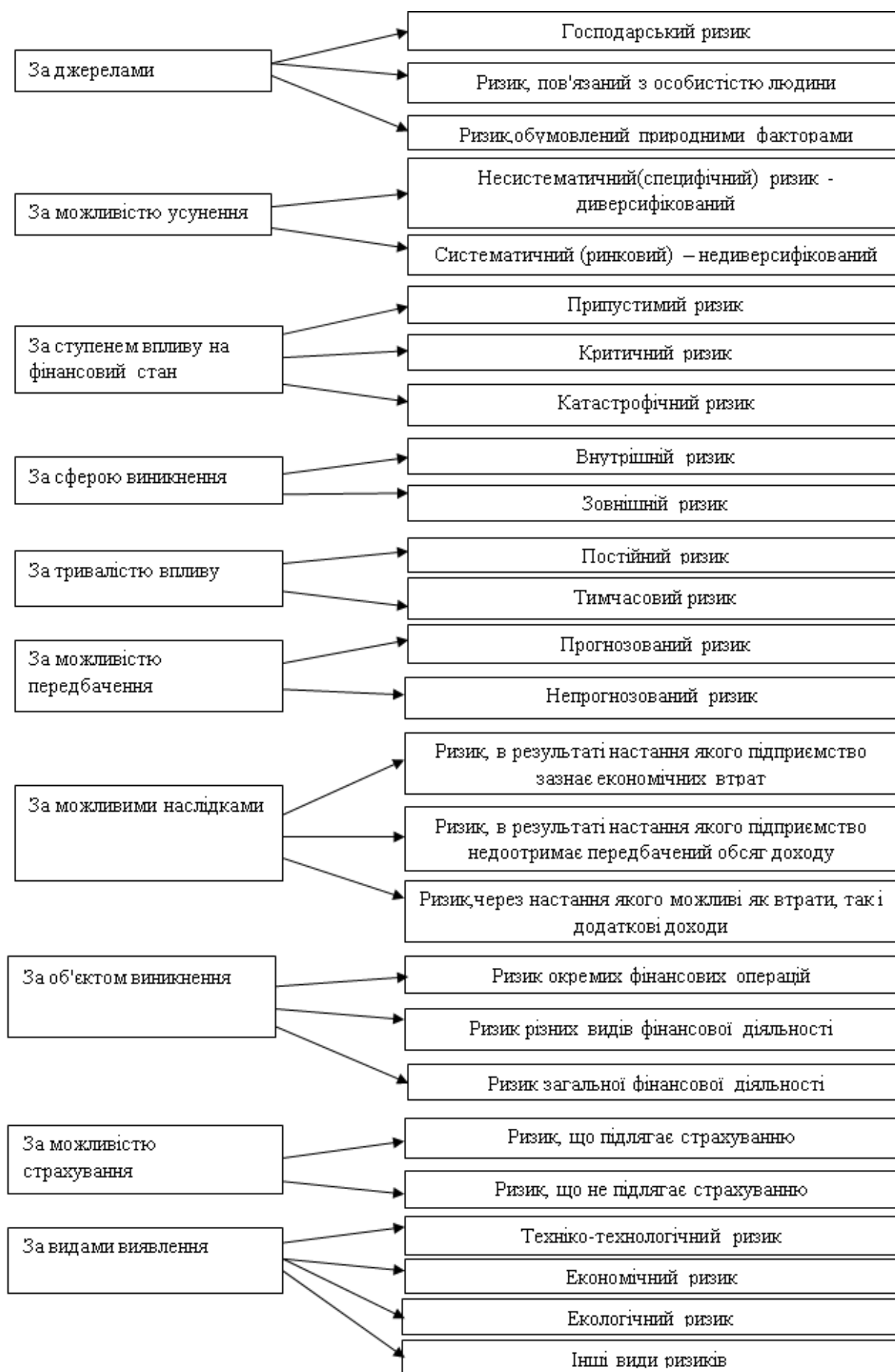


Рисунок 2 – Класифікація ризиків (Систематизовано автором за джерелами [3-7])

Для оцінки надійності підрядної організації з точки зору замовника розглядається лише внутрішні ризики. Питанням класифікації ризиків невиконання договірних зобов'язань підрядника перед замовником займалися в роботі [8], в якій запропоновано розглядати виробничий, фінансовий, техніко-технологічний, інвестиційний, екологічний та соціальний ризики; визначено сутність кожного виду ризику та запропоновано заходи щодо зниження ризиків. Автор приєднується до погляду розкритому цій роботі і вважає за доцільне в якості ризиків невиконання договірних зобов'язань підрядника перед замовником розглядати наступні: виробничий - ймовірність виникнення втрат при здійсненні будь-яких видів виробничої діяльності; інвестиційний - ймовірність виникнення непередбачених фінансових втрат у ситуації невизначеності умов інвестування; фінансовий - ймовірність виникнення несприятливих фінансових наслідків у формі втрати доходу і капіталу в ситуації невизначеності умов здійснення його фінансової діяльності; техніко-технологічний - ймовірність виникнення втрат в результаті збоїв в роботі із-за ненадійності техніки або технології, що використовуються; екологічний - ймовірність виникнення втрат, в результаті негативних змін у навколишньому природному середовищі; соціальний - ймовірність виникнення втрат в результаті соціальних конфліктів у підрядника [8]. В подальших дослідженнях планується виявити чи існує потреба в уточненні цього переліку з урахуванням особливостей Індустрії 4.0. [9,10] і в разі позитивного рішення здійснити обґрунтування переліку ризиків невиконання договірних зобов'язань підрядника перед замовником в умовах Четвертої промислової революції.

Література.

1. Best practice was yesterday. Best thinking is in demand today and tomorrow. *VUCA-WORLD* : веб-сайт. URL: <https://www.vuca-world.org/> (Last accessed: 23.03.2023).
2. Догадайло Я.В., Лаптева У.Д. Передумови виживання у VUCA-світі. *Обліково-аналітичний та економіко-фінансовий інструментарій управління сучасним підприємством* : зб. наук. праць за матер. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 28 травня 2021 р.). Харків: ХНАДУ, 2021. С. 126-130.
3. Вітлінський В.В., Великоіваненко Г.І. Ризикологія в економіці та підприємстві : монографія. Київ : КНЕУ, 2004. т. 480. 365 с.
4. Клебанова Т.С., Раєвська О.В. Теорія економічного ризику. Харків : ИНЖЕК, 2007. 152 с.
5. Ястремський О. Невизначеність, ризик, інтереси в моделюванні економічної політики. *Банківська справа*. 2019. №1. С. 20 – 30.
6. Амеліна Н. К. Оцінювання та зниження інвестиційних ризиків підприємств автосервісу : дис. ... канд ек. наук : 08.00.04 / Націон. трансп. ун-т. Київ, 2021. 234 с.
7. Никифоров А. Є. Класифікація інноваційно-інвестиційних ризиків у системі прийняття управлінських рішень. *Бізнес Інформ*. 2015. №1. С. 8–14.
8. Догадайло Я.В., Лухтіна Л.В. Класифікація ризиків підрядника перед замовником. *Scientific World Journal*. 2017. №14, Vol. 3. Р. 87-90.
9. Вітлінський В.В., Скіцько В.І. Ризики в індустрії 4.0. *Вісник Черкаського університету*. 2016. № 3. С. 17 – 26.
10. Хаустова В. Є., Крамарев Г. В. Концепція «Індустрія 4.0» та її місце в інноваційно-технологічному розвитку економіки. *Конкурентоспроможність та інновації: проблеми науки та практики* : матер. XV Міжнар. наук.-практ. інтерн.-конф. Харків : ФОП Лібуркіна Л. М., 2020. С. 328–337.

СУЧАСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОЦІНКИ ДЕФЕКТНОСТІ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Мірошниченко В.О., ст. групи Д-36m1-20,

vityamiroha087@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,

kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільна дорога є об'єктом, який постійно змінює свій транспортно-експлуатаційний стан, за яким треба регулярно стежити, проводити оцінку і прогнозувати можливі відхилення фактичного стану від нормативних показників.

Ефективність використання матеріально-технічних ресурсів, спрямованих на ремонт та експлуатаційне утримання мережі автомобільних доріг, напряму залежить від достовірності оцінки технічного стану конструкцій дорожнього одягу. Система діагностики автомобільних доріг повинна включати методи, що дозволяють виконувати оцінку рівня дефектності дорожнього одягу з можливістю подальшого використання такої оцінки при виборі ефективної стратегії технічної експлуатації автомобільних доріг.

Діагностика автомобільних доріг є основою системи управління станом автомобільних доріг, у тому числі планування, розподілу і використання коштів, що направляються на утримання, ремонт і реконструкцію доріг, проведенню оптимізації програм дорожніх робіт.

Результати діагностики й оцінки стану доріг повинні служити надійною інформаційною базою для рішення управлінських задач двох рівнів: визначення й оцінка технічного рівня, транспортно-експлуатаційного стану, споживчих властивостей автомобільних доріг; керування станом дорожньої мережі на підставі раціонального використання фінансових коштів і матеріально-технічних ресурсів.

Під впливом навантажень, що багаторазово повторюються від автомобілів і природних чинників в дорожній конструкції виникають напруга і деформації, які накопичуючись та можуть привести до руйнування дорожнього одягу. При русі по горизонтальній ділянці з рівною поверхнею колеса автомобілів передають на дорожню конструкцію вертикальні (нормальні) і горизонтальні (дотичні) зусилля. При рівному покритті дорожній одяг зазнає тиску від коліс як короткочасне статичне навантаження. Тривалість його дії коливається від 0,01-0,5 с залежно від швидкості руху. При високій інтенсивності і швидкості руху навантаження можуть повторюватися через кожні 1,5-6 с. Під навантаженням від коліс автомобіля дорожній одяг прогинається, потім поступово відновлюється. Прогин від колеса важкого вантажного автомобіля поширюється на всі боки, утворюючи чашу прогину радіусом до 3-4 м, яка переміщається по ходу руху автомобіля. Чаші прогину частково перекривають один одного, охоплюючи усю

ширину смуги руху. При цьому в шарах одягу виникають напруги стиску, розтягу, вигину і зрушення. Надмірна напруга від навантажень призводить до виникнення деформацій [1].

Дефекти можуть бути конструктивними (проектними), виробничими, технологічними та експлуатаційними. До конструктивних відносять дефекти, які були допущені в процесі розробки проекту в силу неправильного виконання технічного завдання та використання нормативної документації, помилковості в обчисленнях.

Виробничі дефекти виникають в результаті невідповідності вимогам проектної документації, фактично реалізованим технічним рішенням. Технологічні дефекти обумовлені порушенням технологічної дисципліни, недотриманням технологічних правил і режиму виконання робіт, відсутністю реального контролю за ходом робіт.

В процесі експлуатації дороги виникають дефекти, які є наслідком природного старіння матеріалів, зносу конструкцій, впливу погодно-кліматичних факторів, впливу транспортних навантажень і інших причин. Їх можна назвати експлуатаційними дефектами.

Експлуатаційні дефекти бувають двох видів: організаційно-технологічні дефекти і дефекти, що виникли в результаті пошкодження дорожньої конструкції транспортними засобами або погодно-кліматичними факторами.

Перші виникають при порушенні дорожніми робітниками технологічних правил утримання та ремонту доріг, а другі – внаслідок природного взаємодії транспортних потоків з дорогою і впливу на дорогу навколишнього середовища. Таким чином, пошкодженням вважається дефект, що утворився в результаті впливу на дорогу кліматичних, механічних, хімічних та інших факторів.

Для оцінки технічного та експлуатаційного стану автомобільних доріг необхідно мати об'єктивні дані про наявність дефектів і їх відносної значущості. В більшості держав Західної Європи, для цього використовується ряд показників. Серед них використовують наступні – відсоток дефектності дорожнього покриття, коефіцієнт дефектності, відносний коефіцієнт дефектності, індекс погіршення стану та ін.

Оцінку дефектності покриття виконують за п'ятибальною системою у випадку проведення оперативної (попередньої) оцінки. В ході детального обстеження встановлюють наявні на покритті дефекти згідно з класифікатором. По кожному дефекту визначається його точкове або лінійне розташування на дорозі і його обсяг.

В Україні починаючи з 2000 року для оцінки фактичного стану мережі автомобільних доріг загального користування з подальшим плануванням та розподілом фінансових ресурсів на утримання та ремонт доріг використовується програмно-методичний комплекс "Система управління станом покриття" скорочено СУСП, яку в міжнародній дорожній практиці прийнято називати як "PAVEMENT MANAGEMENT SYSTEM" – скорочено PMS.

Програмний комплекс СУСП передусім передбачає формування банку даних, який характеризує поточний стан покриттів автомобільних доріг та є частиною інформаційного забезпечення, з подальшим використанням даних

банку та визначенням ділянок з незадовільним станом за відповідним переліком критеріїв і обґрунтуванням довгострокової стратегії ремонтів доріг. Ідентифікація основних типів руйнувань та деформацій проїзної частини та встановлення їх машинних кодів (для використання програмним комплексом СУСП) здійснюють у відповідності з класифікатором основних типів руйнувань та деформацій дорожнього одягу.

На кафедрі «Будівництва та експлуатації автомобільних доріг» ХНАДУ вперше в Україні розроблено Державний нормативний документ ДСТУ 8954:2019 «Автомобільні дороги. Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу» [2]. Також в якості співавторів при розробці стандарту приймали участь спеціалісти Національного транспортного університету. Даному стандарту попереджувала низка галузевих нормативно-технічних документів [3-5], які також були розроблені фахівцями зазначеної кафедри.

Державний стандарт [2] що презентується установлює вимоги до методів оцінювання руйнувань і деформацій з визначенням рівня дефектності дорожнього одягу під час оцінювання транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг.

Дані про наявність та оцінювання дефектів дорожнього одягу отримують шляхом використання наступних методів: експертно-візуального, візуально-інструментального та автоматизованого.

Експертно-візуальний метод використовують для оперативної і попередньої оцінки стану дорожнього одягу при обстеженні автомобільних доріг з визначенням транспортно-експлуатаційних показників, в тому числі за дефектністю, при формуванні галузевої бази даних про стан автомобільних доріг. Візуально-інструментальний метод використовують при детальному обстеженні та оцінюванні стану дорожнього одягу за його дефектністю з використанням лінійних засобів вимірювань та визначенням фактичних геометричних розмірів виявлених дефектів для встановлення рівня дефектності та їх об'ємів. Автоматизований метод використовують при всіх видах обстежень з оцінюванням стану дорожнього одягу за його дефектністю, з визначенням рівня дефектності та їх об'ємів, системами відеодіагностики і сканування дорожнього покриття або іншими установками та приладами, які встановлені на ходових лабораторіях.

В даному документі за окремими розділами, які присвячені кожному з методів що пропонуються надається інформація щодо: засобів та допоміжних пристроїв які використовуються, правила підготовки до вимірювань, методика та правила проведення вимірювань, правила опрацювання та оформлення результатів, прийнятна похибка яка допускається при застосуванні кожного з методів оцінювання наявності дефектів дорожнього одягу.

Розрізняють дефекти цементобетонного і асфальтобетонного покриття, які в свою чергу розділяються на дефекти лінійного (тріщини, руйнування країв дорожнього одягу, руйнування деформаційних швів, колійність, зміщення, тощо) та площинного (сітка тріщин, вибоїни, викришування, лущення, просідання, проломи тощо) характеру.

Ідентифікацію основних типів руйнувань і деформацій дорожнього одягу та встановлення їх машинних кодів здійснюється з врахуванням вимог СУСП відповідно з «Класифікатором основних типів руйнувань та деформацій дорожнього одягу», що також наведений в стандарті який розглядається.

Ступінь пошкодження дорожнього одягу характеризують рівнем дефектності, який залежить від наявності тих чи інших типів руйнувань або деформацій та розповсюдженістю їх на кілометровій або стометровій ділянці автомобільної дороги.

Дефектність дорожнього одягу відповідно до типів руйнувань та деформацій диференційовано за трьома рівнями: перший, другий і третій. Третій рівень означає критичний стан дорожньої конструкції за руйнуванням чи деформацією того чи іншого типу.

В додатках до стандарту надаються: класифікатор основних типів дефектів, критерії оцінювання рівня дефектності дорожніх одягів руйнуваннями та деформаціями різних типів, форми відомостей до яких заносяться результати оцінювання рівня дефектності, приклад оформлення абриса, схеми вимірювання параметрів дефектів та методика розрахунку площі дефектності з визначенням рівня дефектності дорожнього одягу.

В методиці що пропонується дефектність дорожнього одягу визначається відсотком дефектності від загальної площі оцінюваної ділянки дороги. Як вже зазначалося розрізняють дефекти лінійного і площинного характеру.

Лінійні дефекти фіксують в метрах і приводять до площі із застосуванням коефіцієнтів приведення (K_S). Для кожного дефекту встановлений коефіцієнт вагомості (K_V), що встановлює вплив дефекту на стан дорожнього одягу. В окремій таблиці наводяться значення коефіцієнтів приведення до площі та вагомості лінійного і площинного дефектів.

Міра уражень дорожнього одягу кожним з типів руйнувань та деформацій диференційована за трьома рівнями – перший, другий і третій. Третій рівень означає критичний стан дорожньої конструкції за руйнуванням чи деформацією того чи іншого типу.

Оцінку стану дорожнього покриття здійснюють за дефектністю дорожнього покриття (ДП). Залежно від відсотку дефектності дорожнього покриття розрізняють три рівні дефектності, які визначають за таблицею 1.

Таблиця 1 – Значення рівнів дефектності дорожнього одягу

Категорія дороги	Рівень 1 (ДП 1)	Рівень 2 (ДП 2)	Рівень 3 (ДП 3)
	Дефектність дорожнього покриття, %		
I-II	5 – 10	більше 10 – 20	більше 20
III	10 – 15	більше 15 – 25	більше 25
IV-V	15 – 20	більше 20 – 30	більше 30

При дефектності дорожнього покриття більше 50 відсотків стан дорожнього покриття оцінюють як критичний, що вимагає проведення суцільного капітального ремонту.

Стандарт що розглядається є важливою складовою в низці нормативних документів, які стосуються визначення, оцінки та управління транспортно-експлуатаційним станом автомобільних доріг.

В основу прийняття управлінських рішень щодо призначення ремонтних заходів з урахуванням міцності дорожніх одягів, рівності та зчіпних властивостей дорожніх покриттів має бути покладено також результати виявлення ділянок доріг, фактичний стан яких за рівнями дефектності дорожнього одягу не задовольняє нормативним значенням та вимогам споживачів дорожніх послуг.

Література

1. В.М. Сиденко, С.И. Михович «Эксплуатация автомобильных дорог», М., Транспорт, 1976. – 251с
2. ДСТУ 8954:2019 Автомобільні дороги. Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2019 – 51 с. – Чинний від 2020-01-12.
3. РВ.2.3-218-02071168-726:2008 Рекомендації щодо відеодіагностики автомобільних доріг. // Київ, Укравтодор, 2008 – 18с.
4. М 218-02071168-639:2008 Методика оцінки стану поверхні покриттів автомобільних доріг з використанням автоматизованої системи відеодіагностики «ОКО» // Київ, Укравтодор, 2008 – 18с
5. СОУ 45.2-00018112-080:2011 Автомобільні дороги. Оцінка та реєстрація стану дорожніх покриттів та технічних засобів автомобільних доріг автоматизованими системами відео діагностики // Київ, Укравтодор, 2011 – 31с.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА ДІЛЯНКАХ З ВИСОКОЮ ЙМОВІРНІСТЮ ДТП

Мосійчук С.О., ст. групи Д-36m1-20,
fearmamu@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Арінушкіна Н.С., к.т.н., доцент
nataliaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

З кожним роком збільшення випуску автомобільного транспорту призводить до підвищення інтенсивності руху та збільшення завантаження доріг. Інтенсивність руху значно випереджає темпи зростання дорожньої мережі, у зв'язку з цим умови руху погіршуються, знижується ефективність роботи дороги і зростають втрати часу. Це призводить до збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Кількість дорожньо-транспортних пригод в Україні щороку збільшується. Смертельних ДТП в Україні в п'ять разів більше, ніж в більшості країн Євросоюзу. Щороку в Україні в дорожньо-транспортних пригодах гинуть понад 3 тисячі осіб і понад 30 тисяч отримують травми. Тому вирішення проблеми аварійності на автомобільних дорогах є однією з основних у нашій країні. Сьогодні пріоритетним завданням є виявлення в першу чергу ділянок з високою ймовірністю ДТП та створення належних умов для безпечного та комфортного користування автомобільними дорогами.

Одними з найнебезпечніших ділянок автомобільних доріг є їх перехрестя в одному рівні, на яких зосереджуються дорожньо-транспортні пригоди, спостерігається зниження швидкості руху автомобілів та значно зменшується пропускна спроможність доріг. У нашій країні близько 25 % загального числа ДТП відбувається на перехрестях. Тому саме в цих місцях у першу чергу необхідне застосування заходів з ОДР.

Аналіз статистичних даних з аварійності показує, що на перехрестях в одному рівні виникає близько 18 % всіх дорожньо-транспортних пригод, реєстрованих на дорогах. Найбільш типовим видом ДТП на перехресті є зіткнення між транспортними засобами, які рухаються за напрямками, що перехрещуються, а також на початку або закінченні повороту.

Сьогодні існують різні заходи для покращення перехресть та ділянок з високою ймовірністю ДТП – це:

- каналізування перехресть;
- рух по колу;
- розподіл Х-подібних перехресть на два Т-подібних перехрестя;
- реконструкція ділянок з найбільшою кількістю ДТП [1]

Одним із заходів з підвищення безпеки руху на перехрестях є каналізування, що являє собою фізичний розподіл різних транспортних потоків. Каналізування може бути виконане у вигляді острівців безпеки (фізичне каналізування) або розмічених заборонних смуг (каналізування з розміткою).

Для підвищення безпеки та покращення умов руху на перехрестях їх переобладнують на перехрестя з рухом транспортних засобів по колу (рис. 1).



Рисунок 1 – Рух по колу

Основні геометричні принципи кільцевих розв'язок "працюють" на зменшення кількості аварій.

Рух через перехрестя здійснюється по дорозі з одностороннім рухом проти годинникової стрілки навколо острівця безпеки більшого чи меншого розміру, який розміщено в центрі перехрестя. Рух на в'їзді в коло підпорядковано правилу «поступися дорогою» тому транспорту, який рухається по колу.

Такі заходи призводять до того, що:

- теоретична кількість конфліктних точок між транспортними потоками, що рухаються через перехрестя, може бути знижена з 32 до 20 на Х-подібних перехрестях та з 9 до 8 на Т-подібних перехрестях; перехрестя з круговим рухом знижують кількість зіткнень зі смертельними випадками на 90 %.

- на ділянках дорожнього руху, що розміщені на шляху до в'їзду на перехрестя, накладається зобов'язаність поступитися дорогою тим учасникам руху, які вже перебувають на перехресті незалежно від того, з якої бокової вулиці вони в'їжджають, що зобов'язує їх більш уважно стежити за спільною обстановкою на перехресті;

- весь рух всередині перехрестя відбувається в одному напрямку. Таким чином, учасникам руху не потрібно одночасно стежити за рухом з декількох напрямків, щоб знайти свій часовий інтервал для в'їзду на перехрестя;

- рух по колу із зобов'язанням поступитися дорогою при в'їзді усуває необхідність лівого повороту перед зустрічним рухом;

- рух по колу організовано таким чином, що учасники дорожнього руху не можуть рухатись прямо через перехрестя, але вони повинні повертати навколо острівця безпеки, розташованого в середині перехрестя, що знижує швидкість руху.

Для підвищення безпеки руху на перехрестях також виконують розподіл Х-подібних перехресть на два Т-подібних. Дослідженнями встановлено, що ризик ДТП на Х-подібних перехрестях у два рази вищий, ніж на Т-подібних. При високій частці руху з бокових доріг Х-подібні перехрестя мають значно вищий рівень ризику ДТП порівняно з Т-подібними перехрестями.

Розподіл Х-подібних перехресть на два Т-подібні перехрестя може знизити кількість конфліктних точок на перехресті і тим самим спорстити рух водіїв при проїзді через перехрестя. Розподіл Х-подібного перехрестя на два Т-подібні може виконуватися двома способами: розподіл «ліворуч-праворуч» та розподіл «праворуч-ліворуч».

При високій інтенсивності руху перехрестя з одним рівнем руху не може задовольнити пропускання транспортних потоків незалежно від форм регулювання руху. Можуть виникати черги та пробки. Висока щільність руху та часті повороти нерідко утворюють непередбачувані та небезпечні ситуації. Це призводить до збільшення кількості ДТП, особливо з заподіянням матеріальних збитків [2].

Вимогам руху найкраще відповідають перетини в різних рівнях. Однак їх будівництво пов'язане з великими витратами, і економічно вони ефективні тільки при високих інтенсивностях руху.

Найчастіше зустрічаються на дорогах такі перехрестя:

- повний «лист конюшини»;
- примикання по типу «труби»;
- ромбовидне перехрестя;
- покращений тип розподільчого кільця;
- кільцеве примикання;
- грушовидне примикання.

Проїзд через ділянки з найвищою частотою ДТП являє собою певну небезпеку. Висока частота ДТП в окремих місцях може бути обумовлена неправильними параметрами самої дороги або непродуманим регулюванням руху в цих місцях. У подібному випадку скоєння ДТП можна уникнути або знизити їх кількість шляхом покращення та виправлення існуючих дорожніх умов [3].

Більшість з ділянок доріг з особливо високою частотою ДТП мають високу щільність руху, але не відзначаються особливо високим рівнем ризику ДТП порівняно з місцями, які не належать до ділянок з високою кількістю ДТП.

Реконструкція ділянок доріг з особливо високою частотою ДТП повинна усунути умови, що утворюють винятково високий рівень ризику ДТП та знизити очікувану кількість ДТП в тих місцях, де їх частота особливо висока.

Реконструкція місць з високою частотою ДТП знижує очікувану кількість ДТП з людським травматизмом приблизно на 30 %. Кількість ДТП з заподіянням матеріальних збитків знижується, але вплив на ДТП з матеріальними збитками досліджено менше, ніж вплив на ДТП з людським травматизмом.

Література

1. Гончаренко Ф.П., Гончаренко Ю.Ф. Підвищення безпеки дорожнього руху в темну пору доби: монографія . Київ, 1999. 159 с.
2. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / за заг. ред. В.П. Поліщука; О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. Київ: Знання України, 2014. 467 с.
3. Систематологія на транспорті. Організація дорожнього руху. / Гаврилов Е.В та ін. / Київ: Знання України, 2007. 452 с.

PRINCIPLES OF SETTLEMENTS STREET AND ROAD NETWORK FORMATION IN EGYPT

Mohamed Elgandour; postgraduate student

Mohamed_Alghandour@hotmail.com

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Tetyana Lytvynenko, Ph.D., associate professor

litta2510@gmail.com

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

The compaction pattern with high density, high diversity of activity, and mixed uses is the usual form for the majority of Egyptian cities, according to research on the typical Egyptian urban form. In contrast, new cities have been constructed using a distinct pattern that does not include any design allusions to the Egyptian environment [1].

According to a general assessment of the new Egyptian cities, they are socially or environmentally sustainable. In particular, the new gated communities make similar promises of a "prestigious suburban lifestyle attained by common features such as a lush manicured, architecture character, security, and distinctive amenities, and service facilities" [2, 3].

The new communities around Greater Cairo that have seen "an unprecedented boom in new desert development schemes of gated luxury communities" are obviously not the traditional model, and possibly not sustainable. The question of what the principles of settlements street and road network formation in Egypt should be is raised in this article.

Walkability is frequently mentioned in polls of suburban inhabitants' satisfaction. Walkability denotes easy access to facilities including workplaces, shopping establishments, and recreation locations. A street plan can influence the availability of these services, but it cannot, by itself, determine their presence. Accessibility is jeopardized by the discontinuous, circuitous, and perplexing roadway designs of loops and cul-de-sacs seen in many traditional suburbs.

Collector and arterial streets are also hazardous and uninviting due to heavy traffic, which discourages pedestrian use. There are more obvious and direct pedestrian pathways in more recent subdivisions of the new urbanism variety. Yet, the amenities in these neighbourhoods are frequently farther than the five-minute walking distance that modern customers prefer. Both a friendly roadway layout and a nearby mix of land uses are necessary for walkability.

A walkable mixed-use area or street is another pattern that has recently been found in the new-city centre and some gated communities in the south-east of October city. The new pattern is achieved by the distribution of commercial uses on scattered sites throughout the neighbourhoods, and it typically conforms to the vertical mixed-use prototype "living above shops". The formation of community through architecture and design is actually one of the main themes in all gated compound projects' advertising and promotion.

Street quality. Physical and operational characteristics, some of which are accidental while others are intended, both affect how well a street is regarded. Street life, complexity of the environment, socioeconomic class, and population density are ancillary characteristics that depend on history and culture.

The functions of design, however, include security, comfort, safety, and a sense of containment. Moreover, operational characteristics like the level of upkeep and cleanliness may strengthen or detract from physical characteristics, whether they are intentional or inadvertent. When considered collectively, these qualities create an appealing mental image and a pleasant sensation in the user, which are described as sociability, walkability, and delight for pedestrians and simplicity of use and safety for drivers (see fig. 1).



Figure 1 – Comparisons between traditional and contemporary Site Street

A street's sociability is essential to its quality. An important component of resident satisfaction is the sense of belonging and security, which are rooted in informal relationships that grow into social networks. Although street activity cannot be planned, some roadway characteristics might either encourage or discourage it.

Heavy traffic in cars has a direct correlation between its detrimental impact on sociability and its volume. A street layout that promotes speed as a wide through street will draw more traffic. Most traffic experts advise discontinuous street designs like those found in traditional loop and cul-de-sac neighborhoods to improve sociability, especially with regard to children's safety and play. Such street designs typically display a lower accident rate and a greater sense of security.

Residential Street Pattern Design. From 1900 to the present, cul-de-sac and loop street designs have changed. Their design accommodates automobiles by removing local street traffic and allowing smooth traffic flow at collector and arterial levels. Contrarily, to create good automotive traffic flow in grid designs that predate the automobile, significant modifications like one-way streets and traffic signals have been needed. Contrary to what the focus group believes, the curved avenues that are typical of traditional suburban subdivisions indicate an aesthetic preference rather than being wasteful in terms of land use.

Although though uneven lot forms do not pack well, this is not a major issue at low densities. In actuality, the gridiron geometric design is less effective than loop and cul-de-sac street patterns for comparable residential densities (which is why they are preferred by most developers). Technical street planning literature claims that traditional suburban street layouts use 16-25% less land than the grids promoted by contemporary urbanism.

According to a recent study by the IBI Group for Canada Mortgage and Housing Corporation [4], the number of people living in each household, the distance to the central business district, and most importantly, the number of vehicles per family, are the three

main factors that determine how much driving occurs in the suburbs. The number of people living in each household, their annual income, and the size of their homes (a measure of their wealth) are all associated to car ownership. Hence, the type of street pattern, which ranked tenth in importance, has a far smaller impact on auto travel than do car ownership, family size, and home location. Street patterns, however, came in ninth for influence.

The two most common suburban street layout options, loop and cul- de-sac, or grid, each provide specific benefits for users. While looping and cul-de-sac streets offer safety, efficiency, and sociability, continuous grid layouts offer connectedness and simple navigation. Combining the two layouts is necessary to construct streets that offer all these characteristics. The following traits would apply to such a combination:

- it would return to orthogonal geometry for clarity of organization and directness of pedestrian access;
- it would provide loops and cul-de-sacs for local streets;
- it would use open space as a structuring element of the layout for connectivity, relief, comfort, water retention, interaction, and delight;
- it would adopt a road hierarchy of local, collector and arterial for distributing and moving car traffic effectively;
- it would transform arterial roads from mere traffic conveyors to activity generators;
- the aim of this new combined street layout is to prevent nonresident through traffic, to maximize the number of houses on culs-de-sac and loops, to situate open space for maximum accessibility and to accommodate a range of housing types.

Literature

1. Aboulfetouh Shalaby. Constructing a Conceptual Framework towards Understanding Urban Transformations of Waterfronts. URL: <https://www.academia.edu/35586223>
2. Hanaa Mahmoud Shokry. Is a sustainable urbanism possible in 21 century Egypt? URL: <https://www.researchgate.net>
3. Ahmed M. Yousry. The Privatization of Urban Development in Cairo: Lessons Learned from the Development Experience of Rehab Gated Community. URL: <https://www.academia.edu>
4. William Semple. The design and evaluation of sustainable housing for the canadian far north. URL: <https://www.researchgate.net>

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

*Мохнач А., ст. групи Д-37m1-20,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Тетера В.С. асистент
vl1470@ukr.net
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Гарячі і теплі асфальтобетонні суміші з додаванням енергозберігаючих добавок все частіше використовуються в більшості країн Світу при влаштуванні асфальтобетонних шарів дорожніх одягів, забезпечуючи стабільну міцність, рівність, шорсткість і зчеплення при експлуатації, в тому числі в умовах інтенсивного і великовантажного руху.

Теплі асфальтобетони (ТАБ) – це загальний термін, що охоплює безліч технологій, що дозволяють виробляти, транспортувати, укладати та ущільнювати асфальтобетонні суміші за нижчих температур, ніж передбачено для звичайних (гарячих) сумішей.

При додаванні енергозберігаючих добавок є можливість знизити температуру приготування і укладання асфальтобетонної суміші на 30-40 °С. Виходячи з економічної точки зору, виробництво теплих асфальтобетонних сумішей приводить до зниження енерговитрат, що стає економічно обґрунтованим.

Допустимі значення зниження температури виробництва та укладання асфальтобетонних сумішей з енергозберігаючими добавками та потрібний вміст добавки визначають в лабораторії за результатами випробувань зразків асфальтобетону що виготовлені при різних температурних режимах з урахуванням рекомендацій від виробника добавок. Підбір вмісту добавки та значення температурного режиму виробництва виконують при кожній зміні бітуму, виду добавки або типу асфальтобетонної суміші.

Найчастіше використовують технологію приготування бітуму модифікованого на основі синтетичного воску. Суть цієї технології базується на утворенні бітуму модифікованого воском (БМВ) шляхом суміщення бітумів з добавками в основі яких синтетичні воски за технологічними регламентами ДСТУ-Н Б В.2.7-303 [1]. Бітуми мають відповідати вимогам ДСТУ 4044:2019 [2] наведеним в (табл. 1), та бути виготовленими за технологічним регламентом, затвердженим у встановленому порядку.

Таблиця 1 – Вимоги до бітуму

Назва показника	Значення для марок					Метод випробування
	БНД 35/50	БНД 50/70	БНД 70/100	БНД 100/150	БНД 150/220	
Основні показники						
1 Глибина проникності голки (пенетрація) за температури 25 °С, 0,1 м	Від 35 до 50 включ.	Від 51 до 70 включ.	Від 71 до 100 включ.	Від 101 до 150 включ.	Від 151 до 220 включ.	ДСТУ EN 1426
2 Температура розм'якшеності, °С	Від 52 до 58 включ.	Від 49 до 55 включ.	Від 45 до 51 включ.	Від 41 до 47 включ.	Від 37 до 43 включ.	ДСТУ EN 1427
3 Температура крихкості, °С, не вище ніж	Мінус 9	Мінус 11	Мінус 13	Мінус 16	Мінус 18	ДСТУ EN 12593
4 Розтяжність (дуктильність) за температури 25 °С, см, не менше ніж	42	50	60	70	75	ДСТУ 8825
5 Зчеплюваність із поверхнею скла, %, не менше ніж	35	25	18	16	11	ДСТУ Б В.2.7-81
6 Температура спалаху у відкритому тиглі, °С, не нижче ніж	240	230	230	230	220	ДСТУ XXXX
7 Розчинність в органічному розчиннику, %, не менше ніж	99.00	99.00	99.00	99.00	99.00	ДСТУ EN 12592
8 Зміна властивостей після прогрівання:						
8.1 Зміна маси після прогрівання, %, не більше ніж	0.8	0.8	0.9	1.0	1.2	10.3 ДСТУ EN 12607-2
8.2 Залишкова пенетрація, %, не менше ніж	60	60	59	53	48	10.4 ДСТУ EN 12607-2
8.3 Зміна температури розм'якшеності, °С, не більше ніж	6	6	6	7	7	10.5 ДСТУ EN 12607-2
9 Індекс пенетрації	Від мінус 2,0 до 1,0					10.6 ДСТУ EN 12607-2
Додаткові показники						
10 Розтяжність (дуктильність) за температури 0 °С, см, не менше ніж	-	3.5	3.8	4.0	7.0	ДСТУ 8825
11 Коєзія за температури 25 °С, МПа, не менше ніж	0.14	0.10	0.07	0.05	0.03	ДСТУ 8905
12 Температура, за якої пенетрація дорівнює 800 × 0,1 мм, °С	Від 52 до 58 включ.	Від 49 до 55 включ.	Від 45 до 51 включ.	Від 41 до 47 включ.	Від 37 до 43 включ.	ДСТУ 8859
13 Індекс пенетрації за температури T ₈₀₀	Від мінус 2,0 до 1,0					ДСТУ 8859

Приготування здійснюють на асфальтобетонних заводах або бітумних дільницях для цього вони мають бути обладнані:

- 1) Установками що обладнані механічними мішалками, колоїдними млинами або іншими системами змішування компонентів;
- 2) Системами нагріву, подачі і дозування вихідних компонентів і готової продукції (дозатори, насоси, трубопроводи для подачі бітуму в змішувальну установку, а також вивантаження БМВ за призначенням);
- 3) Ємкості для зберігання вихідних та модифікованих бітумів.

Розглянемо приготування модифікованого бітуму на основі синтетичних восків, цей процес включає такі послідовні технологічні операції:

- 1) Визначення потрібного вмісту добавки та підбір технологічного параметру процесу самої модифікації;
- 2) Нагрівання бітуму до робочої температури та його завантаження в установку для модифікації;
- 3) Дозування та введення добавки у бітум при постійному перемішуванні до необхідної кількості;
- 4) В залежності від типу установки змішування бітуму з добавкою відбувається за такими схемами:

- Перемішування бітум з модифікатором з використанням різних типів механічних мішалок;

- Диспергування бітумно-полімерної суміші у колоїдному млині;

- 5) Вивантаження готової продукції за призначенням або в накопичувальну ємкість.

Бітум нагрівають до температури від 155 °С до 165 °С і подають в установку для модифікації яку заповнюють не більше ніж на $\frac{3}{4}$ об'єму. При постійному механічному перемішуванні віддозовану кількість добавки подають у нагрітий бітум (дозування виконують ваговим способом). Добавку в матеріал вводять рівномірно. Також потрібно враховувати, що при додаванні добавки температура в'язучого може знизитись приблизно на 10-15 °С. Приготування з використанням механічних мішалок може становити від 30 до 60 хвилин в залежності від конструкції мішалки, властивості компонентів та вмісту добавки.

Властивості бітумів, модифікованих енергозберігаючими добавками, мають відповідати вимогам наведеним в (табл. 2).

Виробництво теплої асфальтобетонної суміші з енергозберігаючою добавкою здійснюють в такій послідовності:

- 1) Нагрівання, дозування, подача в змішувач і перемішування щебеню, відсіву та мінерального порошку;
- 2) Дозування та подача в змішувач БМВ та його перемішування з сумішшю;
- 3) Вивантаження готової продукції у бункер або автомобіль-самоскид.

Температури нагрівання складових при приготування асфальтобетонних сумішей мають відповідати вимогам наведеним в (табл. 2).

Таблиця 2 – Вимоги до модифікованого бітуму [3]

Назва показника	Нормативні значення для бітуму з добавками для марок					Метод випробування
	БМВ 35/50	БМВ 50/70	БМВ 70/100	БМВ 100/150	БМВ 150/220	
1 Однорідність	однорідні					Згідно з ДСТУ Б В.2.7-135
2 Глибина проникності голки за температури 25 °С	35 - 50	51 - 70	71 - 100	101 - 150	151 - 220	Згідно з ГОСТ 11501
3 Температура розм'якшеності за penetрації, рівній 800×10^{-4} м, не менше	≥ 51	≥ 47	≥ 43	≥ 39	≥ 35	Згідно з М 218-02071168-609
4 Розтяжність (дуктильність) 4.1 За температурою 0 °С 4.2 За температурою 25 °С	- >16	2,0 > 20	3,0 > 20	5,0 > 24	8,0 > 24	Згідно з ГОСТ 11505
5 Температура крихкості, °С, не вище	-11	-13	-16	-18	-20	Згідно з ГОСТ 11507
6 Температура спалаху, °С, не нижче	230	230	230	220	220	Згідно з ГОСТ 4333
7 Зміна властивостей після прогріву						
7.1 зміна температури розм'якшеності, °С не більше	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	Згідно з ГОСТ 11501 із доповненням №8.4 ДСТУ 4044
7.2 залишкова penetрація за температури 25 °С, не менше	70	70	70	60	60	Згідно з ГОСТ 11506 із доповненням №8.5 ДСТУ 4044
8 Зчеплюваність в'язучого з мінеральною частиною суміші, бали %	Більше 5/95 % поверхні вкрито в'язучим					Згідно з розділом 24 ДСТУ Б В.2.7

Таблиця 3 – Температура асфальтобетонної суміші та вихідних матеріалів [4]

Марка бітуму	Температура, °С		
	в'язучого, що подається у змішувач	мінеральних матеріалів на виході із сушильного барабану	асфальтобетонної суміші на виході із змішувача
БМВ 35/50	135 - 150	155 - 170	145 - 160
БМВ 50/70	130 - 140	150 - 165	140 - 150
БМВ 70/100	125 - 135	145 - 155	135 - 145
БМВ 100/150	120 - 130	140 - 150	130 - 140
БМВ 150/220	115 - 125	135 - 145	125 - 135

Асфальтобетонні суміші з енергозберігаючими добавками застосовують для влаштування шарів дорожнього одягу згідно з ДБН В 2.3-4: 2015 [5], ямкового ремонту та інших робіт згідно з чинними нормативними документами в усіх дорожньо-кліматичних зонах України (рисунк 1).

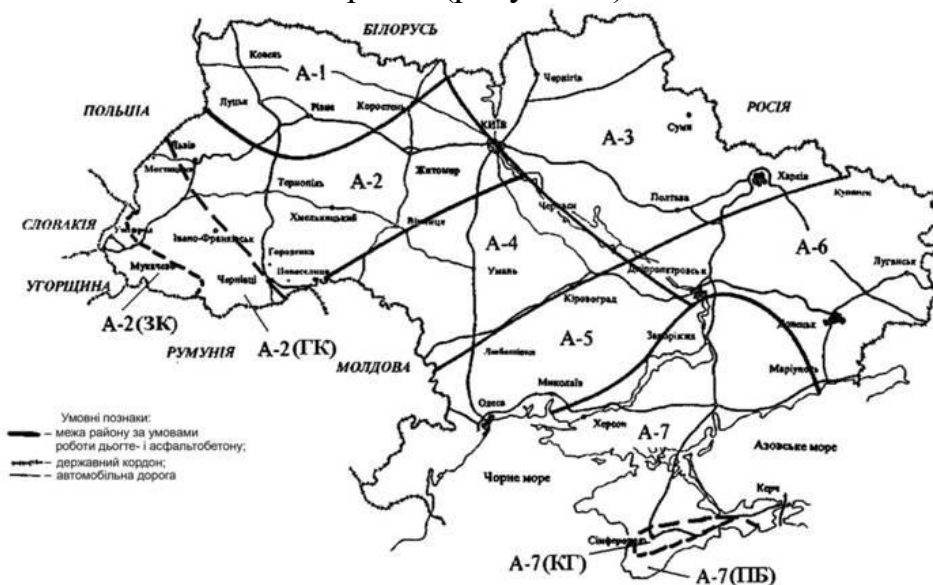


Рисунок 1– Дорожньо-кліматичні зони України

Укладання асфальтобетонних сумішей з енергозберігаючими добавками при влаштуванні шарів дорожнього одягу повинно виконуватись асфальтовкладальниками які обладнані віброплитою та трамбуємим брусом.

На підставі вищевикладеного можна зробити наступні висновки:

– так як при виробництві асфальтобетонних сумішей використовується бітум, який при нагріванні виділяє в атмосферу шкідливі леткі речовини, потрібно дотримуватись температурних режимів і шукати можливості їх зниження, одним важливим пунктом у списку переваг сучасних технологій є екологічність;

– виходячи з економічної точки зору, виробництво теплих асфальтобетонних сумішей призведе до зниження енерговитрат, що стає економічно обґрунтованим, також завдяки використанню теплих асфальтобетонних сумішей, суттєво знижується вплив на навколишнє середовище.

Література

1. ДСТУ-Н Б В.2.7-303:2015 Настанова щодо приготування та застосування бітумів, модифікованих добавками на основі синтетичних восків.
2. ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови.
3. ДСТУ-Н Б В.2.7-315:2016 Настанова щодо виробництва та застосування асфальтобетонних сумішей за знижених технологічних температур із використанням енергозберігаючих добавок.
4. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
5. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
6. Кіщинський С.В., Кириченко Л.Ф., Копинець І.В. Вплив природних бітумів на властивості битумів і асфальтобетонів // Дороги і мости. — 2010. — Вип. 12. С. 63-73.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ БУДІВНИЦТВА ШАРІВ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ З ҐРУНТІВ, ЗМІЦНЕНИХ ЦЕМЕНТОМ

Онуфрієв В.Є., ст. групи Д-53-22

d119soo@stud.khadi.kharkov.ua

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В сучасних умовах будівництва, у тому числі дорожнього, найважливішим є питання зниження вартості матеріалів. Основним шляхом зниження їх вартості є застосування місцевих матеріалів, у тому числі ґрунтів, оброблених в'язучими матеріалами.

Цементогрунтом називають штучний монолітний матеріал, який має вигляд суміші природного ґрунту, що затверділа, цементу та води. Монолітність цементогрунту забезпечується в результаті складних фізичних, фізико-хімічних та хімічних процесів взаємодії між його компонентами.

Склад кожного компоненту (ґрунту, цементу та води) встановлюють лабораторними дослідженнями з урахуванням різних властивостей ґрунтів та цементу (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Склад цементогрунту

Найбільш активною частиною цементогрунтової суміші, яка забезпечує створення нової структури укріпленого ґрунту, є цемент. В результаті взаємодії цементу з водою, з присутніми в ґрунті солями та частково з дрібнодисперсною частиною ґрунту в укріпленому ґрунті виникає нова водостійка кристалізаційна структура. Міцність цієї структури визначається головним чином складом та якістю цементу. В багатьох випадках в цементогрунтах, які використовуються для влаштування дорожніх одягів, використовують портландцементи марки 400-500 в кількості 6-14 % від маси ґрунту.

Формування структури цементогрунтів проходить в умовах динамічного, технологічного процесу. Режими технологічних операцій – подрібнення, змішування, зволоження, ущільнення – кожний окремо та в сукупності, використовуються обладнання та машини, кліматичні умови дуже впливають на

процеси структуроутворення цементогрунту та на кінцеві властивості створеного матеріалу.

Однак, подібні матеріали мають істотний недолік, що полягає у високій неоднорідності фізико-механічних властивостей, що досягають 35 % і більше (за коефіцієнтом варіації). При цьому величина подібної неоднорідності слабо залежить від мінерального в'язучого матеріалу, що вводиться в ґрунт, особливо в кількостях, що регламентуються існуючими нормативними документами. Однією з причин подібної закономірності є механічне перенесення технологій перемішування, які застосовуються при отриманні бетонів і розчинів на композиції, в яких мінеральне в'язуче (цемент) і ґрунт, що обробляється ним, за своєю природою, мають один до одного несумісні властивості [1].

Все це дозволяє зробити такі висновки: цементогрунти, які виготовлені в різних умовах, – це матеріали різного складу та структури, які мають різні фізико-механічні властивості; змінюючи їх склади та режими технологічного процесу, можна в визначених межах, цілеспрямовано регулювати процеси структуроутворення та, відповідно, отримати матеріали з раніше заданими властивостями.

Якісними властивостями цементогрунтів, які сприяють ефективному використанню їх в конструкціях дорожніх одягів, є утворення міцної монолітної плити, яка має достатню несучу здатність та жорсткість для того щоб сприймати без руйнування дії рухомого навантаження та розповсюдити їх на значну площу шарів, які лежать нижче. Цементогрунтові шари дорожніх одягів можуть успішно конкурувати з шарами із щебеню, гравію або піску [2].

При укріпленні ґрунтів, окрім надання їм високої зв'язності, важливим завданням є досягнення максимальної, постійної міцності, яка зберігається на протязі довгого часу. Оптимальна вологість при ущільненні допомагає досягнути максимальної міцності при відносно малій витраті роботи, а також створює найбільш благоприємні умови для послідувочої взаємодії з ґрунтом продуктів гідратації та гідролізу цементу.

Забезпечення оптимальної вологості при ущільненні та твердінні цементогрунту та надання йому максимальної міцності є обов'язковими вимогами як при лабораторному підборі складу сумішей, так і при укріпленні ґрунтів в виробничих умовах.

Для збільшення міцності та однорідності цементогрунту багато дослідників використовують поверхнево-активні речовини.

Однак багато ПАР мають високу вартість, тому перевага віддається дешевшим, але малоефективним добавкам. Термін служби автомобільних доріг, укріплених цементом, за даними різних авторів, коливається від 4 років до 30 років. Показники міцності цементогрунтів мають високий коефіцієнт варіації, що обумовлюється багатьма технологічними факторами, які відіграють істотну роль у розробці ефективних методів покращення властивостей цементогрунтів [3].

Фізико-механічні властивості цементогрунтів змінюються в широких межах в залежності від їх властивостей, генезису та складу. Вимоги до цементогрунтів, які використовуються в дорожньому одязі, залежать від складу рухомого

навантаження, його інтенсивності та від кліматичних режимів регіонального характеру: зволоження та висушування, заморожування та відтавання дорожнього одягу. Технічна література та нормативні документи по будівництву дорожніх одягів з використанням цементогрунтів в основному враховують результати використання їх на експериментальних ділянках та досвід дорожнього будівництва у віддалених районах [4].

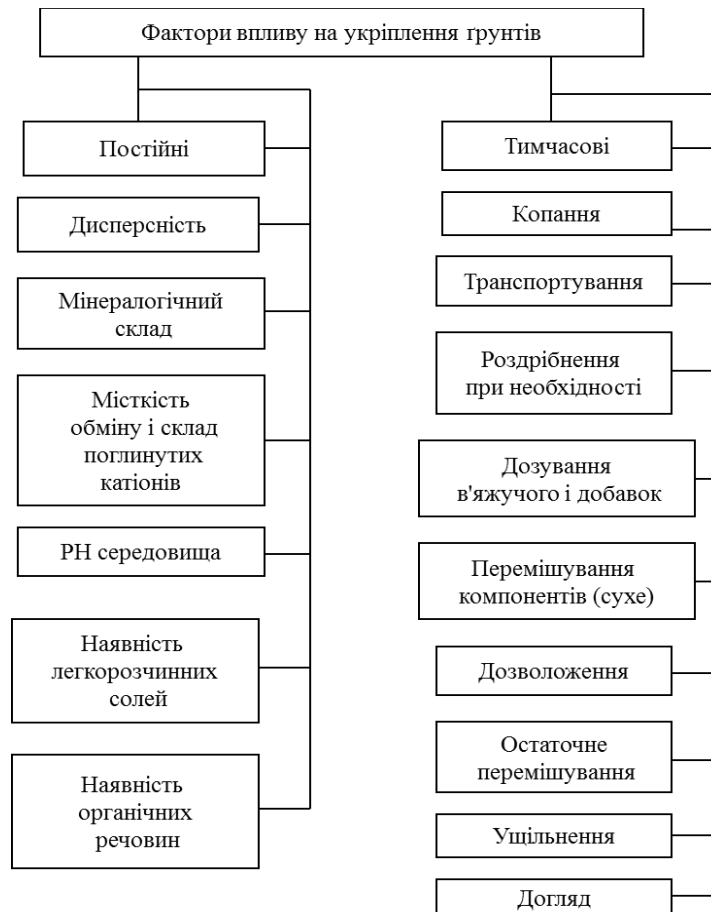


Рисунок 2 – Фактори впливу на укріплення ґрунтів

Фізико-механічні властивості цементогрунтів залежать від властивостей кожного компонента зокрема, співвідношення між ними, а також від технології виконання робіт з виготовлення цементогрунтової суміші та вкладання її в конструкцію дорожнього одягу. Вимоги до цементогрунту сформульовані на підставі умов його роботи в різних шарах дорожнього одягу в процесі його експлуатації [3].

Література

1. Укрепление и стабилизация грунтов. URL: <http://www.convince-pol.ru/stab.html>.
2. Титар В. С. Будівництво шарів полегшених та перехідних типів дорожнього одягу: Навчальний посібник /Титар В. С. Харків: ХНАДУ, 2002. 120 с.
3. Тарасова М. В. Вплив вмісту цементу в суміші на міцність та однорідність цементогрунту. URL: <https://www.dissercat.com/content/razdelno-posledovatel'naya-tehnologiya-polucheniya-tsementogruntovykh-kompozitsii-povyshenno>
4. Анфімов В. О. Вплив агрегатного складу на міцність ґрунтів. В зб. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Київ: 1967, Будівельник Випуск III. 38 с.

ФОРМУВАННЯ СОБІВАРТОСТІ РОБІТ В ДОРОЖНЬОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Помазан Д.К., ст. групи Д-37m1-20

zanyda2606@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Здійснення робіт з будівництва та утримання автомобільних доріг є достатньо матеріаломістким, трудомістким, машиномістким та енергомістким процесом, що призводить до значних витрат матеріальних, трудових, технічних та інших видів ресурсів. В свою чергу переважну частку доходів дорожні підприємства одержують за рахунок державних коштів, що свідчить про низьку можливість їх впливу на рівень доходів. Отже підвищення результатів роботи підприємства дорожнього господарства в сучасних умовах можуть здійснювати насамперед за рахунок зниження собівартості дорожньо-будівельних і ремонтних робіт (ДБРР), шляхом удосконалення процесу управління нею.

Собівартість ДБРР – це витрати підприємства, що пов'язані з виконанням дорожньо-будівельних і ремонтних робіт, з використанням в процесі виробництва машин, механізмів, устаткування, матеріальних, трудових та інших виробничих ресурсів. У процесі дорожнього виробництва витрати виникають у різних виробничих сферах, що містять різні за економічним змістом витрати, які залежать від характеру виконання робіт, технології та організації праці. Тому витрати на виконання робіт за своїм кількісним і якісним складом неоднакові не тільки на підприємствах різних галузей, але і в одній галузі. Таким чином виникає необхідність в класифікації всіх витрат, яка відповідала б вимогам планування, обліку, калькулювання та аналізу собівартості робіт. За статтями витрат визначають собівартість одиниці ДБРР, тобто складають калькуляцію. Сутність цієї класифікації полягає в розмежуванні витрат за цільовим призначенням та місцем їх виникнення. Іншими словами, витрати підприємства поділяються відповідно до їх виробничого призначення, враховуючи, що один і той же вид витрат може мати різне призначення. Так, паливо витрачається на підприємстві як на технологічні цілі, так і для опалення, тобто витрати на паливо пов'язані не тільки з виробництвом даного виду продукції, але і з потребами підприємства в цілому. Так само можна розділити витрати на енергію. Витрати підприємства на оплату праці поділяються на оплату основних виробничих робітників, допоміжних робітників, оплату цехового і управлінського персоналу. Таким чином, групування витрат по статтях калькуляції здійснюється з метою планування виробничої собівартості ДБРР, організації бухгалтерського та аналітичного обліку витрат, визначення вартості робіт. Класифікація витрат за статтями калькуляції має істотні відмінності по галузях промисловості, відображаючи їх специфіку. У дорожньому господарстві планування і облік витрат здійснюється по комплексним калькуляційним елементам, номенклатура яких майже повністю співпадає з групуванням витрат по елементах у складі кошторисної документації. На підставі аналізу нормативних документів за визначення вартості дорожніх робіт [1, 2] та відповідних збірників

«Ціноутворення у будівництві» структуру собівартості ДБРР було представлено у вигляді схеми (рисунок 1).

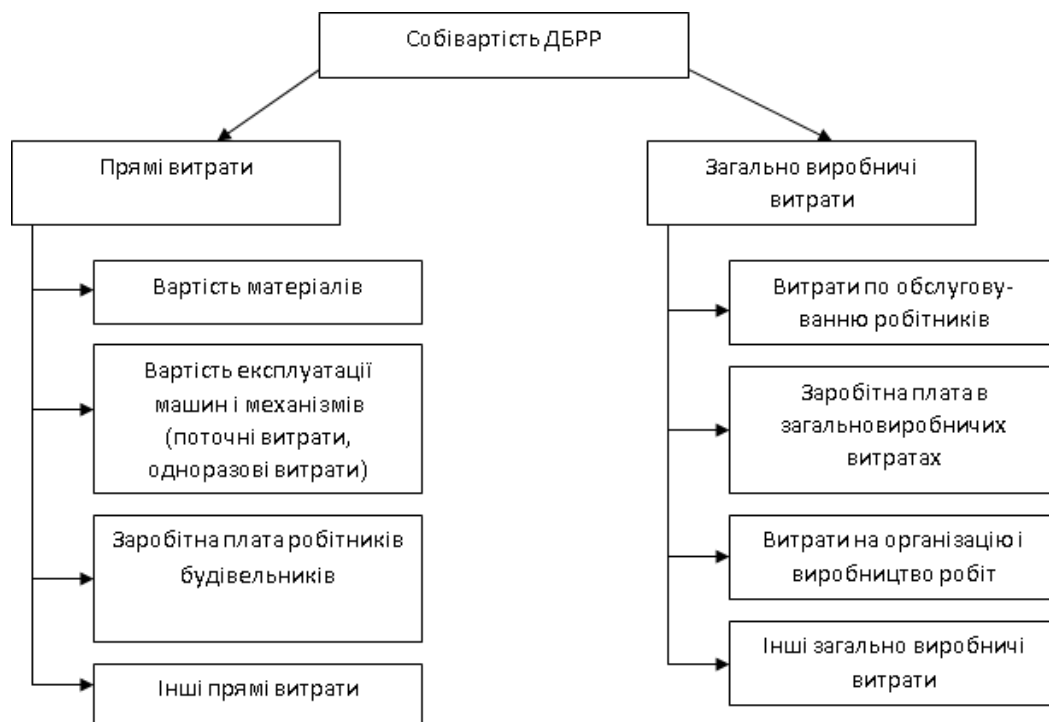


Рисунок 1 – Склад собівартості ДБРР

Відповідно до цього у складі собівартості ДБРР виділяють наступні витрати. Вартість матеріалів враховується у складі робіт за відпускними цінами промисловості, або за планово-розрахунковими цінами, або за фактичною їх собівартістю. Заробітна плата робітників це кошти на оплату праці будівельних і дорожніх робітників зайнятих на виробництві БМР, на доставці будівельних матеріалів від об'єктного складу до місця їх укладання та на дозуванні матеріалів. Витрати на експлуатацію машин і механізмів(поточна) це заробітна плата машиністів, амортизаційні відрахування, вартість частин що швидко спрацьовуються, вартість палива, вартість мастильних матеріалів, вартість ремонту та обслуговування (в т.ч. заробітна плата) та вартість перебезування (в т.ч. заробітна плата). Одноразові витрати на експлуатація машин та механізмів включають в себе витрати: по навантаженню, вивантаженню, транспортуванню машин, вартості робіт по монтажу, демонтажу і пробного пуску машин, вартість робіт по збиранню тимчасових допоміжних споруд для установки машин. До складу інших прямих витрат включають: витрати на транспортування ґрунту та витрати на внутрішньо-будівельні перевезення матеріалів від при об'єктних складів до місця їх укладення і до підйомного механізму. Заробітна плата в загальновиробничих витратах – це заробітна плата адміністративно-управлінського і виробничо-технічного персоналу з відрахуваннями на соціальне страхування. Витрати по обслуговуванню робітників включають: відрахування на соціальне страхування робітників; додаткова заробітна плата робітників; збір до пенсійного фонду. Витрати на організацію і виробництво робіт це витрати на утримання охорони, на організований набір робітників, на раціоналізацію

виробництва, витрати пов'язані зі здачею робіт. Інші загальновиробничі витрати включають в себе: витрати на геодезичні роботи, послуги буфетів та таке інше. Собівартість робіт є складовою частиною договірних цін на дорожню продукцію. Тому автором на підставі аналізу нормативної бази щодо формування кошторисної вартості ДБРР [1,2] було сформовано алгоритм розрахунку кошторисної собівартості та договірних цін (рисунк 2), що дозволяє наглядно побачити роль собівартості в розрахунку договірних цін на дорожню продукцію.

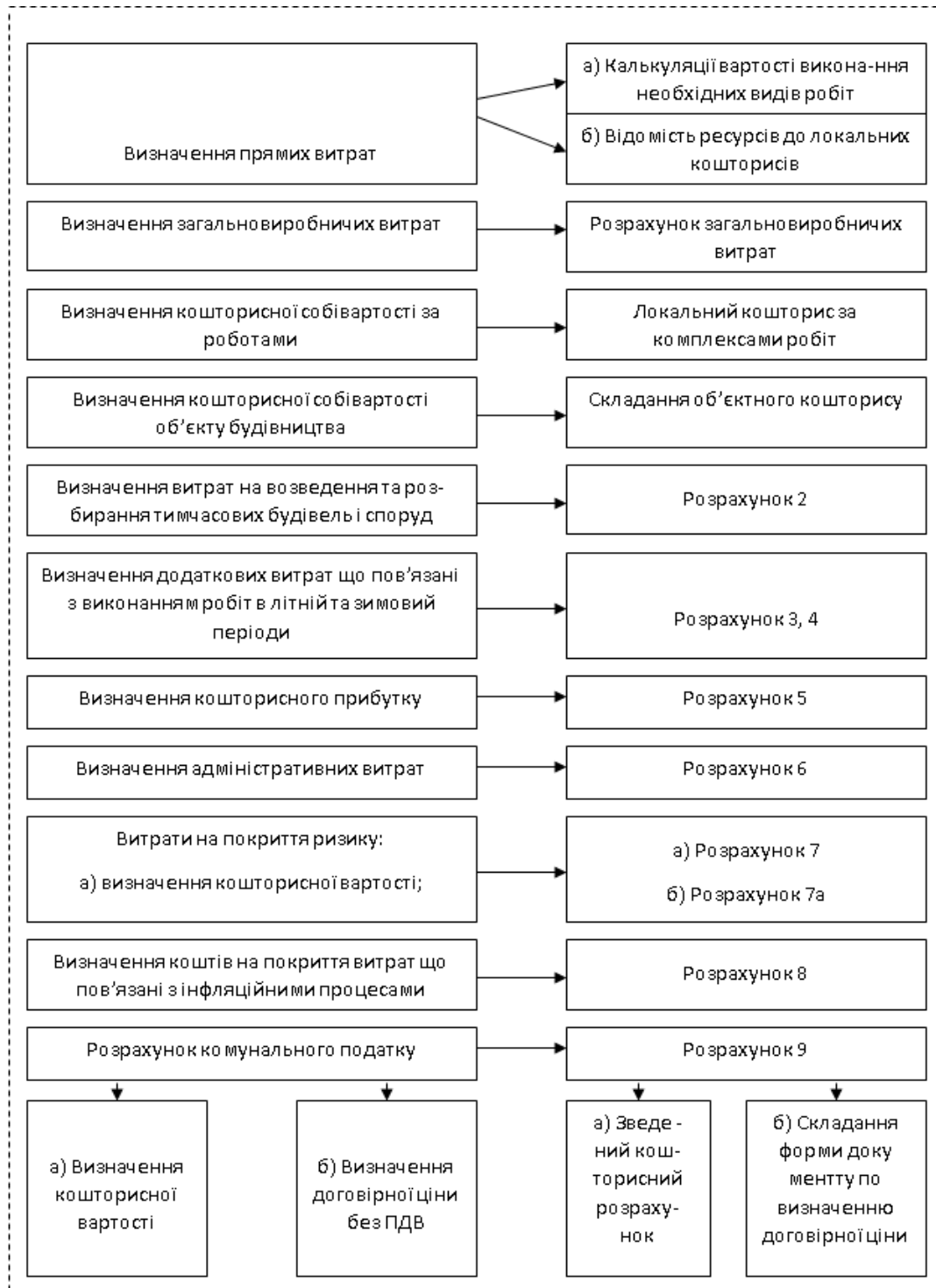


Рисунок 2 – Алгоритм розрахунку кошторисної собівартості ДБРР та договірних цін на дорожню продукцію

Таким чином до складових, при формуванні договірних цін на дорожню продукцію, відносяться: собівартість робіт та кошторисний прибуток, де собівартість грає вагомую роль. Як видно з рисунка 2 у дорожньому господарстві планування і облік собівартості ДБРР на 1 км автомобільної дороги здійснюється шляхом складання об'єктного кошторису. Об'єктний кошторис складається на об'єкт в цілому, шляхом підсумування даних з локальних кошторисів на возведення земляного полотна та улаштування шарів дорожнього одягу. Локальний кошторис в свою чергу є первинним кошторисним документом, що складається на окремі види робіт на підставі обсягів, які визначаються при розробці робочої документації. Порядок розміщення робіт в локальному кошторисі та їх групування повинні відповідати технологічній послідовності виробництва робіт. Локальні кошториси складаються у поточному рівні цін на трудові та матеріально-технічні ресурси. При складанні локальних кошторисів застосовуються: ресурсні елементні кошторисні норми України; вказівки щодо вживання ресурсних елементних кошторисних норм; ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин і механізмів; поточні ціни на матеріали, вироби і конструкції; поточні ціни машино-години; поточна вартість людино-години відповідного розряду робіт; поточні ціни на перевезення вантажів для будівництва; правила визначення загально виробничих витрат. Для складання локального кошторису, необхідно скласти відомість ресурсів до локального кошторису та одиничну розцінку за кожним видом робіт. Одинична розцінка - це визначення собівартості одиниці продукції в цілому та у розрізі окремих статей витрат. Враховує основну заробітну плату робітників, вартість матеріалів, виробів, конструкцій, витрати на експлуатацію будівельних машин і механізмів

Література.

1. Кошторисні норми України. Настанова із визначення вартості будівництва. З урахуванням змін № 1, 2. [Чинний від 2023-00-01]. Київ, 2023. 159 с. URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=96362> (дата звернення: 25.01.2023).
2. СОУ 42.1-37641918-085:2018. Автомобільні дороги. Правила визначення вартості робіт з поточного ремонту та експлуатаційного утримання. Київ : ДП «ДерждорНДІ», 2018. 42 с. (Стандарт Організації України) <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=80818> (дата звернення: 25.01.2023).

МЕТОДИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ВІДЕО ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Пошукайло В.А., студент гр. Д-36т1-20,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Смолянчук Р.В., к.т.н., доцент,
rovlsm@yahoo.com*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Зображення будь-якого об'єкту є найінформативнішим способом передачі даних. Це пов'язане перш за все з тим, що людина більшу частину інформації сприймає через очі. Тому для оцінки стану дорожніх знаків та інженерного облаштування на протязі великого проміжку часу використовується візуальне обстеження. З появою технічних засобів реєстрації зображень (фотокамери, відеокамери) ця робота почала істотно вдосконалюватися. Стрімкий розвиток дорожньої мережі в світі призвів до того, що лише візуальним обстеженням неможливо було охоплювати всю мережу доріг. Тому стали розвиватися різні засоби для відео та фото зйомки автомобільних доріг для подальшої обробки отриманих зображень. До того ж зображення є своєрідним документом, який можуть оцінювати різні експерти для зменшення похибок та підвищення якості. Стрімкий розвиток комп'ютерної техніки останні роки призвів до появи новітніх засобів реєстрації зображень, які стали використовуватися при діагностиці автомобільних доріг. Засоби відео зйомки з системи просторової орієнтації і системами реєстрації пройденого шляху створюють відео системи, які встановлюють на ходові дорожні лабораторії, і які призначені для оцінки пошкоджень покриття автомобільних доріг, наявності і стану елементів облаштування та засобів безпеки дорожнього руху.

Головним недоліком більшості відео систем є велика кількість людської праці під час обробки отриманих зображень. Це стосується як оцінки стану дорожнього покриття, так і облаштування чи засобів безпеки дорожнього руху.

Наприклад, систему розпізнавання дорожніх знаків (Traffic Sign Recognition, TSR) мають в своєму активі багато відомих автовиробників – Audi, BMW, Ford, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen. Система розпізнавання дорожніх знаків на автомобілях Opel входить до складу системи Opel Eye (разом з системою Lane Departure Warning). Система Opel Eye відзначена в числі кращих розробок в області автомобільної безпеки 2010 року. Mercedes-Benz назвав свою систему Speed Limit Assist (система контролю обмеження швидкості), Volvo – Road Sign Information, RSI (система інформування про дорожні знаки). Але алгоритми ідентифікації дорожніх знаків в програмному забезпеченні ходових дорожніх лабораторій фактично не використовуються.

Розпізнавання дорожнього знаку зазвичай відбувається в два етапи: детектування знаку і подальше розпізнавання. На етапі детектування зображення обробляється для поліпшення його якості і піддається сегментації відповідно з такими ознаками дорожнього знаку як колір і геометрична форма. Результатом етапу виявлення є зображення із зазначеними областями інтересу, які придатні

для подальшого розпізнавання дорожнього знаку. Більшість алгоритмів призначені лише для детектування дорожніх знаків. Безпосередньо алгоритми не можуть визначити стан знаку, відмінність отриманого зображення знаку від еталонного.



Рисунок 1 – Приклади нестандартних і пошкоджених знаків

Тому для обстеження автомобільних доріг повинні використовуватися значно складніші алгоритми, здатні не тільки визначати дорожні знаки, а й визначати їх стан (рисунок 1).

Огляд літературних джерел і робіт кафедри дозволяє зробити висновок, що найбільш перспективним є використання нейронних мереж.

Даний алгоритм складається з наступних блоків:

- навчання каскаду для детектування;
- пошук знаку;
- фільтрація отриманого результату;

На першому етапі формується навчається вибірка для виявлення дорожнього знаку. Для нормального навчання необхідно більше тисячі зображень позитивної і більше двох тисяч негативної вибірки зображень. До позитивної вибірки відносяться дорожні знаки одного типу, вибрані з реального оточення. До негативної – ділянки фотографій на яких відсутній дорожній знак.

На почальному етапі такий підхід потребує значно більших ресурсів. Але із здобуттям «досвіду» (збільшення в базі кількості зображень дорожніх знаків, що відносяться як до позитивної, так і до негативної вибірки) якість детектування буде збільшуватися. Існує реальна перспектива детектування 100 % дорожніх знаків таким алгоритмом.

Для виявлення дорожньої розмітки пропонується використовувати машинне навчання. Ідея цього підходу була взята з робіт [1] та [2]. Виявлення розмітки формулюється як завдання класифікації суперпікселів зображення або сегментів. Такий підхід рекомендується із двох причин: сегменти можуть надати просторову інформацію, таку як орієнтація сегмента, площа та подовження і це дуже прискорює роботу системи.

Також підвищити якість виявлення розмітки можуть допомогти «каскади пересегментації» [3]. Найзагальніша схема роботи каскаду така: є каскад класифікаторів, кожен наступний з яких «складніший» за попередній («складність» класифікатору визначається залежно від специфіки даних або програми).

Масив вхідних даних проходить через ці класифікатори по черзі; кожен класифікатор відсіює ті дані, які точно не належать шуканому класу, дані, що залишилися передаються наступному, більш «складному» класифікатору, для уточнення та ін.

Кожен класифікатор «натренований» так, щоб максимізувати кількість вірних виявлень на кожному шарі каскаду (на кожній ітерації проходу даних через каскад). Це дозволяє «складним» класифікаторам сфокусуватися лише на спірних районах, що збільшує швидкість роботи системи загалом.

Стосовно системи, що пропонується, схема роботи каскадів наступна. З кожним класифікатором пов'язані параметри пересегментації, на якій цей класифікатор був натренований.

Класифікатор є більш «складним», якщо його пересегментація більш детальна, має менший масштаб суперпікселів.

На вході каскаду подається зображення-розгортка дорожнього покриття. Воно сегментується з параметрами першого класифікатора, після чого отримані сегменти класифікуються так, щоб відсоток вірних виявлень був близький до 100 %, тобто класифікатор відкинув лише ті сегменти, в котрих він «упевнений», що у них розмітки немає.

Потім відкинуті сегменти зафарбовуються на вихідному зображенні чорним кольором, що дає прискорення роботи наступної пересегментації. Далі це зображення переходять на новий шар, де вони знову сегментується, але вже з меншим масштабом, і повторюється описана процедура. Так відбувається до останнього шару, на якому класифікатор вже «натренований» не на вірне виявлення всієї розмітки, на шкоду мінімізації хибних виявлень, а на стандартну класифікацію зображення.

Процес тренування такого каскаду вимагає суттєвої уваги. Як класифікатори можна використовувати Gentle AdaBoost [4] з деревом глибини 3 як базовий класифікатор, як один із найкращих на сьогодні класифікаторів [5]. Однак, тренування AdaBoost сфокусована на мінімізації загальної помилки, а не максимізації вірних виявлень, нехай і з серйозним збільшенням числа помилкових виявлень.

Простим виходом із положення є зміна порога для виходів AdaBoost. Зазвичай виходи вище 0 відносяться до об'єктів одного класу, нижче – іншого. Знижуючи поріг, ми збільшуємо число помилкових спрацьовувань, збільшуючи при цьому кількість вірних виявлень.

Таким чином, для тренування каскаду необхідно вибрати два важливі параметра: кількість шарів каскаду та поріг для AdaBoost на кожному шарі. Хоча оптимальний вибір цих параметрів представляє велику труднощі [6], існує проста схема їхнього отримання, дає непогані результати.

Отже, щоб отримати 90 % вірних виявлень, каскаду із десяти шарів достатньо мати на кожному шарі мати рівень вірних спрацьовувань, рівний 0,99 (оскільки $0,9$ приблизно дорівнює $0,9910$). Цільове значення рівня помилкових виявлень вибирається з такого ж співвідношення, але враховуючи, що рівні хибних виявлень ми не знаємо наперед, і вони знаходяться приблизно між $0,7$ - $0,8$ на першій ітерації, плавно зменшуючись.

Література

1. Richard Hartley , Andrew Zisserman, "Multiple view geometry in computer vision", Cambridge University Press, New York, NY, 2001.
2. L.Yang, P.Meer, D.J.Foran "Multiple class segmentation using a unified framework over Mean-Shift patches" In Proc. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.1-8, 2007.
3. P.Viola, M.J.Jones "Robust real-time face detection" In Proc. of International Journal of Computer Vision 57(2), pp.137-154, 2004.
4. J. Friedman and T. Hastie and R. Tibshirani, "Additive logistic regression: A statistical view on boosting" Stanford university technical report.
5. R.Caruana, A.Niculescu-Mizil "An empirical comparison of supervised learning algorithms" In Proc. of the 23rd International Conference on Machine Learning, pp.161-168, 2006.
6. S.C.Brubaker, M.D.Mullin, J.M.Rehg "Towards optimal training of cascaded detectors" In. Proc. of European Conference on Computer Vision, pp.325-337, 2006.

ОЦІНКА ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Притула О.О., ст. групи Д-51-22,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Яреценко Н.В. доц. кафедри БЕАД
netyasin4@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Сучасна мережа автомобільних доріг загального користування України повинна забезпечувати максимальну ефективність роботи автомобільного транспорту, а також високий рівень безпеки руху.

Статистика дорожньо-транспортних подій на дорогах України свідчить про те, що їх концентрація відбувається переважно в місцях, де дорожні умови не відповідають вимогам транспорту це відноситься як до геометричних параметрів, так і до стану конструктивних елементів. Невідповідність дороги певним вимогам усувається шляхом проведення необхідних ремонтних робіт щодо утримання чи реконструкції дороги в цілому.

Серед показників, що характеризують транспортно – експлуатаційні якості дороги, можна назвати швидкість, інтенсивність і склад руху, пропускну спроможність, рівень аварійності, якість дорожнього покриття, час сполучення, собівартість перевезень та інше. Покращення таких показників досягається на основі синергетичного системного підходу до вивчення стану дороги, оцінки його та обґрунтованого встановлення виду та черговості проведення ремонтних робіт.

Автомобільні дороги являють собою комплекс інженерних споруд, що забезпечує безперервний, зручний і безпечний рух автомобільного транспорту з заданими швидкостями при мінімальних витратах паливно – мастильних матеріалів.

На стадії проектування і будівництва дороги передбачаються і реалізуються такі параметри і якості які б найбільшою мірою відповідали вимогам автомобільного транспорту. Після введення дороги в експлуатацію на неї діють одночасно такі фактори, як навантаження від автомобілів та інших транспортних засобів, погодні – кліматичні фактори, волога, а також господарська діяльність людей в районі проходження дороги.

Будівництво будь-якої дороги сприяє розвитку господарства регіону через який вона пролягає – з'являються нові населені пункти, активізується господарська діяльність в цілому регіоні, соціальне і культурне життя, поліпшується зв'язок між селами і містами, між регіонами та областями. Це в свою чергу призводить до зростання інтенсивності руху і навантажень на дорогу, що сприяє руйнуванню дороги. Тому дороги з часом погіршуються і поліпшення їх є однією з основних завдань дорожньо – експлуатаційної служби.

Транспортно – експлуатаційний стан дороги характеризується комплексом показників, від яких залежить ефективність роботи автомобільної дороги і автомобільного транспорту, ці показники можна поділити на дві групи.

Показники першої групи характеризують транспортну робітну автомобільної дороги. До них відносять інтенсивність руху, обсяг руху, склад руху, вантажопружність дороги, пропускну здатність дороги та швидкість руху.

Показники другої групи характеризують техніко – експлуатаційний стан дорожнього одягу. До них належать – міцність дорожнього одягу, рівність покриття, шорсткість, або коефіцієнт зчеплення колеса з покриттям та зношення покриттів.

Автомобільна дорога повинна бути перш за все стійкою до дії навантажень від автомобілів, для пропускання яких вона і призначена.

Навантаження від автомобілів є динамічними, тому дія таких навантажень особливо небезпечна для дорожнього одягу в період сильного перезволоження його основи і земляного полотна. Тому для попередження руйнування дорожнього одягу у весняний період на дорогах низьких категорій обмежують проїзд важких вантажних автомобілів до повного просихання земляного полотна і основи дорожнього одягу.

Дороги I-III категорій повинні забезпечувати безперервний проїзд автомобільного транспорту будь-якої пори року.

На стадії проектування дороги передбачаються високі показники її якості. Але ці показники не реалізуються на стадії будівництва дороги.

Причиною тому є невідповідність ґрунтів вимогам нормативних документів, низька якість дорожньо – будівельних матеріалів, недостатність ущільнення земляного полотна та дорожнього одягу, що зрештою знижує міцність всієї дорожньої конструкції.

При динамічній дії навантаження це призводить до зниження рівності покриття, утворення на ньому хвиль та вибоїн. Погано відбивається на покритті також різке гальмування великотонажних автомобілів. Воно зумовляє хвилі на зупинках транспорту та на пересіченнях доріг, де відбувається часте гальмування.

Основний ворог дороги – волога. Перезволоження земляного полотна і основи дорожнього одягу призводять до швидкого руйнування дорожнього одягу і порушенню нормального транспортного процесу. В зимовий період при замерзанні вода руйнує верхні шари покриття, тому один із основних завдань дорожників є забезпечення відводу від дороги води як поверхневої, так і ґрунтової. Ефективність роботи відповідних споруд забезпечує значною мірою надійність і довговічність дороги. Погано впливають на стійкість конструктивних елементів дороги погодно – кліматичні умови району проходження дороги. Особливо це позначається на якості ґрунтових доріг, а також погано ущільнених щебеневих і гравійних покриттів, несуча здатність яких різко зменшується при перезволоженні.

Туман, ожеледиця, снігові замети також різко знижують транспортно – експлуатаційні якості капітальних покриттів і можуть навіть призвести до перебоїв у русі транспорту.

Тому при проектуванні і експлуатації автомобільних доріг необхідно враховувати вплив погодно – кліматичних факторів.

Від стану дороги, її транспортно – експлуатаційних якостей залежить продуктивність роботи автомобільного транспорту.

Річна продуктивність автомобіля визначається за формулою, т. км/рік:

$$П = T * q * K_e * K_{np} * K_q * V * L / (L + V * K_{np} * t),$$

де T – кількість робочих годин на рік, беруть у межах 1000-4000,

q – вантажопідйомність автомобіля, т,

K_e – коефіцієнт використання вантажопідйомності,

K_{np} – коефіцієнт використання пробігу,

K_q – коефіцієнт використання часу,

V – середня швидкість, км/год,

L – довжина маршруту поїздки, км,

t – час знаходження під навантаженням і розвантаженням.

Аналіз цієї формули показує, що майже всі показники залежать від дорожніх умов. Значно більший вплив на продуктивність автомобіля здійснює вантажопідйомність і його середня швидкість.

Вантажопідйомність прямо залежить від допустимого навантаження на вісь автомобіля, тобто від міцності дорожнього обсягу, на який передаються ці навантаження. На швидкість руху впливають геометричні параметри дороги, рівність покриття, зчепні якості та стан покриття. Інженерно – транспортна обладнання дороги, організація руху та інше.

Сукупність автомобільних доріг, що з'єднують між собою населені пункти утворює мережу автомобільних доріг. Як мережа, так і окрема дорога повинні забезпечувати безперебійний, безаварійний рух автомобільного транспорту з заданою швидкістю і вантажопідйомність.

Урахування цих вимог є обов'язковим на всіх стадіях існування дороги.

Реалізація автомобільного транспорту до дороги можлива на основі всебічного аналізу і забезпечення оптимального функціонування системи водій – автомобіль – дорога – навколишнє дорожнє середовище ВАДС.

Першорядною з вимог автомобіля до дороги є безпека руху. Дорожньо – транспортні події впливають на дорозі з таких основних причин - незадовільний стан автомобілів, незадовільні дорожні умови, порушення правил руху, помилки водіїв.

Для забезпечення безаварійних умов руху на дорозі необхідно дотримуватись вимог нормативних документів до геометричних елементів дороги на стадії проектування.

Раціональне поєднання елементів, їх сприйняття водієм має велика значення для підвищення безпеки руху. Безпека руху забезпечується також станом дорожнього покриття і міцністю дорожнього одягу, рівністю та жорсткістю покриття. Значення цих показників нормуються згідно з вимогами автомобільного транспорту до дороги.

Ефективне керування безпекою дорожнього руху може бути здійснено завдяки синергічному підходу до прогнозування стану і розвитку системи «Дорожні умови – транспортний потік – водій – навколишнє середовище».

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ДЕФЕКТІВ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Рогузько В.В., студент гр. Д-37m1-20,

roguzko17@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Смолянчук Р.В., к.т.н., доцент,

rovlsm@yahoo.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Технічні засоби для виявлення дефектів дорожнього покриття розвиваються за двома напрямками: засоби для візуальної ідентифікації (системи відео діагностики) і засоби сканування покриттів.

Системи відео діагностики дозволяють знайти дефекти на покриттях автомобільних доріг і визначити їх геометричні параметри. Нажаль, такі системи не здатні визначити глибину дефектів.

Сучасні системи лазерного сканування покриттів за умови достатньої щільності вимірюючих засобів можуть реєструвати достатню кількість профілограм для визначення геометричних характеристик дефектів. Реєстрація профілограм, а також отримання тривимірного зображення поверхонь твердих тіл (рисунок 1) може проводитися приладами (системами) контактного або безконтактного типу.

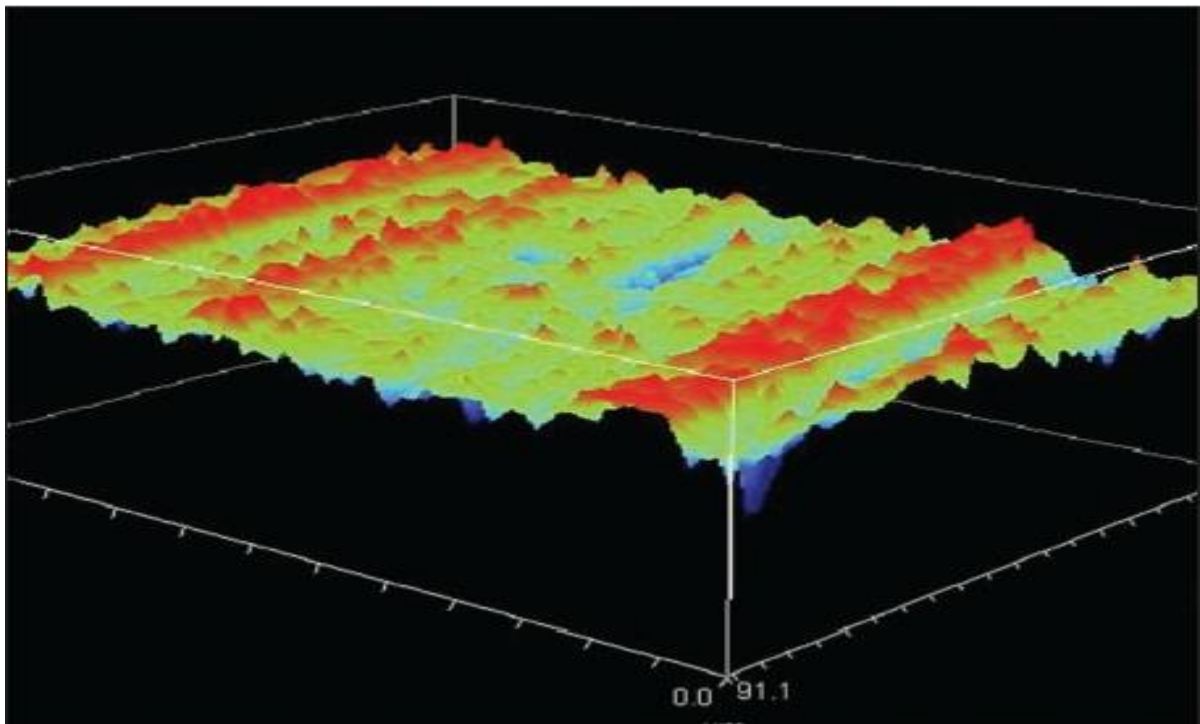


Рисунок 1 – 3Д модель дорожнього покриття

Прилади, призначені для цього, називаються профілометрами або профілографами. У приладах контактного типу копіювання профілю здійснюється шляхом переміщення голки по шорсткій досліджуваній поверхні.

До приладів безконтактного типу відносяться оптичні та растрові електронні мікроскопи, а також прилади, що використовують для сканування поверхні монохроматичне (зокрема, лазерне) випромінювання.

Наприклад, у випадках, коли матеріал має невисоку міцність і руйнується, змінює геометричні розміри від тиску контакту самого вимірювального приладу. Тому дуже актуальним є впровадження сучасних методик контролю - одночасно і неруйнівних, і високоточних, і придатних для автоматизації процесу вимірювань.

Лазерна профілометрія застосовується в складі засобів неруйнівного контролю (дефектоскопів) і є одночасно засобом дальнометрії (вимірювання відстаней).

Профілометрія – процес вимірювання «зняття» профілю перетину поверхні в площині, перпендикулярній до неї і орієнтованої в заданому напрямку [1].

Графічне зображення профілю, знятого в ході профілометрії, називається профілограмою. Інформація, що отримується в ході обробки профілограм, використовується для розрахунку стандартних параметрів і дозволяє виконувати якісну і кількісну оцінку шорсткості і рівності досліджуваних поверхонь. Безліч профілограм, знятих з певним кроком і послідовно розташованих у тривимірній системі координат, дає наочне уявлення про топографію поверхні.



Рисунок 2 – Установка сканування покриттів штату Техас (США)

Нижче перераховані основні відомі на сьогодні методи лазерної профілометрії:

- відбиття світла;
- розсіювання світла;
- дискретні відбивачі;
- явища поглинання ІЧ випромінювання;
- спектральної структури лазерного випромінювання;

- оптичний зонд (профілометри);
- явища дифракції.

Профілометр призначений для вимірювання, накопичення та архівування параметрів профілю листових матеріалів в графічній і табличних формах, визначення на їх основі довжини перетину, середнього рівня, дисперсії відхилення, мінімального і максимального значення профілю, побудови оціночних діаграм і визначення середніх значень на обраних горизонтальних відрізках.

За даними, отриманими з профілометрів, досить важко визначити тип дефектів. Деякі з дефектів на 3D поверхнях виглядають дуже схоже. До того ж існують певні проблеми з обробкою і збереженням великих масивів даних, що отримуються безпосередньо з профілометрів. В залежності від задач, що ставляться під час лазерного сканування, дані можуть бути усереднені на різних етапах обробки.

Виходом з цієї ситуації є створення гібридних систем, що виконують одночасно лазерне сканування і відео сканування поверхні дорожнього покриття (рисунок 3).



Рисунок 3 – Установка сканування покриття фірми Dynfrest

Суміщення даних дозволяє вирішувати проблему ідентифікації дефектів на покритті. В такому випадку алгоритм обробки даних може бути наступний:

- візуально або за допомогою відповідних алгоритмів (нейронних мереж, каскадних технологій і інших) виконується пошук місцеположення дефекту і ідентифікація його типу;
- за зображенням виконується попереднє визначення геометричних розмірів дефекту;
- за допомогою результатів лазерного сканування визначається глибина дефектів і уточняється розмір дефектів;
- ідентифікуються хибні спрацювання алгоритмів автоматичної обробки зображень (через тіні, зміни освітлення, сторонні предмети) шляхом порівняння результатів сканування в цьому місці з сусідніми ділянками.

Отже, суміщення даних, отриманих різними системами, дозволяє коректно ідентифікувати дефекти дорожніх покриттів і визначити їх геометричні характеристики.

Накладання даних також дозволяє компенсувати деякі проблеми, що виникають при використанні технологій окремо, наприклад ідентифікувати хибні спрацювання алгоритмів автоматичної обробки зображень.

Література

1. Integration of the Inertial Profilometer in the Ohio DOT Pavement Management System / Spangler E.B., Kelly W.J. Ohio Department of Transportation. – Report FHWA/OH-87/005. – 1987. – 122 p.

ВИБІР ФОРМИ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЙ ДОРОЖНЬОГО ГОСПОДАРСТВА В УМОВАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Середа А.І., ст. групи Д-41-19;

annasereda102@gmail.com;

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Догадайло Я.В. к.е.н., доцент

svetlicwork@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Нині концепція сталого розвитку сприймається як парадигма розвитку сучасного суспільства [1-4]. Ця концепція передбачає виконання всіма країнами світу сімнадцяти глобальних Цілей Стійкого Розвитку (ЦУР), що охоплюють три аспекти сталого розвитку: соціальний, економічний та екологічний, а також аспекти, пов'язані зі світом, правосуддям та ефективними інститутами [1,4]. Відповідно до чинного Указу Президента України "Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року" необхідно забезпечувати дотримання наведених у ньому цілей: подолання бідності; подолання голоду, розвиток сільського господарства; міцне здоров'я та благополуччя; якісна освіта; гендерна рівність; чиста вода та належні санітарні умови; доступна та чиста енергія; гідну працю та економічне зростання; індустрія, інновації та інфраструктура; скорочення нерівності; сталий розвиток міст та громад; відповідальне споживання та виробництво; пом'якшення наслідків зміни клімату; збереження морських ресурсів; захист та відновлення екосистем суші; мир, справедливість та потужні університети; партнерство заради сталого розвитку [2,3].

Мережа автомобільних доріг є основною складовою інфраструктури кожної держави як основної передумови економічного зростання і підвищення добробуту населення. З початку з початку повномасштабної війни в Україні було зруйновано 305 штучних споруд та 24 000 км автомобільних доріг потрібно розчистити, відремонтувати або взагалі відбудувати. Для відновлення зруйнованої інфраструктури необхідно приблизно 3-4 роки, при чому базові речі планується відновити за 1-1,5 роки [5]. Окрім цього необхідно відмітити, що ще до воєнного стану сучасна дорожня інфраструктура, по-перше, не відповідала потребам економіки, основні фонди галузі були значно застарілі, а по-друге, спостерігалось неефективне використання потужностей і ресурсів, низький рівень менеджменту та корупція. Більшість країн світу, шукаючи найкращі механізми вирішення подібних проблем, переконалися що найефективнішим методом є впровадження приватно-державного партнерства, яке дає змогу отримати інвестиції, знизити виробничі витрати, отримувати бюджетні видатки, розподілити ризики, а також підвищити якість автомобільних доріг та досягти доступності послуг.

Проте у процесі реалізації проектів приватно-державного партнерства більшість країн зіткнулися з проблемою досвіду, неприйняттям населенням нововведень. Адже успішна реалізація приватно-державного партнерства

можлива за умови чітко визначених переваг і недоліків таких проектів та створення передумови для впровадження.

Розрізняють три основні форми приватно-державного партнерства [6-8]:

- лізингові (орендні) - передбачають державні субсидії, тобто приватний сектор, як правило, будує і утримує, експлуатує об'єкт відповідно до умов лізингу (оренди), а після закінчення терміну оренди передає його державі.

- концесійні - також можуть включати державні асигнування на будівництво, утримання та експлуатацію об'єкта концесії. Проте привалююча частка зобов'язань належить концесіонеру. При цьому власником автомобільної дороги або дорожнього об'єкта є держава.

- приватизаційні - держава передає об'єкт або його частину у власність приватному сектору. Зазвичай держава вимагає виконання ряду умов при укладанні таких договорів, щоб забезпечити покращення об'єкта, надання доступних послуг високої якості.

Зважаючи на те, що автомобільні дороги забезпечують суспільні блага, то традиційні моделі приватизації у цій галузі застосувати недоцільно. Передусім тому, що держава повинна зберегти за собою право власника доріг, замовника і звісно виконувати функції регулятора та контролера за діяльністю приватних компаній. Світова практика має досвід подібної співпраці між державою і приватними компаніями, яка називається державно-приватним партнерством.

Згідно Закону України державно-приватне партнерство це співробітництво між державою Україна, Автономною Республікою Крим, територіальними громадами в особі відповідних державних органів, що згідно із Законом України "Про управління об'єктами державної власності" здійснюють управління об'єктами державної власності, органів місцевого самоврядування, Національною академією наук України, національних галузевих академій наук (державних партнерів) та юридичними особами, крім державних та комунальних підприємств, установ, організацій (приватних партнерів), що здійснюється на основі договору в порядку, встановленому цим Законом та іншими законодавчими актами, та відповідає ознакам державно-приватного партнерства, визначеним цим Законом [7]. Ознаками ДПП є [7]: створення та/або будівництво (нове будівництво, реконструкція, реставрація, капітальний ремонт та технічне переоснащення) об'єкта державно-приватного партнерства та/або управління (користування, експлуатація, технічне обслуговування) таким об'єктом; довготривалість відносин (від 5 до 50 років); передача приватному партнеру частини ризиків у процесі здійснення державно-приватного партнерства та внесення приватним партнером інвестицій в об'єкт державно-приватного партнерства.

Класична модель приватно-державного партнерства передбачає розподіл прав між державою і приватним сектором таким чином, що інвестор отримує повну комерційну незалежність і доходи, а держава зберігає за собою повноваження регулювання та контролю. Для держави це один з найефективніших методів виконання своїх функцій на високому рівні, а для інвестора – це передусім комерційна пропозиція, яка має покрити усі витрати і забезпечити отримання прибутків. Дорожні концесії проявили себе ефективно

майже в усіх країнах, що мають подібний досвід. Адже концесії залучають для підвищення операційної ефективності державних підприємств, впровадження державних та управлінських нововведень, підвищення якості послуг та мобілізації фінансових ресурсів. Треба зазначити, що приватно-державне партнерство у формі саме концесій найбільш поширене у транспортній галузі, адже незадовільний стан доріг, мостів, тунелів, залізничних доріг призвів до нагальної потреби у пошуку нових форм фінансування цих об'єктів для відновлення. Воно набуло поширення і розвитку передусім у транспортній інфраструктурі, бо проекти у цій галузі великомасштабні і довгострокові, ефективні, суспільно необхідні, потребують значного фінансування, до того ж зрозумілою і простою є схема повернення вкладених коштів.

Розглянувши Закон України «Про державно-приватне партнерство» [7] та особливості виконання робіт в дорожньому господарстві автори приєднуються до вчених [6,8], які вважають, що оптимальним та раціональним для України є вибір концесійної форми здійснення державно-приватного партнерства у дорожньому господарстві. Передусім тому, що держава повинна зберегти за собою право власника доріг, замовника і виконувати функції регулятора та контролера за діяльністю приватного сектора, а також проекти такої галузі масштабні і довгострокові, ефективні, суспільно необхідні, потребують значного фінансування, до того ж зрозумілою є схема повернення вкладених коштів. Основні ознаки моделей концесійних угод представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Моделі концесійних угод [6]

Назва моделі	Характеристика ознаки
1	2
Гнучка модель	Держава має право змінювати заздалегідь зазначені статі концесійного договору, проте і концесіонер може надавати обґрунтовані пропозиції щодо зміни умов концесійного договору
Модель покрокового партнерства	Держава на конкурсній основі обирає концесіонера, встановлює етапи партнерства і має право на зміну, уточнення, коригування умов проекту, його особливостей спільно з концесіонером. Тобто реалізація наступного етапу неможлива без належного виконання попереднього.
Конкурентна модель	Держава встановлює терміни експлуатації об'єкта, після якого перевіряє виконання умов договору, у разі порушення може змінити концесіонера, тобто створює для нього конкурентне середовище. У разі виконання домовленостей держава може запроваджувати систему стимулів, бонусів. Якщо ж об'єкт концесії утримується не на належному рівні, держава змінює концесіонера на конкурсній основі і компенсує попередньому покращення об'єкта концесії протягом певного періоду часу. Прибутки отримує діючий концесіонер.
Посередницька модель	Держава обирає на конкурсній основі з приватного сектора виконавця, який буде здійснювати керівництво реалізацією концесійного проекту за певну винагороду. До його функцій належатиме нагляд та контроль за діяльністю концесіонера і на етапі будівництва дороги, і на етапі експлуатації її.
Інтегрована модель	Держава і приватний сектор домовляються про спільне проектування, будівництво, утримання та експлуатацію об'єкта концесії.
Кумулятивна модель	Держава укладає угоду з декількома концесіонерами з метою розподілу витрат у дорожніх проектах, розподіляє права і обов'язки між ними, розподіл прибутків здійснюється відповідно до частки фінансової участі у проекті.
Комплексна модель	Концесіонер самостійно реалізує увесь комплекс робіт з будівництва об'єкта концесії та його експлуатації, при цьому державі сплачує концесійні платежі.

Закінчення табл. 1

1	2
Розподільна модель (субконцесії)	Концесіонер бере участь у реалізації концесійного проекту тільки на якомусь одному або декількох етапах, наприклад, будівництво концесійного об'єкта або його частини здійснює концесіонер, а експлуатацію і утримання – інший. При цьому концесіонер-оператор сплачуватиме концесійні платежі і державі, і концесіонеру.
Інфраструктурна модель	Концесіонеру надається право не тільки на будівництво об'єкта концесії, а й на експлуатацію навколишньої інфраструктури. Наприклад, будівництво дороги, а також АЗС, готелів, СТО, стоянок та ін.

За алгоритмом, запропонованим в роботі О.В. Жулин [6], для використання в Україні було обрано інтегровану інфраструктурну модель покрокового партнерства.

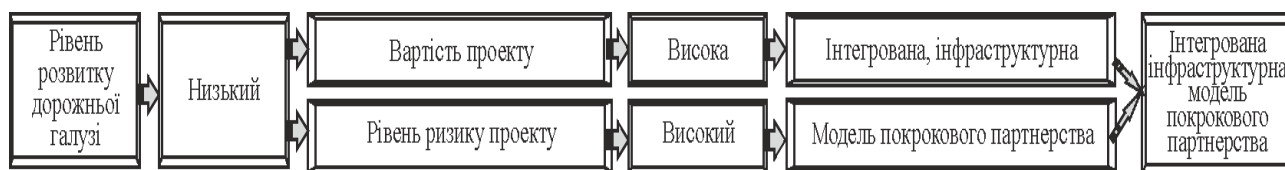


Рисунок 1 – Вибір моделі концесійних угод для будівництва та експлуатації автомобільних доріг в Україні

Щодо інших форм державно-приватного партнерства, то не всі можуть бути використані у дорожньому господарстві і у деяких з них відсутня законодавча нормативно-правова основа, яка не дає змогу залучити певні форми державно-приватного партнерства до використання для задоволення суспільних потреб.

Література.

- 17 Goals to Transform Our World. *Sustainable Development Goals* : Web site. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/> (Last accessed: 06.03.2023).
2. Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року: Указ від 30 вер. 2019 р. №722. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> (дата звернення: 06.03.2023)
3. Our Work on the Sustainable Development Goals in Ukraine. *United Nations Ukraine* : Web site. URL: <https://ukraine.un.org/en/sdgs> (Last accessed: 06.03.2023).
4. Хаустова В. Є., Омаров Ш. А. Концепція сталого розвитку як парадигма розвитку суспільства. *Проблеми економіки*. 2018. №. 1 (35). С. 265 – 273.
5. Дороги мають бути відновлені коштом заморожених активів рф. *Укрінформ* : веб-сайт. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3509005-dorogi-maut-buti-vidnovleni-kostom-zamorozenih-aktiviv-rf-ukravtodor.html> (дата звернення: 06.03.2023).
6. Жулин О.В. Тарифікація послуг за проїзд платними дорогами України: дис. ... канд. ек. наук : 08.00.04 / Націон. трансп. ун-т. Київ, 2009. 219 с.
7. Про Державно-приватне партнерство : Закон України від 01 лип. 2010 р. № 2404-VI URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2404-17#Text> (дата звернення: 13.03.2023).
8. Юрченко А.С. Економічне обґрунтування концесій у дорожньому будівництві : дис. ... д-ра філософії : 051 / Націон. трансп. ун-т. Київ, 2021. 205 с. URL: http://diser.ntu.edu.ua/Dis_Yurchenko.pdf (дата звернення: 13.03.2023).

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Скурковський В.В., ст. групи Д-36m1-20

skurkovskyjv@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Костін Д.Ю., к.т.н., доцент

dmitric2008@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Використання відходів гірничо-збагачувальних комбінатів в дорожньому будівництві дозволяє значно підвищити економічну ефективність виробництва і знизити собівартість сучасних матеріалів. До вторинних продуктів виробництва належать великотоннажні відходи збагачення залізистих кварцитів гірничо-збагачувальних комбінатів.

Розроблення технологічних рішень щодо переробки й використання тонко дисперсних хвостів здійснюється (переважно) за двома напрямками [1]:

1) до збагачення з метою додаткового вилучення залізовмісних мінералів і виробництва додаткової кількості концентрату;

2) виготовлення будівельних матеріалів і закладних сумішей для заповнення техногенних пустот при підземній розробці корисних копалин.

Хвости збагачення можуть бути використані як сировина для виробництва скла.

Зараз видобуток залізистих кварцитів здійснюється відкритим способом на глибині до 400-450 м, а експлуатація кар'єрів глибиною понад 500 м економічно невиправдана. Обсяги за складованих шламів становлять приблизно 6-7 млрд. тонн [1].

Крім того, до відходів належить так звана некондиційна частина окислених руд високої якості. Вміст заліза в цих рудах становить 52-55% [2].

Важливо відзначити, що гірничо-збагачувальний комбінат окислювальних руд (КГЗКОР), який створювався для збагачення окислених руд, зараз є застарілим за проектом підприємства. Якщо б ця технологія була б частково впроваджена на гірничозбагачувальних комбінатах (ГЗК), що працюють, то ефективність їх була би вища.[3-6].

Можливі такі етапи освоєння технології: 1. Тестове збагачення 10-15 проб сировини, що натеper не використовується (з умістом заліза загального понад 20%) на різних об'єктах Криворізького регіону. 2. Проектування та виготовлення дослідно-промислового модуля виробничою потужністю 5 т/год (від 35 до 50 тис. тонн на рік). 3. Проектування та виготовлення промислового модуля виробничою потужністю 20 т/год (від 150 до 200 тис. тонн на рік). 4. Створення державних збагачувальних фабрик виробничою потужністю від 7 млн тонн на рік на базі однотипних модульних блоків (від 45 модулів).

Запропонована технологія дозволяє отримувати залізорудний концентрат (Fe 66-68 %), доменні частки, очищені від мінералів заліза, щебінь і кварцовий

пісок, суху вохру та сурик, сировину для газо-, піно- й асфальтобетону, сировину для виробництва цементу, бетонів, штукатурних і кладкових розчинів та інших матеріалів.

Попередні техніко-економічні показники стосовно введення в експлуатацію збагачувального модуля потужністю 5 т/год такі: 1) установочна потужність – 200 кВт; 2) експлуатаційні витрати – 200 тис. доларів/рік; 3) вартість розроблення проекту (ППР) з виготовлення нестандартного та придбання стандартного обладнання – приблизно 250 000 доларів; 4) продуктивність за концентратом – 14 тис. т/рік; 5) термін окупності – 1 рік. Для збагачувального модульного блока потужністю 20 т/годину: 1) установочна потужність – 760 кВт; 2) експлуатаційні витрати на встановлення – 770,0 тис. доларів/рік; 3) вартість розроблення проекту (ППР), виготовлення нестандартного та придбання стандартного обладнання – 1,4 млн доларів; 4) термін окупності – 10–12 міс.

Розглянемо використання відходів ГЗК для виготовлення газобетону, який може використовуватися для будівництва автопавільйонів для автомобільних доріг.

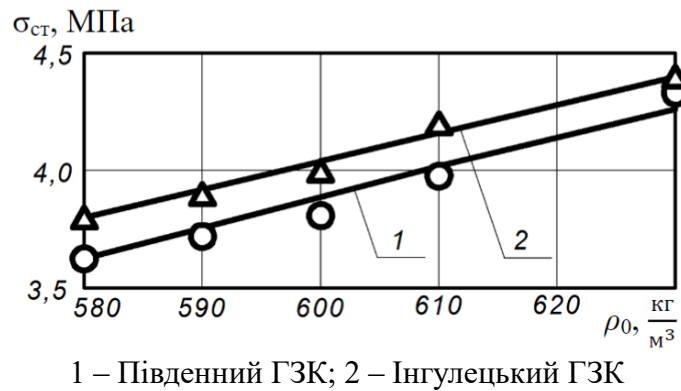
Таблиця 1 – Склади сировинних сумішей і вологість газобетону на основі хвостів Південного ГЗК

№ з/п	Витрати компонентів, кг на 1 м ³ газобетонної суміші			Водотверде відношення, В/Т	Вологість газобетону, % за масою
	Вапно	Портландцемент	Відходи збагачення		
1	131	110	369	0,5	29
2	136	113	382	0,5	29
3	127	106	357	0,5	28
4	125	105	352	0,52	30
5	129	108	364	0,52	31

Таблиця 2 – Склади сировинних сумішей і вологість газобетону на основі хвостів Інгuleцького ГЗК

№ з/п	Витрати компонентів, кг на 1 м ³ газобетонної суміші			Водотверде відношення, В/Т	Вологість газобетону, % за масою
	Вапно	Портландцемент	Відходи збагачення		
1	128	107	375	0,5	24
2	132	110	388	0,5	21
3	122	102	357	0,51	24
4	124	105	355	0,5	25
5	133	84	393	0,5	31

Середня густина досліджуваних газобетонів із використанням хвостів ГЗК Кривбасу становила від 580 до 630 кг/м³ (рис. 1).



1 – Південний ГЗК; 2 – Інгулецький ГЗК
Рисунок 1 – Залежність міцності на стиск газобетону $\sigma_{\text{ст}}$ від середньої густини газобетону ρ_0 на основі хвостів

Наявні технології видобутку, переробки й утилізації продуктів гірничозбагачувального та металургійного виробництва фізично і морально застаріли та потребують докорінної модернізації для забезпечення сучасних темпів стабільного виробництва товарної продукції без значних внесків у розробку, наприклад, родовищ, зменшення витрат на видобуток мінеральної сировини завдяки використанню наявних за складованих запасів відходів, що водночас зменшує екологічне навантаження на промисловий регіон.

Література.

1. Перспективи залучення техногенних родовищ (на прикладі України і Грузії) / Копач П.І. та ін. Екологія і природокористування. 2013. Вип. 16. С. 210-218.
2. Перегудов В.В., Григор'єв І.Є., Григор'єв Ю.І. Дослідження взаємозв'язків параметрів техногенних родовищ насипного типу. Гірничий вісник. 2019. Вип. 105. С. 29-34.
3. Єфіменко В.І., Єфіменко В.В., Ягодкіна О.О. Аналіз доцільності комплексного використання відходів гірничо-видобувних підприємств на виробництво нерудних будівельних матеріалів. Вісник Криворізького національного університету. 2014. Вип. 36. С. 159-165.
4. Єрмолович Є.А. Технологія переробки відходів збагачення залізних руд як спосіб боротьби з джерелом негативного екологічного впливу. Гірський інформаційно-аналітичний бюлетень (науково-технічний журнал). 2009. № 12. Т. 12. С. 375-379.
5. Ageeva M. Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education, SWorld-2014. URL: <http://www.sworld.com.ua/index.php/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/2014>
6. Соколова В.П., Учитель А.Д. Переробка шламових відходів збагачення залізної руди. Збагачення корисних копалин: науково-технічний збірник. Дніпро, 2017. № 66. С. 3-11.

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ І УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ШОДО МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПУАССОНА І КОЕФІЦІЄНТІВ ПОПЕРЕЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

Смольянинова В.Р., ст. групи Д-41-19,

lera8988lera@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Костін Д.Ю., к.т.н., доцент

dmitric2008@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

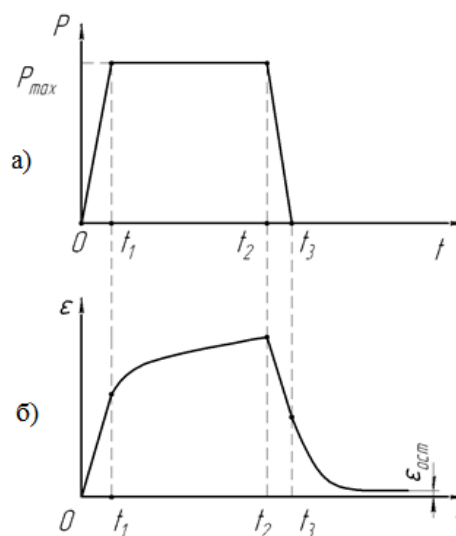
При розрахунку напружено-деформованого та граничного станів нежорстких дорожніх одягів використовується цілий ряд пружних складових. Серед них є такий показник як коефіцієнт поперечної деформації (Пуассона).

Цей коефіцієнт має декілька особливостей:

- залежить від температури;
- залежить від стадії навантаження при повзучості: пружна або в'язко-пружна;
- залежить від характеру навантаження: стиск, розтяг і т.п.

Із виконаних досліджень [1, 2] відомо, що при силовому навантаженні асфальтобетону, останній проявляє властивості повзучості, тобто продовжує деформуватись навіть при незмінному навантаженні. При цьому відзначається, що характер залежності повзучості (рис. 1) має один і той самий вигляд при стиску, розтягу і при зсуві зразків асфальтобетону [3]. На залежності деформації, можна умовно виділити дві ділянки:

- пружних зворотних деформацій;
- в'язко-пружних зворотних та незворотних деформацій.



а) графік закону навантаження зразка асфальтобетону; б) графік деформацій; P – зусилля навантаження; ε – поздовжня деформація; $\varepsilon_{ост}$ – залишкова деформація; $0 - t_1$ – ділянка пружних деформацій; $t_2 - t_3$ – ділянка в'язко-пружних частково зворотних деформацій

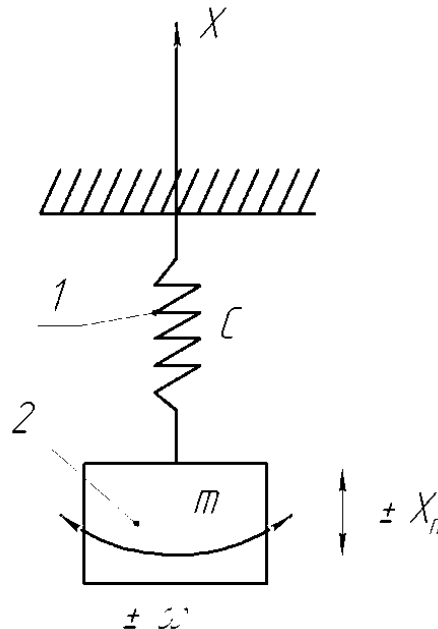
Рисунок 1 – Типова залежність повзучості асфальтобетону

Аналіз існуючих методів, експериментального визначення коефіцієнта Пуассона показує, що всі методики можуть бути поділені на дві підгрупи:

- динамічні методи;
- статичні методи.

Розглянемо динамічні методи визначення коефіцієнта Пуассона.

При коливаннях вантажу, підвішеного на пружині (рис. 2).



- 1) – гвинтова пружина з жорсткістю C ;
- 2) вантаж масою m ;

Рисунок 2 – Схема вертикальних $\pm X$ та крутильних $\pm \omega$ коливань вантажу

Зазвичай розглядають поступальний рух $\pm X$ по вертикалі, вгору та вниз. Однак, цей рух не є єдиним. Одночасно можна спостерігати і періодичне обертання вантажу $\pm \omega$ навколо його вертикальної осі X . Якщо спокійно висячий вантаж обережно повернути навколо цієї осі та відпустити, то крім крутильних коливань можна спостерігати і вертикальні.

Експериментально-теоретичний метод включає в себе експериментальне визначення необхідних параметрів, що характеризують динамічні властивості в'язко-пружного матеріалу та теоретичний аналіз, спрямований на ідентифікацію значень комплексних операторів.

Математичною основою експериментально-теоретичного методу визначення коефіцієнту Пуассона є кінцевоелемента модель деформування зразка-стовпчика, торці якого жорстко вклеєні в металеві обойми 1 та 2 (рис. 3). Схема навантаження розглядається в осесиметричній постановці.

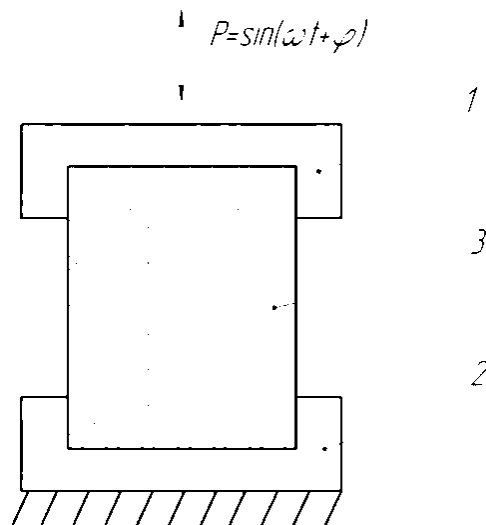
Недоліки розглянутої методики:

- 1) Для проведення випробувань потрібне спеціальне та дороге обладнання;
- 2) Метод не поділяє значення V та μ , усереднюючи їх до комплексної величини;

3) Метод не дозволяє проводити окремі випробування на стиск та розтяг, усереднює коефіцієнт Пуассона до комплексної величини. Разом з тим, із експериментальних досліджень відомо [4], що пружні характеристики асфальтобетону при розтягу та стиску можуть помітно відрізнятися;

4) Для дослідження в'язко-пружних матеріалів пропонується використовувати математичний апарат теорії пружності, що може привести до значних похибок у розрахунках;

5) Коефіцієнт Пуассона записується у вигляді комплексної величини з дійсною та уявною складовими. Таке подання далеко не завжди є зручним, наприклад, при розрахунках напружено-деформованого стану асфальтобетону при статичному навантаженні і т.п.



1, 2 – рухома та нерухома обойми; 3 – циліндричний зразок

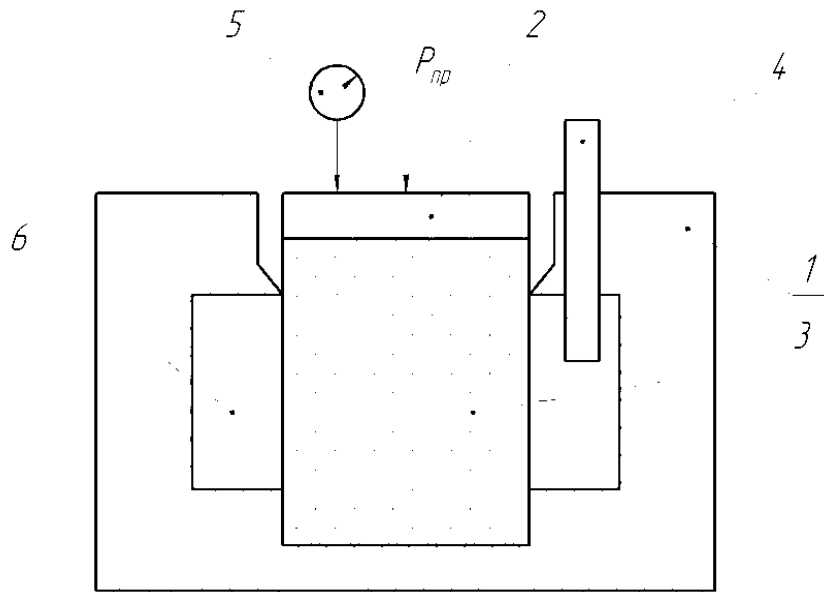
Рисунок 3 – Схема навантаження при експериментально-теоретичному методі

Вказані недоліки дозволяють зробити висновок про неприйнятність запропонованих методів для визначення коефіцієнту Пуассона для асфальтобетонів.

Розглянемо статичні методи визначення коефіцієнту Пуассона.

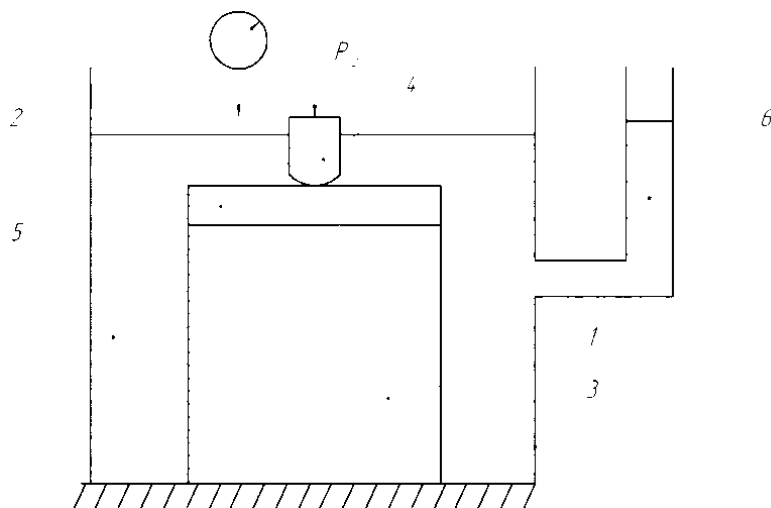
Для реальних пружних та в'язко-пружних тіл, які збільшують свій об'єм при розтягу та зменшують при стиску, величини ν та μ можуть знаходитись тільки в межах від 0 до 0,5 [4, 5]. Практично для більшості матеріалів коефіцієнти ν та μ знаходяться ще в більш вузькому інтервалі від 0,2 до 0,4 [4, 5]. Однак, згідно сучасному рівню знань, діапазон можливих значень коефіцієнта Пуассона може бути і більшим, ніж 0,5 [5], наприклад для мокрого піску [9], і $\nu < 0$; 0 для кристалів, які характеризуються значною анізотропією [7]. Схема типової установки для проведення таких випробувань представлена на рисунку 4. У випробуваннях за цією схемою є суттєвий недолік: тертя зразка по торцях вносить суттєву похибку в припущення про рівномірність зміни його розміру по довжині l . Цей недолік розглянутої схеми може бути нейтралізований, якщо у якості рідини застосувати речовину, яка знижує тертя між зразком

асфальтобетону 1 та навантажувальною п'ятою 2 і корпусом 3. Схема установки в цьому випадку може мати вигляд, що наведений на рисунку 5.



- 1 – корпус; 2 – навантажувальна п'ята; 3 – зразок асфальтобетону;
4 – трубка для заповнення камери водою та вимірювання положення меніску;
5 – індикатор переміщення навантажувальної п'яти; 6 – гідравлічна камера

Рисунок 4 – Схема типової установки для вимірювання величини зміни об'єму зразка матеріалу



- 1 – зразок; 2 – навантажувальна п'ята; 3 – корпус;
4 – нажимний шток; 5 – гідравлічна камера з рідиною-змащувачем;
6 – трубка для вимірювання висоти меніску

Рисунок 5 – Схема установки для вимірювання величини змінювання об'єму зразка асфальтобетону

Одноосьові розтяг та стиск є розповсюдженими схемами прикладання навантаження при визначенні коефіцієнтів поперечної деформації та Пуассона.

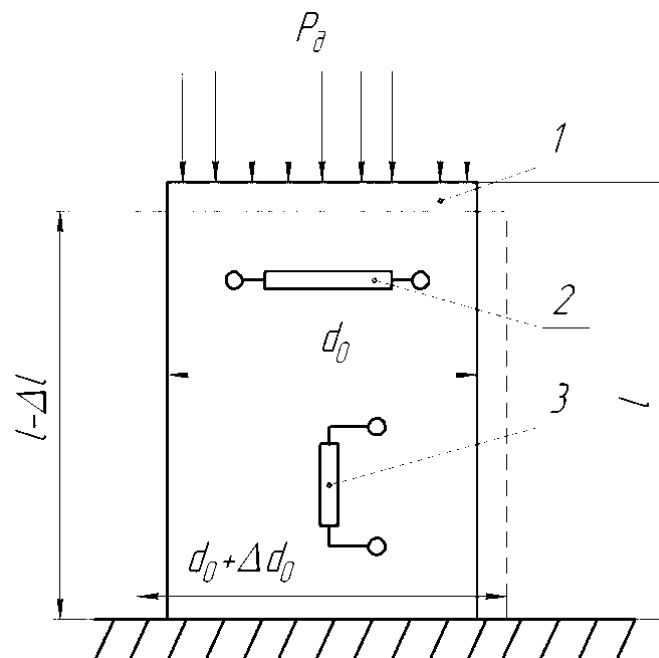
Схема прикладання навантаження при цьому виглядає подібно тому, як це зображено на рис. 6. В приведеній схемі зразок може мати перерізи: прямокутний, квадратний, круглий.

Враховуючи транстропію та неоднорідність асфальтобетонів, в подальшому доцільно приймати квадратний, або круглий переріз.

Коефіцієнти ν та μ визначаються згідно (1). При цьому для квадратного перерізу:

$$\varepsilon' = \frac{\Delta b}{b}, \quad (1)$$

де b , Δb – розмір сторони квадратного перерізу та його деформація.



1 – зразок асфальтобетону; 2, 3 –тензодатчики вимірювання поперечної та повздовжньої деформацій;

Рисунок 6 – Типова схема навантаження зразка асфальтобетону при стиску

Для круглого:

$$\varepsilon' = \frac{\Delta d_0}{d_0}, \quad (2)$$

де d_0 , Δd_0 – позначені на рисунку 1.6.

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}, \quad (3)$$

де l , Δl – позначені на рис. 6.

Розглянутий метод відносно простий і відповідає всім вимогам які висуваються до методики визначення коефіцієнту Пуассона і буде найбільш прийнятним до асфальтобетонів.

Література.

1. Бесараб О.М., Онищенко А.М., Смолянцев В.В., Макарьев О.О. Експериментальні дослідження термо-реологічної поведінки полімер-асфальтобетонів на основі латексів BUTONAL. Автошляховик України – 2008.-№ 1 (201).- с. 36 – 39.
2. Павлюк Д.А., Федюра Д.В., Булак Е.А. Визначення реологічних параметрів дорожніх конструкцій. Автошляховик України – 2010. - № 1 (213). – с. 36-38.
3. Веренько В.А. Дорожные композитные материалы: Структура і механічні властивості. – Мінськ: Навука і тэхніка, 1993.
4. Писаренко Г.С. Агарев В.А., Квитка А.Л. и др.; под ред. Писаренко Г.С. Опір матеріалів. – [4-е изд.]. – К.: Головн. Вид-во вид-го об'єд. „Вища школа”, 1979. – 696 с.
5. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Довідник по опору матеріалів. - К.: Вид-во „Наукова думка”, 1975. – 704 с.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮВАННЯ НАНЕСЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ РОЗМІТКИ

Собко В.Є., ст. групи Д-36m1-20,
sobkovasiliy17@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Арінушкіна Н.С., к.т.н., доцент
nataliaarinushkina@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Забезпечення безпеки дорожнього руху, значне зростання інтенсивності руху, нові технічні характеристики та можливості автомобілів вимагають своєчасного та об'єктивного контролю якості виконання та контролю стану горизонтальної розмітки на всіх етапах. Контроль якості дорожньої розмітки дозволяє реально оцінювати основні технічні характеристики розмітки, визначати знос і руйнування позначень. Таким чином підвищується рівень безпеки руху та ефективність використання коштів на застосування дорожньо-розмічувальних матеріалів.

Якість дорожньої розмітки залежить насамперед від дотримання технології нанесення, застосовуваних дорожньо-розмічувальних матеріалів, погодних та кліматичних факторів, стану дорожнього покриття в процесі нанесення дорожньої розмітки та в період експлуатації, а також від умов та інтенсивності експлуатації самої автомобільної дороги.

До найбільш важливих і суттєвих параметрів, що визначають ефективність дорожньої розмітки, відносяться: забезпечення її видимості в будь-який час доби в різних кліматичних умовах експлуатації, термін служби розмітки, відповідність призначенню і якість матеріалів, що застосовуються.

Контроль якості дорожньої розмітки здійснюється спеціалізованими організаціями, що мають необхідне спеціальне обладнання для кваліфікованої оцінки якості матеріалів і виробів, оперативного контролю в процесі нанесення ліній дорожньої розмітки, приймального контролю після закінчення нанесення та контролю якості розмітки у всьому періоді її експлуатації. Основним нормативним документом, який регламентує технічні вимоги та методи контролю дорожньої розмітки, є державний стандарт України ДСТУ 2587 [1]. Для контролю використовуються спеціальні прилади (засоби контролю) та обладнання відповідно до методів контролю.

Для визначення величини висоти виступу горизонтальної дорожньої розмітки над поверхнею, на яку вона нанесена використовується висотомір клиновий, який призначений для визначення товщини горизонтальної дорожньої розмітки, виконаної товстошаровими покриттями: термопластиками, холодними пластиками, полімерними стрічками. Висотомір клиновий складається з планки і клина, виготовлених з нержавіючої сталі (рис. 1). Вимірювальну шкалу нанесено на верхній поверхні клину (цифрові поділки від 0 до 6 мм, крок ризик – 0,05 мм, крок оцифрування – 0,5 мм). Шкала виконана методом лазерного гравіювання.



Рисунок 1 – Висотомір клиновий

Висотомір клиновий не застосовується в разі нанесення горизонтальної дорожньої розмітки фарбами або емалями. Товщину свіжнанесеного шару фарби контролюють гребінцями, використання яких дозволяє визначити фактичну витрату розмічального матеріалу при проведенні операційного контролю якості нанесення горизонтальної дорожньої розмітки (рис.2).



Рисунок 2 – Гребинець

Метод виконання контролю свіжнанесеного шару фарби (емалі) наведено у ДСТУ-Н Б В.2.3-37 [2]. Контролю геометричних параметрів розмітки підлягають ширина ліній, відстані між лініями, довжина штрихів та розривів, інші лінійні розміри. Також оцінці підлягає визначення відповідності розташування горизонтальної дорожньої розмітки проектному положенню та контроль залишків старої розмітки після нанесення нової.

Засобами контролю є лінійки металеві, вимірювальні рулетки металеві. Для вимірювання довжини шляху, пройденого вимірювальним колесом на поверхні з твердим покриттям, призначений електронний курвіметр (рис. 3).



Рисунок 3 – Електронний курвіметр

Вимірювання проводять прокатуванням мірного робочого колеса приладу з подальшим відображенням показань на електронному індикаторі. Курвіметр електронний доцільно використовувати для контролю геометричних параметрів горизонтальної дорожньої розмітки насамперед з метою визначення правильності проектного положення та визначення обсягів виконаних робіт.

Технічні характеристики електронного курвіметра: (діапазон вимірів: 0,8 – 999,99 м; ціна одиниці найменшого розряду – 0,01 м; маса – 2,5 кг.

Визначення коефіцієнта світлоповернення горизонтальної дорожньої розмітки із застосуванням світлоповертаючих склокульок визначається методом спрямованим на визначенні ступеня сприйняття дорожньої розмітки очима водія на сухому покритті та на покритті під час дощу в умовах темного часу доби при освітленні ліній дорожньої розмітки фарбами автомобіля. Характеризується величиною коефіцієнтів світлообігу дорожньої розмітки. Засобами контролю є переносні мобільні рефлектометри з наступними характеристиками: дистанція, що моделюється – 30 м; кут спостереження – 1,05; кут освітлення – 1,24) (рис.4).



Рисунок 4 – Переносний мобільний рефлектометр

Коефіцієнт яскравості визначають за методом, який полягає у визначенні величини фотопотоку, збуджуваного у фотоприймачі під дією направленої пучка світла, розсіяного поверхнею фарби, який випробовують. Метод забезпечує кількісну оцінку яскравості розмічального матеріалу.

Для забезпечення ефективності розмітки необхідно здійснювати систематичний контроль якості дорожньої розмітки та застосовуваних матеріалів з метою своєчасного виявлення та усунення невідповідності встановлених параметрів нормативним вимогам та документації.

Література

1. ДСТУ 2587-2021. Безпека дорожнього руху. Розмітка дорожня. Загальні технічні умови. [Чинний від 2021-08-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2021. 90 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.3-37:2016. Настанова з влаштування горизонтальної дорожньої розмітки. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2017. 23 с.
3. СОУ 42.1-37641918-116:2014. Фарба для горизонтальної розмітки автомобільних доріг Технічні вимоги та методи випробовування. [Чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 30 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АРМОГРУНТОВИХ СТІН НА МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Терещенко В., ст. групи Д-41-19

d119tvi@stud.khadi.kharkov.ua

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Капітальний ремонт земляного полотна спрямований на підвищення міцності, несучої здатності, стабільності, довговічності та інших показників надійності як автомобільної дороги загалом, так і її складових частин та елементів. Тому для земляного полотна, що деформується, в процесі проведення робіт з капітального ремонту виконуються заходи щодо його стабілізації та посилення.

В якості противодеформаційних заходів, які спрямовані на стабілізацію та посилення насипів, найбільшого поширення набули наступні заходи [1, 2]:

- влаштування контрбанкетів із дренажного ґрунту;
- влаштування гравітаційних габіонних підпірних стін;
- влаштування армогрунтових підпірних стін;
- влаштування нагельних кріплень укосів;
- влаштування анкерних конструкцій (анкера ґрунтового бурін'єкційні);
- влаштування кутових залізобетонних стін;
- влаштування монолітних залізобетонних стін.

Контрбанкети, габіонні, залізобетонні та армогрунтові стіни утримують укіс від опливу та зсуву з допомогою гравітаційних сил, тобто, ваги конструкції. Інші способи посилення засновані на міцності матеріалу анкера або нагелю, що кріпиться у земляне полотно [4].

Переваги цих заходів у наступному [2, 3]:

- скорочення кількості дренажного ґрунту, оскільки відпадає необхідність відсіпання укосу (рис. 1, зона І);
- при посиленні земляного полотна у зоні водопропускних труб різко скорочуються обсяги їх збільшення;
- можливість влаштування стіни в обмежених умовах, у тому числі без перенесення розташованих поруч із земляним полотном об'єктів комунікацій та інфраструктури (рис. 1);
- зниження площі займаної землі, необхідної при влаштуванні споруди, особливо це актуально при розташуванні дороги у великих містах;
- при спорудженні не потрібна спеціальна техніка, використовуються ті самі машини та механізми, що й при спорудженні контрбанкетів.

В даний час в умовах ринкової економіки всі ці переваги стають все більш актуальними, що робить армогрунтові стіни все більш затребуваними.

Варто виділити витрати, що підвищують вартість армогрунтових стін [2, 3]:

- застосування у конструкції армуючих матеріалів;

– необхідність влаштування облицювання та фундаменту (якщо це передбачає тип облицювання).

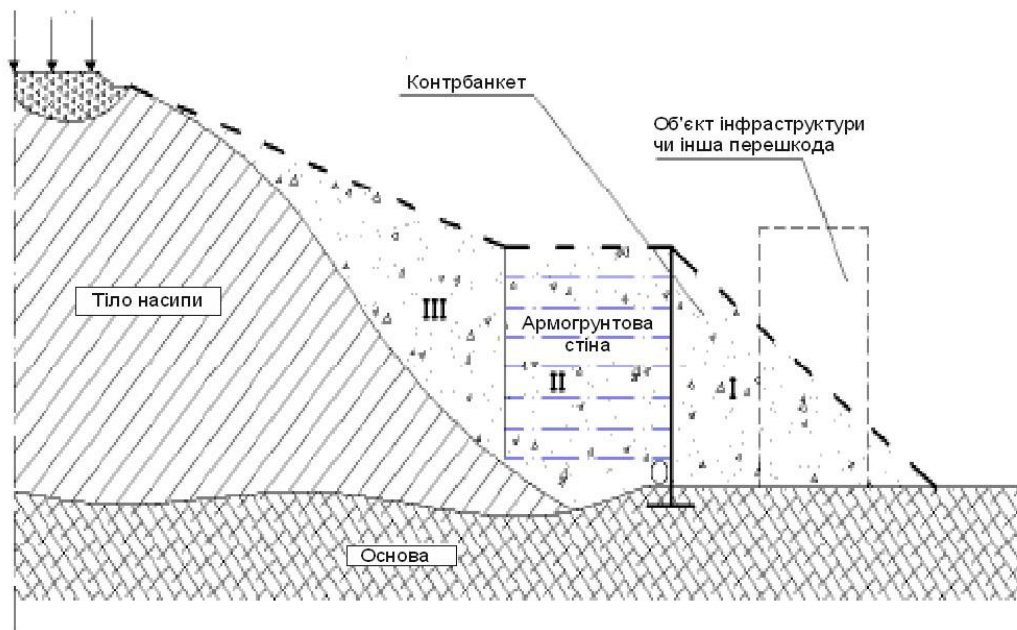


Рисунок 1 – Схема посилення насипу контрбанкетом та армогрунтовою стіною

У конструкції армогрунтових стін використовуються різні типи армуючих елементів та облицювання, які комбінуються між собою. Армуючі елементи можна розділити на дві основні групи:

- металеві смуги та сітки;
- геосинтетичні матеріали: геосітки, георешітки, геотекстильні матеріали.

В якості облицювання використовуються як різні типи матеріалів, так і різні способи її влаштування. Найбільшого поширення набули такі типи облицювання в конструкції армогрунтових стін [3]:

- стіни системи Террамеш – з облицюванням із габіонів (рис. 2);

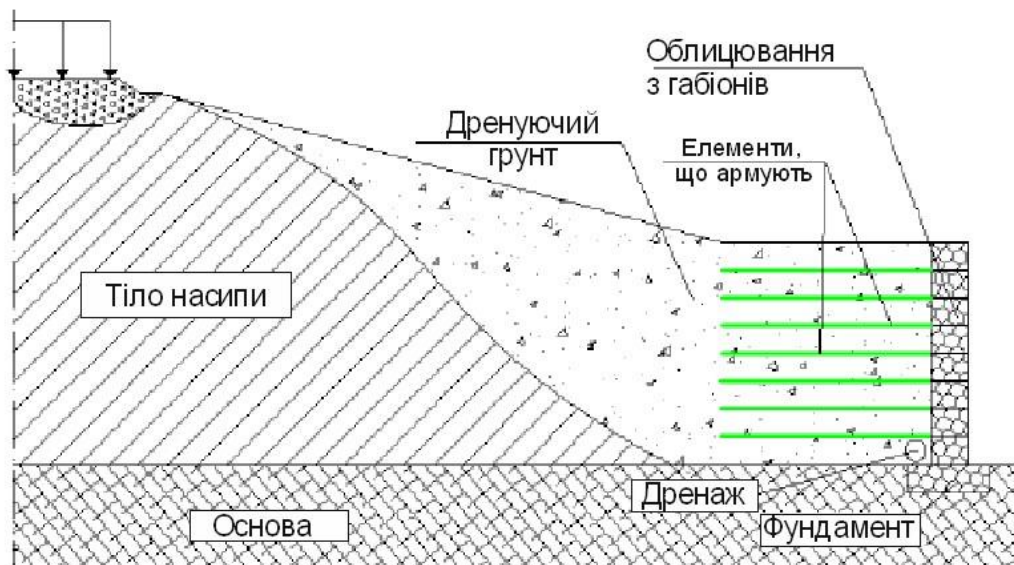


Рисунок 2 – Схема поперечного профілю насипу, посиленого армогрунтовою стіною системи Террамеш

– стіни системи Зелений Террамеш – металевий ґратчастий каркас із наступним озелененням укосу (рис. 3) [3];



Рисунок 3 – Схема поперечного профілю насипу, посиленого армогрунтовою стіною системи Зелений Террамеш

– стіни, виконані за «методом обгортання», із застосуванням в якості облицювання геотекстильних матеріалів (рис. 4) [3];

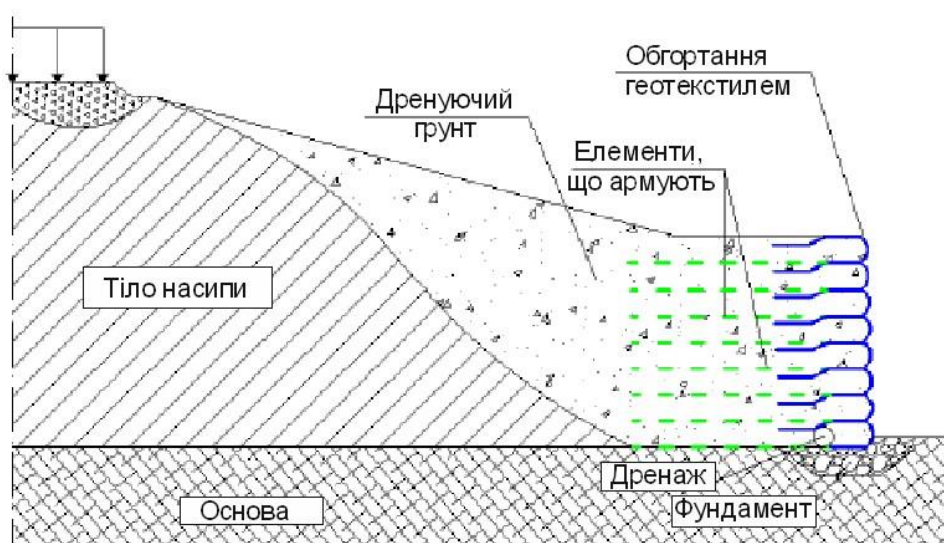


Рисунок 4 – Схема поперечного профілю насипу, посиленого армогрунтовою стіною, виконаною за «методом обгортання»

– стіни з облицюванням суцільною залізобетонною панеллю (рис. 5) [3];
 – стіна з облицюванням збірними залізобетонними плитами;
 – стіна з облицюванням із блоків (рис. 6) [3];
 – стіни з використанням рослинного ґрунту в різних оболонках (мішках, оболонках з інших матеріалів).

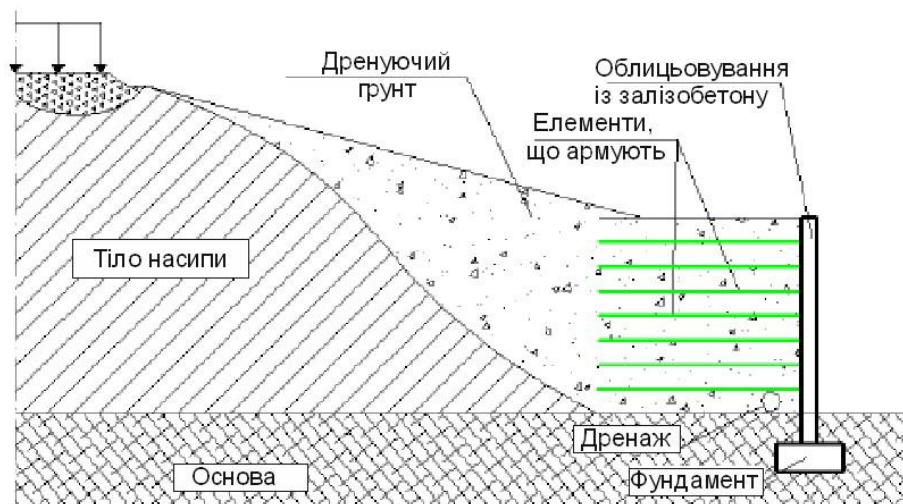


Рисунок 5 – Схема поперечного профілю насипу, посиленого армогрунтовою стіною з облицюванням із суцільної залізобетонної панелі

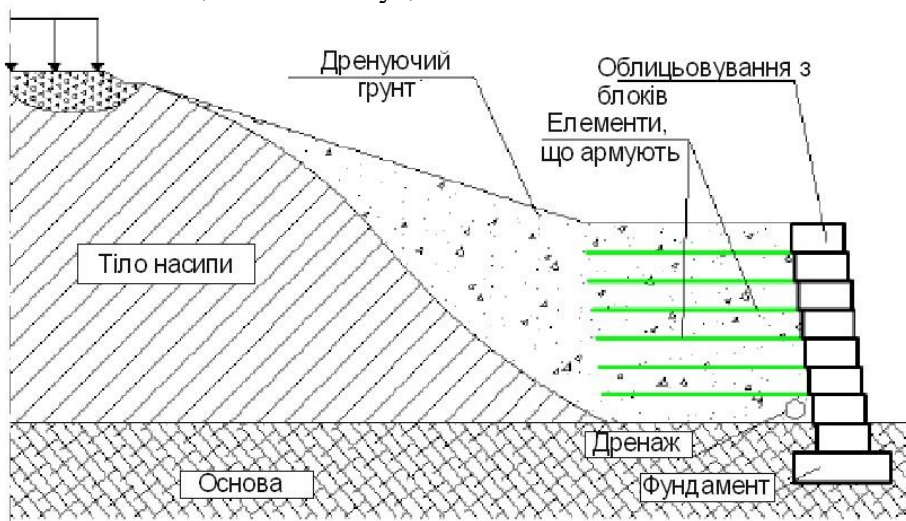


Рисунок 6 – Схема поперечного профілю насипу, посиленого армогрунтовою стіною з облицюванням з блоків

Оскільки однією з основних переваг армогрунтових стін є можливість влаштування насипу в обмежених умовах, їх стали використовувати не тільки при реконструкції земляного полотна, але і при новому будівництві [3].

Література

1. Фроловський Ю.К. Посилення експлуатованих залізничних насипів з баластовими шлейфами анкерними конструкціями. URL: <https://tekhnosfera.com/usilenie-ekspluatiruemyh-zheleznodorozhnyh-nasypey-s-ballastnymi-shleyfami-ankernymi-konstruktsiyami>.
2. Крис Келси. Расчеты армогрунтовой стены на слабом основании. URL: <https://www.geosynthetica.com/>
3. Ашпіз Є.С. Моніторинг експлуатованого земляного полотна, теоретичні основи та практичні рішення. URL: <https://www.dissercat.com/content/monitoring-ekspluatiruemogo-zemlyanogo-polotna-teoreticheskie-osnovy-i-prakticheskie-resheni>
4. Виноградов В.В. Прогнозування та забезпечення надійної роботи залізничних насипів. URL: <https://tekhnosfera.com/prognozirovanie-i-obespechenie-nadezhnoy-raboty-zheleznodorozhnyh-nasypey>

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ШОРСТКОСТІ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

*О. Хабіші, студент гр. Д-41-19,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Дослідження шорсткості поверхні дорожнього покриття та визначення її впливу на умови та безпеку руху автотранспорту нерозривно пов'язані з вирішенням питання про взаємодію шин з поверхнею дороги. Вивчення зчіпних якостей дорожніх покриттів почалось у середині 20-х років минулого століття у зв'язку з бурхливим розвитком автомобільного транспорту. У той час вони проводились з метою вибору кращих типів шин і порівняння зчіпних якостей різних дорожніх покриттів.

Наприкінці дев'яностих років двадцятого сторіччя остаточно сформувався підхід до оцінки шорсткості покриттів. На той момент за відомостями PIARC, в світі налічувалося близько 15500 чисельних характеристик зчіпних якостей дорожніх покриттів, заснованих на 37 способах вимірювання коефіцієнта зчеплення автомобіля з покриттям і 22 способах оцінки шорсткості (текстури) покриття. Для всебічного вивчення цього питання і розробки рекомендацій щодо подальшого використання різних методик і приладів при PIARC був створений комітет C-1.

У вересні – жовтні 1992 р. PIARC Комітет із поверхневих характеристик (C-1) організував міжнародний експеримент [1], щоб порівняти і погодити різні методи оцінки зчіпних властивостей дорожніх покриттів. Повна мета цього експерименту полягала в тому, щоб погоджувати між собою багато різних методів оцінки зчіпних властивостей дорожніх покриттів, що використовуються в різних країнах у всьому світі. В результаті проведених досліджень і експериментів був розроблений International Friction Index (IFI – Міжнародний Індекс Зчеплення) – комплексний показник, що враховує і коефіцієнт зчеплення і шорсткість (текстуру) покриття.

В результаті розвитку засобів вимірювання і комп'ютерних технологій останніх років, на даний час використовуються лише наступні методи.

Метод піщаної плями. Метод піщаної плями призначений для визначення шорсткості дорожніх покриттів. Полягає у вимірюванні середньої глибини западин шорсткості на покриттях автомобільних доріг. Комплект устаткування для визначення середньої глибини шорсткості включає дві мірні скляночки місткістю 10 і 25 см³ для дозування піску, металевий диск діаметром 100 мм для розподілу піску по поверхні покриття, номограму для визначення середньої глибини шорсткості по діаметру піщаної плями з трьома шкалами для 10, 25 і 50 см³ об'єму піску.

При вимірюванні середньої глибини шорсткості цим методом на поверхню покриття висипають мірною скляночкою порцію дрібного піску (розмір зерен 0,14-0,31 мм): при дрібношорсткому покритті – 10 см³, середньошорсткому – 25 см³ крупношорсткому – 50 см³. Порцію піску круговими рухами розподіляють

по поверхні покриття до заповнення усіх западин рівня найбільш високих виступів. Отриману "піщану пляму" вимірюють по чотирьом взаємно перпендикулярним напрямкам і визначають середньостатистичний діаметр. Для особливо мілкошорсткої поверхні беруть порцію піску 5 см³, середню глибину шорсткості визначають за шкалою номограми для об'єму 10 см³ помножуючи показання шкали на коефіцієнт 0,5.



Рисунок 1 – Вимірювання шорсткості покриття методом піщаної плями

Цей метод потребує значного часу і певних ресурсів, але і досі використовується через свою простоту і доступність. Метод використовується як під час будівництва автомобільних доріг, так і на дорогах, що знаходяться в експлуатації.

Метод об'ємної плями. Цей метод призначений для визначення шорсткості покриттів за допомогою скляних кульок в дорожніх умовах. Як і попередній метод, він полягає у вимірі середньої глибини западин шорсткості на покритті автомобільних доріг.



Рисунок 2 – Метод об'ємної плями

Метод об'ємної плями аналогічний методу піщаної плями, але як матеріал використовуються скляні кульки, які розподіляють по покриттю за допомогою спеціального інструменту.

Профілометричні методи. Основою таких методів є реєстрація мікропрофілю поверхні дорожнього покриття різними способами. Найпростіші прилади за допомогою спеціальних голок «обмацували» поверхню дорожнього покриття. Результат роботи таких приладів – профілограма поверхні, виконана в певному масштабі. Зрозуміло, що такий підхід негативно позначався на продуктивності робіт. Розшифрування профілограм також потребує значного часу і людської праці. З цих причин такі прилади сьогодні практично не використовуються. Але з розвитком лазерних і комп'ютерних технологій ситуація докорінно змінилася. Реєстрація мікропрофілю поверхні дорожнього покриття за допомогою індуктивних (рисунок 3) і лазерних профілометрів суттєво підвищило продуктивність роботи.



Рисунок 3 – Індуктивний контактний профілометр

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

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

Таке широке розповсюдження лазерних засобів вимірювання призвело до необхідності нормування їх використання. Внаслідок чого був розроблений ряд нормативних документів формату ISO [2-4], що регламентують їх використання. В 2020-2022 роках ці документи були адаптовані для використання на території України і прийняті як державні стандарти України – ДСТУ.

Висновок. Найбільш сучасним методом для оцінки шорсткості дорожніх покриттів є профілометричний метод. Використання лазерних профілометричних систем дозволило зменшити час вимірювання до мілі секунд.

Сучасне програмне забезпечення дозволяє за лічені секунди розрахувати необхідні параметри шорсткості. Подальше вдосконалення пов'язане із вдосконаленням алгоритмів обробки профілограм.



Рисунок 4 – Система фірми Dynatest для вимірювання рівності і шорсткості дорожніх покриттів

Література:

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

АРМУВАННЯ НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ ГЕОСИНТЕТИЧНИМИ СІТКАМИ

Хмарський О.В. гр. Д-36m1-20

mega_shatoxa@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Грищенко Т.М., ст. викладач

tamaragrisenko55@55gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В даний час в світі випускається та застосовується значна кількість різних видів геосинтетичних матеріалів. Основних причин такої масовості дві. Перша є економічною. Застосування геосинтетичних матеріалів дозволяє істотно знизити капіталовкладення при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і штучних споруд на дорогах. Друга, екологічна причина полягає в тому, що використання геосинтетичних матеріалів сприятливе для навколишнього середовища.

Зменшується витрата природних матеріалів, знижуються обсяги підготовчих геотехнічних робіт. Крім того, використання геосинтетичних матеріалів дозволяє підвищити довговічність конструкцій дорожніх одягів, якість робіт, зменшити обсяги переробок, а також підвищити культуру виконання дорожніх робіт.

Популярність даних матеріалів і технологій в Україні обумовлена і континентальним характером клімату ряду регіонів з великим перепадом температур, і наявністю територій зі складними геологічними умовами, і самим станом доріг, більшість з яких було побудовано 40-60 роках тому і які були розраховані на більш низькі навантаження і інтенсивність руху.

Проблема підвищення зсувостійкості і тріщиностійкості, а отже, довговічності асфальтобетонних покриттів є особливо актуальною при зростаючій інтенсивності руху та збільшенні осьових навантажень на автомобільних дорогах. У складі мережі автомобільних доріг переважна частина доріг здатна пропускати лише відносно легкі вантажні автомобілі. Звідси необхідність в частих ремонтах. Застосування геосіток для армування асфальтобетону дає можливість знижувати товщину шару до 20 %.

Геосітка – це рулонний синтетичний матеріал, який отримують шляхом переплітання під прямим кутом ниток і волокон з високоміцних матеріалів[1].

Для виготовлення геосіток, застосовуються різні матеріали, це скловолокно, поліпропіленові, базальтові волокна, поліестер, поліамід, поліетилен та ін. Вибір полімеру і спосіб виготовлення матеріалу залежать від призначення геосинтетичних матеріалів в дорожніх спорудах та виконуваної ними функції: армування, розподілу або дренажування.

При виборі матеріалу виділено ряд моментів що впливають на цей вибір. Температура гарячих асфальтобетонних сумішей досягає 180 °С. Виходячи з цього використання поліпропілену неможливе, т. я. температура його плавлення дорівнює 160 °С-170 °С.

Окрім температурного параметра можна визначити наступні вимоги до армуючої сітки: модуль пружності армуючої сітки повинен бути більше модуля пружності асфальтобетону, зчеплення між асфальтобетоном і армуючою сіткою має бути достатнім, щоб розподілити розтягуючі напруги в суміжні ділянки покриття, враховуючі чинники, що впливають на міцність цього зчеплення: різниця між коефіцієнтами температурного розширення асфальтобетону та матеріалу геосітки повинна бути якомога меншою, щоб виключити локальні напруги при перепадах температур, в місцях їх з'єднання; значення модуля пружності матеріалу сітки не повинно на кілька порядків перевищувати значення модуля пружності асфальтобетону, інакше основні розтягуючі навантаження будуть сприйматися саме сіткою, а не передаватися в шари асфальтобетону, з ризиком того, що при недостатній площі контакту армування буде просто висмикнуте з асфальтобетону.

Аналізуючи значення величин модуля пружності для асфальтобетону та поліефіру можна зробити висновок, що вони співвідносяться найкращим чином, що забезпечує найкращі споживчі якості геосітки з цього матеріалу і результати натурних досліджень підтверджують цю закономірність [2].

У всьому світі існує практика продовження терміну служби асфальтобетонних покриттів шляхом армування їх геосітками або суцільним геотекстилем. Позитивним є той факт, що геосітка збільшує структурну міцність асфальтобетону, оскільки вузли геосітки працюють як анкери, а ланки є опорою для заповнювача. За наявності сітки значно зменшується товщина асфальтобетону, в три і більше разів збільшується ресурс покриття, відповідно знижуючи експлуатаційні витрати на його утримання.

Поліефірні сітки використовуються для зміцнення асфальтобетонних покриттів, збільшуючи терміни його безпечної експлуатації. Така сітка здатна посилювати пружність покриття і розподіляти напруги більш рівномірно.

Геосітка з скловолокна відрізняється відносно легкою вагою і відмінною стійкістю. Скліана геосітка виготовляється зі скловолокна, яке додатково обробляють бітумним складом. Її використовують переважно в дорожньому будівництві та влаштуванні бетонних майданчиків. Георешітки – відрізняються від сіток тим, що в їх основі лежать полімерні смуги. Ці смуги з'єднані в шаховому порядку. Можна сказати, що георешітка – це об'ємний підвид геосітки.

Ефективним способом боротьби з втомними і відбитими тріщинами в асфальтобетонних покриттях є армування асфальтобетонних покриттів геосітками, які збільшують структурну міцність асфальтобетону. При цьому геосітка включається в роботу на розтяг при вигині, запобігаючи перетворенню мікротріщин в розкриті тріщини. Це можливо при виконанні кількох умов: модуль пружності геосітки повинен бути порівнянний з модулем пружності асфальтобетону, розмір осередку геосітки достатній для взаємопроникання суміші і забезпечення хорошого зчеплення між шарами покриття. При цьому геосітка повинна володіти високою термостійкістю при досить високих температурах укладання асфальтобетонної суміші і хорошою адгезією до бітуму. Таким якостям відповідає геосітка з поліестеру «Хателіт» з розміром осередків 40x40 мм, що має наступні розрахункові характеристики: міцність на розрив R_p

= 50 кН/м, відносно подовження при розриві $\varepsilon=10-12\%$, температура плавлення - 250 °С. Геосітка випускається з підкладкою з нетканого матеріалу, призначення якої - збільшення адгезії геосітки до нижнього шару асфальтобетону[3].

Ремонт асфальтобетонного покриття здійснюється за наступною технологією. Перед початком робіт проводиться фрезерування існуючого покриття повністю або в зоні тріщини на ширину 60-90 см і глибину 5-6 см.

Потім проводиться розлив бітумної емульсії в кількості не менше 0,5–0,6 л/м² в перерахунку на бітум. За типової технології укладається і ущільнюється асфальтобетонна суміш. В процесі виконання робіт необхідно стежити, щоб була забезпечена хороша адгезія між асфальтобетонним покриттям і геосіткою, укладеною з натягом не менше 3%.

Скляна геосітка ССНП, представляє собою сітку з двох шарів рівінгу, скріплених між собою прошивною ниткою і просочену сполучним складом для підвищення міцності і адгезії до асфальтобетону. Механізм взаємодії такої геосітки і асфальтобетонного шару заснований на поведінці асфальтобетону під навантаженням. Асфальтобетон є ідеальним матеріалом для влаштування покриттів нежорсткого типу, так як завдяки високій в'язкості асфальтового в'язучого і шорсткості зерен заповнювача володіє високим опором короточасним навантаженням. Однак така основна якість асфальтобетону, як в'язкопластичність при тривалому статичному і багаторазовому тимчасовому навантаженні зумовлює низьку міцність на розтяг при згині і недостатньо розподіляє навантаження від коліс автотранспорту.

В дорожньому одязі сітка може бути застосованою для розділення і дренажу між шарами дорожнього одягу (TS); для боротьби з віддзеркаленими тріщинами при ремонтах автомобільних доріг та поверхневій обробці (PGM-14); для армування асфальтобетонних покриттів, особливо в зонах зсувів, на ділянках доріг з великою інтенсивністю руху та великим навантаженням, а також при розширенні автомобільних доріг (PGM-G) [4].

При армуванні асфальтобетонного покриття армуючий прошарок з геосинтетичних матеріалів polyfelt PGM-14 застосовується для сповільнення процесу утворення віддзеркалених тріщин у верхніх шарах асфальтобетонного покриття та розподілення навантаження по горизонталі та для герметизації підстиляючих шарів проти проникнення поверхневої води та кисню у підстиляючі шари конструкції дорожнього одягу. Напруження між основою та новими поверхневими шарами асфальтобетону знижуються за рахунок просочування бітумом матеріалу PGM-14. Достатня кількість бітуму та якісне і легке приклеювання геотекстилю PGM-14 до нерівної поверхні гарантує рівномірне зчеплення між шарами, знижує напруження при згині та збільшує термін служби асфальтобетонного покриття. Матеріал polyfelt PGM-G дозволяє підвищити міцність асфальтобетону, перерозподілити діючі навантаження на покриття завдяки армуючого ефекту сітки та сповільнити виникнення тріщин і колійності в асфальтобетонному покритті.

Основні області застосування армуючого прошарку в шарах асфальтобетонного покриття є посилення існуючого асфальтобетонного покриття при наявності частих поперечних тріщин, сітки тріщин (застосовується

суцільне армування); посилення існуючого покриття з армуванням в зоні поперечних тріщин або швів при відстані між поперечними тріщинами або швами більше 7 м; посилення існуючого покриття з армуванням в зоні поздовжніх тріщин або швів при наявності систематичного прояву поздовжніх тріщин; влаштування нової дорожньої конструкції із суцільним армуванням покриття при передбачуваному появі тріщин (наявність основи з матеріалів, укріплених цементом); влаштування нової дорожньої конструкції, що має жорстку основу - асфальтобетонне покриття на бетонній основі з армуванням в зоні поздовжніх і поперечних швів); в зоні сполучення старої і нової дорожніх конструкцій при розширенні проїзної частини автомобільної дороги.

Роботи з влаштування шарів покриття із застосуванням армуючих прошарків виконують відповідно до вимог ГБН В.2.3-37641918-544 за типовими технологіями з урахуванням особливостей проведення наступних робочих операцій: підготовка основи (старого покриття), розлив в'язучого, влаштування армуючого прошарку, повторний розлив в'язучого (при необхідності), укладання шару асфальтобетонної суміші.

Підготовка основи включає очищення її від пилу і бруду, усунення вибоїн, інших дефектів, очищення та закладання герметизуючим матеріалом тріщин з шириною розкриття більше 5 мм. При невідповідності рівності основи вимогам нормативних документів ДСТУ 3587 виконують вирівнювання покриття шляхом фрезерування або влаштування вирівнюючого шару.

Після підготовки основи виконують розлив в'язучого, вибір якого, витрата і порядок розливу проводять залежно від марки геосітки та умов виконання робіт.

Орієнтовна витрата матеріалів для приклеювання становить: бітуму від 0,65 кг/м² до 1,20 кг/м², бітумної емульсії від 0,9 кг/м² до 1,6 кг/м². Витрата залежить від стану основи, типу армуючого матеріалу, виду в'язучого, способу розподілу підгрунтовки, температурного режиму влаштування покриття тощо.

Ознакою недостатньої кількості бітумної емульсії може служити відсутність характерного блиску обробленої поверхні. Між операціями з розливу бітумної емульсії і укладанні матеріалу влаштовують технологічну перерву не менше 1-2 години, ознакою достатньої тривалості перерви є зміна кольору емульсії з коричневого на чорний.

При використанні бітуму пред'являються більш високі вимоги до якості укладання матеріалу і до рівномірності розливу. Для підгрунтовки і приклеювання АСМ використовують бітуми БНД 60/90 або БНД 90/130 згідно з ДСТУ 4044, бітум модифікований полімером згідно ДСТУ Б В.2.7-135 або швидкорозпадну катіонну емульсію ЕК-ІІІ концентрацією від 60% до 65% згідно ДСТУ Б В.2.7-129 або емульсію модифіковану полімерами ЕКМ – ІІІ.

У процесі виконання робіт витрату в'язучого корегують із забезпеченням рівномірності розподілу по площі основи (відсутність «доріжок») з урахуванням того, що недостатня кількість його в окремих зонах не забезпечить належного зчеплення і може призвести до утворення дефектів, особливо при влаштуванні над матеріалом одношарового покриття. Надмірна ж кількість ускладнює технологію виконання робіт і може призвести до пошкодження матеріалу при

заїзді на нього автомобілів, що підвозять асфальтобетонну суміш, так як при цьому можливе прилипання матеріалу до коліс.

Розлив в'язучого виконують зазвичай на половині ширини проїзної частини, причому ширина розподілу в'язучого повинна на 0,15-0,2 м перевищувати ширину прошарку який влаштовується.

Укладання матеріалу армуючого прошарку ведуть безпосередньо після розливу в'язучого (при застосуванні бітумної емульсії - витримуючи технологічну перерву). Укладання виконують шляхом розкочування рулонів без перекосів. Одночасно з розкочуванням рулонів ведуть підкочування полотен ручним котком, безпосередньо за рулоном.

Укладання геосіток виконують з перекриттям полотен і кріпленням дюбелями з сталевими шайбами, а геосіток композитних виконують, як правило, без перекриття – «в стик».

При транспортуванні асфальтобетонної суміші, розвертання автомобілів повинно виконуватися за межами ділянки з прошарком, а заїзд на прошарок - заднім ходом по одній колії з подальшим виїздом по тій же колії. У випадку, коли спостерігається прилипання прошарку до коліс, слід скорегувати в бік зменшення норму витрат в'язучого.

Контроль якості виконують у відповідності з існуючими вимогами, звертаючи особливу увагу на виконання наступних робочих операцій:

підготовка поверхні основи оцінюється візуально (не допускається запиленість, наявність не усунених дефектів, фіксується підвищена шорсткість, можлива після фрезерування для коригування витрат в'язучого);

при розливанні в'язучого фіксується дозування в'язучого з допустимим відхиленням від встановленої норми $\pm 6 \%$, швидкість розпаду для бітумної емульсії, а також візуально фіксується рівномірність розливу в'язучого по поверхні основи - утворення «доріжок» неприпустимо;

під час укладання матеріалу армуючого прошарку візуально контролюється рівність укладання з ліквідацією складок, при їх утворенні, інструментально контролюється перекриття полотен і розташування дюбелів; недопущення проїзду транспорту по прошарку, окрім транспорту, який підвозить асфальтобетонну суміш. При виконанні робіт в частині забезпечення безпеки слід керуватися схемами організації руху, знаками і тимчасовими огорожами, які повинні відповідати вимогам нормативних документів.

Полімерна сітка «Армосет» на основі поліефіру на відміну від мінеральних, скляних і базальтових геосіток застосовується для армування асфальтобетонного покриття автомобільних доріг першої та другої категорій.

"Армосет" стійкий до дії біохімічних факторів (стійкий до гниття) і хімічно агресивних середовищ (стійкий до хімічного впливу при контакті з бітумом, бетоном, ґрунтом, водними розчинами та інше у діапазоні рН 4-11), екологічно безпечний. Сітки "Армосет" випускаються апропретировані бітумом, що робить його стійким до впливу факторів зовнішнього середовища і дозволяє більш якісно інтегрувати матеріал в дорожнє покриття. Застосовувані хімічні препарати що апропретірують, відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм і так само екологічно безпечні. Розроблений матеріал, представляє собою композит

геосітки і геотекстилю (голкопробивне полотно малої поверхневої щільності), надає виробу ряд перспективних споживчих властивостей. Асфальтобетон добре протидіє короточасним навантаженням, але має не високу міцність при вигині і недостатньо здатний рівномірно перерозподіляти як діючі на нього зовнішні зусилля, так і внутрішні напруження, які виникають при експлуатації асфальтобетонного покриття, втомні і відбиті тріщини призводять до його передчасного руйнування.

Неткане ниткопрошивне полотно "Армосет" (геосітка) виготовлене з синтетичних поліефірних ниток, застосовується в якості армуючого матеріалу при будівництві, реконструкції та ремонті автомобільних доріг, злітно-посадкових смуг аеродромів, штучних земляних споруд та ін.

Таку геосітку можна використовувати для армування ділянок доріг без вирівнюючого шару. В такому випадку геосітку укладають на старий шар асфальтобетонного покриття на рівних ділянках дороги, але з підвищеною кількістю тріщин. Ефект консервації старих тріщин досягається за рахунок того, що сітка приймає на себе горизонтальні напруги, і, тим самим, перешкоджає проникненню тріщин зі старого покриття на нове.

Якщо геосітку використовують для посилення існуючої конструкції дорожнього одягу на ділянках дороги з колійністю та вибоїнами, то необхідно влаштувати вирівнюючий шар асфальтобетону, після чого укласти геосітку. Ефект усунення або значного зменшення колійності та вибоїн досягається за рахунок того, що сітка перерозподіляє вертикальні локальні навантаження на велику площу поверхні. При армуванні шва асфальтобетонного покриття, геосітка повинна перекривати шов бетонного покриття.

При розширенні ділянок дороги в місцях сполучення старих і нових ділянок часто виникають поздовжні тріщини. Для попередження утворення тріщин на ці ділянки укладають сітки.

Геосітки з високомодульних ПЕФ ниток та інших синтетичних матеріалів розрізняються між собою за: використанням матеріалом від якого залежить більшість фізико-механічних і хімічних характеристик геосітки; способом формування геосітки - від цього залежить стабільність структури, а також деякі фізико-механічні характеристики геосітки такі як: подовження при розриві; повзучість матеріалу. Основними вимогами до геосітки в залежності від застосовуваного матеріалу є: водостійкість; біостійкість; стійкість до дії кислотних та основних середовищ, можливих в умовах експлуатації; світлостійкість; механічні властивості волокон.

Геосітка з НМ ПЕФ ниток повинна забезпечувати: високу стійкість до зниження стійкості до навантажень або стійкість структури сітки до механічних впливів під час укладання; високу стійкість до деформації при використанні геосітки за призначенням; високу стійкість до зниження стійкості до навантажень або стійкість структури сітки до ультрафіолету, біологічному та хімічному впливу.

Геосітки з високомодульних ПЕФ ниток відрізняються високими механічними характеристиками і застосовуються для створення армуючих прошарків. Подібними геосітками армують основи дорожніх одягів з

крупнофракційних матеріалів, укоси насипів. При армуванні верхніх шарів дорожнього одягу поряд з геосітками з ПЕФ ниток широко застосовуються геосітки з скло або базальтового волокна. Геосітки з скло або базальтового волокна мають подібні механічні характеристики, але їх значення переважали геосітки з ПЕТ ниток, так як їх властивості менш стабільні в порівнянні з полімерними геосітками по відношенню до можливих агресивних дій в процесі експлуатації.

Геосітки з НМ ПЕФ ниток зазвичай мають осередки з лінійними розмірами 5-50 мм. Наявність і розмір осередків, товщина елементів визначають механічні характеристики матеріалів і ступінь їх зв'язку з матеріалами контактних шарів.

Для армування асфальтобетонних покриттів: геосітки з НМ ПЕФ ниток збільшують міцність покриття на розрив і забезпечують рівномірний розподіл горизонтальних сил на великій площі. Армування використовують для запобігання утворення тріщин в шарі асфальтобетону, армування сполучних швів, армування асфальтобетонних покриттів поверх старих бетонних доріг, армування шарів асфальтобетону при будівництві гідротехнічних споруд та звалищ. При використанні геосіток тріщини ліквідуються, а поява відбитих тріщин в значній мірі сповільнюється. При правильному укладанні геосітки НМ ПЕФ забезпечують значне збільшення терміну служби покриттів в порівнянні з традиційною реконструкцією дорожнього покриття.

Для кращого зчеплення з асфальтобетоном геосітки з НМ ПЕФ ниток можуть покриватися бітумом. Також геосітки з НМ ПЕФ ниток можуть бути додатково забезпечені тонким шаром нетканого матеріалу, що забезпечує більш швидке і економічне укладання без погіршення міцності зчеплення між шарами. Залежно від умов укладання асфальтобетонного покриття задаються необхідні параметри геосіток їх НМ ПЕФ ниток, наприклад геосітки спеціально для армування тонких холодних асфальтобетонних покриттів [5].

На основі наведених фактів можна зробити висновок, що армуючі сітки в шарі асфальтобетону виконують наступні важливі завдання:

- підвищують межу міцності асфальтобетонного покриття на розрив;
- приймають велику частину горизонтальних навантажень при розтягуванні;
- забезпечують більш рівномірний розподіл напружень на більшій площі.

Література

1. Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві: ВБН В.2.3-218-544:2008. - К.: Укравтодор, 2008. - 126 с.
2. Koerner R.M. Designing with Geosynthetics. – New Jersey. 5th, 2005. 796 p.
3. Савенко В.Я., Петрович В.В., Каськів В.І., Усиченко О.Ю. Синтетичні матеріали – перспектива використання в дорожніх конструкціях / Автомоб. дороги і дор. буд-во, – 1999. – Вип. 57. – с. 143–153.
4. Кострицький В.В., Коломієць А.Я., Артеменко Л.Ф., Гамеляк І.П. Дослідження експлуатаційних характеристик геограт призначених для армування асфальтобетонного покриття. Вісник КНУДТ. – 2007. – Вип. 6. – с. 46 – 50.
5. Гамеляк І.П., Кострицький В.В., Артеменко Л.Ф., Проблеми використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві та шляхи їх вирішення. Вісник КНУДТ. – 2009. – Вип. 6. – с. 17 – 27

НОВОВЕДЕННЯ ЩОДО ПОСЛІДОВНОСТІ ТА ПРАВИЛ ПРИЗНАЧЕННЯ РЕМОНТНИХ ЗАХОДІВ

*Хоміч О.М., ст. групи Д-37m1-20,
sanyakhomikh@gmail.com*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Кіяшко І.В., к.т.н., професор,
kiv62@ukr.net*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Ефективність роботи автомобільного транспорту багато в чому залежить від технічного рівня та експлуатаційного стану доріг. При погіршенні технічного стану дороги знижується продуктивність і безпека дорожнього руху, підвищується собівартість перевезень. Транспортно-експлуатаційний стан автомобільних доріг є одним з найважливіших показників, який характеризують ефективність роботи автомобільного транспорту.

Діюча в Україні система управління транспортно-експлуатаційним станом автомобільних доріг не в повній мірі задовольняє сучасним вимогам користувачів доріг і потребує подальшого вдосконалення. Невід'ємною частиною системи повинне стати оптимальне розподілення обмежених ресурсів для забезпечення задовільного транспортно-експлуатаційного стану, через проведення регулярних ремонтних заходів таким чином збереження мережі автомобільних доріг в цілому.

Розробка системи управління станом автомобільних доріг та системи планування використання ресурсів на даному етапі розвитку держави є важливою потребою. Україна, як і багато інших країн, відчуває гостру нестачу фінансів на ремонт, утримання, будівництво та експлуатацію автомобільних доріг. Оптимальний розподіл обмежених ресурсів для забезпечення задовільного транспортно-експлуатаційного стану і збереження мережі автомобільних доріг можливо на основі розробки і впровадження сучасної нормативної бази, новітніх технологій, використанням високопродуктивної техніки та вдосконалення методів управління.

З 1 червня 2023р. набуває чинності ключовий нормативний документ ДСТУ 9196:2022 «Автомобільні дороги. Правила призначення ремонтних заходів» [1]. Зазначений документ є завершальним в низці Державних та галузевих нормативів, які стосуються визначення, оцінки та управління транспортно-експлуатаційним станом автомобільних доріг. Робота щодо систематизації нормативної бази в даному напрямку проводилась протягом останніх 10 років, в якій брали участь фахівці кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ, національного транспортного університету та ДП «ДерждорНД».

Державний стандарт [1] що презентується устанавлює правила призначення видів і черговості проведення ремонтних робіт з метою відновлення експлуатаційного стану та забезпечення нормативного технічного рівня автомобільних доріг загального користування України на етапі прийняття

управлінських рішень щодо призначення ремонтних заходів при плануванні дорожніх робіт.

В основу прийняття управлінських рішень щодо призначення ремонтних заходів має бути покладено результати виявлення ділянок доріг, фактичний стан яких за будь-якими параметрами та характеристиками не задовольняє вимогам до забезпеченості безпеки, комфортності та швидкості руху, перепускальної здатності, зокрема спроможності пропускати автомобілі та автопотяги з дозволеною масою та осьовими навантагами.

Експлуатаційні характеристики дорожнього одягу як одного з основних елементів доріг встановлюються визначенням відповідності їх фактичних значень вимогам транспортного руху та здатності збереження цієї відповідності на період міжремонтних строків експлуатування дорожнього одягу та дорожнього покриття зокрема.

Експлуатаційний стан дорожнього одягу визначають інструментальним оцінюванням за такими основними показниками, які є традиційними - міцності дорожнього одягу, поздовжня рівність поверхні дорожнього покриття і зчіпні властивості поверхні дорожнього покриття, та ново веденими - колійність і рівень дефектності дорожнього одягу.

Оцінювання стану конструктивних елементів доріг та їх елементів виконують для визначення ступеня відповідності фактичних значень параметрів і характеристик нормативним значенням. Оцінювання ступеня розбіжності між фактичними й нормативними значеннями параметрів та характеристик конструктивних елементів доріг дає змогу призначити відповідні ремонтні заходи.

Міцність нежорсткого дорожнього одягу оцінюють для вирішення питання щодо необхідності проведення капітального ремонтування з проведенням робіт щодо підсилення дорожньої конструкції, яка традиційно оцінюється за коефіцієнтом міцності.

Поздовжню рівність поверхні дорожнього покриття оцінюють за коефіцієнтом рівності, який є відношенням гранично допустимої рівності поверхні дорожнього покриття за профілометричним методом (IRI) або за показником поштовхоміра та фактична рівність поверхні дорожнього покриття, яка оцінюється за методами що пропонуються.

Зчіпні властивостями поверхні дорожнього покриття також оцінюють традиційно за відносним коефіцієнтом зчеплення.

Оцінювання поперечної рівності поверхні дорожнього покриття виконують за показником колійності, який характеризується відношенням гранично допустимої глибини колії h_d до фактичної h_f .

Значення гранично допустимої глибини колії встановлено за вимогами [2]. Визначення фактичної глибини колії дорожнього покриття виконують відповідно до положень [3].

Показник дефектності дорожнього одягу оцінюють за рівнем дефектності, який характеризується наявністю та кількістю руйнувань і деформацій дорожнього одягу на одиниці площі поверхні дорожнього покриття. Оцінювання наявності руйнувань і деформацій дорожнього одягу виконують згідно

положень [4], використовуючи один із запропонованих методів, зокрема експертно-візуальний, візуально-інструментальний чи автоматизований. Згідно вимог [2] дорожній покриття не повинен мати дефектів, що впливають на безпеку дорожнього руху при цьому зазначені дефекти мають бути ліквідовані в встановлені терміни.

Ремонтні заходи щодо відновлення нежорсткого дорожнього одягу призначають за умови, якщо один або кілька показників не задовольняють нормативним вимогам та відповідні коефіцієнти не відповідають вимогам, наведеним у таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні показники для призначення ремонтних заходів.

Показник	Значення коефіцієнтів для різних видів ремонтних заходів		
	Поточне ремонтування	Капітальне ремонтування	Реконструю-вання
Коефіцієнт міцності K_m	—	$< K_n$	—
Коефіцієнт рівності K_p	< 1	—	—
Колійність	За першою вимогою	—	—
Відносний коефіцієнт зчеплення K_z	< 1	—	—
Дефектність дорожнього одягу	За другою вимогою	За третьою вимогою	—
Коефіцієнт інтенсивності руху K_{in}	—	—	< 1

Вид ремонтних робіт призначають в наступній послідовності. Якщо $K_m < K_n$, то незалежно від значень K_p та K_z призначають капітальне ремонтування. Якщо $K_m \geq K_n$, то дорожній одяг є достатньої міцності та не потребує підсилення. У цьому разі встановлюють необхідність проведення поточного ремонтування, яке призначають, якщо хоч один з коефіцієнтів K_p або K_z менший за одиницю.

Перша вимога за таблицею наступна - якщо фактична глибина колії h_f перевищує значення гранично допустимої глибини колії h_d згідно з положеннями [1], тоді призначають поточне ремонтування дорожнього одягу.

Друга вимога, що стосується рівня дефектності дорожнього одягу, який розрізняється за трьома рівнями реалізується згідно положень [4]. Якщо рівень дефектності дорожнього одягу (ДП 3) для доріг I–II категорій становить від 20 %, для доріг III категорії – від 25 % та для доріг IV–V категорій від 30 % дефектності необхідно виконувати поточне ремонтування. За третьою вимогою при рівні дефектності дорожнього одягу (ДП 3) більше ніж 50 % – стан дорожнього одягу оцінюють як критичний, що потребує капітального ремонтування.

Питанню розвитку та вдосконаленню нормативної бази в тому числі в напрямку визначення та оцінки транспортно-експлуатаційних показників і управління станом доріг приділялась особлива увага нашими шановними попередниками. Ними створена система транспортно-експлуатаційних показників, яка характеризує стан, визначає періоди та напрямки експлуатації автомобільних доріг. Ця система була заснована на порівнянні фактичної

величини якого-небудь транспортно-експлуатаційного показника з його нормативним значенням, тобто величиною, необхідної за умови забезпечення ефективної та безпечної роботи автомобільного транспорту по перевезенню вантажів і пасажирів. Зазначений підхід був також використаний в нормативному документі що розглядався. Нововведення стосувались використання додаткових показників для оцінки транспортно-експлуатаційного стану та веденням сучасних методів та засобів діагностики стану автомобільних доріг.

Література

1. ДСТУ 9196:2022 «Автомобільні дороги. Правила призначення ремонтних заходів» // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2022 – 7 с.– Чинний від 2023-06-01.
2. ДСТУ 3587:2022 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вимоги до експлуатаційного стану // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2022 – 40с. – Чинний від 2022-01-12.
3. ДСТУ 8745:2017 Автомобільні дороги. Методи вимірювання нерівностей основи і покриття дорожнього одягу // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2017 – 48 с. – Чинний від 2017-09-01.
4. ДСТУ 8954:2019 Автомобільні дороги. Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2019 – 51 с. – Чинний від 2020-01-12.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ РЕМОНТУ ТРІЩИН В ДОРОЖНІХ ПОКРИТТЯХ

Чеботаєв О.І., ст. гр. Д-36m1-20

chebotaev05@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Грищенко Т.М., ст. викладач

tamaragrisenko55@55gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільні дороги – важлива ланка загальної транспортної системи країни, без якої неможливе функціонування жодної галузі народного господарства. Технічний стан мережі автомобільних доріг впливає на розвиток країни, характеризує економічний стан країни та соціальне становище населення.

В теперішній час дорожнє господарство України знаходиться в критичному стані, дорожнім організаціям потрібно підвищувати технічний стан та експлуатаційні якості існуючих доріг до рівня європейських країн, що потребує їх реконструкції та більш якісного утримання.

На дорожній одяг впливають безліч чинників, які призводять до появи дефектів на дорожньому покритті. Найбільш поширеним видом дефектів є тріщини. Вчасно не відремонтовані тріщини поступово перетворюються на осередок руйнування дорожнього одягу. Тріщини класифікуються по ширині на вузькі - до 5 мм, середні - 5-10 мм і широкі - 10-30 мм [1].

Основним завданням при ремонті тріщин є запобігання проникнення через них води в нижні шари дорожнього одягу. Гідроізоляція тріщин досягається за рахунок їх герметизації бітумом або спеціальними матеріалами – гумово-бітумною або бітумно-полімерної мастиками [2].

В залежності від ширини та причин утворення тріщин вибирається технологія їх ремонту та склад застосовуваного устаткування. Основним завданням при ремонті тріщин є запобігання проникнення через них води в нижні шари дорожнього одягу.

При наявності на покритті мережі дрібних тріщин, спричинених недостатньою міцністю основи, їх не закривають, а на площі, більшій зруйнованого місця, руйнують дорожнє покриття. Після цього видаляють матеріал покриття основи та підстилаючого шару і влаштовують нову основу та асфальтобетонне покриття [3, 4].

Гідроізоляція тріщин досягається за рахунок їх герметизації бітумом або спеціальними матеріалами – гумово- бітумною або бітумно-полімерною мастиками.

Для ремонту тріщин в асфальтобетонному покритті дороги можливе використання бітумної стрічки, що складається з модифікованого полімерами бітуму, змішаного із заповнювачами за певною рецептурою. Стрічка на бітумній основі використовується для ремонту швів та тріщин шириною до п'яти міліметрів, тобто там, де потрібне просте та оперативне відновлення асфальтобетонної поверхні. Вона має гарну адгезію до асфальтобетонного

покриття, еластична та добре ущільнюється. Бітумно-полімерна стрічка для ремонту тріщин без проблем накладається на стики асфальтового покриття та не допускає проникнення поверхневої води.

Сучасна промисловість виробляє величезну кількість матеріалів для герметизації та гідроізоляції тріщин і з'єднань, що виникають в результаті експлуатації та ремонтів на автомобільних дорогах. У перелік цих матеріалів входять: каучукові стрічки, бутил каучукові стрічки, бітумно-каучукові стрічки, а також бітумно-каучукові мастики. Вся продукція має відповідну упаковку, яка зручна для транспортування та забезпечує безпеку. Усі матеріали готові до використання.

Стикувальна стрічка спеціально розроблена для влаштування з'єднань гарячого асфальтобетону, з холодною кромкою фрезерованого або раніше укладеного дорожнього покриття. В результаті випробувань стикувальних з'єднань було з'ясовано, що водонасичення дорожнього полотна в місцях використання стрічки на 45 відсотків нижче, ніж у районах де стрічка не застосовувалася.

Каучукова стрічка призначена для герметичного з'єднання холодної кромки підготовленої поверхні дорожнього покриття та свіжого асфальтобетону. Перед укладанням на стрічку з одного боку наноситься спеціальний клей, що забезпечує адгезію в холодному стані або стрічка може бути самоклеюча, тому місце укладання має бути ретельно очищене від різного роду забруднень. Виготовляється стрічка шириною 10, 50, 100 міліметрів, товщиною 3 міліметри, довжиною 15 метрів (рулон).

Бутил каучукова стрічка складається з нетканого полотна, просоченого бутылкаучуком. Стрічка має високу адгезію, добре приклеюється до асфальтобетону, швидко полімеризується, довговічна. Витримує дію будь яких погодних факторів: спеку та мороз, дощ та сніг, пил та бруд. Виготовляється товщиною від 0,75 до 2 мм, шириною від 40 до 200 мм, довжиною від 15 до 25 метрів. Поставляється у рулонах.

Стрічка бітумно-каучукова складається з нафтових бітумів, каучуку, пластифікаторів і структуруючих добавок. Стрічку виготовляють шляхом екструзії у промислових умовах. Унікальність бітумної стрічки полягає в тому, що ефект герметизації відбувається в момент укладання гарячого асфальту. Виготовляється завтовшки від 5 до 8 міліметрів, шириною 50 міліметрів, довжиною від 9,5 - 10,5 метрів. Стрічка змотана в рулони та упакована у картонні коробки.

Для забезпечення якості герметизації тріщин бажано використовувати мастики гарячого застосування [4,5].

Бітумно каучукова мастика є готовою композитною сумішшю, що складається з нафтових бітумів, гумової крихти, модифікуючих полімерів і смол. Мастика перед застосуванням розігрівається, потім укладається раніше підготовлену поверхню. Мастика фасується в ємності 2 літри, 20 літрів і 41 кілограм.

В даний час як вітчизняні, так і зарубіжні фірми випускають широку гаму мастик, кращими з яких за експлуатаційними якостями є бітумно-полімерні.

При виборі мастик необхідно орієнтуватися на їх основні властивості:

- температуру розм'якшення, яка в окремих марок становить $+100^{\circ}\text{C}$;
- температуру крихкості (до -50°C);
- відносне подовження (до 150% при температурі $+20^{\circ}\text{C}$);
- еластичність (до 95%).

Якість герметизації тріщин залежить від правильного вибіру технології робіт і обладнання яке використовується.

Тріщини шириною до 5 мм очищають продуванням стисненим повітрям, просушують, прогрівають до температури не менше 80°C і заповнюють бітумною емульсією або мастикою з високою проникаючою здатністю.

При ремонті середніх і широких тріщин, якщо тріщина має зруйновані кромки, ремонт повинен починатися з розширення її верхньої частини з утворенням камери, в якій забезпечується оптимальна робота герметизуючого матеріалу на розтяг в період розкриття тріщини. Ширина камери повинна бути не менше зони руйнування кромки тріщини (12-20 мм), співвідношення її ширини і глибини приймається 1:1.

Якщо кромки тріщини не піддавалися руйнації її герметизують без її розкриття.

Для забезпечення якісної герметизації тріщин велика увага приділяється проведенню робіт з очищення та просушування тріщини, з метою забезпечення потрібного зчеплення герметика зі стінками необробленої тріщини або відфрезерованої камери.

При ремонті цементобетонних покриттів для поліпшення адгезії виконують підgruntовку стінок відфрезерованої камери праймером – малов'язкою плівкоутворюючою (склеюючою) рідиною.

З характерних для асфальтобетонного покриття пошкоджень найбільш небезпечні поперечні тріщини. Утворення тріщин відбувається внаслідок скорочення (при охолодженні) їх розмірів, або при прогині покриття, викликаному в основному деформацією основи і земляного полотна. Тріщини виникають втому випадку, якщо гранично можливе для даного покриття розтягнення і подовження при даних температурах і навантаженні являється недостатнім для запобігання виникаючим критичним напруженням в покритті, які перевищують його опір розриву.

Для асфальтобетонних покриттів більш доцільно використовувати прогрівання зони тріщини до температури, при якій відбувається виділення в'язучого з асфальтобетону на стінках тріщини, яке збільшує міцність зчеплення герметика зі стінками.

Мастика нагрівається до температури $150-180^{\circ}\text{C}$, після чого подається у влаштовану камеру або безпосередньо в порожнину тріщини.

На автомобільних дорогах з не високою інтенсивністю руху після герметизації тріщини, або одночасно з заливкою на поверхні покриття в зоні тріщини влаштовують пластир шириною 6-10 см і товщиною 1-3 мм що дозволяє зміцнити кромки тріщини і запобігти їх руйнування.

Завершальною операцією технології ремонту тріщин є присипка загерметизованої тріщини подрібненим сухим піском фракції 3-5 мм, близьким

за кольором основного мінерального матеріалу покриття для відновлення загальної текстури і шорсткості покриття, а також запобігає налипанню мастики на колеса автомобіля.

Технологічний процес санації тріщин повинен бути практично безперервним. Операції очищення від пилу і бруду, просушування, прогріву і заливання тріщин повинні переходити одна в іншу при мінімальному розриві за часом.

Надійність і довговічність покриттів визначається не тільки конструктивними рішеннями і застосованими технологіями будівництва, а й кліматичними умовами району.

З усього розмаїття кліматичних факторів, що впливають на стан покриттів, величезне значення пов'язане з впливом води в конструкціях підстав. Відомо, що вода може потрапляти двома шляхами: з ґрунтовими водами і з атмосферними опадами.

На більшій частині території України 70-80 відсотків всієї води під покриття потрапляє з поверхні. Виходячи з цього необхідно максимально виключити проникнення атмосферних опадів (води) в основу покриттів, а це перш за все залежить від якості проведених робіт з герметизації швів і тріщин.

Тому сучасна технологія по санації тріщин пропонує «Обробити» і «Залити», вважаючи цей метод необхідним і правильним.

Перш за все, необхідно «обробити тріщину». Співвідношення ширини і глибини резервуара повинно бути в межах 1:1 або 1:2. Найбільш оптимальний перетин 1:1. Слід зазначити, що для тріщин шириною більше 5 см застосовується технологія санування струменевим методом або використання литих сумішей.

Обробляючи тріщину, прибирається зруйнований (окислений) шар асфальтобетону (бетону), що надалі сприятливо позначиться на адгезії.

Гумово-бітумна мастика повинна добре «приклеїтися» до вертикальних стінок резервуара. Тільки в цьому випадку мастика в повному обсязі виконує свої задані функції і існує гарантія від проникнення в тріщину вологи. Далі оброблену тріщину необхідно очистити від пилу і «випарувати вологу», після цього тріщина заливається гумово-бітумною мастикою або полімер-бітумним герметиком. В якості рекомендації пропонується заливати шви і тріщини в комбінації - «резервуар» або «резервуар-надслойка», триступінчатим методом, з наступними видами робіт:

- Оброблення тріщини і надання їй правильної геометричної форми
- Очищення та просушування розчищеною тріщини від вологи.
- Заливка розчищеною тріщини гумово-бітумною мастикою під тиском.

Рекомендований метод дозволить значно збільшити працездатність санірованої тріщини або шва. При дотриманні технології життєздатність мастики може досягати 5-7 років. Такий термін служби герметика значно економить витрати на щорічне утримання покриття і є достатнім економічним обґрунтуванням стосовно практикуючого щорічного заливання швів і тріщин неякісними бітумними сумішами.

Усі описані технології, поза сумнівом, мають право на існування. Який спосіб виявиться найбільш ефективним, вирішується окремо для кожного конкретного випадку.

Література

1. Кияшко И.В., Белик В.В. “Причины образования и негативного влияния трещин в асфальтобетонных покрытиях”. – Харьков.: ХНАДУ, 2001.
2. ДСТУ Б В.2.7-136:2016 Матеріали для герметизації швів і тріщин в покриттях дорожніх одягів автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 15 с.
3. П-Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України. – К., 2009
4. ДСТУ 8873:2019 Автомобільні дороги. Настанова з герметизації тріщин. [Чинний від 2020-07-01]. Вид. офіц. 2019. 12 с.
5. Р В. 3.2-02071168-825:2013 Рекомендації щодо технологій ремонту тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів з використанням бітумно -полімерних мастик або герметиків. [Чинний від 2013-11-04]. Вид. офіц. Харків : Видавництво Укравтодор, 2013. 11 с.

КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Чмельов І.С. ст. гр. Д-37m1-20

chmelev0220@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Грищенко Т.М., ст. викладач

tamaragrisenko55@55gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

До капітального ремонту земляного полотна автомобільних, згідно [1], належать роботи щодо:

- виправлення земляного полотна у плані, поздовжньому і поперечному профілях;
- усунення руйнувань, що виникли внаслідок недостатнього водовідведення, стихійних лих або зсувних процесів;
- влаштування дренажів, ізолюючих прошарків; укріплення укосів та інші роботи, що забезпечують стійкість земляного полотна;
- влаштування земляного полотна та водовідведення на розширеннях;
- розкриття виїмок для забезпечення видимості на кривих у плані;
- доведення геометричних параметрів земляного полотна до нормативних вимог;
- рекультивація земель, що використовувались як ґрунтові та піщані кар'єри, а також при розміщенні елементів дороги, споруд при прокладанні за новим напрямком;
- влаштування та відновлення укріплення розділювальних смуг, укосів і узбіч земляного полотна.

При виконанні більшості перерахованих робіт можуть бути використані геосинтетичні матеріали. Геосинтетичний матеріал відноситься до найбільш перспективних нових дорожньо-будівельних матеріалів. Сфера його використання в дорожньому будівництві досить різноманітна. Геосинтетики виконують сім основних функцій в конструкції [2]:

- розділення – геосинтетичне полотно розділяє два різнозернистих шари, завдяки чому забезпечується проектна товщина конструктивних шарів й цілісність конструкції;
- фільтрування – геосинтетик працює подібно до фільтру пропускаючи воду і затримуючи захоплені фільтраційним потоком ґрунтові частинки від виносу;
- дренажування – геосинтетик працює як дрена для транспортування водного потоку в ґрунтах малої водопроникності;
- армування – геосинтетик працює як армуючий елемент в межах ґрунтової товщі або в комбінації з зернистим або монолітним матеріалом;
- захисту – геосинтетик використовується як амортизуючий шар між конструктивними шарами для запобігання їх пошкодженню;
- ізолювання – геосинтетик працює як відносно непроникний бар'єр для рідин і газів;

– протиерозійний захист – геосинтетик використовують для зниження ерозії ґрунту від атмосферних опадів, водної і вітрової ерозії.

На теперішній час створена значна кількість різновидів геотекстильних матеріалів для будівництва та ремонту автомобільних доріг: полотна, сітки, решітки, мати, пучки ниток, об'ємні вироби.

Економічна перевага застосування геосинтетичних матеріалів обумовлена зниженням матеріалоємності традиційних ґрунтових матеріалів, вартість яких підвищується з кожним роком. Другим аргументом на користь застосування геосинтетичних матеріалів є гарантія якості будівництва, збільшення міжремонтних строків споруд та зниження експлуатаційних витрат.

Геосинтетичні матеріали представляють собою клас будівельних матеріалів, що розрізняються за структурою, технологією виробництва, показниками властивостей, складом сировини. Їх об'єднує зручна форма поставки (рулони, блоки, плити), можливість забезпечення високої якості геосинтетичного матеріалу в умовах заводського виготовлення, тобто можливість створення додаткових шарів (прошарків) гарантованої якості при мінімальних трудовитратах на місці виконання робіт та мінімальних відносних транспортних втратах. Їх розділяють на: геотекстилі (неткані, ткані, плетені), георешітки, геосітки, мати, геомембрани, геокомпозити. Геосинтетичні матеріали умовно поділяються на геосинтетики та геопластики. Те, з якого полімеру виготовлений матеріал, визначає його стійкість до температурної дії, короткочасну та довготривалу міцність, стійкість до дії ультрафіолету та іншого агресивного середовища.

Оцінку придатності геосинтетиків для заданого функціонального застосування, виконують за механічними (міцність при видовженні, міцність шва, повзучість при видовженні, тертя між ґрунтом і геосинтетиком, водопроникність перпендикулярно до площини, водопроникність в площині геосинтетика, характерний розмір отворів) та технологічними (продавлювання плунжером (CBR)², стійкість до вкладання) критеріями.

В процесі експлуатації автомобільних доріг виявляються ділянки з слабкими основами.

Армування основи насипу виконують: при необхідності підвищення стійкості конструкції проти бічного розповзання по контакту "насип-основа"; для покращення несучої здатності слабкої основи і для рівномірності передачі навантаження на неоднорідну основу з локальними слабкими зонами, карстовими порожнинами тощо.

Рациональними геосинтетиками для армування основи є геотекстилі тканинні і геограти, які укладають у конструкцію у вигляді полотен, напівзамкнених і замкнених обойм. При виборі армуючого матеріалу його номінальна деформативність повинна перевищувати максимальну деформацію, не менше ніж в 1,5 рази.

Водопроникність геосинтетика не менше ніж в 10 разів повинна перевищувати коефіцієнт фільтрації підстилаючого ґрунту. Ефективний розмір отворів повинен бути максимальним для зменшення небезпеки забивання матеріалу і водночас достатнім для затримання ґрунтових часток основи.

При застосуванні в природних ґрунтах з $4 < \text{pH} < 9$ геосинтетички повинні мати високу стійкість до хімічних і біологічних чинників.

Способи укладання геосинтетичних полотен та обойм при армуванні основи і насипу приведені на рис.1.

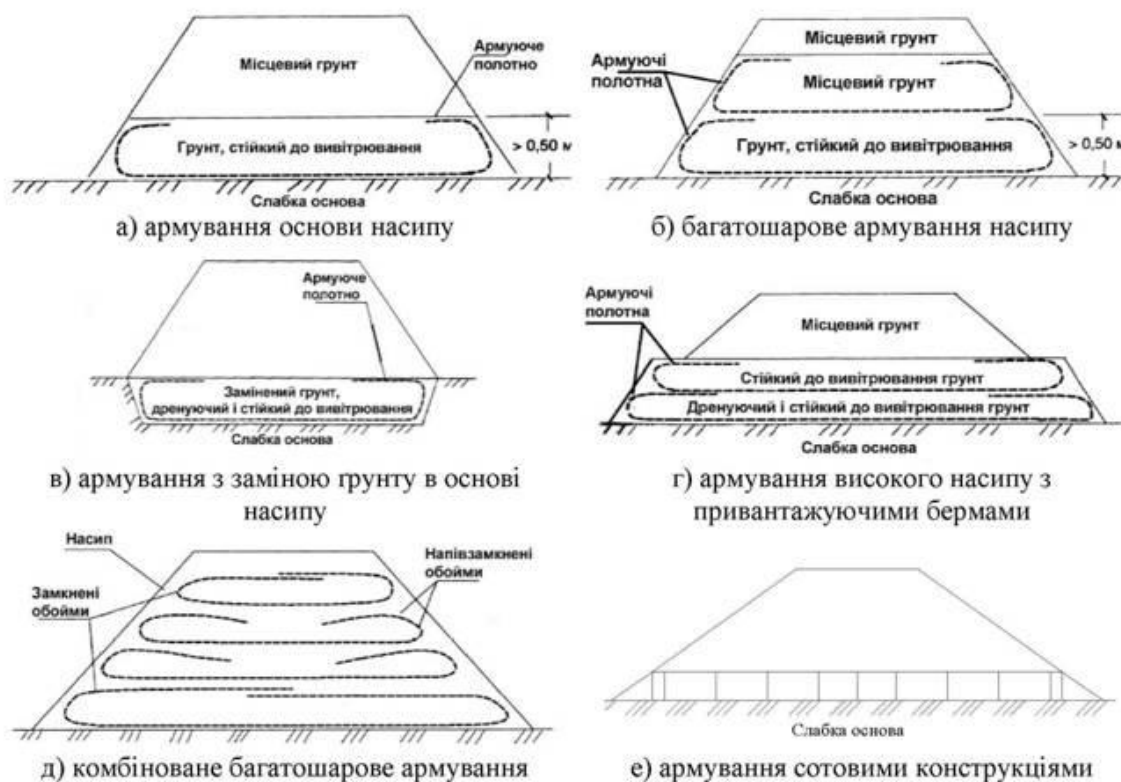


Рисунок 1 – Способи укладання геосинтетичних полотен та обойм при армуванні основи насипу

Армована частина конструкції повинна бути захищена від інфільтрації поверхневої води. Якщо основа є водонепроникною або мало водопроникною, то на рівні основи передбачають влаштування горизонтального дренажного шару. Перші декілька шарів ґрунту товщиною від 0,5 м до 1,0 м над геосинтетичним полотном в основі насипу влаштовують з зернистого матеріалу з коефіцієнтом фільтрації не менше 3 м/добу, що сприяє кращому зчепленню (тертю) між ґрунтом і геосинтетиком та забезпечує дренавання для розподілу надлишкового порового тиску в ґрунті основи. Над дренажними шарами допускається використовувати місцеві ґрунти та матеріали.

На дуже слабких основах, де відсутній рослинний шар і передбачене армування геогратами, може виникати необхідність застосування розділяючого і фільтруючого геотекстилю для запобігання забруднення ґрунту в підшві насипу, якщо цей ґрунт має перервний гранулометричний склад.

При необхідності забезпечення стійкості укосів з крутизною більшою за природний кут схилу, в процесі експлуатації, проводять армування з метою їх стабілізації.

Армування за допомогою геосинтетиків є ефективним при ремонті обрешених укосів та при спорудженні насипів з перезволожених

дрібнозернистих ґрунтів. Раціональними геосинтетичними матеріалами для армування і стабілізації укосів є: геотекстилі тканинні та геограти з міцністю на розтяг від 20 кН/м з поліетерових, поліпропіленових або арамідних волокон; - геотекстилі тканинні і нетканинні; - геомати для захисту поверхні укосу від ерозії.

Технологія виконання робіт включає транспортування, розвантаження і зберігання геосинтетичних матеріалів; розробку детального плану укладання геополотен.



Рисунок 2 – Схеми укладання полотен при армуванні

Основа під геосинтетичні полотна повинна бути рівною (плюс, мінус 30 мм) та вільною від предметів, які можуть пошкодити полотна. При крутизні укосів більше 1:1 необхідне загортання полотен в торцевій частині.

Коефіцієнт ущільнення ґрунту в укисній частині повинен становити не менше 0,95 від стандартного значення при варіації вологості ґрунту в межах 2 %.

Застосування геотекстильних фільтрів є ефективним в дренажах, між крупно- і дрібнозернистими шарами дорожнього одягу, між ґрунтом зворотної засипки і габіонами, в системах контролю ерозії ґрунтів, тощо.

Найбільш ефективними геосинтетиками для фільтрації є нетканинні термічно кріплені та виготовлені за механічною (голкопробивні), фізико-хімічною та комбінованою технологіями. При розрахунку геотекстильного фільтра застосовують п'ять критеріїв оцінки: критерій утримання ґрунту; критерій водопроникності фільтра – геотекстилю; критерій незабивання фільтра; критерій міцності; критерій стійкості.

Технологія виконання робіт включає транспортування, розвантаження і зберігання, підготовку основи під геополотна (рівність, щільність, відсутність сміття та бруду), план вкладання фільтра, який регламентує спосіб і напрямок вкладання. Геотекстильні фільтруючі полотна з'єднують між собою вільним напуском на величину не менше ніж 0,3 м або зшивають.

Дренуючі геосинтетики застосовують в конструктивних шарах дорожнього одягу, в земляному полотні і в підстиляючій основі та використовують для влаштування траншейного і площинного понижуючого дренажу, горизонтального дренажу в основі земляного полотна чи під тимчасовим привантаженням, для вертикального і горизонтального дренажу основи з метою прискорення консолідації, для капіляронереривання в морозочутливих і аридних районах, для горизонтального і прикрайкового дренажу конструкції дорожнього

одягу, для перехоплюючого дренажу при захисті укосів виїмок, для дренажу армованого укосу і підпірних стінок, при захисті бетонного фундаменту від агресивної дії засолених ґрунтових вод.

Найбільш ефективними для дренажу є геокомпозити, які складаються з дренаючого ядра і геотекстильних фільтрів, і можуть виконувати дренавання з однієї або обох сторін від геокомпозитного полотна.

З'єднання полотен виконують в торець «ядро – ядро» з перепуском геотекстильних фільтрів. Ядра з'єднують зажимами або зв'язують полімерним шнуром через 1,0 м контрастним до кольору ядра.

Розділяючі геосинтетичні прошарки у дорожній конструкції застосовують для запобігання змішуванню різнотипних зернистих матеріалів суміжних конструктивних шарів між собою та з ґрунтом земляного полотна та додатково стабілізації і підсилення конструкції.

Раціональними геосинтетиками для розділення та розділення зі стабілізацією є нетканинні термічно кріплені геотекстилі, які додатково задовольняють вимогам фільтрації.

Для розділення з підсиленням доцільно застосовувати ткани геотекстилі та геокомпозити. Для покращення умов передачі зусиль між геотекстильними полотнами в місцях їх перекриття, полотна з'єднують зшиванням, склеюванням або нагелями безпосередньо на будівельному майданчику. Для досягнення більшої ефективності шва полотна необхідно склеювати епоксидними та іншими спеціальними клеями.

До початку проведення робіт в основі повинні бути виправлені нерівності: перевищення – зрізані, пониження – засипані та виконане пробне розкошування геосинтетика для виявлення дефектів основи. Розділяючі геосинтетики вкладають в конструкцію земляного полотна.

При необхідності забезпечити додатково стабілізацію або підсилення геосинтетики закладають у вигляді напівзамкнених та замкнених обойм згідно з рис. 3.

Геосинтетичні полотна вкладають згідно з напрямком відсіпання шару перекриття, розрівняне полотно не повинно мати зморшок.

При поширенні доріг, в яких також було використано геосинтетичне полотно в аналогічній якості, виконують екскавацію існуючої конструкції в найближчій до краю частині до рівня геополотна та з'єднують існуюче і нове полотно.

Метою протиерозійного захисту укосів є захист ґрунту від розмивання атмосферними опадами, водами поверхневого стоку і внутрішньої (підповерхневої) фільтрації та видування вітром впродовж заданого періоду часу або доки на поверхні не з'явиться рослинність.

Застосування протиерозійного захисту є ефективним на укосах ґрунтових виїмок і насипів, у водовідвідних канавах, у водовідвідних частинах дренажних систем, при захисті берегів від динамічної дії хвиль тощо.

Раціональними геосинтетиками для протиерозійного захисту можуть бути:

– для не підтоплених укосів, які повинні задовольняти естетичним вимогам, є їх захист з допомогою геоматів, які сприяють розвитку рослинності на укосі;



Рисунок 3 – Приклади закладення полотен геосинтетика в якості розділення в основі земляного полотна

– для крутих укосів ефективним є заточування геоматів, підсилених георгатами, геотектилем або армуючими волокнами, які інтегровані в геомат в поздовжньому напрямку;

– для підтоплених укосів, які піддаються динамічній дії хвиль, ефективними є геомати, заповнені кам'яним фракційним матеріалом, та нетканинні термічнокріплені геотектилі, як прошарок між тілом укосу та крупноуламковою накидкою або бетонними блоками.

Максимальна величина укосу, на який допускається вкладання геотекстильного протиерозійного матеріалу, не повинна перевищувати мінімального значення кута внутрішнього тертя між ґрунтом і геотекстилем. Для укосів з крутизною понад 1:2,5 застосовують спеціальну технологію вкладання, яка включає берми для стримування проковзування, вільне вкладання полотен для можливості подвижок полотен вниз по укосу, виключення нагелів, збільшення величини перекриття полотен та можливе терасування укосу.

Економічна перевага застосування геосинтетичних матеріалів обумовлена зниженням матеріалоємності традиційних ґрунтових матеріалів, вартість яких підвищується з кожним роком в зв'язку з тим, що природні ресурси обмежені, або їх транспортування стає надто дорогим. Другим аргументом на користь застосування геосинтетичних матеріалів є гарантія якості будівництва, збільшення міжремонтних строків споруд та зниження експлуатаційних витрат.

Література.

1. ГБН Г.1-218-182:2011 Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт. – Київ Укравтодор, 2011. – 17 с.
2. ВБН В.2.3-218-544:2008 Споруди транспорту. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві. – Київ Укравтодор, 2008. – 176 с.

ВИКОРИСТАННЯ МОРОЗОСТІЙКИХ ПОЛІМЕРБЕТОННИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ РЕМОНТУ ШТУЧНИХ СПОРУД ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Черкасов І., ст. групи Д-36т1-20,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Нові дефекти на поверхнях, що вже піддавалися ремонту, часто пояснюються не тільки непрофесійним виконанням робіт і / або використанням невідповідних матеріалів. Повторна корозія або нові тріщини стають видимими вже через короткий час, якщо захист нанесений на бетон не відповідає певним вимогам (наприклад, недостатнє перекриття тріщин, низька стійкість до погодних умов, недостатня адгезія і, як наслідок, відшарування і т.і.) [1].

Роботи по ремонту бетонних поверхонь поділяються на види: імпрегнування (просочення, гідрофобізація), нанесення лакофарбових покриттів, пристрій штукатурки, нанесення полімерцементних покриттів, торкретування, бетонування (рис. 1).

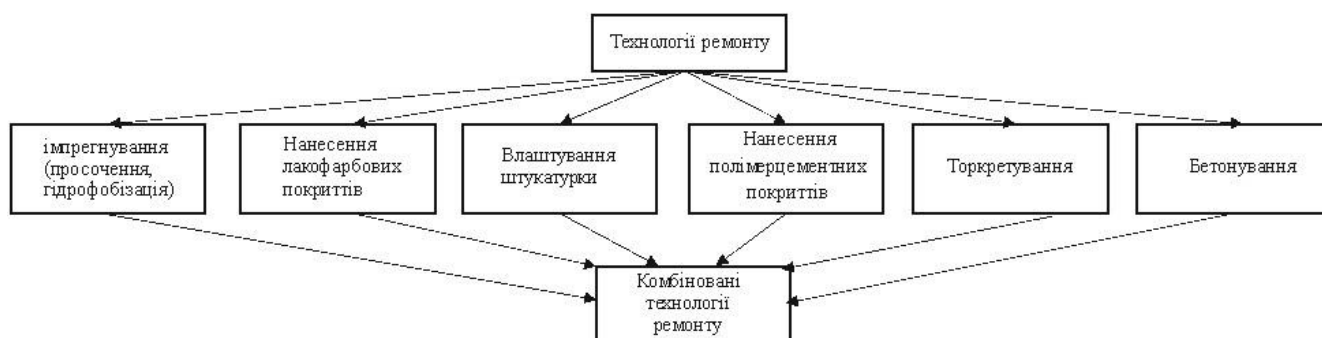


Рисунок 1 – Види робіт з ремонту бетонних поверхонь

Гідрофобізація бетонної поверхні шляхом обробки її кремнійорганічною рідиною ГКЖ-11Н. Поверхнева гідрофобізація надає зовнішній поверхні бетону, а також поверхні пір і тріщин водовідштовхувальні властивості. Кремнійорганічні речовини одночасно з підвищенням водонепроникності бетону покращують його морозостійкість. Гідрофобізація доцільна для запобігання лущення бетону, а також при ремонті поверхонь з глибиною лущення не більше 10 мм [1].

Нанесення лакофарбових покриттів з перхлорвінілових матеріалів – емалей ХВ-І24. ХВ-І25. Перхлорвінілові фарби і емалі є розчинами перхлорвінілової смоли в суміші органічних розчинників, пігментів і пластифікаторів. Вміст хлору в смолі досягає 65-68 %, що забезпечує високу стійкість матеріалу. Лакофарбові покриття оптимальної товщини просочують поверхневий шар бетону, зменшують проникність і збільшують омичний опір бетону, а також створюють пасивний механічний бар'єр на шляху речовин, що викликають корозію бетону і арматури. Застосування лакофарбових покриттів доцільно при усуненні

невеликих дефектів і в порядку профілактики поверхонь залізобетонних конструкцій [1].

Один з видів штукатурки – коллойдно-цементний клей (КЦК) – ремонтний склад, який застосовується без ґрунтовки. КЦК є однорідною високов'язкою пастою, яка готується шляхом виброперемішування суміші комплексного в'язучого (цемент + пісок), води, пластифікатора і прискорювача твердіння. Використання КЦК для ремонту залізобетонних конструкцій пов'язано з необхідністю застосування вібратора для віброактивації КЦК. Застосування ремонтних складів на основі КЦК доцільно при усуненні дефектів II і III груп [1].

Нанесення полімерцементних покриттів на основі синтетичного латексу СКС-65ГП. Полімерцементні покриття готують з водної дисперсії полімеру, яку змішують з мінеральним в'язучим і наповнювачами. Полімерцементні покриття на основі синтетичного латексу мають високу адгезію, водонепроникність, а також створюють навколо арматури високолужну середу (рН близько 12), надійно охороняє арматуру від корозії. Застосування полімерцементних покриттів доцільно при усуненні дефектів II і III груп.

Торкретування. Нанесення ремонтних сумішей за допомогою струменя стиснутого повітря є одним з перспективних методів ремонту залізобетонних конструкцій. Метод торкретування об'єднує приготування, транспортування, укладання і ущільнення бетонних сумішей на поверхнях, що мають будь-яке розташування. Він дозволяє забезпечити комплексну механізацію процесу бетонування, відмовитися від транспортувальних пристроїв, виключити необхідність ущільнення бетону вібраторами, досягти високої водонепроникності без влаштування додаткового гідроізоляційного шару, значно скоротити частку ручної праці, а також терміни ремонту споруд. Свіжий шар торкретбетону має високу початкову міцність, яку отримує під дією струменя. Такий метод ущільнення дозволяє пошарово наносити покриття, що мають підвищену механічну міцність, водонепроникність і морозостійкість, а такі хороше зчеплення з попереднім шаром. Застосування методу торкретування для ремонту залізобетонних поверхонь доцільно при усуненні дефектів II, III та IV груп [1].

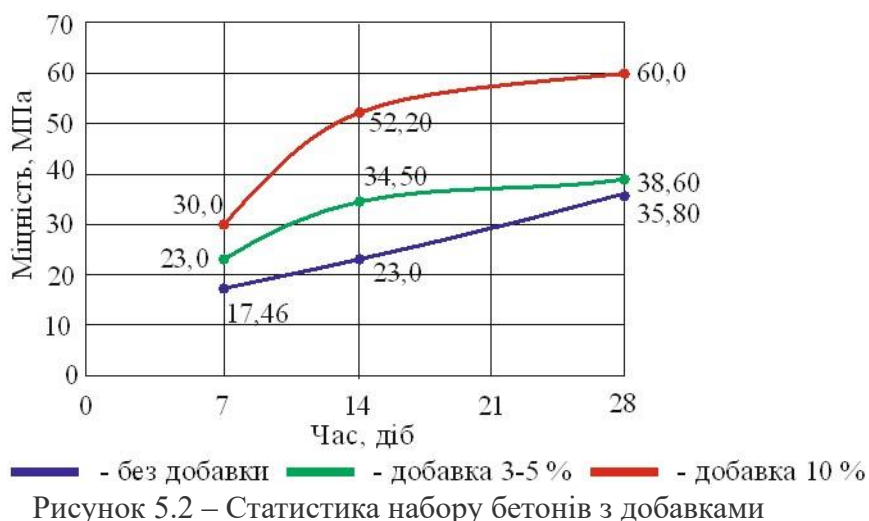
Дубльовані покриття являють собою комбінацію наведених вище видів ремонтних робіт.

При ремонті мостових споруд існує проблема забезпечення адгезії ремонтної суміші до старого бетону. Чим тонше шар нового бетону, тим більше уваги потрібно приділити проблемі забезпечення адгезії шарів. Неувага до цієї проблеми призводить до появи тріщин в новому бетонному шарі і потім до його руйнування [2-5].

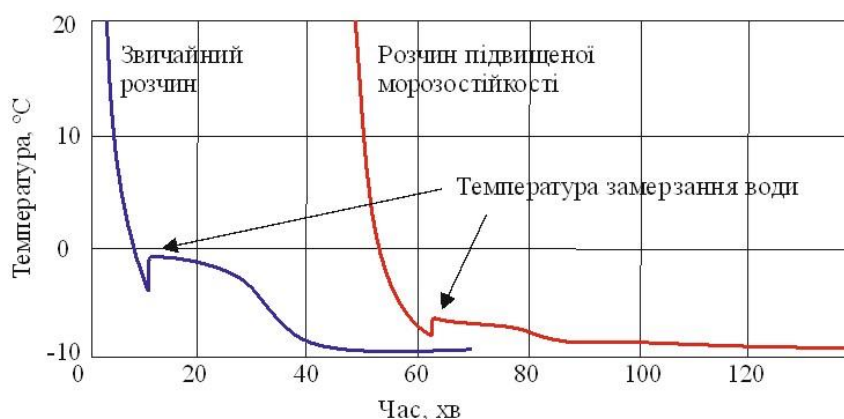
Для отримання міцного моноліту необхідно забезпечити рівномірний розподіл цементного розчину між частинками наповнювача.

Оптимальним вирішенням цього завдання буде використання пластифікаторів, введення яких в суміш дозволяє вирішити кілька завдань:

– при зменшенні кількості води і цементу відбувається збільшення міцності на 15-20 % [3] (рис. 2);



- зменшується ризик розтріскування;
- підвищується пластичність і плинність бетонної суміші;
- відбувається значне скорочення зниження усадки бетону при твердінні;
- збільшуються морозо- і вологостійкість. Введення даної добавки робить можливим виконання робіт при мінус 25 °С без втрати експлуатаційних характеристик готового бетону. Пластифікатор забезпечує випаровування вологи при низькій температурі в процесі дозрівання розчину [3] (рис. 3);



- підвищення адгезії до армуючих елементів в 1,5 рази;
- підвищується час життя готового розчину.

Найбільш поширеними добавками полімерів в цементні бетони є полівинилацетат ПВА, латекси і водорозчинні смоли.

ПВА представляє собою смолу, властивості якої, як і всіх високомолекулярних сполук, залежать від ступеня полімеризації вінілацетату, температури і вологості [4].

Зазвичай застосовується ПВА у вигляді емульсії, що містить близько 50 % сухої речовини і деякої кількості полівінілового спирту як емульгатора. Після висихання утворюється тверда плівка, мають деякий водопоглинання і набуханням (рис. 4).

Введення полімерних добавок збільшує пластичність розчинних сумішей в порівнянні з чисто цементними. Міцність збільшується, якщо бетон витримується в повітряно-сухих умовах (вологість 40-50 %) [4].



Рисунок 5.4 – Добавка ПВА

Вплив виду і кількості добавок на межу міцності при стисненні цементного каменю в віці 7 діб наведений в табл. 1 [5].

Таблиця 1 – Вплив виду і кількості добавок на межу міцності при стисненні цементного каменю в віці 7 діб

Вид добавки	Межа міцності при стиску (кг/см ²) в залежності від кількості добавки (в % від маси цементу)				
	0,2	0,4	0,6	0,8	R _{ст з доб} / R _{ст без доб}
АГ	46,5	45,5	33,8	32,0	0,8-1,15
ПВА	51,5	43,5	42,5	39,5	0,98-1,27
С-3	41,8	42,5	47,3	45,5	0,3-1,16
МС	28,3	39,1	33,0	24,5	0,60-0,97
ПТО	29,2	30,8	32,0	25,6	0,63-0,79
КМЦ	41,4	26,15	25,2	16,3	0,40-0,65

*R_{ст без доб}=40,5 кг/см²

Головна особливість ПВА – при використанні підвищує зчеплення між поверхнями матеріалів. Перераховані хімічні добавки або містять полярну групу, як, наприклад ПТО і миючий засіб, сульфогрупу (С-3), або представляють собою водні високодисперсні емульсії синтетичних клеїв (ПВА, АГ), або колоїдну систему клею (КМЦ). Отже, перераховані добавки характеризуються різною дисперсністю часток: від істинних розчинів з розмірів частинок менше 0,1 мк до емульсії з розміром частинок 1 мк і більше. Добавки вводилися в кількості 0,2 %, 0,4 %, 0,6 % і 0,8 % від маси цементу, з розрахунку на суху речовину. Величина адгезії оцінювалася по межі міцності при зсуві.

Аналіз отриманих результатів дозволяє оцінити ефективність хімічних добавок і визначити їх максимальну дозу, виходячи з значень межі міцності при зсуві. При цьому слід зазначити, що всі досліджені добавки підвищують гідрофільність пінополістиролу (кут змочування менше 90°). Практично

однакову і більш високу адгезію показали добавки АГ, ПВА і С-3 при оптимальному дозуванні, відповідно, 0,4 %, 0,2 % і 0,8 %. При цьому межа міцності при зсуві в 2,21-2,25 рази вище, ніж міцність на цементі без добавок (рис. 5). Також слід зазначити ефект пластифікації перерахованих добавок, а саме знижується потреба у воді при однаковій пластичності на 6-18,5 % [4].



Рисунок 5 – Ефективність добавок при оптимальних дозуваннях

Найефективнішою з цього класу добавок слід вважати ПВА, тому що, і ефект пластифікації і підвищення адгезії досягається при меншому дозуванні. У свою чергу добавки КМЦ, ПТО і МС підвищують адгезію на 27-92 %, однак, при цьому зростає потреба в воді на 6-17 % і до 35 % на КМЦ. Крім того, дані добавки знижують міцність цементного каменю при стисненні (табл. 1), отже, величина адгезійної міцності непропорційна межі міцності при стисненні [4].

Література.

1. Технічна експлуатація будівель та споруд : навч. посібник /О. В. Якименко, К. О. Кіктьова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 247 с.
2. Пластифікатор для бетону – для чого потрібен, характеристики, види, пропорції, альтернатива. URL: <https://ukrgost.com.ua/ua/a479221-plastifikator-dlya-betona.html> (дата звернення: 12.03.2023)
3. Все о пластификаторах для бетона - правда и мифы URL: <https://nasha-stroyka.com.ua/uk/article/vse-o-plastifikatorakh-dlya-betona-pravda-i-mify/>. (дата звернення: 12.03.2023).
4. Коваль П.М., Фаль А.Є., Мазурак А.В. Оцінка зчеплення торкрет-бетону при ремонті бетонних та залізобетонних конструкцій. URL: <http://dorogimosti.org.ua/files/upload/23.pdf> (дата звернення: 15.03.2023).
5. Кліменко В. З. Випробування та обстеження будівельних конструкцій і споруд : підручник / В. З. Кліменко, І. Д. Белов. – Київ : Основа, 2005. – 204 с.

Збірник наукових праць

Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

85-а міжнародна наукова конференція студентів
університету

10-14 квітня 2023 року

Матеріали опубліковано в авторській редакції мовою оригіналу

Відповідальний за випуск Р.В. Смолянчук

Комп'ютерна верстка А.В. Сєдов

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

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