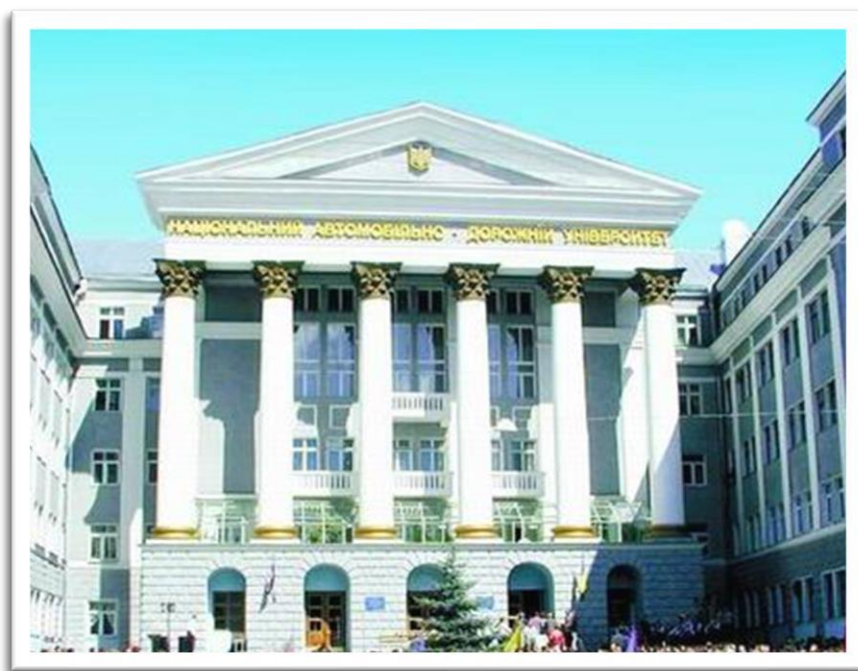


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ХАРКІВСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

Збірник наукових праць
86-ї міжнародної наукової конференції студентів університету
9-10 квітня 2024 року



Харків 2024

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

*Секція
«Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»
Збірник наукових праць
86-ї міжнародної наукової конференції студентів університету
9-10 квітня 2024 року*

Харків 2024

Редакційна колегія

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

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

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

Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг» Збірник наукових праць 86-ї міжнародної наукової конференції студентів університету (9-10 квітня 2024 року)/ ХНАДУ. Харків, 2024. – 182 с.

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

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

ЗМІСТ

<i>Анахіна І.О., Ярещенко Н.В.</i> Аналіз причин виникнення тріщин у дорожніх покриттях та методи їх сповільнення.....	7
<i>Антонян Б. К., Тур Я. С., Арінушкіна О. О.</i> Використання технології укріплення щебенево-піщаних сумішей комплексним в'язучим.....	10
<i>Атаєв Сердар, Сєдов А.В.</i> Вплив факторів на зносостійкість дорожніх покриттів.....	13
<i>Балашов Н.С., Горобець О.С., Воловик О.О.</i> Герметизація тріщин асфальтобетонних покриттів.....	17
<i>Бану С.В., Сєдов А.В.</i> Причини раннього ушкодження бетонних і залізобетонних мостів.....	21
<i>Бобошко А.О., Арінушкіна Н.С.</i> Методи боротьби з зимовою слизькістю...	25
<i>Бова К.О., Ярещенко Н.В.</i> Як ефективно відновити дорожню інфраструктуру після війни.....	29
<i>Бондар В.Д., Ярещенко Н.В.</i> Переробка скляних відходів для дорожнього будівництва.....	32
<i>Бондар М. А., Самко О. І., Арінушкіна О. О.</i> Особливості технології влаштування щебенево-піщаних сумішей зміцнених цементом.....	36
<i>Будній М.М., Арінушкіна Н.С.</i> Вплив дорожніх умов на безпеку руху автомобілів.....	39
<i>Валюх Я.О., Сєдов А.В.</i> Вплив протижеледних реагентів на структуру і властивості бітумів і асфальтобетону.....	43
<i>Величко А.В., Горобець О.С., Воловик О.О.</i> Методи визначення адгезії герметизуючих матеріалів.....	49
<i>Волківський Б.В., Ковальченко С.О., Догадайло Я.В.</i> Організація робіт зі снігозахисту автомобільних доріг.....	53
<i>Євченко В.О., Сєдов А.В.</i> Циклічність роботи з зимового утримання автомобільної дороги.....	57
<i>Зікратий Р.Ю., Зозуля М.А., Тетера В.С.</i> Влаштування покриттів на аеродромних комплексах з асфальтобетонних та щебенево-мастикових сумішей	61

<i>Князєв В.Я., Сєдов А.В.</i> Огляд стану сегменту просочувальний матеріалів для покриттів автомобільних доріг	65
<i>Коваленко Б.Р., Кіяшко І.В.</i> Вплив наявності тріщин на міцність дорожніх конструкцій.....	69
<i>Коваленко Н.І., Манько М.В., Догадайло Я.В.</i> Застосування міжнародного методу sessm для вимірювання робіт в дорожній галузі.....	73
<i>Колінов Д.О., Воловик О.О.</i> Аналіз результатів обстеження існуючого покриття автомобільної дороги М-06 Київ – Чоп.....	77
<i>Комісаренко І.М., Кіяшко І.В.</i> Забезпечення формування міжшарового зчеплення при ремонті дорожніх одягів	81
<i>Костирко О.Ю., Грищенко Т.М.</i> Аналіз методів ліквідації ямковості асфальтобетонних покриттів.....	85
<i>Котенко А.Д., Догадайло Я.В.</i> Дослідження існуючих підходів до автоматизації визначення вартості будівельних робіт.....	90
<i>Кривцов Д.Є., Арінушкіна Н.С.</i> Будівництво дорожніх покриттів підвищеної довговічності.....	94
<i>Кулик І.В., Фоменко О.О.</i> Геосинтетичні матеріали у конструктивних шарах дорожнього одягу автомобільних доріг.....	97
<i>Морозова С.П., Фоменко О.О.</i> Ущільнення бітумо-мінеральних сумішей вібраційними плитами	100
<i>Олійник А.В., Кіяшко І.В.</i> Вплив міжшарового зчеплення на міцність дорожнього одягу.....	104
<i>Олійник Д.О., Ярещенко Н.В.</i> Інклюзивність на дорогах України.....	107
<i>Откалюк Н., Фоменко О.О.</i> Вплив факторів на довговічність дорожніх асфальтобетонних покриттів.....	110
<i>Пащенко І.В., Ярещенко Н.В.</i> Підвищення довговічності асфальтобетонного шару покриття дорожнього одягу під час ремонту автомобільної дороги.....	115
<i>Подтикан А.М., Ярещенко Н.В.</i> Застосування геосинтетичних армуючих матеріалів при будівництві, ремонті та реконструкції автомобільних доріг.....	119
<i>Покуса Я.П., Догадайло О.О.</i> Тимчасовий снігозахист автомобільних доріг.....	123

<i>Постніков І.С., Костін Д.Ю.</i> Використання сучасних матеріалів при влаштуванні швів розширення в цементобетонних покриттях.....	128
<i>Самарець С.О., Федоров С.В., Костін Д.Ю.</i> Застосування технології холодного ресайклінгу під час капітального ремонту дорожніх одягів.....	133
<i>Смірнов К.Е., Ярещенко Н.В.</i> Технологія захисту навколишнього середовища за рахунок використання відходів.....	138
<i>Смолянук Р.В., Боровський М.А.</i> Вдосконалення технології оцінки зчіпних властивостей дорожніх покриттів.....	141
<i>Смолянук Р.В., Грищенко Т.М., Колосовський В.А., Малярєнко О.Ю., Костирко О.Ю.</i> Вплив воєнних дій в Україні на стан транспортної інфраструктури	146
<i>Сторчак В.В., Фоменко О.О.</i> Особливості дорожньо-ремонтних робіт у міських умовах.....	150
<i>Тарасюк Н.А., Ярещенко Н.В.</i> Габаритно-ваговий контроль як один із способів зниження руйнування дорожнього покриття в Україні.....	156
<i>Толба Башір Мохамед, Фоменко О.О.</i> Особливості роботи асфальтобетонних покриттів за умов спекотного клімату.....	160
<i>Чмельов І.С., Которін М.А., Костін Д.Ю.</i> Особливості влаштування шарів зносу дорожніх покриттів.....	164
<i>Шевченко А.С., Мезєнцев О.П., Догадайло Я.В.</i> Теоретико-методичні основи формування кошторисної вартості дорожніх робіт.....	167
<i>Шипош А.В.</i> Сучасні технології стабілізації ґрунтів дорожніх основ.....	172
<i>Штангей М.А., Грищенко Т.М.</i> Технологічні аспекти герметизації тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів	175
<i>Яроха Я С., Арінушкіна О. О.</i> Дослідження кінетики набору міцності в щебенево-піщаних сумішах укріплених цементом.....	179

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ ТРІЩИН У ДОРОЖНІХ ПОКРИТТЯХ ТА МЕТОДИ ЇХ СПОВІЛЬНЕННЯ

Анахіна І.О., ст. групи Д-32-21

Ira333anahina@gmail.com

Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД

netyasyn4@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Напівжорсткий шар основи широко застосовується в будівництві дорожніх покриттів. Однак, оскільки неорганічне в'язуче має тенденцію легко піддаватися впливу факторів навколишнього середовища, розтріскування напівжорсткої основи є серйозною проблемою, що спричиняє появу тріщин на поверхневому шарі. Це один з основних видів пошкоджень дорожнього одягу. У зв'язку з вищезазначеними проблемами, науковці по всьому світу проводять дослідження механізму утворення тріщин та причин їх виникнення. У поєднанні з інженерною практикою були запропоновані різні види відбивних технологій запобігання утворенню тріщин. За своїми характеристиками вони в основному поділяються на три категорії: поверхнева антитріщиноутворююча обробка, антитріщиноутворююча обробка основи та додавання структури, що поглинає напруження.

Науковці провели багато досліджень механізму виникнення тріщин відбиття за допомогою лабораторних випробувань, елементного моделювання та тестового будівництва доріг. Результати показують, що хоча напівжорсткий матеріал основи має високу міцність, він легко деформується і стискається при зміні температури і вологості, що призводить до появи поперечних тріщин стискання. Коли виникає тріщина, через велику жорсткості, рушійне навантаження спричиняє серйозну концентрацію напружень у вершинах тріщини, що призведе до пошкодження поверхневого шару [1].

На ранній стадії поширенням методом підвищення міцності на розрив асфальтобетонного покриття є використання гумових відходів, фібри, модифікаторів асфальтобетону. Асфальтобетон з високою еластичністю має довшу довговічність та вищу ударну в'язкість, що є корисним для протистояння розтріскуванню. Нещодавно один вчений спробував додати природний цеоліт і гашене вапно до асфальтового в'язучого, модифікованого гумовою крихтою, щоб запобігти поширенню відбивних тріщин [2]. Однак, зі збільшенням транспортного навантаження підвищення міцності на розрив поверхневого шару без збільшення його глибини стає все менш доцільним у запобіганні поширенню тріщин. Такі заходи можуть бути застосовані в основному на дорогах з низькою інтенсивністю руху.

Другим типом підходу є додавання прошарку між основою і покриттям для зупинки поширення відбивних тріщин. Цей прошарок буде поглинати концентрацію напружень у вершині тріщини, щоб запобігти подальшого розтріскування.

У 2000 році на основі механіки пружного руйнування і методу елементів Чжоу Чжиган проаналізував механічну реакцію геосинтетичного армуючого матеріалу після розтріскування основи під симетричним навантаженням, і підтвердив, що додавання геосинтетичного шару може ефективно зменшити концентрацію напружень на кінчику тріщини, а потім полегшити відбивну тріщину розтріскування [3]. Окрім впливу рушійного навантаження, вчені також проаналізували вплив зміни температури на передачу напружень у тріщині на основі теорії в'язкопружності та теплопередачі, а також припустили, що геотехнічний матеріал з полімерних волокон є більш сприятливим для запобігання тріщинам [4]. Після цього вчені провели багато досліджень щодо підготовки, будівництва технології та антирефлексійного ефекту різних типів геотекстильних матеріалів, таких як ниткоподібний геотекстиль, скловолниста сітка тощо. У той же час, деякі вчені припускають, що геотекстиль може краще сприяти міжшаровому зчепленню і затримувати утворення тріщин відбиття.

Перевернута структура також є методом запобігання розтріскування від відбиття шляхом додавання шару, що поглинає напруження. Напруження на вершині тріщини знімається додаванням гнучкої основи з низьким модулем пружності, наприклад, відсортованого щебеню, між поверхневими шарами напівжорсткої основи. У порівнянні з додаванням геотекстильного прошарку, завдяки товщині і схожості матеріалу з іншими шарами, цей тип заходів буде мати краще зчеплення між шарами, а також краще постійне зчеплення. Вчені провели багато досліджень реакції на напруження під навантаженням, використовуючи програмне забезпечення елементів програмного забезпечення, і висновок показує, що гнучкий шар може ефективно зменшити прогин дорожнього покриття, напруження зсуву шару щебеню та напруження розтягування напівжорсткої основи [5].

Існує в основному 2 типи підходів до усунення тріщин основи. Перший тип або метод - це зменшення усадочних тріщин шляхом модифікації матеріалу. Результати досліджень показують, що градація щільності великогабаритного каркаса може зменшити напруження основного матеріалу при усадці, а потім зменшити його розтріскування [6]. Тим часом здатність до розтріскування також може бути збільшена за рахунок додавання різних типів добавок. Поліпропіленове волокно виявилось корисним для покращення експлуатаційних характеристик цементного стабілізованого щебеню [7]. Іншим типом підходу є попереднє розтріскування шару основи для зменшення ефекту усадки. Однією з основних причин появи тріщин є високий модуль пружності напівжорсткої основи. Усадка напівжорсткої основи неминуча, якщо усадочні тріщини мають велику ширину, вищий модуль пружності призведе до вищої концентрації напружень. Застосування попереднього розтріскування може ефективно зменшити усадку. На початку 2005 року компанія Sebesta застосувала мікророзтріскування до обробленої цементом основи після 2-3 днів затвердіння, результат показав, що такий підхід ефективно зменшив усадочне розтріскування шару основи без зменшення його модуля деформації [8].

Боротьба з виникненням тріщин на сьогодні є актуальним питанням, як для будівництва доріг 1 категорії, так і для інших категорій. Поки що, повністю не вдалось побороти появу тріщин, але, як доказали вчені, сповільнити дію розростання тріщин можна.

Література.

1. Ceylan H, Gopalakrishnan K, Lytton R L. Neural Networks Modeling of Stress Growth in Asphalt Overlays due to Load and Thermal Effects during Reflection Cracking[J]. Journal of Materials in Civil Engineering, 2011, 23 (3): 221-229.
2. Shafabakhsh G, Ahmadi S. Reflective cracking reduction by a comparison between modifying asphalt overlay and sand asphalt interlayer: an experimental evaluation [J], 2019.
3. Zhou Z G, Zhang Q S, Zheng J L. Bridge-toughening Analysis of Reinforcement Materials Preventing Bituminous Surface from Reflection Crack by FEM [J]. China civil engineering journal, 2000, (01): 93-99.
4. Miao Y, Wan Y-D, Dong Y-K. Numerical simulation of thermal stress for reflective crack of asphalt pavement[J]. Yantu Lixue/Rock and Soil Mechanics, 2007, 28 (SUPPL.): 343-347.
5. Ma Z. Three Dimensional Finite Element Analysis of Inverted Asphalt Pavement Structure under Two-way Load [J]. Transportation world (construction and maintenance, machinery), 2015, (09): 126-128.
6. Li H, Zhang X, Liu G, Tian J. A Comparative Study on the Application of Framework Dense and Suspension Dense Structure Water Stable Macadam in Dengfeng Ruzhou Section of Jiaotong Expressway [J]. Highway Transportation Technology (Application Technology), 2015, 11(08): 81-83.
7. Yang H, Wang J, Hao P, Dai J-L. Utilization of Fibre in Cement-Stabilized Aggregate Mixture[J]. Journal of Chang'an University (Natural Science Edition), 2006, (03): 14-16+20.
8. Sebesta S. Use of Microcracking to Reduce Shrinkage Cracking in Cement-Treated Bases[J]. Transportation Research Record, 2005, 1936 (1): 2-11.

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УКРІПЛЕННЯ ЩЕБЕНЕВО-ПІЩАНИХ СУМІШЕЙ КОМПЛЕКСНИМ В'ЯЖУЧИМ

Антонян Б. К., ст. групи Д-43-20

bk_antonyan@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Тур Я. С., ст. групи Д-41-20

turyar@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Арінушкіна О. О., асистент

lenaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Щебенево-піщані суміші отримують при подрібненні різних скельних порід. Цей матеріал фактично представляє собою продукцію кар'єрів, що виробляють в процесі видобутку граніту або інших матеріалів.

Своє практичне застосування щебенево-піщані суміші отримали в дорожньому будівництві, де вони використовуються для влаштування шарів дорожніх одягів.

Узагальнюючи багаторічний досвід застосування укріплених щебенево-піщаних сумішей, можна зробити висновок про те, що у випадку укріплення щебенево-піщаних сумішей органічними в'язучими утворюється матеріал, який має підвищену деформативність, що може викликати колієутворення та накопичення інших пластичних деформацій в шарі у процесі експлуатації. При укріпленні щебенево-піщаних сумішей мінеральним в'язучим матеріал, як правило, має високу міцність, жорсткість, що може викликати появу тріщин в осінньо-зимовий період експлуатації.

Для укріплення щебенево-піщаних сумішей часто одночасно використовують різні види в'язучих, наприклад, мінеральні (цемент і вапно) з органічними в'язучими та поверхнево-активними речовинами. В якості органічних в'язучих використовують бітумні емульсії та пасти, рідкі бітуми та гудрони, сира нафта, спінений бітум, різні полімерні латекси.

Структура щебенево-піщаних сумішей зміцнених цементом та бітумною емульсією одночасно характеризуються двома видами зв'язків, які виникають між його структурованими елементами: коагуляційними, утворені бітумним матеріалом, та кристалізаційні, утворені цементним каменем. Перший вид зв'язків наближує цей матеріал до властивостей асфальтобетонів, а другий сприяє до утворення у ньому, достатньо міцних просторових зв'язків.

Наявність міцних та еластичних зв'язків надає такому матеріалу специфічні властивості. Для цього матеріалу властиві менші залежності властивостей від температури, збільшення міцності та деформативної стійкості при високих температурах.

Матеріали, укріплені комплексом в'язучих, рекомендовані для застосування в шарі основи під покриття жорсткого дорожнього одягу, а також для влаштування основи та покриття нежорсткого дорожнього одягу. Для влаштування нежорсткого дорожнього одягу матеріалів марки М60 не використовують.

У разі проектування та влаштування нежорсткого дорожнього одягу з застосуванням матеріалів, укріплених комплексом в'язучих, залежно від категорії дороги, розташування шару в конструкції дорожнього одягу та дорожньо-кліматичної зони призначають:

а) суміші з застосуванням спіненого бітуму й цементу чи бітумної емульсії та цементу для влаштування:

1) шарів основи, зокрема під шар з гарячих асфальтобетонних чи бітумо-мінеральних сумішей, доріг I-IV категорій;

2) покриття доріг IV категорії вдосконаленого полегшеного типу з улаштуванням подвійної поверхневої обробки;

б) суміші з застосуванням бітуму нафтового дорожнього рідкого та цементу для влаштування:

1) шарів основи, зокрема під шар з холодних асфальтобетонних чи бітумо-мінеральних сумішей доріг IV та V категорій удосконаленого полегшеного типу в III, IV дорожньо-кліматичній зоні;

2) покриття доріг V категорії удосконаленого полегшеного типу в III, IV дорожньо-кліматичній зоні з улаштуванням подвійної поверхневої обробки.

Для виробництва сумішей використовують один з таких видів бітумного в'язучого:

а) бітуми нафтові дорожні в'язкі згідно з ДСТУ 4044 у спіненому стані;

б) емульсії бітумні дорожні повільнорозпадні згідно з ДСТУ Б В.2.7-129 на основі бітуму БНД 35/50, БНД 50/70, БНД 70/100 та БНД 100/150; марку емульсії за вмістом бітуму попередньо встановлюють з урахуванням вологості кам'яних матеріалів

1) вміст бітуму від 48 % до 57 % — за вологості не більше ніж 3 %;

2) вміст бітуму від 53 % до 67 % — за вологості понад 3 % до 5 %;

в) бітуми нафтові дорожні рідкі в'язкі стіоне більше ніж 100 с згідно з чинним нормативним документом.

У разі застосування матеріалів карбонатних порід рекомендовано використовувати емульсії аніонного типу.

Марку в'язкого бітуму потрібно добирати з урахуванням положень додатка Б ДСТУ Б В.2.7-119.

За обґрунтування використовують бітуми нафтові дорожні в'язкі з добавками адгезійними чи бітуми нафтові дорожні рідкі з добавками адгезійними згідно з відповідними нормативними документами.

ВИСНОВКИ

Застосування комплексного в'язучого дозволяє отримати матеріал якому властиві такі підвищенні якості як, міцність та деформативність. Однак, залишається відкритим питання використання методології підбору оптимального вмісту органічних та мінеральних в'язучих, для сумішей різних марок за міцністю та різних гранулометричних складів.

Література

1. ДСТУ 9177-4:2022 Матеріали щебеневі та гравійні для дорожнього будівництва технічні умови. Частина 4. Матеріали, укріплені комплексом в'язучих.
2. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.

ВПЛИВ ФАКТОРІВ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Атаєв Сердар, ст. групи Д-41-20

d120as@stud.khadi.kharkov.ua

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. На асфальтобетонних покриттях доріг все частіше спостерігаються пластичні деформації, колії і тріщини, прискорюється їх знос (рис. 1). В результаті погіршується транспортно-експлуатаційний стан доріг, знижується швидкість руху, підвищується собівартість перевезень автомобільним транспортом, все більші витрат потрібно на ремонт дорожніх покриттів [1].



Рисунок 1 – Знос дорожнього покриття

Важливим параметром є стан дорожнього покриття, що характеризується його зчепними якостями. В процесі експлуатації автодороги, поверхня покриття піддається впливу коліс транспорту, що рухається по автомобільних дорогах. Коефіцієнт зчеплення вимірюють на кожній смужі руху при різних станах покриття і температурі повітря.

Отже, на умови зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям впливає термін служби покриття, інтенсивність руху, кількість шкідливих викидів промислових підприємств та природно-кліматичні фактори. При цьому

виявляється нерівномірна зміна умов зчеплення в поперечному і подовжньому профілях автомобільної дороги.

Фахівці багатьох країн 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 °C), використання хімічних протиожеледних реагентів [2] (рис. 2).

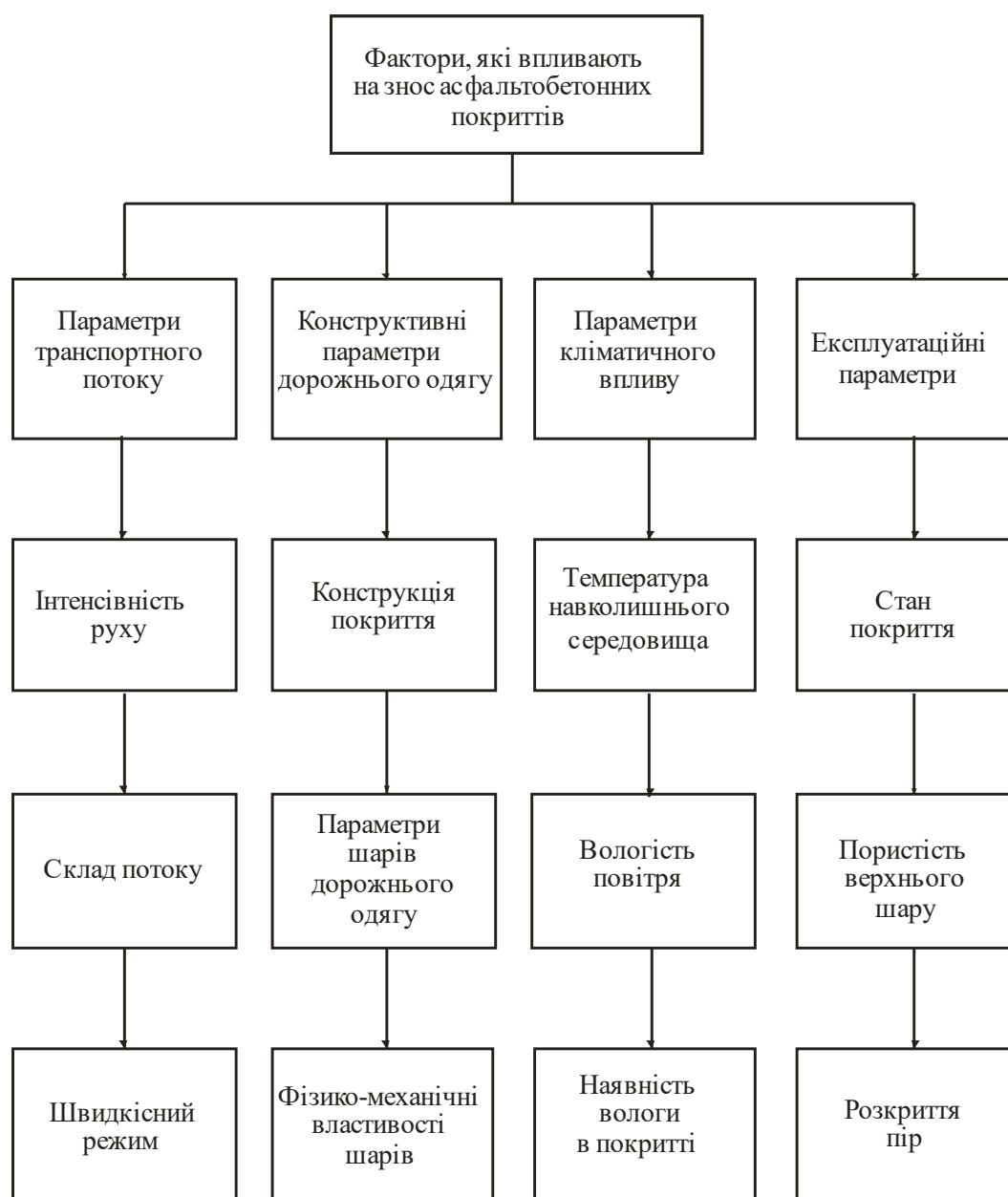


Рисунок 2 – Класифікація факторів, що призводять до зносу асфальтобетонних покриттів

Особливий інтерес викликає наявність води в конструкції дороги. Це атмосферна волога, вологість основи і прихована вода хімічних перетворень, включаючи процеси розчинення, осмосу, електроосмосу, капілярної води пористих структур, конденсованої води пір, води в порах і на поверхні покриття (рис. 3).

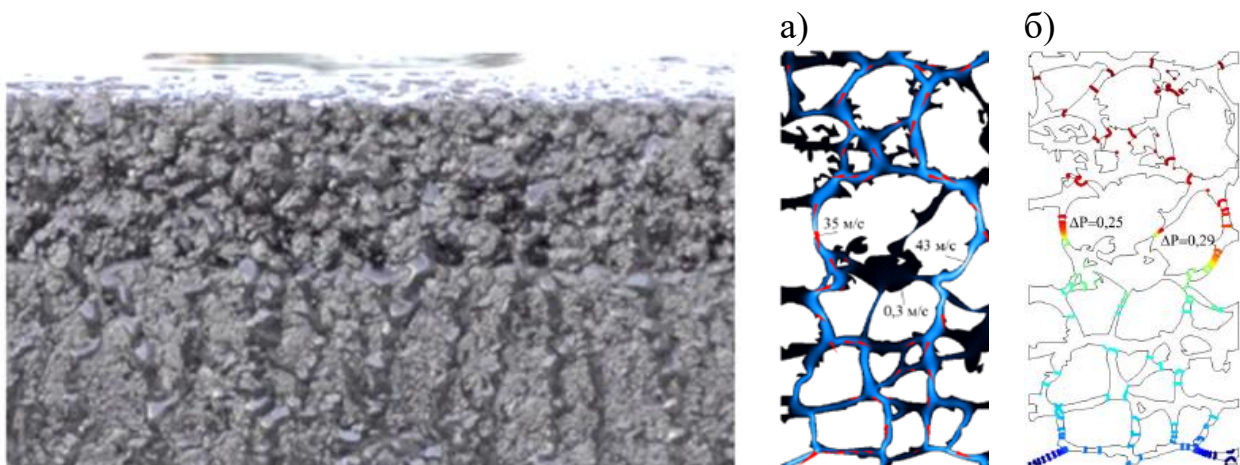


Рисунок 3 – Ділянки доріг в водонасиченому стані

Це різноманіття підтримується і переходом води в між фазний стан, а хімічні реакції і електроліти розширюють ці межі. Очевидно, що вода – це агрегатор процесів руйнування, що сприяє інтенсифікації процесу зносу, особливо при наявності пористості матеріалу.

Окремою категорією, небезпечною для асфальтобетонних покриттів, є стан при температурі від 0°C до плюс 10°C , 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. Напруження в покритті стають пов'язаними зі стисненням матеріалу при його охолодженні.

В результаті впливу навантаження і деформації верхнього шару рідина починає рухатися уздовж пір дефектної ділянки (рис. 4).



а) швидкість всередині структури б) тиск в каналах пір і мікротріщин

Рисунок 4 – Структура асфальтобетонного покриття з мікропорами, що руйнується

Аналіз показав, що при невеликих швидкостях руху, вплив ударної дії колеса мінімальний, в той же час зростаюча в'язкість рідини збільшує початковий тиск в холодну пору року при температурах, близьких до нуля. Також очевидно, що чим більше вага транспорту, тим "замикаюча" дія матеріалу колеса вище. Збільшення максимальних значень тисків рідини при зростанні силового впливу від колеса на поверхню дороги свідчить про рух рідини в деформованих порах і тріщинах. Збільшення тиску рідини від швидкості транспортного засобу пропорційне ударній силі (рис. 5).

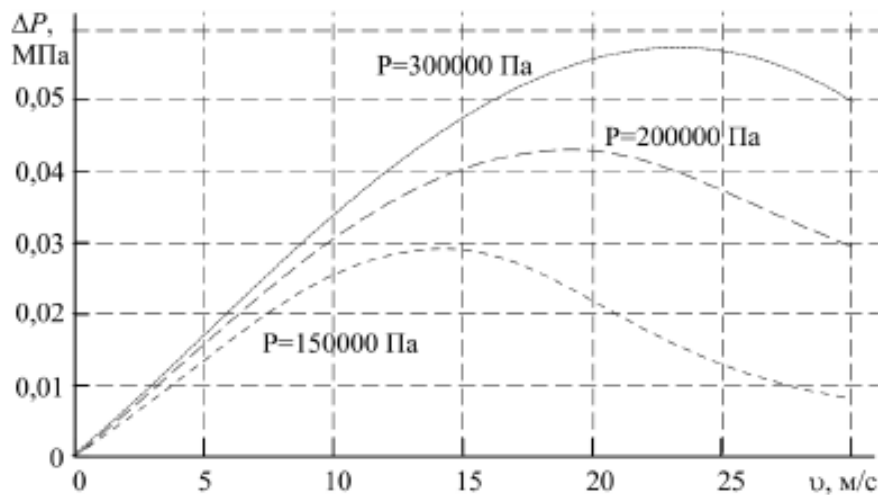


Рисунок 5 – Залежність величини тиску у каналах пор від швидкості руху транспортних засобів різної ваги

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. Гордієнко С. М. Міські вулиці та дороги : конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / С. М. Гордієнко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 105 с.

2. Кашканов, А. А. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг та міських вулиць : навчальний посібник / Кашканов А. А., Кашканов В. А., Кужель В. П. Вінниця : ВНТУ, 2018. 113 с.

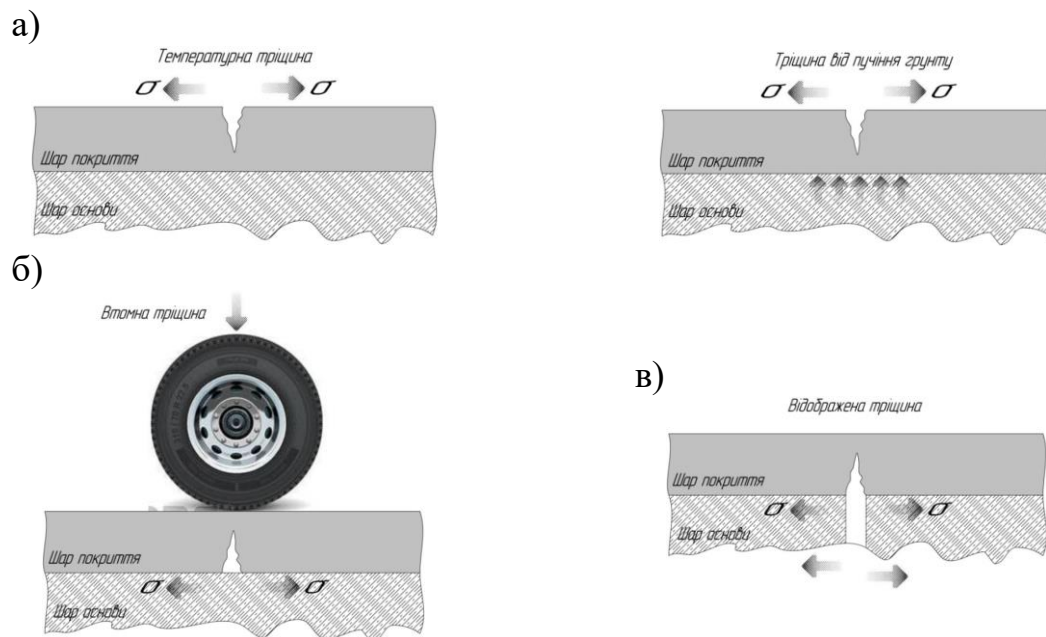
ГЕРМЕТИЗАЦІЯ ТРІЩИН АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

*Балашов Н.С., студент гр. Д-36т1-21,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Горобець О.С., студент гр. ПЦБ-529
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Воловик О.О., к.т.н. доц. кафедри БЕАД
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Необхідність виникнення та розвитку технології герметизації тріщин обумовлена появою їх в асфальтобетонному покритті дорожнього одягу. Тріщини є одним із найпоширеніших дефектів асфальтобетонного покриття та можуть бути технологічними і експлуатаційними.

Технологічні тріщини з'являються у зв'язку із неякісним сполученням стику між холодним, раніше укладеним шаром асфальтобетону та гарячим, свіже влаштованим.

Експлуатаційні тріщини у дорожньому покритті виникають від напружень розтягу в результаті комплексної дії зовнішніх силових факторів. За причинами утворення, тріщини можуть бути температурними, втомними та відображеними (рис. 1).



а) температурна тріщина; б) втомна тріщина; в) відображена тріщина

Рисунок 1 – Схематичне зображення появи тріщин

Температурні тріщини виникають в результаті охолодження і, відповідно, зменшення загального об'єму асфальтобетонного покриття. По вертикалі вони

розвиваються зверху вниз – від поверхні покриття до основи. Тріщини від здимання ґрунту виникають у зв'язку із збільшенням об'єму ґрунту у нижніх конструктивних шарах дорожнього одягу за рахунок замерзання вологи, яка вміщується у його порах. По вертикалі вони розвиваються знизу вгору – від основи до поверхні покриття.

Втомні тріщини виникають при згині монолітного шару від багаторазового прикладання транспортного навантаження. Розвиваються знизу вгору – від підшви основи до верху покриття.

Відображені тріщини копіюють шви або тріщини, які виникли у нижніх шарах конструкції дорожнього одягу.

По розташуванню у дорожньому покритті тріщини можуть бути поперечні, поздовжні та діагональні.

Таким чином у зв'язку із необхідністю забезпечення вимог до експлуатаційного стану автомобільних доріг, збільшення строків їх служби та зменшенню витрат на ремонт і утримання, виконують герметизацію тріщин та швів. При герметизації тріщин необхідно враховувати вид матеріалу покриття; число тріщин та середню відстань між ними; ширину тріщин та максимально можливе переміщення кромek в процесі експлуатації покриття; ступінь розгалуженості тріщин в плані; стан покриття в зоні тріщин та ступінь руйнування кромek; міцність дорожнього одягу у зоні тріщин та швів. Роботи з санації тріщин виконують в суху погоду при вологості не більше 80 % при температурі повітря не нижче 5 °C з урахуванням вимог ДСТУ-Н Б В.1.1-27 [1]. Слід враховувати, що технологічні операції санації тріщин залежатимуть від ширини тріщин.

Тріщина, яка не обробляється буде руйнуватися за рахунок температурних коливань. Оскільки тріщина розширюється та стискається, до неї потрапляють вода та сміття визиваючи подальше руйнування, скорочуючи тим самим термін служби верхнього шару асфальтобетонного покриття (рис. 2). Залита тріщина з нерозкритими краями не забезпечується необхідною проникною здатністю мастики. З часом це призводить до руйнування застиглого тіла мастики від дії температурних коливань за періодами року (рис. 3). Тріщина, яка заливається з розкриттям країв забезпечується чистими міцними краями та достатньою кількістю мастики, яка у достатній мірі витримує температурні напруження стиску та розтягу (рис. 4).

В залежності від температури липкості та стійкості герметика до зносу від дії коліс транспортних засобів заливку герметика виконують з недоливом, врівень з краями та з утворенням прошарку на поверхні проїзної частини (рис. 5). Розміри прошарку не рекомендується робити більшими 10 мм по ширині та 3 мм по висоті.

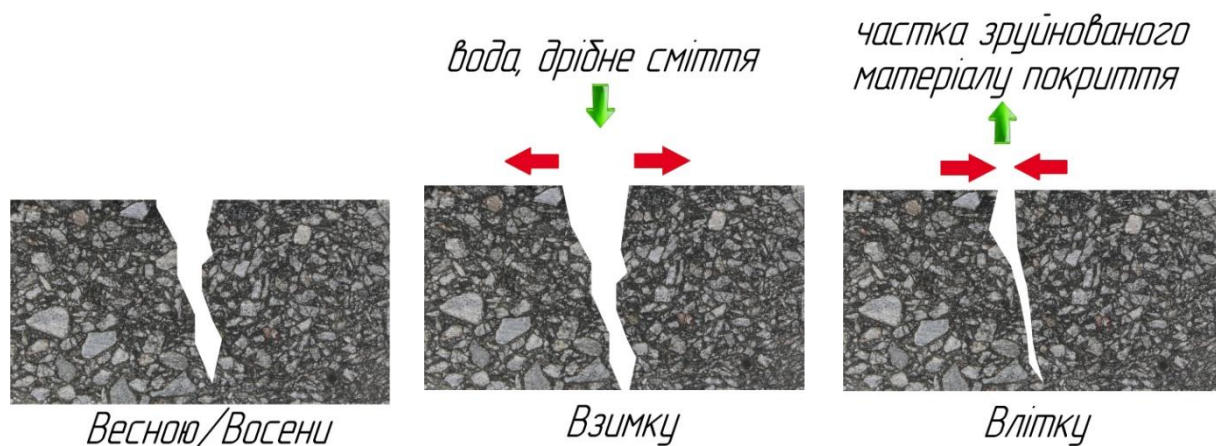


Рисунок 2 – Не загерметизована тріщина у асфальтобетонному покритті

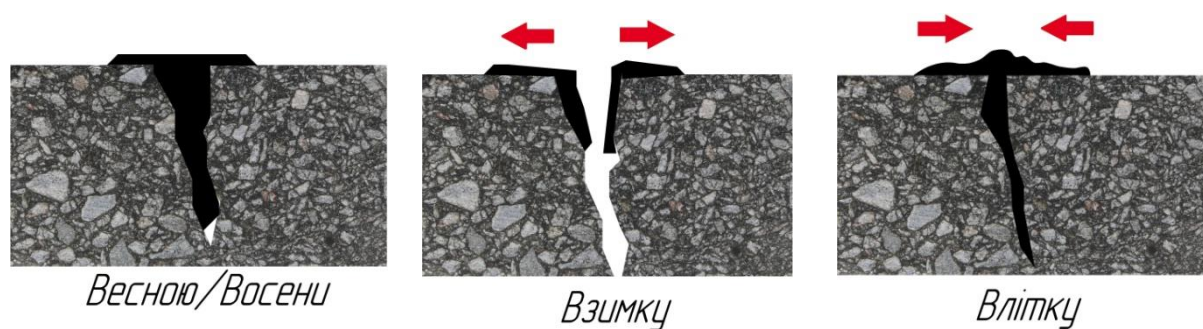


Рисунок 3 – Тріщина, залита мастикою без розкриття країв

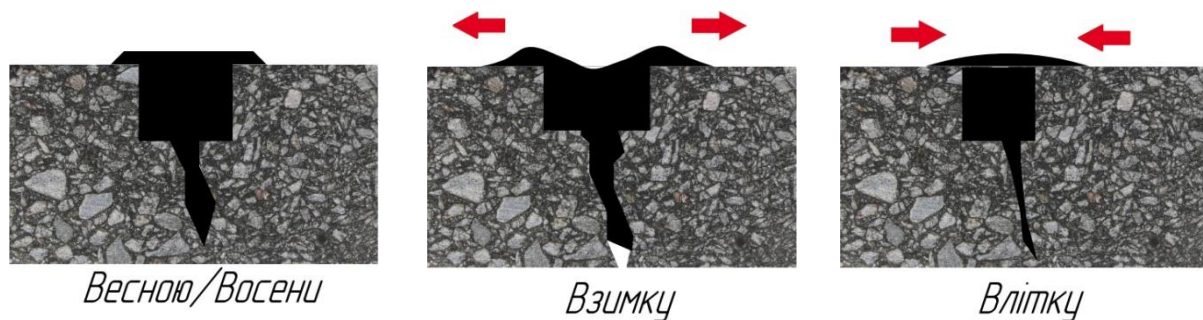


Рисунок 4 – Тріщина, залита мастикою з розкриттям країв



Рисунок 5 – Заливка герметика у тріщини

Для герметизації тріщин у дорожньому покритті використовують герметики гарячого та холодного застосування. Герметики холодного застосування являють собою матеріали на основі синтетичних каучуків (полісульфідні, поліуретанові,

полісілоксанові), які використовуються без попереднього розігріву, та застигають в результаті хімічної реакції при перемішуванні складових компонентів. На покриттях, що експлуатуються, проміжок часу з моменту заповнення тріщин герметиками холодного застосування до початку можливої експлуатації покриття при температурі плюс 20 °С повинен бути не більше 6 год.

Герметики гарячого застосування являють собою мастики на бітумній основі: бітумні (Б), бітумно-полімерні (БП), бітумно-гумові (БГ), полімерні (П) [2, 3], та бітумно-еластомірні (БЕ) [3], бітумно-полімерно-емульсійні [3]. Перед заливкою тріщини ці мастики попередньо розігріваються у плавильно-заливальній машині до робочої температури, яка рекомендована виробником. Також можуть бути рулонні основні або без основні стрічки, які розігрівають безпосередньо на поверхні дорожнього покриття з тріщиною або рулонні самоклеючі стрічки [3]. Але вони не знайшли широкого застосування у практиці герметизації тріщин.

Герметики характеризуються гнучкістю та розділяються на марки згідно ДСТУ Б В.2.7-116 [2]: Г25, Г35, Г50. Гнучкість – це властивість герметика витримувати вплив негативних температур без появи на його поверхні тріщин та зламів.

Аналізуючи існуючу інформацію можемо відзначити, що в Україні недостатньо уваги приділяється питанням герметизації тріщин на асфальтобетонному покритті, відсутні як матеріали для герметизації так і установки для заливки тріщин власного виробництва. Роботи з герметизації тріщин виконуються у відповідності з досвідом закордонних країн світу.

Література

1. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі: ДСТУ-Н Б В.1.1-27-2010. – [Чинний від 2010-12-16]. – К.: Державний стандарт України, 2011. – 127 с. – (Національний стандарт України).
2. Матеріали герметизуючі для швів аеродромних покриттів. Загальні технічні умови (ГОСТ 30740-2000): ДСТУ Б В.2.7-116-2002. – [Чинний від 2002-10-01]. – К.: Державний стандарт України, 2002. – 24 с. – (Національний стандарт України).
3. Матеріали для герметизації швів і тріщин в покриттях дорожнього одягу автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.7-136:2016. – [Чинний від 2017-01-01]. – К.: Державний стандарт України, 2016. – 15 с. – (Національний стандарт України).

ПРИЧИНИ РАНЬОГО УШКОДЖЕННЯ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТІВ

Бану С.В., ст. групи Д-36m1-21

d6t21bsv@stud.khadi.kharkov.ua

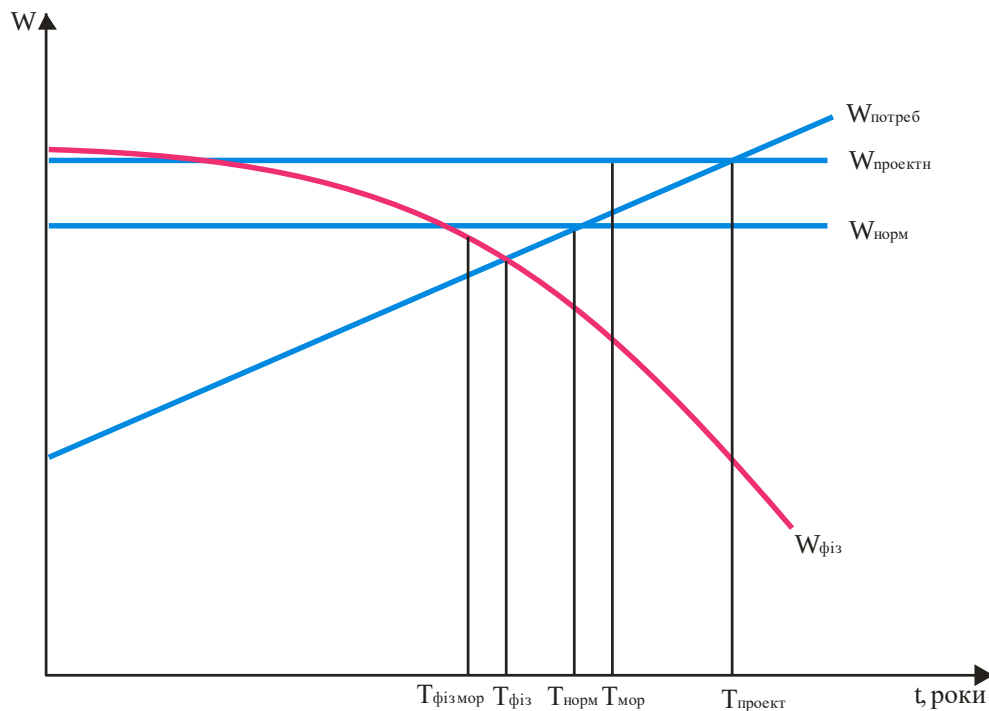
Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Під довговічністю моста або його основних елементів (фундаменти, опори, прогонові будови, опорні частини, мостове полотно) розуміють період часу, протягом якого спорудження (елемент) може експлуатуватися в проектному режимі при нормальному утриманні без реконструкції або капітального ремонту [1].

Для споруд, що експлуатуються це – часовий ресурс, що залишився, який, як правило, значно менше решти проектного терміну служби внаслідок морального і, головним чином, фізичного зносу елементів. На рисунку 1 наведені терміни служби мостових конструкцій за різними критеріями.



W – рівень споживчих властивостей; $W_{\text{норм}}$ – нормативний; $W_{\text{проектн}}$ – проектний;
 $W_{\text{потреб}}$ – необхідний за умовами експлуатації; $W_{\text{фіз}}$ – з урахуванням фізичного зносу;
 $T_{\text{норм}}$ – нормативний термін служби; $T_{\text{проект}}$ – проектний термін служби; $T_{\text{мор}}$ – термін служби з урахуванням морального зносу; $T_{\text{фіз}}$ – термін служби з урахуванням фізичного зносу; $T_{\text{фізмор}}$ – термін служби з урахуванням і фізичного, і морального зносу

Рисунок 1 – Терміни служби мостових конструкцій за різними критеріями

Цементобетонні елементи мостів піддаються експлуатаційним навантаженням та природним кліматичним впливам. Ці впливи представлені змінами температури, вологості повітря та інших погодних явищ.

Найбільш завантаженими, вразливими до постійних і тимчасових навантажень, є залізобетонні плити проїзної частини.

Дослідження показують, що, найчастіше, саме плити проїзної частини зумовлюють властивості, що визначають ставлення матеріалів до різних фізичних процесів, навантажень. У таблиці 1 наведені характерні дефекти і пошкодження залізобетонної плити прогонової будови.

Таблиця 1 – Характерні дефекти і пошкодження залізобетонних плит

Вид дефекту (пошкодження)	Місцезнаходження дефекту (пошкодження)
Руйнування захисного шару бетону з оголенням арматури	Залізобетонна плита
Поверхнєве руйнування бетону без оголення арматури	Залізобетонна плита
Вибойни, напливи, нерівності покриття	В районі деформаційних швів
Поздовжні тріщини на ділянках стиків	Поперечні стики плити проїзної частини
Усадкові тріщини	Поверхня плити
Порушення з'єднання металевих коробів і плит проїзної частини	Залізобетонна плита
Поверхня з неглибокими раковинами	Поверхня залізобетонної плити
Руйнування плити проїзної частини вздовж шва омоноличування їх з прогоном	Залізобетонна плита
Суцільне вилугування консолей плит, включених у спільну роботу з головними балками	Залізобетонна плита
Недостатня товщина захисного шару	Залізобетонна плита
Руйнування бетону з оголенням арматури	Консолі збірних плит проїзної частини, нижні поверхні і торці
Поздовжні силові тріщини в плиті, поперечні усадочні тріщини в плиті	Нижня поверхня плит на ділянці між головними балками
Тріщини по контакту бетону омоноличування і основного бетону плит	Стики плит
Внутрішні порожнини	У бетоні омоноличування плит
Похилені тріщини	Залізобетонна плита
Неякісне заповнення поздовжнього шва між металом і плитою	Залізобетонна плита
Наявність пустот під плитою проїзної частини	Залізобетонна плита
Хаотично розташовані тріщини	Поверхня залізобетонної плити

Вимоги утримання автодоріг зобов'язують забезпечити безпеку на найбільш небезпечних ділянках доріг, в тому числі на мостах і шляхопроводах. Виходячи з

цього, служби експлуатації доріг в першу чергу і найбільш інтенсивно обробляють протижеледними сумішами мости і шляхопроводи.

Боротьба із зимовою слизькістю на автомобільних дорогах здійснюється, як правило, за допомогою хімічних протижеледних матеріалів (ПОМ) на основі хлористих солей (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , KCl) [2].

На рисунок 2 наведена класифікація протижеледних матеріалів.



Рисунок 2 – Класифікація протижеледних матеріалів

Дослідженнями доведено, що поряд з позитивними властивостями цих солей (плавка здатність, температура кристалізації і ін.) виявляються і негативні по відношенню до металевих і бетонних елементів автомобільних доріг (мости, шляхопроводи, покриття і т. п.) і навколишнього природного середовища (грунт, вода, повітря) [2].

Ступінь агресивної дії хлоридів визначається видом солей, їх гігроскопічністю, розчинністю, а також вогкістю середовища.

Аналіз результатів обстежень мостів дозволяє зробити однозначний висновок – основні причини появи пошкоджень на залізобетонних мостах і шляхопроводах корозія бетону та арматури внаслідок попадання на елементи мостів води з проїзної частини і тротуарів.

Особливо небезпечна вода з проїзної частини і тротуарів в осінньо-зимовий період, оскільки вона містить в собі хімічні речовини, що застосовуються при боротьбі з ожеледицею, які викликають хлоридну корозію на додаток до карбонізації.

Результати обстеження балкових мостів і шляхопроводів виявляють практично одні і ті ж дефекти, пов'язані з корозією залізобетону. На всіх мостах і шляхопроводах йде інтенсивне руйнування крайніх балок, це пов'язано з тим, що на крайні балки потрапляє вода з проїзної частини і тротуарів. Другим слабким місцем мостів є деформаційні шви – вони на всіх мостах знаходяться в такому стані, що через них вода з проїзної частини вільно потрапляє на торці балок прогонових будов, ригелі і верхню частину опор, приводячи до їх руйнування.

Таким чином можна зробити висновок, що до основних негативних факторів відноситься – хлоридна агресія, переміщення води, хімічна деградація, цикли заморожування-відтавання, низькі температури і т.п.

У поверхневих шарах бетону, які стикаються із зовнішнім середовищем, йде руйнування структурних елементів гідратованого цементного каменю, а іноді і негідратованих зерен цементного клінкеру.

Основну роль в руйнуванні цементного каменю при дії низьких температур грають пористість і вид капілярно-пористої структури бетону. Бетонні конструкції в зоні змінного рівня отримують найбільші пошкодження в результаті замерзання парової води (рис. 3).

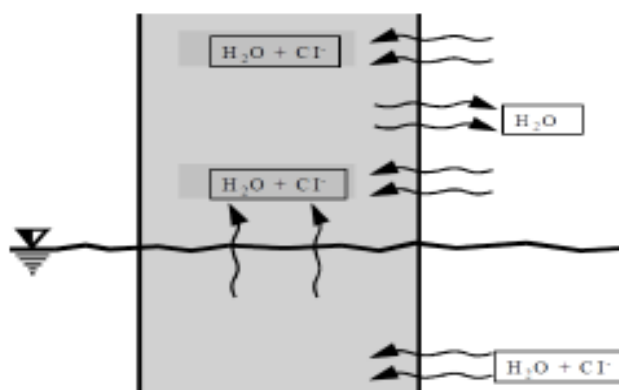


Рисунок 3 – Проникнення хлорид-іонів в зоні змінного рівня споруди

Аналіз літературних джерел показує, що агресивні властивості розчинів солей визначаються ступенем їх мінералізації, кількістю розчинених речовин (неорганічні солі, органічні речовини), що містяться у воді. Розчини солей викликають зниження міцності цементобетону. Руйнівна дія розчинів солей визначається їх здатністю взаємодіяти з водою з утворенням водневих (кислих) або гідроксидних (лужних) іонів. Найбільш несприятливий вплив протиожеледні матеріали надають цементобетонним елементам штучних споруд. Руйнування бетону обумовлено агресивним впливом на нього розчинів хлористих солей в поєднанні з заморозками. Утворені при таненні снігу і льоду сольові розчини різної концентрації проникають в пори і капіляри бетону і при замерзанні руйнують його.

Захист бетону передбачає застосування захисних засобів і матеріалів відразу після введення об'єкта в експлуатацію та в процесі експлуатації.

Гідрофобізуюча добавка випускається у вигляді рідини, до складу якої входять органічні речовини. Гідрофобізатор має в'язку структуру, яку наносять на бетонну поверхню – це називається гідрофобізація бетону. Така обробка дозволяє створити щільну плівку, що надійно покриває порожнечі в бетоні. Таким чином, всередину матеріалу не проникає волога.

Література

1. Електронний ресурс: <http://www.oo2.ru/posts/366/>
2. Електронний ресурс: <https://studfiles.net/preview/5918439/page:4/>.

МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ЗИМОВОЮ СЛИЗЬКІСТЮ

Бобошко А.О. ст. групи Д-41-20,
Boboshko608@gmail.com

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

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Зимова слизькість проявляється в зниженні коефіцієнту зчеплення колеса з покриттям, на якому утворилась ожеледь або сніжно-льодовий накат, що викликає значне зниження безпеки руху.

У різних країнах існують свої підходи до усунення зимової слизькості, але їх суть можна звести до таких заходів: профілактична обробка покриття для запобігання ожеледі або ослаблення зчеплення льоду з покриттям; розсипання фрикційного матеріалу з хімічними речовинами або без них для підвищення коефіцієнта зчеплення колеса із поверхнею покриття; розсипання хімічних речовин для плавлення снігу та льоду з наступним видаленням за межі проїзної частини. Своєчасне видалення зимової слизькості на дорогах забезпечує безпечний рух автомобілів [1].

Боротьбу з зимовою слизькістю необхідно проводити в першу чергу на аварійно-небезпечних ділянках; на ділянках ухилом більше 6 ‰; видимістю менше 350 м; радіусах в плані менше 600 м; в межах населених пунктів; на перехрестях в одному рівні; в межах автобусних зупинок; на штучних спорудах та підходах до них; на інших ділянках, де може виникнути потреба в терміновому гальмуванні [2].

Для боротьби із зимовою слизькістю застосовують фрикційний, механічний, фізико-хімічний, хімічний, тепловий методи та застосування спеціальних протиожеледних покриттів (рис. 1) [1,3].



а) фрикційний; б) механічний; в) фізико-хімічний; г) хімічний

Рисунок 1 – Методи боротьби с зимовою слизькістю

В якості фрикційних матеріалів використовуються пісок, дрібний гравій, відходи подрібненого кам'яного матеріалу, шлак, зола та інші абразивні матеріали. Розміри частинок матеріалів не повинні перевищувати 5-6 мм. Більші частинки будуть відкидатися колесами і пошкоджувати вітрове скло автомобілів, розподільників і можуть травмувати людей [2].

Найпоширенішим фрикційним матеріалом є пісок. Вміст глинистих частинок у піску допускається трохи більше 2-3 %.

Перевагою фрикційного методу є його простота. Однак він має істотні недоліки. Розсипаний матеріал підвищує коефіцієнт зчеплення коліс з слизьким покриттям на короткий час, тому що матеріал довго не затримується на покритті. Він здувається повітрям, утвореним після проходження автомобілів, розкидається колесами транспорту та переноситься вітром.

За наявності вологого льоду використання піску дає вищий результат у боротьбі зі слизькістю на дорогах, так як він краще закріплюється на поверхні.

Рекомендована норма витрати піску на прямих ділянках з поздовжнім ухилом до 20 % при ожеледиці становить 0,1-0,2 м³ на 1000 м², а на кривих, ухилах більше 20 %, на перетинах доріг норму витрати подвоюють. Рекомендована швидкість машини під час розсипання матеріалів – 30-40 км/год.

У багатьох країнах проводилися дослідження щодо використання підігрітого піску. Однак вони не дали бажаного результату, оскільки дрібні частинки піску легко здуваються, а частина великих зерен, що залишилася, не забезпечує належний ефект.

Піщано-соляна суміш готується шляхом додавання до піску сухої солі у кількості 15-20 кг/м³. Така суміш готується на базах зберігання протиожеледних матеріалів.

При високій інтенсивності та великій швидкості руху автомобіля піщано-соляна суміш не затримується на дорозі довше, ніж чистий пісок без солі. Така суміш менш агресивна до навколишнього середовища порівняно із застосуванням тільки однієї солі, так як разом з піском розподіляється значно менше на дорожньому покритті.

Норма витрати піщано-соляної суміші – від 100 г/м² до 350 г/м² у залежності від ступеня небезпеки дорожніх ділянок. На кривих та крутих спусках витрата суміші більша, а на прямих з невеликими поздовжніми ухилами менше.

Піщано-соляна суміш може бути приготовлена шляхом додавання у пісок не сухої солі, а соляного розчину. Ця суміш має свої переваги порівняно з сухою піщано-соляною сумішшю. Матеріал утримується на крижаній кірці краще, так як сольовий розчин розчиняє поверхню льоду. В результаті відбувається відтавання льоду, піщинки занурюються в крижану кірку і замерзають у ній. Піщинки, що вмерзли в лід міцно утримуються на крижаній поверхні, збільшуючи її шорсткість і коефіцієнт зчеплення.

Хіміко-механічний метод боротьби із зимовою слизькістю полягає в розподілі по сніговому накату твердих або рідких хлоридів. Дія їх заснована на плавлячій здатності льоду, після чого пухку масу прибирають механічним

способом за допомогою плужних або плужно-щіткових очисників. Можна використовувати і автогрейдери.

Витрата твердих хлоридів на 1 мм товщини кірки становить від 15 г/м² до 90 г/м², а рідких хлоридів – від 0,08 л/м² до 0,15 л/м² залежно від виду хлориду та температури навколишнього повітря. Для зменшення витрат хлоридів та підвищення їх ефективності в сніговому накаті нарізуються поздовжні канавки глибиною від 2 см до 5 см, шириною 6 см на відстані 2 см одна від одної. Ножі з ріжучою кромкою з круглих зубів прикріплюються до листа, який фіксується на відвалі автогрейдера. Ножі з круглими зубами можуть руйнувати покриття, тому робити канавки потрібно з великою обережністю та не перевищувати існуючу глибину снігового накату.

При розподілі тверді або рідкі хлориди в основному попадають у нарізані канавки і швидше руйнують сніговий накат, а потім прибирають плужно-щітковими машинами. У порівнянні з витратами при звичайному способі витрати хлоридів зменшуються від 30 % до 40%.

Фізико-хімічний спосіб полягає в попередньому обробленні покриттів хімічними реагентами, які поліпшують гідрофобні властивості поверхні покриттів.

Хімічний метод заснований на застосуванні для плавлення сніжного накату та льоду твердих або рідких хімічних речовин, що містять солі. Хлористі солі вступають у реакцію з крижаною поверхнею, що супроводжується виділенням тепла. Інтенсивність реакції залежить від плавлячої здатності хлоридів (кількість розплавленого льоду на 1 г солі при даній від'ємній температурі повітря t протягом T).

Зі зниженням температури повітря плавляча здатність хлоридів знижується а його витрата збільшується.

Розчини, які утворюються при плавленні льоду, можуть при низькій температурі стати причиною нового обледеніння. Так, розчин хлористого натрію 23 %-ної концентрації замерзає при температурі навколишнього повітря мінус 21 °С, а розчин хлористого кальцію 30 %-ної концентрації – при мінус 50 °С. Проте концентрація розчинів може бути меншою, тому мінімальні температури повітря, при яких рекомендується застосовувати тверді хлориди, коливаються від мінус 10 °С до мінус 20 °С, а рідкі від мінус 5 °С до мінус 15 °С.

В якості твердих хлоридів зазвичай використовують різні відходи промисловості.

Технічна кухонна сіль NaCl найбільш поширена в природі у вигляді мінералів галита і сильвинита. З цієї сировини випускають харчову, в якій міститься до 99,7 % NaCl, та технічну сіль, яка вміщує більше 93 % NaCl.

Застосовувана для боротьби із зимовою слизькістю технічна сіль має крупність від 1,2 мм до 4,5 мм.

Технічна сіль із сильвінітових відвалів – це відходи виробництва калійних добрив. Вони містять до 95 % хлористого натрію, 2–3 % хлористого калію та до 1 % хлористого магнію. Відходи накопичені в великих кількостях у відвалах

калійних комбінатів. Частинки солі мають крупність до 4 мм. Недоліком цієї солі є підвищена вологість (від 8 % до 12 %) і, як наслідок, злежування за позитивної температури і змерзання при низькій негативній температурі оточуючого повітря.

Хлористий кальцій CaCl_2 є побічним продуктом виробництва соди. Хлористий кальцій фосфатований – це суміш хлористого кальцію із суперфосфатом (інгібітором). Добавка інгібітора в кількості від 5 % до 7 % знижує корозійну дію солі.

Хлористий кальцій дорожчий і агресивніший до металів, ніж хлористий натрій, тому з них створюють суміш, яку застосовують при нижчих температурах, ніж чистий NaCl . Оптимальну суміш одержують при співвідношенні $\text{NaCl} / \text{CaCl}_2$ як 22/3.

Рідкі хлориди застосовуються у вигляді природних і промислових розсолів. Вони придатні для боротьби із зимовою слизькістю, коли концентрація солей становить понад 150 г/л. Температура замерзання рідких хлоридів від мінус 10 °С до мінус 17 °С, тому нижче цих температур їх використовувати не можна.

Рідкі природні розсоли містяться в солоних озерах або їх видобувають шляхом буріння свердловини глибиною 800-1300 м.

Серед інших способів боротьби із зимовою слизькістю також існує: застосування добавок, нагрівання покриття дороги, пристрої із автоматичним розподіленням протиожеледних матеріалів, покриття із антиожеледними властивостями тощо.

У всьому світі проводять наукові дослідження та практичні пошуки все більш ефективних способів і засобів боротьби із зимовою слизькістю.

Література

1. Каськів В.І., Півторацький Д.С., Бідненко Н.А., Дубова О.А. Узагальнення міжнародного досвіду в боротьбі із зимовою слизькістю. *Дороги і мости*. Київ, 2021. № 23. С. 225–236.
2. П Г.1-218-118:2005 Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг. Київ, 2005. 105 с. (Інформація та документація).
3. П Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонтів та утримання автомобільних доріг загального користування України. Київ, 2009. 253 с. (Інформація та документація).

ЯК ЕФЕКТИВНО ВІДНОВИТИ ДОРОЖНЮ ІНФРАСТРУКТУРУ ПІСЛЯ ВІЙНИ

*Бова К.О., ст. групи Дз-31-21,
Яреценко Н.В. доц. кафедри БЕАД
netyasin4@gmail.com*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Велика війна завдала безпрецедентних збитків дорожній інфраструктурі. За рік було зруйновано або пошкоджено понад 25 тис км автошляхів державного та місцевого значення і майже 350 мостів.

Загальна оцінка збитків перевищує 36 млрд. дол. або 1,4 трлн грн., що становить майже третину річного ВВП країни. Це означає, що всі довоєнні програми розвитку дорожньої мережі країни втратили актуальність і більше не працюють. Тому темпи будівництва і підходи до нього потрібно суттєво переглянути, а горизонт планування необхідно збільшити до 10-20 років. У рамках загальної дискусії бізнесу та влади про те, як повинна розвиватися повоєнна економіка України, для ефективної імплементації змін кожна галузь має запропонувати бачення розвитку свого сегменту.

Війна кардинально змінила дорожню галузь. Замість масштабних проєктів, які реалізувалися в попередні роки, роботи переважно сконцентровані на трьох ключових напрямках:

- відновлення критично пошкоджених ділянок (підірвані шляхопроводи, заблоковані через руйнування населені пункти, пошкоджена інфраструктура на деокупованих територіях),
- добудова об'єктів на стратегічних напрямках (зернові коридори, прикордонні ділянки, критичні транзитні розв'язки),
- роботи на військових об'єктах або об'єктах подвійного призначення.

Фахівці дорожньої галузі продемонстрували, що можуть швидко переорієнтовуватися і відновлювати найскладніші об'єкти без втрати якості.

Фаховість і високі темпи робіт працівники дорожньої галузі показали ще під час реалізації проєктів програми президента "Велике будівництво", які розгорнулися до лютого 2022 року і повинні були тривати далі.

За даними Укравтодору, за період дії "Великого будівництва" (2019-2021 роки) вдалося відновити понад 14 тис км доріг та 560 мостових споруд. До 2025 року мала бути оновлена вся державну мережа – 24 тис км доріг і 1 400 мостів.

За оцінками профільних об'єднань, автодорожники за цей час інвестували понад 1 млрд. дол. в оновлення та розширення технологічної бази (придбання техніки, мобільних асфальтобетонних заводів), навчання персоналу, удосконалення технологій, розвиток сировинної бази. Зокрема, близько 300 млн. дол. у ці напрямки інвестувала група компаній "Автострада".

Відновлення України буде неможливим без відновлення дорожньої мережі, а отже – без інвестицій в інфраструктурне будівництво. Уже зараз варто реалізовувати довгострокову програму розвитку інфраструктури, яка дозволить планувати і масштабувати роботу десятків тисяч людей, задіяних у галузі.

Для ефективної імплементації цієї програми горизонт планування має сягати 10-20 років, що дозволить сформувати глобальне бачення розвитку сектору. Які ключові елементи повинна містити програма інфраструктурної відбудови?

1. Потрібно встановити чіткі часові рамки відновлення мережі доріг включно з усіма штучними спорудами: до п'яти років. Це реалістичний орієнтир з огляду на темпи оновлення, які галузь демонструвала до великої війни і показує зараз.

2. На державному рівні має запуститися прозорий та зрозумілий механізм планування фінансових видатків на відновлення інфраструктури принаймні на три - п'ять років. Зараз галузь працює в рамках одного бюджетного року.

3. Створення мережі автобанів, які з'єднають міста-мільйонники та західні кордони з українськими портами. Це можливо реалізовувати шляхом створення мережі концесійних доріг. Для цього держава повинна запровадити чіткі правила і гарантії державного та приватного партнерства.

4. Усі міста-мільйонники та обласні центри мають отримати якісні, продумані об'їзні дороги, які будуть розраховані на наявні обсяги транспорту.

5. Держава має сфокусуватися не тільки на відновленні мережі доріг, а й на її розширенні та вдосконаленні. Дорожня інфраструктура України була спроектована за часів Радянського Союзу для тієї інтенсивності трафіку, яка була актуальна 40-50 років тому. З того часу кількість автомобілів суттєво збільшилася і в умовах сучасного навантаження ця мережа не витримає.

6. Мережа має розвиватися так, щоб розкрити потенціал туристичної України. Ми не зможемо розвивати внутрішній туризм без якісного транспортного сполучення і розвитку супутньої інфраструктури біля туристичних магнітів.

7. На державному рівні має бути вирішена проблема довгобудів. Яскравий приклад – Подільсько-Воскресенський міст, який будується понад 15 років. Держава не отримує економічного ефекту від інвестицій до завершення об'єкту, отже, вкладені кошти не працюють. Якщо місцева влада не може реалізувати масштабні проекти, вони мають бути винесені на державний рівень.

8. Має бути запроваджений принцип "проектуй – будуй – експлуатуй". Неправильно, коли підрядник несе гарантійні зобов'язання, а експлуатаційне утримання здійснює інша організація. На період гарантійного терміну експлуатацію має виконувати та компанія, яка будувала об'єкт.

9. На законодавчому рівні мають бути впроваджені критерії відбору учасників закупівель на всіх об'єктах будівництва. Поряд з ціною варто враховувати досвід виконання контрактів, наявність техніки, обладнання та працівників. За основу варто взяти підхід, який застосовують країни ЄС, ЄБРР та Світовий банк.

10. Має бути впроваджена система ціноутворення CESSM4, а радянські "ресурсні" норми ціноутворення мають піти в минуле. Держагентство з відновлення вже почало впроваджувати ці стандарти в процеси дорожнього будівництва. Їх потрібно запровадити в будівельну галузь загалом.

Такий план дій створить прозорі правила для роботи галузі і зрозумілий горизонт планування для бізнесу, дасть змогу розвивати виробництва та інвестувати.

Впровадження визнаної у світі методології ціноутворення і планування наведе порядок на ринку і створить умови для розвитку різних його сегментів. Ухвалення цілісної комплексної стратегії з горизонтом планування від 10 до 20 років дасть можливість формувати плани розвитку не лише для автодорожньої галузі, а й для усіх суміжних галузей економіки. Вони зможуть більш ефективно планувати виробничі процеси, інвестиції, розподіл потужностей.

Бізнес буде розуміти, куди рухається держава, а громадяни матимуть чіткіше уявлення про процес відновлення інфраструктури. Це також позитивно вплине на іноземні інвестиції, оскільки швидке відновлення інфраструктури матиме потужний імпульс для відродження інших галузей економіки.

Література

1. Дороги і мости: Збірник наукових праць. – К.: ДП «ДерждорНДІ», 2014. – Випуск 14–250 с
2. Дороги і мости: Збірник наукових праць. – К.: ДерждорНДІ, 2008. – Випуск 9 – 290 с

ПЕРЕРОБКА СКЛЯНИХ ВІДХОДІВ ДЛЯ ДОРОЖНЬОГО БУДІВНИЦТВА

Бондар В.Д., ст. групи Д-41-20,
Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД
netyasin4@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Використання відходів виробництва у дорожньому будівництві є одним із важливих напрямів захисту навколишнього середовища та раціонального використання матеріалів при будівництві автомобільних доріг. Можливість використання відходів склобою у дорожньому будівництві для дренажних шарів конструкцій дорожнього одягу є перспективним напрямком. Результати дослідження впливу зернового складу відходів склобою на коефіцієнт фільтрації доказують це. Проводилися дослідження варіантів сумішей склобою з річковим піском. В результаті чого були отримані позитивні результати, що свідчать про можливість застосування відходів склобою для влаштування дренажних шарів конструкцій дорожнього одягу.

В сучасності, використання переробленого скла як наповнювача в бетоні стало поширеним. Дослідження які проводилися в Колумбійському університеті Нью-Йорку, це підтверджують. Такий наповнювач значно підвищує естетичну привабливість бетону. Останні дослідження показали, що бетон, виготовлений з використанням переробленого скляного наповнювача, показав кращу довготривалу міцність і ліпшу теплоізоляцію завдяки термічним властивостям скляних агрегатів.

Наповнювач, із різнокольорового подрібненого скла невеликого розміру, замінює дрібний гравій або щебінь у багатьох будівельних та інженерних проєктах. Скляний наповнювач не є гострим для обробки. Заощадження бюджетних коштів у місті Тумвотер, у житлово-комунальних господарствах сягає тисяч доларів. Для багатьох випадків Транспортний Департамент штату має специфікації для використання: розмір і відсотковий вміст кількості для сумішей. Зазвичай використовується для таких потреб, як опалубок для прокладання труб: каналізаційних, зливів стічних вод та труб для питної води, для перенесення ваги з поверхні і для захисту труб. Іншим звичайним застосуванням є заповнювач, для того, щоб довести рівень бетонної підлоги до рівня фундаменту.

Інші варіанти використання переробленого скла охоплюють:

- Ізоляційні продукти зі скловати,
- Виробництво керамічної сантехніки,
- Як керамічний флюс у виробництві цегли,
- Астротурф,
- Використання у сільському господарстві і ландшафтному дизайні, таке як покривний матеріал, мульчування кореневої зона або заміна піску для гольф-бункерів,

- Відновлені скляні стільниці,
- Матеріал у фільтрах для води,
- Абразиви.

Змішані відходи може бути отримано з установок відновлення матеріалів або механічних систем біологічного очищення. Деякі об'єкти можуть робити сортування змішаних відходів за різним кольором за допомогою електронно-оптичних сортувальних пристроїв.

Раніше склотару обмінювали на гроші в спеціальних пунктах приймання склотари, де треба було вистояти чергу або, для зручності населення, безпосередньо в магазинах, які здійснювали продаж товарів, розфасованих в склотару, як правило, в продуктових. До того-ж, купуючи в магазині нові товари, покупець тут же міг здати порожні пляшки, повернена заставна вартість яких, віднімалася під час підрахунку загальної вартості покупки.

Як правило, найбільш широко і найпростіше здійснювалося здавання молочних пляшок, зважаючи на фактично повсюдний обіг молочних продуктів і майже постійної наявності в магазині спеціальних ящиків з чарунками для розміщення там пляшок і безпечного їх. Також і магазини, під час приймання нових партій молочних продуктів, привезених автотранспортом молокозаводів, на місце вивантаженої з автомашин продукції, zarazом завантажували ящики з прийнятою у населення порожньою склотарою. Таким чином, до процесу здавання-приймання склотари, були залучені покупці товарів. Пізніше в Україні стали з'являтися окремі контейнери для безоплатного здавання використаних скляних або пластикових пляшок, які розташовуються зазвичай, біля сміттєвих баків. Також у великих містах — в місцях скупчення людей, почали встановлюватися спеціальні приймальники пляшок.

У 2004 році у Німеччині перероблено 2116000 тонн скла. Для багатьох напоїв, особливо пива та газованої води, а також безалкогольних напоїв (Mehrwegflaschen) доступні багаторазові скляні або пластикові (ПЕТ) пляшки. Застава за пляшку становить €0.08-€0.15, у порівнянні з ціною €0,25 для переробки, але це не стосується багаторазових пластикових пляшок.

У Великій Британії пункти збору скла, відомі як пляшкові банки, часто розташовані біля торговельних центрів, та на об'єктах громадського благоустрою у житлових районах. Першу Пляшкову банку представив Стенлі Рейс, командор Ордена Британської імперії, тодішній президент Федерації виробників скла і Рон Інгланд у місті Барнслі в 1977 році. Роботу з розробки були проведені у Департаменті Енергетики в Воррен-Спрінгс лабораторії, Стівенейдж, зараз АЕРЕ (Atomic Energy Research Establishment) у містечку Гарвелл і Nazeing Glass Works із Броксборну, щоб довести, що придатні для використання скляні вироби можуть на 90 % бути зроблені із переробленого скла. Також виявилось, що потрібно використовувати магніт, щоб видалити непотрібні металеві частини із суміші.

Пляшкові банки зазвичай стоять поруч із точками збору інших перероблюваних відходів, таких, як папір, метал і пластмас. Місцеві муніципальні служби, які збирають сміття, як правило, мають одну центральну

точку для всіх видів відходів, в якому також розташовані великі контейнери для скла. Станом на 2020 рік налічувалося більше 50 000 Пляшкових банків у Великій Британії, щорічно переробляється 752000 тонн скла.

Галузь переробки відходів у Великій Британії не може споживати все зібране тарне скло для переробки, яке стане доступним протягом найближчих років, в основному через дисбаланс кольору скляних виробів, які виробляються і збираються. Велика Британія імпортує значно більше зеленого скла у вигляді винних пляшок, тому утворилося позитивне сальдо в обсязі для переробки.

Як наслідок, надлишок зеленого скла з імпортних пляшок можна експортувати до країн-виробників, або використовувати місцево для збільшеної потреби вторинного використання переробленого скла. Станом на 2020 рік, компанія Cory Environmental здійснювала доправлення склобою із Великої Британії до Португалії.

В США показники переробки та методи збору відходів значно відрізняються, тому що закони пишуться на рівні штатів та на місцевому рівні, і великі населені пункти, зазвичай, мають власні унікальні системи поводження з відходами. У багатьох містах працює програма узбічної утилізації, тобто, раз на тиждень, або на два тижні, муніципальні служби збирають побутові відходи як вторсировину, які жителі виставляють у спеціальних контейнерах перед власними будинками.

У 1971 році у штаті Орегон було прийнято закон, який вимагав від покупців напоїв (таких як пиво і солодкі газовані води), додаткової сплати у п'ять центів за контейнер (платню збільшили до десяти центів) як застави, яку буде повернено тому, хто повернуть контейнер для утилізації. З того часу цей закон було скопійовано ще у дев'яти інших штатах, включаючи із штатом Нью-Йорк і Каліфорнія. Скорочений витяг закону друкується на всіх пляшках і банках, які підлягають депозитній програмі. У Штатах із цим законом депозиту на контейнери, більшість супермаркетів автоматизують процес повернення депозиту, шляхом встановлення автоматів, які приймають і рахують повернені контейнери, а потім друкують кредитний ваучер, які можна використати у магазині на відповідну кількість контейнерів. Невеликі скляні пляшки (в основному пивні) розбиваються одна за одною всередині цих автоматів. Великий колісний бункер (розмірами приблизно 1,5 м на 1,5 м на 0,5 м) всередині автомата збирає бите скло, поки його не звільнить співробітник компанії, який збирає скло.

Сміттєві полігони розростаються дуже швидко, забруднюючи і ґрунт, і ґрунтові води, і повітря. В Україні є тисячі стихійних звалищ, які утворюються безперервно, та понад 6500 офіційних полігонів. У великих містах вже взялися за сортування відходів, однак воно малоефективне, зважаючи на те, що все одно вивозять його, зазвичай, на одне звалище.

Утилізація відходів – завдання сміттєпереробних заводів, які не тільки зменшили б швидкість розростання звалищ, але сприяли б і вторинному використанню ресурсів. Наразі в Україні працюючих утилізаційних заводів немає, і функціонує лише один сміттєспалювальний завод «Енергія», який лише

частково допомагає позбутись від сміття у столиці, переробляючи до 25% столичного сміття.

У свою чергу, експерти наполягають на будівництві сміттєпереробних заводів, зважаючи на шкідливий вплив спалювання відходів. Такі підприємства займаються сортуванням і переробкою твердих побутових відходів в альтернативне паливо та на вторинну сировину. Це, по-перше, дозволить зменшити кількість сміття, яке накопичується на сміттєвих полігонах по Україні. По-друге, у повітря та ґрунт не потраплятимуть шкідливі відходи, і це сприятиме покращенню стану екології. Адже ми розуміємо, наскільки небезпечний пластик, поліетилен та інші відходи, які, у разі відсутності сміттєпереробних підприємств, накопичуються на сміттєзвалищах. А, по-третє, заводи з переробки побутових відходів можуть виробляти альтернативне паливо, яке фактично є заміником і використовується для роботи цементних та теплоенергетичних підприємств.

Європейський досвід свідчить, що ринок вторинної сировини є прибутковим і перспективним, зважаючи на те, що переробка сировини дешевша за видобуток. Повторне використання більш раціональне, ніж спалювання матеріалів, оскільки не доводиться витрачати енергію на створення таких же матеріалів.

Для прикладу, у Швеції смітєвий бізнес називають «революцією переробки», оскільки 99% усіх відходів країни повторно використовується. Такого результату країна досягла не спонтанно: екологічний розвиток зумовлений законодавством, науковими технологіями та екологічною культурою. Біля кожного будинку у Швеції наявні контейнери для роздільного збору різних видів сміття. Сортування для шведів є звичною справою, і за невиконання визначених стандартів штрафують.

Відходи, які не можна утилізувати, у Швеції спалюють. Зокрема, це близько 330 тисяч тон твердого палива, завдяки чому 90% будинків забезпечуються електроенергією і теплом. Навіть попіл, що залишається, теж відправляють на переробку: з нього отримують гравій для дорожнього будівництва. В цілому ж, завдяки безвідходному виробництву Швеція отримує електроенергію та вторинну сировину зі сміття, і є однією з найбільш чистих та зелених країн світу.

В Україні смітєвий ринок, на якому можна було б реалізувати вторинну сировину, поки не розвинений. За оцінками експертів громадської організації «Публічний аудит», відходи, наприклад, однієї тільки столиці, можна оцінити на 3 млрд. грн. за рік. Таким чином, у масштабах країни за вторинну сировину можна отримати не один десяток мільярдів гривень. А для того, аби очистити країну від сміття, за підрахунками, необхідно 100 сміттєпереробних заводів.

Зважаючи на загальну складну економічну ситуацію в країні, експерти вбачають вирішення цього питання у залученні іноземних інвестицій у будівництво таких підприємств.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ЩЕБЕНЕВО-ПІЩАНИХ СУМІШЕЙ ЗМІЦНЕНИХ ЦЕМЕНТОМ

Бондар М. А., ст. групи Д-36m1-21

Bondar_m@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Самко О. І., ст. групи Д-36m1-21

Sashasamko@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Аринушкіна О. О., асистент

lenaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В наш час спостерігається стійка тенденція до зростання інтенсивності дорожнього руху та навантаження від рухомого складу на конструкцію дорожнього одягу, тому при будівництві дорожніх одягів найважливішим є правильний вибір матеріалів шарів основи і покриття, що забезпечать працездатність конструкції протягом проектного терміну служби в умовах праці, що постійно ускладнюються.

Покращення властивостей матеріалів, що використовуються в шарах основи, дозволяє суттєво підвищити довговічність покриття та дорожнього одягу в цілому.

Сьогодні в якості несучого шару основи все частіше використовують щебенево-піщані суміші.

Щебенево-піщана суміш вважається одним із самих дешевих та універсальних будівельних матеріалів на вітчизняному ринку, виробництво якого не є дуже трудомістким, їх зберігання може тривати нескінченно довго, а технічні можливості дозволяють його використовувати в широкому спектрі будівельних робіт.

Щебенево-піщані (гравійно-піщані) суміші оптимального зернового складу приготровляють:

- шляхом змішування в змішувальних установках компонентів суміші в заданому співвідношенні;
- при розробці гравійно-піщаних кар'єрів;
- при переробці добутої гірської маси на дробільно-сортувальних установках;

Таким чином добування, виробництво, зберігання та транспортування ЩПС мають мінімальну собівартість, що робить дешевшим як сам матеріал, так і інші матеріали в склад яких вони входять. Завдяки своїй дешевизні та якісним

технічним характеристикам ЩПС все частіше застосовуються в якості шарів основи при будівництві автомобільних доріг та злітних смуг, при відсипці узбіч, при будівництві під'їзних шляхів в якості покриття, при влаштуванні дренуючих шарів та при будівництві пішохідних доріжок.

Відповідно до номінального найбільшого розміру зерен заповнювача D суміші та матеріали, укріплені мінеральним в'язучим, класифікують за видами:

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

Відповідно до показників міцності укріплені матеріали класифікують за марками: М75, М60, М40, М20 та М10.

Відповідно до найбільшого номінального розміру зерен дисперсного матеріалу D суміші, а також матеріали, укріплені комплексом в'язучих, класифікують за видами:

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

Суміші виробляють у змішувальних установках з примусовим перемішуванням згідно з технологічним регламентом або змішуванням на дорозі згідно з технологічною картою, затвердженими в установленому порядку. Для виробництва сумішей використовують:

- крупний заповнювач (КРЗ) — щебінь (щебінь з гравію), гравій;
- дрібний заповнювач (пісок);
- гранулометричні добавки (за потреби);
- бітумне в'язуче;
- цемент;
- воду.

Для забезпечення відповідності сумішей та укріплених матеріалів вимогам цього стандарту зазначені складники використовують у співвідношенні, визначеному добиранням складу суміші.

Вміст води, встановлений у процесі добирання складу суміші, повинен забезпечувати оптимальну вологість суміші відповідно до її максимальної щільності.

Якісна суміш повинна бути однорідною, такою, що візуально не містить необроблених зерен дисперсного матеріалу або згустків в'язучого, а також грудок обробленого матеріалу.

ВИСНОВКИ

Останнім часом щебенево-піщані суміші зарекомендували себе як достатньо якісний та довговічний матеріал, що використовується для влаштування шарів дорожнього одягу. Однак якість матеріалу буде залежати від якості матеріалів, грамотного підбору гранулометричного складу та вмісту в'язучого на етапі виготовлення та будівництва шарів дорожніх одягів.

Література

1. ДСТУ 9177-2022 Матеріали щебеневі та гравійні для дорожнього будівництва технічні умови Частина 3. Матеріали, укріплені мінеральними в'язучими.
2. Жданюк В.К. Властивості комплексно укріпленого ґрунту для будівництва конструктивних шарів дорожніх одягів автомобільних доріг / В.К. Жданюк, А.С. Лапченко, Я.І. Панасюк // Наукові нотатки. Луцьк: ЛНТУ, 2012 – вип. 37.

ВПЛИВ ДОРОЖНІХ УМОВ НА БЕЗПЕКУ РУХУ АВТОМОБІЛІВ

Будній М.М. ст. групи Д-41-20,

kpssslava158@gmail.com

Аринушкіна Н.С., к.т.н., доцент

nataliaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Автомобільні дороги призначені для задоволення потреб народного господарства та населення в безпечних перевезеннях пасажирів і вантажів.

Транспортно-експлуатаційні якості доріг, режими, зручність та безпека руху безперервно змінюються [1], і ці зміни відбуваються під впливом зростаючої інтенсивності дорожнього руху, експлуатаційного утримання та ремонтних робіт, сезонних особливостей стану доріг, зумовлених природно-кліматичними факторами, а також під впливом короткочасного впливу погодно-метеорологічних явищ.

Згідно з офіційною статистикою, дорожні умови в Україні є причиною 8-12 % всіх ДТП. Однак спеціальні дослідження показали, що несприятливі дорожні фактори насправді спричиняють ДТП у 30-40 %. Тому відповідність проєктів доріг, рівня і якості їх ремонту, утримання та облаштування сучасними елементами і засобами є важливою умовою забезпечення безаварійної роботи автомобільного транспорту. Статистика виявляє причини ДТП, викликані незадовільними дорожніми умовами. Приблизний щорічний розподіл у відсотках від загальної кількості пригод, пов'язаних з дорожніми факторами, такий [2]:

- підвищена слизькість покриття – 64,7;
- нерівність покриття – 9,5;
- погане утримання дороги в зимовий час – 7,2;
- недостатнє освітлення проїзної частини – 5,6;
- незадовільний стан узбічч – 5,2;
- відсутність тротуарів і доріжок – 3,3;
- інші причини – 4,5.

На погіршення умов руху впливають: погано обладнані перехрестя, покриття доріг з малим коефіцієнтом зчеплення, поганий стан дорожнього покриття, незадовільна забезпеченість дорожніми знаками й дорожньою розміткою, небезпечні придорожні перешкоди, відсутність огорожень доріг. Закордонна статистика стверджує, що відсутність тільки дорожньої розмітки може збільшити кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) на 25 % .

Погодно-кліматичні фактори мають суттєвий вплив на психофізіологічний стан водія. У відповідь на зміну інформаційного поля в організмі людини розвивається система функціональних зсувів, що мають важливий вплив на роботу водія: підвищується втома та уповільнюється реакція, знижується швидкість переробки інформації. Одним із основних факторів, що впливають на безпеку руху, є відстань видимості дороги та її освітленість.

Відомо, що на оцінку відстані до об'єктів середовища та їх розмірів впливають кольори фону та об'єктів. Розміри темних автомобілів на світлому фоні здаються меншими, а світлих на темному – більшими. Це пояснюється особливостями органів зору людини. За статистичними даними, 61 % аварій вдень відбувається за участю автомобілів темного кольору і тільки 6 % – з автомобілями світлого кольору. Взимку, в умовах стійкого снігового покриву, який створює світлий фон, ймовірність неточного сприймання водіями розмірів автомобілів зростає. Не очищені від снігу дороги не мають яскраво виражених крайок покриття та бровок земляного полотна, що може призвести до помилок в зоровому орієнтуванні водія та виїзду автомобіля за межі проїжджої частини та узбіччя. Також ілюзорне уявлення про відстані викликають снігопади та тумани.

Велику небезпеку для водія являють собою приховані дефекти доріг, які водії можуть не помітити. При високій швидкості автомобіль втрачає керованість, зчеплення з дорожнім покриттям зменшується й можливі не тільки заноси, але й перекидання автомобілів.

Велику небезпеку для автомобіля являють собою вибоїни на дорогах. При проходженні автомобілем ділянок доріг з вибоїнами інтенсивно зношується підвіска й шини. На таких ділянках потрібно знижувати швидкість і збільшувати дистанцію.

Найбільш небезпечними місцями на дорогах є перехрестя, на яких обмежена видимість. Перехрестя, на якому перетинаються 2 двосмугові дороги мають 32 конфліктних точки, на яких можуть статися ДТП. Тому близько 30 % всіх ДТП відбувається на перехрестях.

Безпеку руху на перехрестях доріг підвищують шляхом введення регулювання, за допомогою знаків пріоритету, кругового руху на перехрестях та встановлення світлофорів. Найбільшою безпеки і високої пропускну здатності досягають виконанням перетинань на різних рівнях.

Позначення узбіч дорожньою розміткою або направляючими стовпчиками з червоними світловідбиваючими елементами з правого боку і з білими – з лівого боку, а також якісне дорожнє покриття з високим коефіцієнтом зчеплення підвищують безпеку руху, особливо в нічний час.

Робота автомобільного транспорту залежить від природних факторів. Великий вплив на характер руху транспортних засобів мають метеорологічні умови. Неприятливі метеорологічні умови можуть значно ускладнити і навіть призупинити роботу транспорту. Метеорологічні умови характеризують стан атмосфери й атмосферних процесів. До таких умов належать: температура, тиск, вологість повітря, вітер, хмарність й опади, тумани, грози, а також тривалість сонячного дня, температура й стан ґрунту, висота сніжного покриву, а також інші метеорологічні умови, які можуть бути тривалими, наприклад, мінусова температура й сніговий покрив у зимовий час, і короточасні – опади, туман, ожеледиця. Транспортна безпека в найбільшій мірі залежить від наявності та характеру опадів, які визначають дальність видимості, погіршують зчепні якості шин із дорожнім покриттям.

Усі показники транспортно-експлуатаційного стану змінюються на протязі року. Найбільша кількість деформацій та рйнувань земляного полотна, дорожнього одягу та покриття відбувається навесні.

Слизькі дороги є, згідно зі статистикою, однією з головних причин дорожньо-транспортних пригод (ДТП). До 30 % аварій на автомобільному транспорті в зимовий період зумовлені ожеледицями й іншими явищами. Коефіцієнт зчеплення шин з поверхнею покриття зменшується до 0,08-0,15, що призводить до різкого зниження безпеки руху. Висота й стан сніжного покриву на дорозі також створюють небезпеку для транспорту. Наявність снігу на проїзній частині товщиною 3-5 см вже викликає необхідність для зниження швидкості руху автомобілів. А при товщині понад 25 см рух стає складним. Ущільнення снігу колесами автомобілів, що рухаються, призводить до створення сніжного накатку зі слизькою поверхнею. Основні труднощі, що виникають під час дощу: підвищення слизькості дорожнього покриття, зволоження узбічч, погіршення видимості. В умовах мокрого й слизького дорожнього покриття зупиночний шлях збільшується в 4-5 разів, а також можна не побачити вибоїни на асфальтобетонному покритті. Також виникає небезпека, яка пов'язана з рухом автомобіля на мокрому покритті, це аквапланування – процес, коли перед рухомим колесом виникає водяний клин. Головна причина аквапланування – підвищена швидкість руху на мокрому покритті, коли вода просто не встигає йти з-під колеса. Основна проблема цього явища полягає в тому, що коли автомобіль знову знаходиться на покритті, то автомобіль різко може змінити свій рух та вилетіти з дороги.

Особливу небезпеку для всіх видів транспорту створює туман. За сильного туману створюється майже повна відсутність видимості, у результаті чого швидкість руху транспортних засобів різко знижується. Туман, як і темний час доби, крім погіршення загальної видимості на дорозі, істотно знижує справжні відстані й швидкість руху транспорту. Дистанція до зустрічного автомобіля в тумані завжди здається більшою, а швидкість меншою, ніж насправді. При тривалій поїздки в тумані втомлюються очі, знижується гострота зору.

Значно погіршуються умови видимості під час снігопаду, і при проливному дощу і, особливо, у тумані. Туман може бути настільки густим, що навіть з увімкненими фарами нічого не можна розрізнити водіям на відстані 3-5 м. Тому водіям завжди треба вибирати помірну швидкість руху, з урахуванням погодних умов. Статистика ДТП багатьох країн показує, що в темний час доби різко підвищується небезпека руху. В цей період інтенсивність руху у 5-10 разів нижча, ніж у світлий час, частина ДТП складає 40-60 % від їх загальної кількості.

Із настанням темряви погіршується видимість дороги та розташованих на ній об'єктів. Фари автомобіля висвітлюють лише обмежену ділянку дороги, причому об'єкти з'являються в освітленій зоні раптово, для розпізнання їх потрібно більше часу, ніж удень. Час реакції водія вночі збільшується в середньому у 2 рази.

Події в темний час характеризуються більшою важкістю наслідків. Основною передумовою підвищення безпеки руху в темний час доби є різке зниження ефективності зорового сприйняття водіями дороги та навколишнього

обстановки, обумовлюється фізіологічними особливостями зору людини. Збільшення тяжкості наслідків ДТП у темний час доби пояснюється тим, що водій пізніше, ніж удень, виявляє перешкоду й не завжди встигає знизити швидкість руху, водії значно гірше сприймають обстановку, із меншою точністю оцінюють швидкість свого автомобіля.

Складність нічного водіння пов'язана як з особливостями зору людини, так і недостатнім освітленням дороги фарами. Різкі й часті зміни освітленості та яскравості предметів вимагають безперервної адаптації зору, у результаті чого очі водія швидко втомлюються. Найбільша небезпека виникає при засліпленні водія світлом фар: видимість різко погіршується, а часто й зовсім зникає. У темний час та в умовах недостатньої видимості водій більшу частину часу перебуває в стані підвищеної емоційної напруженості, тому він набагато швидше втомлюється, ніж у світлий час.

При русі вночі необхідно уважно стежити за сигналами транспортних засобів, що їдуть попереду, сигналами, огороженнями, дорожніми знаками і, що, позначаються світловими сигналами, місцями зупинок, стоянок ТЗ, своєчасно перемикаючи світло в фарах при роз'їздах, періодично протирати скло фар, сигнальних ліхтарів. Умови руху на дорогах у період дії несприятливих метеорологічних явищ значно складніше, ніж у літній період при сухому, чистому покритті та узбіччях.

Відмінності визначаються низкою факторів, основними з яких є:

- зниження зчепних якостей, зміна механічної взаємодії автомобіля з дорогою та погіршення рівності покриття під впливом опадів, ожеледиці, туману, підвищеної вологості повітря та інших факторів;

- збільшення опору руху за рахунок відкладень снігу, бруду, ожеледиці, появи нерівностей на дорозі, внаслідок чого скорочується вільна потужність двигуна автомобіля;

- зміна зовнішнього вигляду та обриси проїзної частини та узбіччя, зміна параметрів поперечного профілю за рахунок снігових відкладень та утворення смуг накату, що наводить до зміни сприйняття дороги водієм;

- зменшення метеорологічної видимості в періоди туманів, опадів, завірюхи, сліпучої дії сонця, що змінює сприйняття умов руху водієм;

- погіршення експлуатаційно-технічних якостей автомобіля та насамперед систем забезпечення зручності та безпеки руху, до яких належить гальмівна система, кермо, система забезпечення оглядовості та видимості, сигнальна система.

Задовільні умови руху дозволять ефективно та безпечно рухатись автомобілям та підвищити продуктивність праці на автомобільному транспорті.

Література

1. СОУ 45.2-00018112-077:2012. Автомобільні дороги. Споживчі властивості автомобільних доріг загального користування. [Чинний від 2012-02-20]. Київ: Укравтодор, 2015. 50 с. [Стандарт Організації України].

2. Безпека дорожнього руху : навч. посіб. / А. А. Кашканов, О. Г. Грисюк, І. І. Гуменюк. Вінниця : ВНТУ, 2017. 90 с.

ВПЛИВ ПРОТИОЖЕЛЕДНИХ РЕАГЕНТІВ НА СТРУКТУРУ І ВЛАСТИВОСТІ БІТУМІВ І АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Валюх Я.О., ст. групи Д-36m1-21

d6t21vyo@stud.khadi.kharkov.ua

Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На довговічність асфальтобетону в агресивному сольовому середовищі великий вплив робить природа мінерального матеріалу, хімічна стійкість бітуму, кількість його в суміші, навантаження та інші фактори. Вимоги забезпечення безнебезпечного руху автомобільного транспорту змушують в осінньо-зимово-весняний період експлуатації активно використовувати протиожезедних реагенти. До того ж деякі протиожезедні реагенти подібного типу можуть використовуватися навіть при температурі нижче 30 °С. Деякі склади доповнюються інгібіторами корозії, які забезпечують захист дорожнього покриття від руйнації. Сніг тане і легко видаляється, а ступінь слизькості знижується, за рахунок чого дорога стає чистою та безпечною.

По хімічному складу протиожезедних матеріалів розділяють на п'ять підгруп (рис. 1): перша підгрупа – хлориди; друга підгрупа – ацетати; третя підгрупа – карбаміди; четверта підгрупа – нітрати; п'ята підгрупа – природні розсоли.

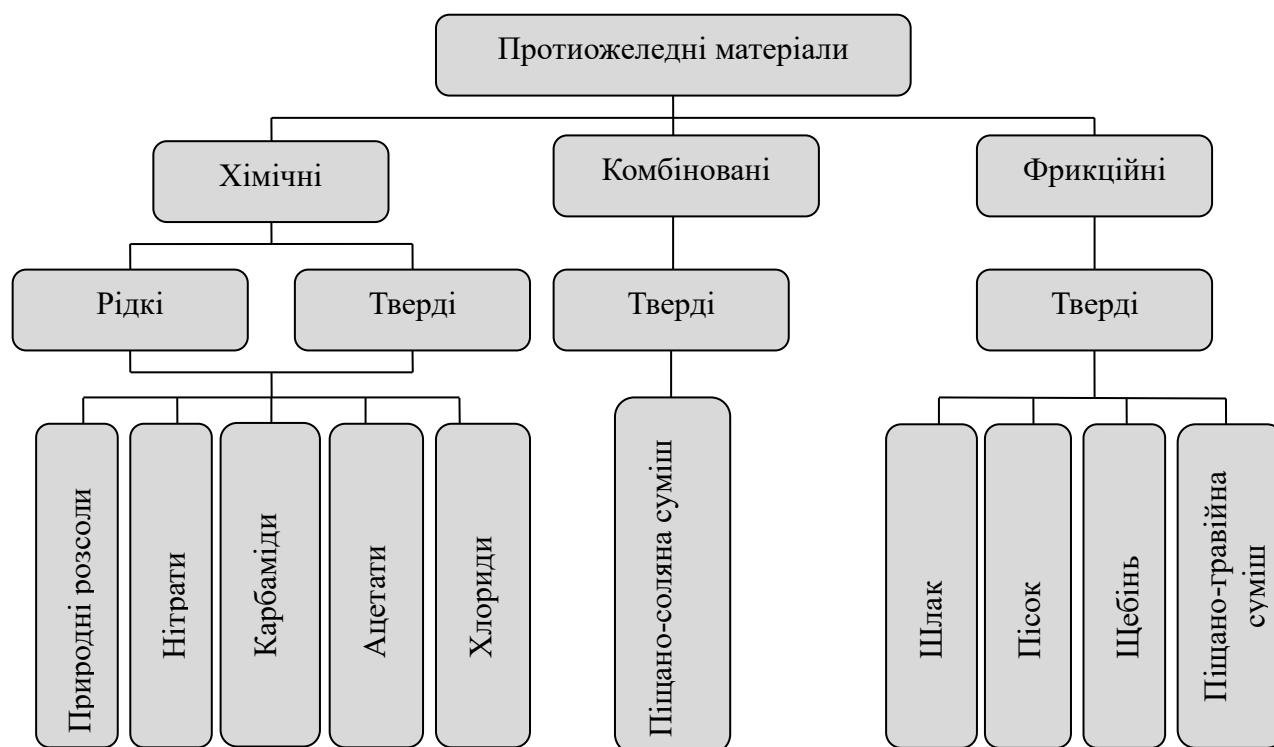


Рисунок 1 – Схема класифікація протиожезедних матеріалів

В таблиці 1 наведено класифікацію твердих протиожеледних матеріалів по ефективності їх застосування.

Таблиця 1 – Класифікація твердих протиожеледних матеріалів по ефективності їх застосування

Найменування	Температура евтектики, ° С
Сечовина	до -10
Суміш (10 % CaCl_2 + 90 % NaCl)	до -20
Хлорид натрію (NaCl)	
Нітрат-кальцієва сечовина (НКМ)	
нітрат-кальцієва сечовина з добавкою інгібітору корозії (АНС)	
ацетат магнія	до -25
нітрат-кальцієво-магнієва сечовина (НКММ)	до -30
ацетат магнію	
хлорид кальцію (CaCl_2)	до -50

По фізико – хімічних властивостях і техніко – економічних показниках найпридатнішими для боротьби із зимовою слизькістю є солі хлористого натрію, калію, кальцію і магнію, що відносяться до класу хлоридів. Ці солі використовуються в твердому і рідкому вигляді. По складу вони можуть бути однорідними або змішаними в різних пропорціях. Протиожеледні хлориди мають широке розповсюдження, їх природні і промислові ресурси великі, вони є відносно дешевим і доступним матеріалом.

Ефективність протиожеледних матеріалів залежить від багатьох чинників, основними з яких є:

- температура замерзання і концентрація розчинів;
- плавляча здатність;
- витрата реагентів;
- в'язкість розчинів;
- корозійна активність.

На сьогодні відомі наступні хімічні речовини, які використовуються і можуть бути використані як протиожеледні реагенти.

Хлористі реагенти.

Хлорид натрію – NaCl , або харчова сіль. Зустрічається в природі у вигляді кам'яної (мінерал галіт) і самосадової солі соляних озер.

На підприємствах як готову продукцію випускають харчову, технічну і кормову сіль. Харчова сіль містить від 97 % до 99,7 % NaCl , технічна і кормова не менше 93 %.

Хлорид натрію – безбарвна кристалічна речовина – при температурі вище 0 °С безводний, добре розчинний у воді (35,7 кг в 100 кг води при 10 °С), щільність 2165 кг/м³, температура плавлення 800,8 °С, евтектична температура 21,2 °С при концентрації 30,4 кг в 100 кг води. Хлорид натрію злежується, тому запропоновано додавати до нього до 10 % більш гігроскопічного хлориду кальцію, присутність якого різко знижує злежуваність суміші. Температура межі вживання – мінус 10 °С.

Сіль сільвінітових відвалів є відходом виробництва калієвих добрив з мінералу сільвініту, що складається з хлористого калію, кам'яної солі і ряду домішок.

В процесі переробки з сільвінітової руди виділяють хлористий калій на добриво, а хлористий натрій у величезних кількостях йде у відвали, які по складу і структурі цілком придатні для боротьби зі слизькістю.

Хлорид калію – KCl , рідко використовується як реагент, характеризується порівняно високою розчинністю (34,2 кг в 100 кг води при 20 °C), має евтектичну температуру всього мінус 10,6 °C при концентрації 24,5 кг в 100 кг води. Ця евтектична температура недостатня для забезпечення швидкого і повного плавлення сніжно – крижаних утворень. Крім того, іноді застосовують подвійні солі, що містять хлорид калію (наприклад, карналіт $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ і каїніт $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$, а також відходи деяких виробництв, багаті хлоридом калію.

Хлорид кальцію $CaCl_2$ Він виготовляється із вмістом основної речовини в межах 67-95 %, а в рідкому вигляді із вмістом хлориду кальцію 32-38 %. Хлорид кальцію при температурі до 30 °C є кристалогідрат з шістьма молекулами води, при 30 °C він втрачає дві молекули води, при 45,3 °C – чотири, а потім переходить в безводну форму.

Хлорид кальцію добре розчинний у воді (74,5 кг в 100 кг води при 20 °C), щільність з'єднання з шістьма молекулами води 1680 кг/см³, температура плавлення 29,9 °C, евтектична температура мінус 49,8 °C при концентрації 49,9 кг в 100 кг води.

Технічний хлорид кальцію і реагент на його основі – хлорид кальцію, що інгібований фосфатами (ХКФ) – лускировані загартовані продукти.

Довгий час вважалося, що протиожеледних реагенти не надають будь-якого помітного впливу на структуру і властивості органічних в'язучих матеріалів і асфальтобетону. Однак аналіз системних спостережень за станом асфальтобетонних покриттів свідчить, що при інтенсивній обробці протиожеледними матеріалами асфальтобетонні покриття, як правило, мають зниженні терміни експлуатації. На довговічність асфальтобетону в агресивній сольовій середовищі великий вплив робить хімічна стійкість бітуму, його адгезійні властивості і кількість в асфальтобетонній суміші, хіміко-мінералогічний склад, генетична природа, структура і текстуру мінеральних компонентів, щільність асфальтобетону та інші фактори.

Вплив впливу лужних, кислотних розчинів і ґрунтової води на структуру і властивості нафтових бітумів досліджувалися багатьма науковцями. Встановлено, що під впливом сольових розчинів груповий склад бітумів змінюється в бік збільшення вмісту асфальтенів, в результаті чого підвищується температура розм'якшення. При цьому погіршуються адгезійні і пластичні властивості бітуму, що сприяє втраті еластичних властивостей асфальтобетону при негативних температурах. В процесі штучного старіння експериментально отримані залежності між зміною хімічного складу бітуму і його температурою (рис. 2-5).

Як видно з рис. 2-5 в процесі випробування змінюється груповий склад бітуму. Збільшується зміст афальтено-смолистих складових за рахунок зниження кількості масел. Температура крихкості при цьому помітно знижується. При тривалому взаємодії бітумних матеріалів з водним середовищем спостерігається дифузія води крізь бітумну плівку, її акумуляція в порах мінеральних часток і на межі розділу фаз.

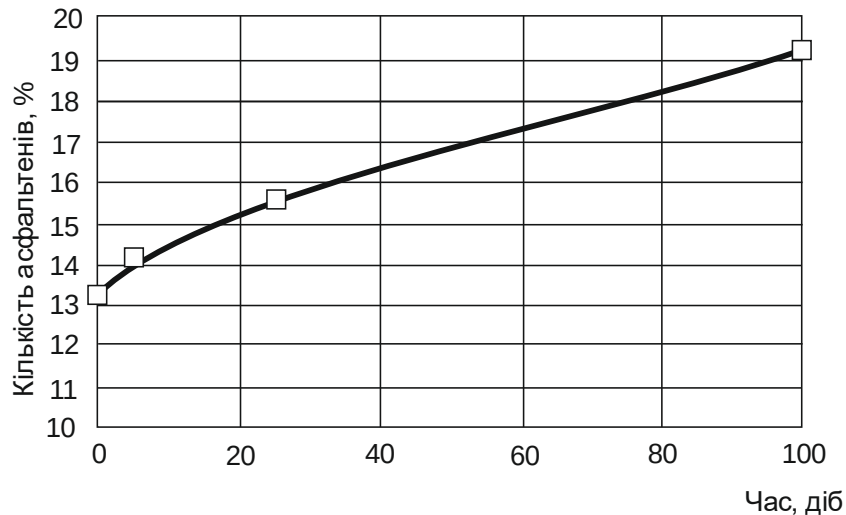


Рисунок 2 – Вміст асфальтенів в залежності від часу старіння

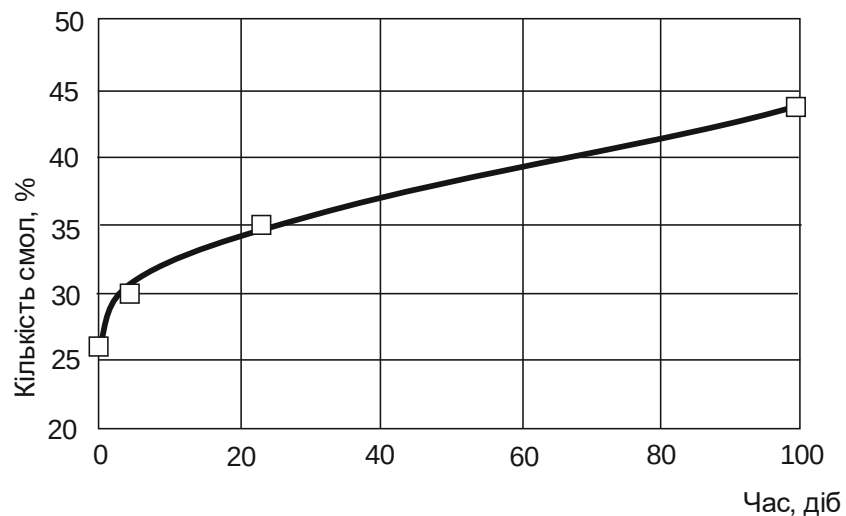


Рисунок 3 – Вміст смол в залежності від часу старіння

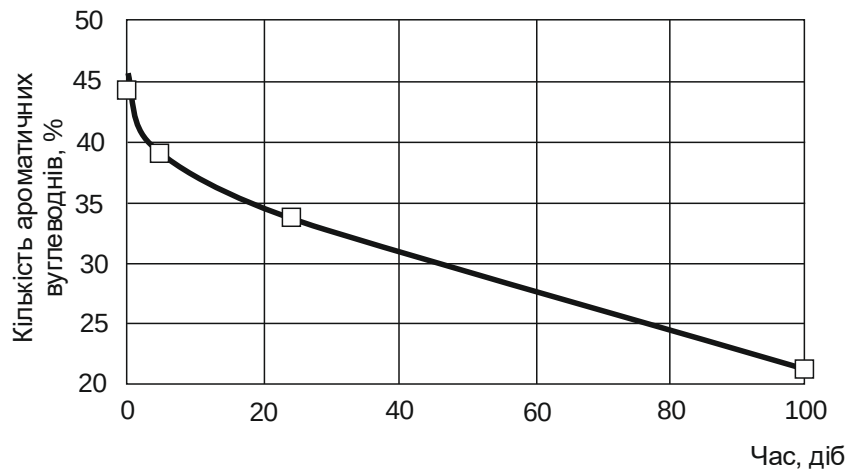


Рисунок 4 – Вміст ароматичних вуглеводнів в залежності від часу старіння

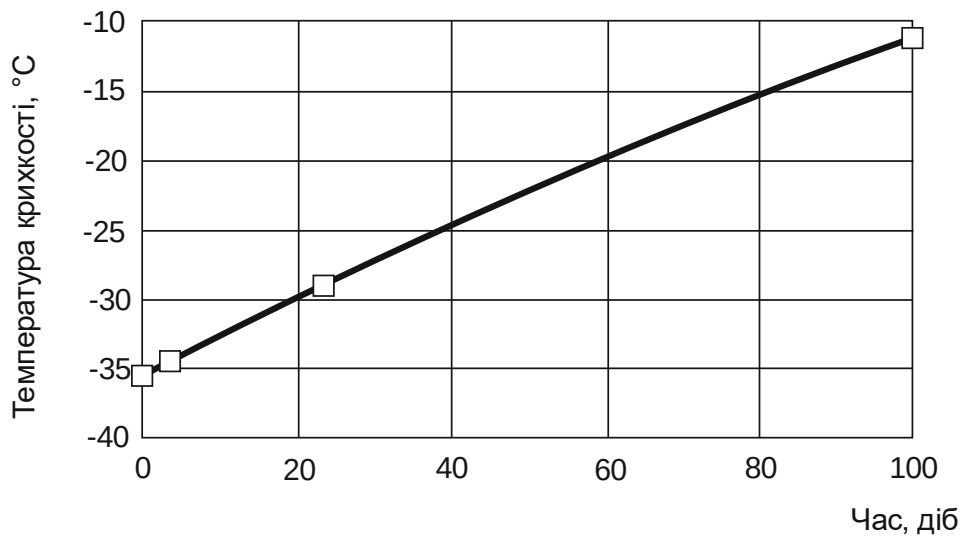


Рисунок 5 – Температура крихкості в залежності від часу старіння

Цей процес супроводжується виносом продуктів розчинення, поступовим руйнуванням структури і зміною (як правило, погіршенням) властивостей бітумо-мінерального матеріалу. Під впливом водного середовища прискорюється процес старіння бітумів, змінюється їх груповий склад і властивості, підвищується в'язкість, знижуються показники деформаційної стійкості, підвищується рухливість матеріалів, що є прямим відображенням процесу руйнування їх структури. Руйнування структури відбувається тим швидше, чим інтенсивніше дифузія. У процесі взаємодії з агресивним середовищем проявляється фізична форма корозії будівельних матеріалів. Солі, що кристалізуються в порах матеріалів, при приєднанні к ним кристалізаційної води збільшуються в обсязі, створюючи додатковий тиск на стінки пір, що призводить до руйнування матеріалу.

При одночасній дії поперемінного заморожування-відтавання і агресивних сольових розчинів, деструктивні процеси, що протікають в асфальтобетоні і його складових, істотно прискорюються. Ще більшою мірою інтенсивність деструктивних процесів в бітумо-мінеральних сумішах зростає при спільній дії хімічного агресивного середовища і змінного заморожування і відтавання.

У лабораторії випробувань бітумно-мінеральних будівельних матеріалів і пластмас Мюнхенського Технічного університету були проведені дослідження руйнування асфальтобетонних покриттів в результаті комплексного впливу змінного заморожування-відтавання і протиожедних реагентів.

При кристалізації солей відбувається додаткове утворення пір і каверн, порівнянних з молекулами води в мікроструктурі бітуму (як дисперсної системи), що в свою чергу, сприяє руйнуванню асфальтобетону в умовах негативних і знакозмінних температур.

Вплив циклічно повторюваних контактів з агресивним середовищем розхищує структуру асфальтобетону і відбивається на його властивості. Швидкість накопичення солей при цьому збільшується зі зростанням концентрації і зменшується з часом.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЇ ГЕРМЕТИЗУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

*Величко А.В., студент гр. Д-36т1-21,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Горобець О.С., студент гр. ПЦБ-529
Одеська державна академія будівництва та архітектури
Воловик О.О., к.т.н. доц. кафедри БЕАД
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Важливим етапом визначення якості герметизації тріщин є здатність герметика утворювати міцне з'єднання з поверхнею асфальтобетонного покриття. За загальним визначенням ця здатність називається адгезією – молекулярний зв'язок, який виникає між поверхнями різнорідних тіл, приведених у контакт. За даним дослідженням герметизуючий матеріал являє собою адгезив, а асфальтобетонне покриття – субстрат.

Науковцями досліджено, що адгезія залежить від природи контактуючих фаз, властивостей їх поверхні та площі контакту, а також від температури липкості самої мастики. Збільшення площі контакту між адгезивом та субстратом призводить до підвищення адгезії. У свою чергу, на величину площі контакту впливають такі фактори, як змочуваність, здатність герметика заповнювати нерівності асфальтобетонного покриття витісняючи при цьому повітря. Багаточисельні кульки повітря, які знаходяться у борізках та порах асфальтобетонного покриття, мікрорельєф, шорсткість та чистота поверхні суттєво зменшують максимально можливий контакт.

Саме цьому рекомендується виконувати розкриття країв тріщини, забезпечуючи тим самим чисту поверхню тріщини та необхідну проникну здатність мастики.

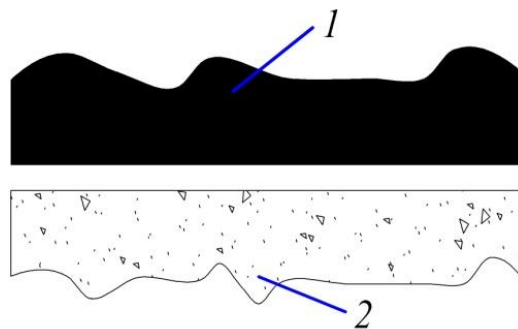
Характеристикою міцності адгезійного з'єднання є такі показники як опір відриву чи розриву, межа міцності при згині та розтягу. Крім цього можливе порушення зв'язків між компонентами та подальше руйнування.

Загальноприйнятою є наступна класифікація видів руйнувань: адгезійне (герметизуючий матеріал повністю відділяється від асфальтобетонного покриття, рис. 1, а), когезійне (розрив відбувається в тілі мастики або в тілі асфальтобетонного покриття, рис. 1, б), змішане (відбувається часткове відділення мастики від асфальтобетонного покриття та часткове руйнування мастики, рис. 1, в).

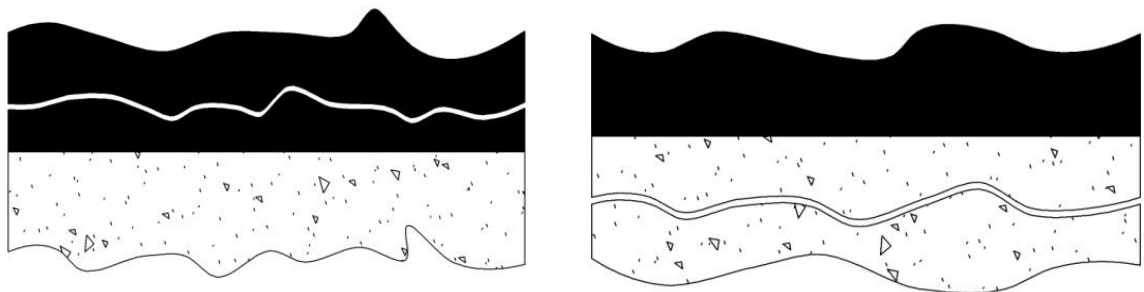
Окремо взятий вид руйнування залежить від швидкості зростання руйнівного зусилля. Когезійне руйнування відбувається при меншій швидкості прикладання навантаження. Підвищення швидкості призводить до змішаного руйнування, а при високих швидкостях – до адгезійного руйнування. Слід

враховувати, що величина адгезійної міцності у значній мірі залежить від температури.

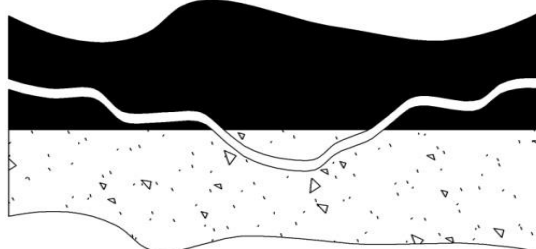
а)



б)



в)



1 – адгезив; 2 – субстрат;

а – адгезійне; б – когезійне; в – змішане

Рисунок 1 – Види руйнувань адгезійних з'єднань

Адгезію можна визначати методами нерівномірного відриву та рівномірного відриву. Методом рівномірного відриву вимірюють величину зусилля, яке необхідне для відділення адгезиву від субстрату одночасно по всій площі контакту. Зусилля прикладається перпендикулярно площині відриву, а величину адгезії можна характеризувати силою, віднесеною до одиниці площі контакту. Частіше за все для вимірювання адгезії використовують зразки «грибкового» типу, між поверхнею якого та поверхнею субстрату знаходиться адгезив (рис. 2). Щоб виключити утворення шийки при випробуванні, площа мастики може бути більшою за площу металевого «грибка». Для випробування також можуть бути використані «грибки» конічної форми, але при відриві

виникає складне розподілення напружень, зокрема у вершині конусу та на краях, та поєднання зсуву з відривом [1, 2].

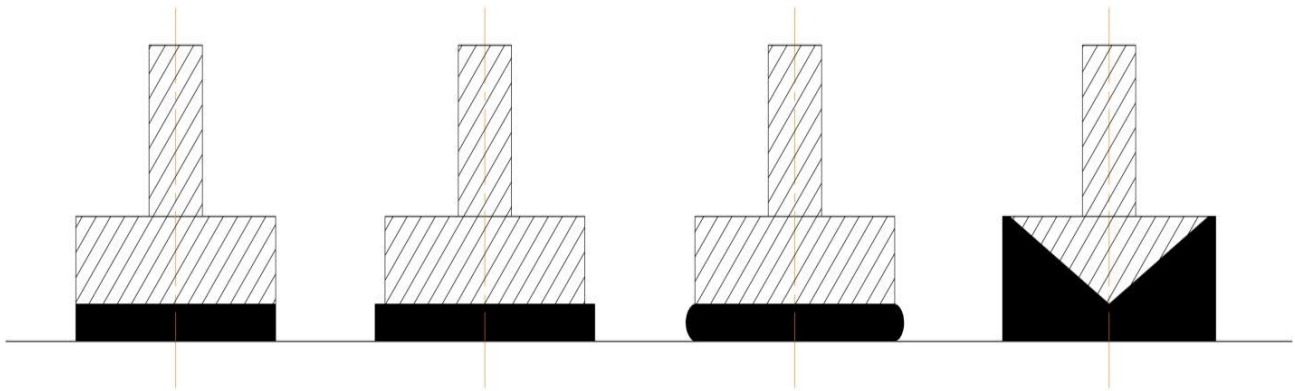
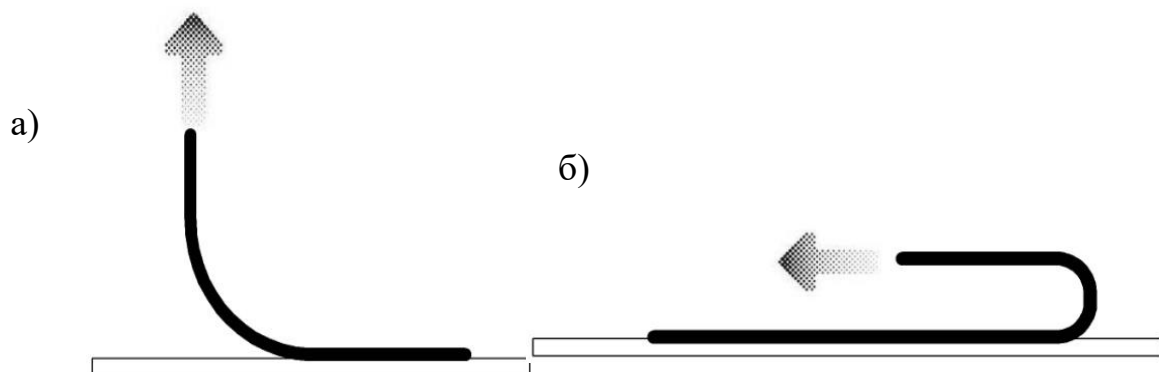


Рисунок 2 – Металеві зразки для визначення адгезії герметизуючої мастики до асфальтобетонного покриття

Існує інша методика визначення адгезії – методами нерівномірного відриву. За цією методикою зусилля прикладається не до центру з'єднання, а до одного краю, тому зв'язок адгезив-субстрат порушується поступово (рис. 3). Розподілення напружень у системі залежатиме від кута прикладання зусилля [1, 2].



а – під кутом 90° ; б – під кутом 180°

Рисунок 3 – Схема випробування при нерівномірному відриві

На даний момент найбільш поширеним є метод визначення адгезійно-когезійних властивостей герметизуючих матеріалів вимірюванням зусилля відриву сталевих пластин по ДСТУ 2651 [3], та розрахунку міцності зчеплення адгезиву з основою. Для подальших досліджень прийнято прилада ОНИКС-1.АП, який забезпечує створення руйнівного зусилля (рис. 4).



Рисунок 4 – Прилад ОНИКС-1.АП

Література

1. Матеріали для герметизації швів і тріщин в покриттях дорожнього одягу автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги: ДСТУ Б В.2.7-136:2016. – [Чинний від 2017-01-01]. – К.: Державний стандарт України, 2016. – 15 с. – (Національний стандарт України).
2. Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ 4219-2003. – [Чинний від 2003-12-01]. – К.: Державний стандарт України, 2003. – 72 с. – (Національний стандарт України).
3. Сталь вуглецева звичайної якості. Марки (ГОСТ 380-2005): ДСТУ 2651:2005. – [Чинний від 2005-11-25]. – К.: Державний стандарт України, 2005. – 7 с. – (Національний стандарт України).

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ ЗІ СНІГОЗАХИСТУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Волківський Б.В., ст. групи Д- 41-20;
Ковальченко С.О., ст. групи Д-36m1-21,
svetlic1@ukr.net*

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

Для забезпечення найкращих умов для будь-якого руху транспорту, максимально вигідно з економічної сторони, зі сторони зменшення трудовитрат з дотриманням всіх норм та стандартів, це правильно організовані роботи із зимового утримання автомобільних доріг. Також головним із показників по зимовому утриманню автомобільних доріг, є забезпечення ефективного використання матеріально-технічних та фінансових ресурсів, також вчасного інформування всіх учасників руху по умови на дорогах. Підготовка автомобільних доріг і дорожнього господарства до роботи в зимовий період позитивно впливає на забезпечення безперервних та безпечних умов для руху в період різкого погіршення погодно-кліматичних умов.

Аналіз кліматичних умов експлуатації автомобільних доріг показує, що дороги з однаковими технічними та експлуатаційними характеристиками в межах одного регіону для одних районів допускають безпечні умови руху з розрахунковими швидкостями, в той час як в інших районах в певні періоди року спостерігається зниження розрахункової швидкості руху та підвищення аварійності. Такими умовами відрізняється зимовий період виробництва робіт з утримання мережі доріг, де дія несприятливих кліматичних явищ впливає як на умови безпеки руху транспортних засобів, так і на обсяги роботи щодо їх ліквідації та запобігання.

Вся система заходів щодо зимового утримання доріг має бути побудована таким чином, щоб з одного боку забезпечити найкращі умови для руху автомобілів, з іншого - максимально полегшити, прискорити та здешевити зимове утримання. Щоб забезпечити виконання цього завдання, при зимовому утриманні проводяться: профілактичні заходи; захисні заходи, за допомогою яких запобігають доступу до дороги снігу та льоду, що надходить із прилеглої місцевості; заходи щодо видалення снігових і крижаних відкладень, що вже виникли, а також щодо зменшення їх впливу на автомобільний рух.

При зимовому утриманні передбачені такі роботи [1]:

- заготівля та приготування протиожеледних матеріалів;
- улаштування снігозатримувальних споруд (снігові вали, траншеї тощо);
- виготовлення, установлення та демонтування снігозатримувальних споруд (щити, огорожі, сітки тощо), сигнальних віх та тимчасових дорожніх знаків;

- улаштування придорожніх баз і майданчиків протиожеледних матеріалів та під'їзних автомобільних доріг до них;

- очищення від снігу та льоду: проїзної частини автомобільних доріг, розподілювальних смуг, узбіч та з'їздів; елементів мостових споруд, водопропускних труб, тунелів, регуляційних, захисних та укріплювальних споруд, підземних та надземних пішохідних переходів; технічних засобів організації руху; об'єктів дорожнього сервісу;

- оброблення покриття автомобільних доріг протиожеледними матеріалами для усунення зимової слизькості, а також профілактики її виникнення;

- ужиття протилавинних заходів.

Від заносимості дороги в значній мірі залежить складність її зимового утримання. Дорожня служба повинна в процесі експлуатаційного утримання виявляти снігозаносимі ділянки доріг, встановлювати причини утворення снігових заносів, розробляти і здійснювати заходи щодо їх зменшення або запобігання [2].

До ускладнення руху призводять:

- зниження зчипних якостей покриття, зміна взаємодії автомобіля з дорогою, погіршення рівності покриття під впливом опадів,

ожеlediці, підвищеної вологості повітря й інших факторів; збільшення опору руху через відкладення снігу, бруду, ожеlediцю,

нерівності на дорозі, у результаті чого зменшується фактична потужність автомобіля;

- зміна контурів і зовнішнього вигляду проїзної частини й узбіч, параметрів поперечного профілю через снігові відкладення й утворення накату, що спричиняє зміну сприйняття водієм дороги;

- зменшення метеорологічної видимості в період туманів, опадів, засліплювальної дії сонця;

- погіршення експлуатаційно-технічних якостей автомобіля, передусім систем, які забезпечують зручність і безпеку руху, — гальма, кермове управління, оглядовість, видимість, сигнальна система [3].

Найбільш відчутний вплив на умови руху створюють снігові опади і відкладення снігу на дорогах. Пухкий шар снігу на покритті ускладнює рух автотранспорту та знижує його швидкість. За шару пухкого снігу в 5 см швидкість руху автомобіля знижується до 25 км/год, а за шару снігу понад 25 см рух унеможлиблюється.

Снігозахисна лісосмуга є об'ємною перешкодою для сніговітрового потоку, що складається з кількох рядів дерев та дворядних чагарникових насаджень, розміщених паралельно дорозі на певних відстанях. Лісові смуги формують із кількох груп рослин: низьких чагарників заввишки до 2 м; високих чагарників заввишки до 4 м; низькокронних дерев висотою до 15 м та висококронних – до 25 м.

Проектні рішення повинні забезпечувати за геометричними і світлотехнічними параметрами дорожніх елементів та фізіологічними

можливостями водіїв нормативну дальність видимості у напрямку руху, у тому числі технічних засобів, як у світлу так і в темну пору доби [4].

Вибір снігозахисних засобів здійснюється на основі даних про максимальну розрахункову кількість снігоприносу, розрахункову швидкість вітру та переважного напрямку вітру згідно розі вітрів. Обґрунтування вибору снігозахисту на кожній ділянці дороги передбачено річним планом заходів з зимового утримання доріг.

Ділянка знаходиться під одним кутом. Згідно [5] визначаємо дирекційний кут ділянки та приймаємо обсяги снігоприносу зліва та справа від автомобільної дороги. Найближча метеостанція знаходиться в м. Чугуїв. Було здійснено розрахунок обсягів снігоприносу по ділянкам автомобільної дороги, що досліджується (таблиця 1).

Таблиця 1 – Обсяги снігоприносу по ділянкам

Номер ділянки	Довжина ділянки, км		Напрямок дороги	Дирекційний кут	Обсяги снігоприносу за напрямком дороги, м ³ /м	
	початок	кінець			ліва	права
1	540+000	560+000	ПдПдСх	157,5°	96,8	15,2

Ділянка автомобільної дороги, що досліджується, має лісосмуги: ліворуч – 14100 метрів та праворуч – 13740 метрів. Обсяги снігоприносу існуючих лісосмуг: зліва – 50 м³/м; справа – 35 м³/м. Параметри лісосмуги залежать від обсягів снігоприносу за даними метеостанцій. Згідно результатам розрахунку обсягів снігоприносу було виявлено, що: лісосмуги, що знаходиться праворуч, достатньо, так як прогнозований обсяг снігоприносу не перевищує існуючий; лісосмуга, що знаходиться ліворуч, має недостатню кількість рядів насаджень, тим самим існуючі обсяги снігоприносу менші за прогнозовані. Так як, існуюча лісосмуга, а саме зліва, має недостатню кількість рядів та знаходиться близько до автомобільної дороги, що не забезпечує захист від снігоприносу, приймаємо нові насадження. Параметри лісосмуги залежать від обсягів снігоприносу за даними метеостанцій. Згідно розрахованих обсягів снігоприносу (таблиця 1) була виявлена доцільність здійснення нових насаджень зліва: 100 м³/м – лісосмуга знаходиться на відстані 20 м від брівки земляного полотна і її ширина складає 30 м [5]. Таким чином розроблено схему розміщення лісосмуг на ділянці автомобільної дороги зображено на рисунку 1.

Так як, лісові насадження потребують часу, щоб виконувати свої функції повністю, на цих ділянках доцільно застосовувати тимчасові види снігозахисту. Тимчасові види снігозахисту більш дорогі та менш надійні (тимчасові засоби пропускають незначну частину хуртовинного снігу) ніж постійний захист у вигляді лісосмуг.

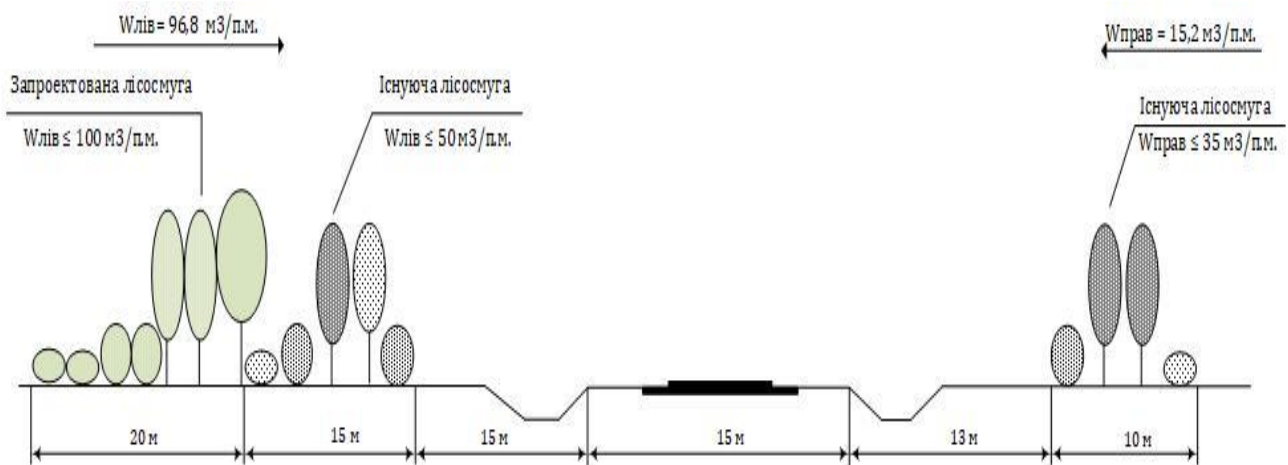


Рисунок 1 – Схема розміщення лісосмуг на ділянці автомобільної дороги

В той же час його застосування необхідне на ділянках автомобільних доріг при неможливості створення постійного снігозахисту, на період росту нових та реконструйованих снігозахисних насаджень, а також для підсилення постійного снігозахисту в окремі суворі зими, коли обсяг снігоприносу перевищує снігоємність лісосмуги. В таких випадках застосовують тимчасові снігозахисні споруди такі як: снігові вали та траншеї; дерев'яні та хмизові щити та полімерна сітка.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження ділянки автомобільної дороги було удосконалено схему розміщення на ній лісосмуг. В подальшому планується розробити схему влаштування снігових траншей, конструкцію закріплення полімерних сіток та схему встановлення снігозатримуючих полімерних сіток.

Література

1. ДСТУ 8747:2017. Автомобільні дороги. Види та переліки робіт з ремонтів та експлуатаційного утримання. Київ : ДП «ДерждорНДІ», 2017. 12 с. (Державний стандарт України).
2. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України : П-Г.1-218-113:2009. - [Чинний від 2009-07-01]. К.Х. : ДП «ДерждорНДІ», 2018. – (Технічні правила).
3. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів / В. С. Степура, А. О. Белятинський Н. В. Кужель. Київ: НАУ, 2013. 201 с.
4. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Зі змінами № 1, 2. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 104 с.
5. Методичні вказівки до курсового проекту «Технологія та організація утримання та ремонту автомобільних доріг» з дисципліни «Експлуатація автомобільних доріг» / С.Г. Михович, Є.Д. Прусенко, М.С. Стороженко, А.В. Сєдов, Н.С. Арінушкіна, Т.М. Грищенко, І. В. Кіяшко. Харків : ХНАДУ, 2008. 83 с.

ЦИКЛІЧНІСТЬ РОБОТИ З ЗИМОВОГО УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Євченко В.О., ст. групи Д-36m1-21

d6t21yvo@stud.khadi.kharkov.ua

Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Зимовий період є найбільш небезпечним для учасників дорожнього руху і найвідповідальнішим для дорожньо-експлуатаційної служби. Підвищення споживчих властивостей автомобільних доріг в складних погодних умовах дозволяє підвищити рівень безпеки дорожнього руху.

Для забезпечення безпечного проїзду та підтримки високих зчепних якостей дорожніх покриттів дорожньо-експлуатаційні служби проводять комплекс робіт із зимового утримання. На зимове утримання доріг виділяються значні фінансові ресурси, отже, періодичність робіт і необхідні для цього ресурси повинні обґрунтовуватися з урахуванням кліматичних особливостей району проходження дороги та її значення.



Рисунок 1 – Обробка покриття протиожедними матеріалами

Всі заходи по боротьбі із зимовою слизькістю можна розділити на три групи по їх цільовій спрямованості:

- зниження негативного впливу утворення зимової слизькості та підвищення коефіцієнта зчеплення колеса з дорогою шляхом розсипу по покриттю мінеральних фрикційних матеріалів;
- видалення з покриття крижаного або снігового шару з застосуванням хімічних, механічних, теплових та інших методів;

– запобігання утворення сніжно-льодяного шару або ослаблення його зчеплення з покриттям шляхом профілактичної обробки покриття протиожеледними хімічними речовинами або введення протиожеледними реагентів до складу покриття.

Кліматичні умови характеризують рівень опадів, вологість повітря, добові і річні зміни температури, напрямок і силу вітрів, тривалість і висоту снігового покриву і ще багато чого іншого.

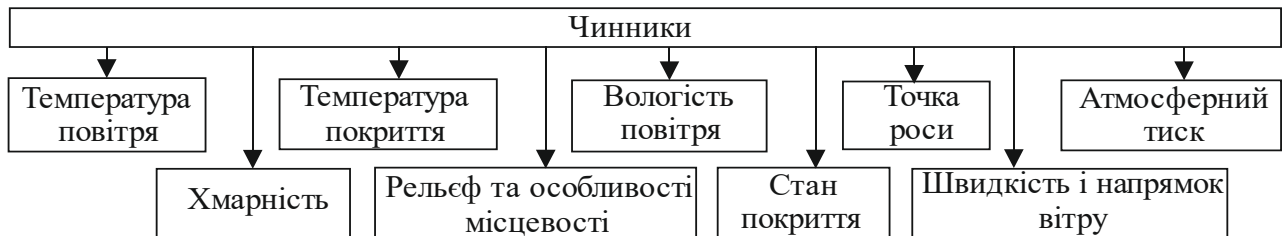


Рисунок 2 – Чинники, що визначають погодні явища, що впливають на енергоємність зимового утримання

Структуру представленої системи утворюють різні зв'язки між середовищем, дорогою і експлуатаційним підприємством, яке додано в якості самостійної підсистеми.

У таблиці 1 представлено число днів з середньої добової температурою.

Таблиця 1 – Число днів з середньої добової температурою

Межа		Місяці											
від	до	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-34,9	-30	0,02											
-29,9	-25	0,2	0,1										0,1
-24,9	-20	0,8	0,6										0,5
-19,9	-15	3,4	2,5	0,4								0,09	1,5
-14,9	-10	5,1	5,5	1,6								1,0	4,0
-9,9	-5	7,5	7,0	5,0	0,3						0,2	3,5	8,1
-4,9	0	9,1	8,1	10,2	1,5						1,6	8,3	10,6
0,1	5,0	4,8	4,4	11,0	8,3	0,3				0,4	8,1	10,9	5,7

У таблиці 2 представлена динаміка зміни температури поверхні покриття при підвищенні температури повітря.

Погодно-кліматичні фактори формують водно-тепловий режим дорожньої конструкції, що обумовлюють коливання вологості і температури.

У таблиці 3 представлена середня місячна і річна відносна вологість повітря.

У таблиці 4 наведено число днів з відносною вологістю.

Однією з причин, що сприяють утворенню ожеледиці на поверхні покриття, є ослаблення швидкості вітру.

У таблиці 5 наведена імовірність вітру різної швидкості.

Таблиця 2 – Динаміка зміни температур покриття при зміні температури повітря

Час виміру температур, година	Температура повітря, ° С	Температура покриття, ° С	Температура поверхні покриття зразків у лабораторному стенді, ° С	Ймовірність утворення льоду на покритті, %
0	-14,0	-16,3	-14,0	86
1	-13,3	-16,1	-13,4	88
2	-11,8	-15,7	-12,5	88
3	-9,7	-15,2	-9,9	90
4	-7,0	-14,3	-7,5	95
5	-3,2	-13,7	-4,2	97
6	-3,0	-13,2	-3,6	97
7	-3,9	-13,2	-	-
8	-4,1	-13,4	-	-

Таблиця 3 – Середня місячна і річна відносна вологість повітря

Час	Місяці						
	жовтень	листопад	грудень	січень	лютий	березень	квітень
7 ⁰⁰	88	90	89	88	87	89	80
13 ⁰⁰	62	78	84	82	77	72	55
21 ⁰⁰	79	86	88	87	86	85	71

Таблиця 4 – Число днів з відносною вологістю

Вологість, %	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень
≥ 80	7,1	16,8	21,7	19,2	12,9	11,8	4,6
≤ 30	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0

Таблиця 5 – Ймовірність вітру різної швидкості

Місяці	0-1	2-5	6-10	11-15	Більше 15
Листопад	7,4	62,9	24,7	4,0	1,0
Грудень	5,7	62,8	26,0	4,4	1,1
Січень	5,0	55,6	31,0	6,8	1,6
Лютий	6,0	55,5	30,1	6,7	1,7
Березень	5,6	59,0	28,5	5,1	1,8

У таблиці 6 наведений напрямок вітру.

Таблиця 6 – Напрямок вітру

Місяці	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Штиль
Листопад	6	9	17	19	11	12	15	11	7
Грудень	9	9	18	19	11	11	13	12	7
Січень	7	11	18	16	9	13	13	13	6
Лютий	7	9	21	17	11	12	12	11	6
Березень	7	9	21	19	12	9	12	11	6

Класифікація зимової слизькості та умови її утворення наведені в табл. 7.

Таблиця 7 – Класифікація зимової слизькості та умови її утворення

Вид зимової слизькості	Умови утворення				
	температура повітря (T_v)	температура покриття (T_n)	опадів, їх вид	стан покриття	додаткові умови
Ожеледиця	нижче 0 °C	нижче 0 °C	немає	вологе	час післядії опадів 12 год
Чорний лід	від 0,7 °C до - 8 °C	нижче 0 °C нижче точки роси (T_d)	немає	сухе	$(T_d - T_n) > 0,5$ °C при швидкості вітру від 2 м/с до 5 м/с або $(T_d - T_n) > 1,0$ °C при швидкості вітру менше 2 м/с
Твердий наліт	від 2 °C до 0 °C	нижче 0 °C	рідкі	-	можливе утворення під час туману і без опадів
Ожеледь	від 0 °C до -16 °C	нижче 0 °C	рідкі	-	можливе утворення під час туману і без опадів
Сніговий накат	від 0 °C до - 6 °C	-	тверді, змішані	-	кількість опадів не менше 5 мм
	від 1,2 °C до 0 °C	-	тверді, змішані	-	інтенсивність снігопаду не менше 0,6 мм/год
	від - 6 °C до - 10 °C	-	тверді, змішані	-	відносна вологість повітря не менше 90 %
Пузкий сніг	від - 6 °C до - 10 °C	-	тверді, змішані	-	відносна вологість повітря менше 90 %
	нижче -10 °C	-	тверді, змішані	-	-

Ослаблення вітру призводить до зменшення турбулентного обміну і сприяє радіаційному охолодженню мас повітря.

Утворення цього виду слизькості можливо також при переміщенні в ранкові години більш теплої і вологої повітряної маси з моря на сушу, що має більш низьку температуру повітря та негативну температуру дорожнього покриття. У результаті радіаційного охолодження дорожнього покриття нижче точки роси волога з повітря конденсується на ньому і перетворюється в дуже тонкий і прозорий шар льоду, який важко виявити візуально («чорний лід»).

Такий вид слизькості може більш часто виникати на автодорожніх мостах, які володіють меншою теплоінерцією, ніж дорожній одяг, і мають більш низьку температуру покриття в нічний час. Утворення цього виду слизькості можливо також при переміщенні в ранкові години більш теплої і вологої повітряної маси з моря на сушу, що має більш низьку температуру повітря та негативну температуру дорожнього покриття.

В якості основного дорожнього фактору прийнята температура дорожнього покриття, що розраховується за рівняннями нестационарної теплопровідності. Запропонована методика дозволяє при розрахунку циклічності робіт врахувати особливості дорожніх і кліматичних умов, вимоги до рівня утримання.

ВЛАШТУВАННЯ ПОКРИТТІВ НА АЕРОДРОМНИХ КОМПЛЕКСАХ З АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ТА ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВИХ СУМІШЕЙ

Зікратий Р.Ю., ст. групи Д-36т1-21,

Зозуля М.А., ст. групи Д-41-20

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Тетера В.С. асистент

vl1470@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Авіаційний транспорт має досить велику актуальність в більшості країн Світу пов'язаною з популярністю авіаційного транспорту та зростанням пасажиропотоку, вантажних перевезень, призводить до зношення покриттів на аеродромах. Внаслідок чого виникає потреба у влаштуванні нових покриттів або влаштуванні шарів підсилення. Розглянемо використання асфальтобетонних та щебенево-мастикових сумішей (ЩМАС) для влаштування аеродромних покриттів на аеродромних комплексах (рис. 1).



Рисунок 1 – Генеральний план аеродромного комплексу

На даний час на всій території України у зв'язку з повномасштабним вторгненням рф 24 лютого 2022 року, аеропорти тимчасово не функціонують.

Аеродромне покриття буває жорсткого типу (цементобетон) та нежорсткого типу (асфальтобетон, щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА)) детально розглянемо аеродромне покриття нежорсткого типу.

Асфальтобетонні суміші слід готувати згідно з ДБН В.2.2-XX:22 [1] та чинними нормами ДСТУ Б В.2.7-119 [2], щебенево-мастикові згідно з ДСТУ Б В.2.7-127 [3]. Бітум із додаванням добавок слід перемішувати

до повного суміщення (досягнення однорідності) в окремій змішувальній установці. Приготоване в'язуче перекачують у витратну ємність і нагрівають до робочої температури.

Мінеральний порошок для приготування ЩМАС, повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-121 [4].

Бітум, модифікований полімером, (БМП) повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-135 [5], бітум, модифікований адгезійною добавкою, бітум з добавкою на основі синтетичних восків.

При приготуванні щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші (ЩМАС) застосовують целюлозне волокно або спеціальні гранули на його основі.

Покриття з асфальтобетонних сумішей та ЩМАС необхідно влаштовувати в суху погоду. Укладання гарячих і холодних сумішей слід проводити навесні і влітку при температурі навколишнього повітря не нижче 5 °С, восени – не нижче 10 °С.

Допускається проводити роботи з використанням гарячих асфальтобетонних сумішей при температурі повітря не нижче 0 °С при відповідному обґрунтуванні та дотриманні наступних умов:

- при укладанні асфальтобетонних сумішей з спеціальними енергозберігаючими добавками, поверхнево-активні речовини (ПАР) та, за потреби, активованим мінеральним порошком;

- при укладанні верхнього шару на свіжоукладеному нижньому шарі до його охолодження (із збереженням температури нижнього шару не менше 20 °С).

При спорудженні асфальтобетонних покриттів та покриттів з ЩМАС впродовж декількох будівельних сезонів до настання мінусових температур ділянка готового покриття має бути влаштована або на всю проєктну товщину, з обов'язковим проведенням всіх заходів щодо забезпечення тріщиностійкості, або без верхнього шару, за умови проведення заходів, які забезпечують його цілісність та відсутність пошкоджень до продовження будівництва.

Перед укладанням суміші необхідно провести обробку поверхні нижнього шару бітумною емульсією, рідким або в'язким бітумом. При посиленні покриття без припинення літної експлуатації аеродрому слід застосовувати в'язкий бітум.

Обробку нижнього шару покриття в'язучим можна не проводити, якщо цей шар влаштовано із застосуванням органічних в'язучих не більше, ніж за 2 доби до укладання суміші і за цей час не знаходився в експлуатації.

Укладання асфальтобетонних сумішей та ЩМАС слід здійснювати смугами паралельно осі елемента аеродрому, починаючи від середини до країв при двосхилому поперечному профілі і у напрямі похилу при односхилому профілі.

При ущільненні ЩМАС та асфальтобетонних сумішей, укладених сполученими смугами, в процесі ущільнення першої смуги вальці котка не повинні наближатися ближче ніж на 10 см до її крайки.

При влаштуванні покриття одночасно декількома асфальтоукладальниками ущільнення слід здійснювати по всій ширині смуг, що укладаються, для досягнення необхідної рівності і щільності в поперечному напрямі.

Поперечні сполучення смуг укладання слід влаштовувати перпендикулярно осі злітно-посадковій смуги (ЗПС) або рульовим доріжкам (РД).

В кінці робочої зміни край ущільненої смуги необхідно обрубувати вертикально по шнуру або обрізати фрезою.

Виявлені на покритті або основі після закінчення ущільнення ділянки з дефектами (раковинами, з наявним надмірним або недостатнім вмістом бітуму) мають бути вирубані (вирізані); краї вирубок змащені бітумом або бітумною емульсією, заповнені асфальтобетонною сумішшю чи ЦМАС і ущільнені.

При влаштуванні асфальтобетонних шарів посилення на неповну ширину ЗПС по бічних краях нового шару для плавного сполучення його з існуючим покриттям слід влаштовувати пандуси із дрібнозернистих або піщаних сумішей.

При реконструкції аеродрому із припиненням літної експлуатації всі роботи слід виконувати в тій же послідовності, що і при будівництві нових покриттів відповідно до вимог цих норм [1].

Посилення існуючого покриття в умовах виконання польотів на аеродромі необхідно виконувати за спеціально розробленим проектом виконання робіт (ПВР), узгодженим з адміністрацією аеропорту та підрядною організацією і затвердженим в установленому порядку.

Асфальтобетонне покриття слід влаштовувати в спеціально вибрані перерви між польотами (тривалістю не менше 9 годин) для надання можливості будівельній організації підготувати за цей період повністю закінчену ділянку покриття проектної ширини, що забезпечує безпеку літної експлуатації в решту часу доби.

При виконанні посилення в умовах літної експлуатації аеродрому адміністрація аеропорту спільно з підрядною організацією встановлює:

- час початку укладання асфальтобетонних сумішей, закінчення ущільнення і виведення всіх дорожньо-будівельних машин із зони ЗПС;
- сигнал, що дозволяє в'їзд дорожньо-будівельних машин в зону ЗПС, маршрут і порядок їх руху від місця стоянки і назад, заходи по регулюванню руху;
- місця стояння дорожньо-будівельних машин в неробочий час. При роботі в нічний час слід забезпечити освітлення ділянки, де виконуються роботи.

Ущільнення асфальтобетонної суміші чи ЦМАС необхідно закінчити не пізніше ніж за 1 годину до початку польотів. При цьому температура на центральній частині ЗПС до моменту зльоту або посадки першого літака не повинна перевищувати 50 °С (для гарячих сумішей).

Перед влаштуванням асфальтобетонного шару посилення необхідно усунути дефекти існуючого покриття. При значних дефектах (глибокі колії і вибоїни) існуючого покриття його необхідно заздалегідь вирівняти асфальтобетонною сумішшю з ущільненням [1].

При проведенні робіт в умовах літної експлуатації обробку існуючого покриття бітумом слід проводити на ділянці, по довжині не більше змінної захватки.

В кінці кожної зміни після закінчення робіт по влаштуванню асфальтобетонного шару посилення в умовах літньої експлуатації на торцевих ділянках слід влаштовувати пандуси довжиною 5–10 м при товщині шару асфальтобетону до 5 см і не менше 20 м при товщині шару понад 5 см.

Перед продовженням робіт з посилення покриттів пандуси мають бути видалені.

Укладання верхнього шару покриття повинна виконуватися від одного кінця ЗПС до іншого її кінця таким чином, щоб при використанні ЗПС більшість зльотів і посадок повітряних суден виконувалось під похил укосу.

Деформаційні шви в асфальтобетонних покриттях необхідно нарізати до настання мінусових температур.

Перед влаштуванням асфальтобетонного шару посилення в безпосередній близькості від краю існуючого покриття слід встановлювати маяки напроти швів і тріщин на цьому покритті.

Після підготовки існуючого покриття до укладання шару посилення над швами і тріщинами, де будуть нарізані деформаційні шви, укладають розмежувальний прошарок з двох шарів пергаменту або руберойду шириною від 40 см до 50 см з посипанням між шарами дрібнозернистого піску завтовшки від 3 мм до 5 мм. Перед укладанням асфальтобетонної суміші розмежувальний прошарок притискають насипаною асфальтобетонною сумішшю [1].

Рух транспорту по асфальтобетонному покриттю допускається тільки після герметизації пазів деформаційних швів.

На підставі вище зазначеного можна зробити наступні висновки:

- при виробництві асфальтобетонних сумішей які використовуються для влаштування покриття на автомобільних дорогах та на аеродромних покриттях, процес приготування сумішей не відрізняється;

- технологічний процес укладання враховуючі всі особливості є більш суворішим на аеродромних комплексах і потребує більшої уваги.

Література

1. ДБН В.2.2-XX:2022 Аеродроми. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
2. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови.
3. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови. – Чинний від 01.04.2016.
4. ДСТУ Б В.2.7-121:2014 Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови
5. ДСТУ Б В.2.7-135-2014 Бітуми дорожні модифіковані полімером. Технічні умови.

ОГЛЯД СТАНУ СЕГМЕНТУ ПРОСОЧУВАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОКРИТТІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Князєв В.Я., ст. групи Д-41-20

d120kvy@stud.khadi.kharkov.ua

Сєдов А.В., к.т.н., доцент

avs.1708@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Світ нафтопродуктів, що використовується у дорожньо-будівельній галузі вкрай різноманітний і характеризується широким спектром властивостей та застосуванням. І якщо раніше, традиційно, для будівництва, утримання та експлуатації автомобільних доріг використовували в основному бітум і бітумну емульсію, то сьогодні номенклатура продукції, що виробляється для дорожньої галузі, представлена широкою лінійкою. У сучасному будівництві доріг застосовують гумо-бітумні в'язучі, полімірно-бітумні в'язучі, різноманітні бітумні емульсії, мастики та герметики. Одним з «новачків» у цьому переліку є дорожній просочувальний матеріал (ДПМ), використання якого доцільно при утримання та ремонті автомобільних доріг, штучних споруд та об'єктів придорожного сервісу з асфальтобетонним покриттям.

ДПМ – матеріал, призначений для нанесення на поверхню асфальтобетонного покриття, що служить для зміни властивостей органічного в'язучого або захисту поверхні покриття від впливу зовнішніх факторів і вологи, що проникають всередину асфальтобетонного покриття. Нанесення ДПМ вповільнить старіння в'язучого, прогресуюче руйнування покриття автомобільної дороги такі як: лущення, сітка тріщин та інші дефекти, які в початковий момент не послаблюють конструкцію дорожньої одягу.

За складом ДПМ поділяють: на основі емульсій та на основі розчинників, при цьому просочення може містити або не містити мінеральний матеріал.

За впливом просочення на покриття виділяють: омолоджуючи, захищаючи і комбіновані, що поєднують омолоджуючи та захищаючи властивості. Механізм дії означених просочень представлений на рис. 1-2.

Просочувальні матеріали з охолоджуючими складами призначені для зміни властивостей бітумів в асфальтобетонному покритті. Омолоджуючи дорожньо-просочувальні матеріали служать для відновлення первісних властивостей асфальтобетонного покриття, і є профілактичним засобом, уповільнюючим старіння асфальтобетону. Просочення служить для усунення дрібних дефектів (тріщин, дрібних оспин і т.п). Омолоджуючи склади повинні добре поєднуватися з бітумом, мати малу летючість та достатню стабільністю в часі.

Захищаючі ДПМ виконують функцію захисту поверхні дорожнього покриття з асфальтобетону від зовнішніх дій. Після нанесення просочення, що захищає, на покритті закупорюються тріщини та мікротріщини, цей механізм реалізується за рахунок наступної кольматації пір покриття [1].

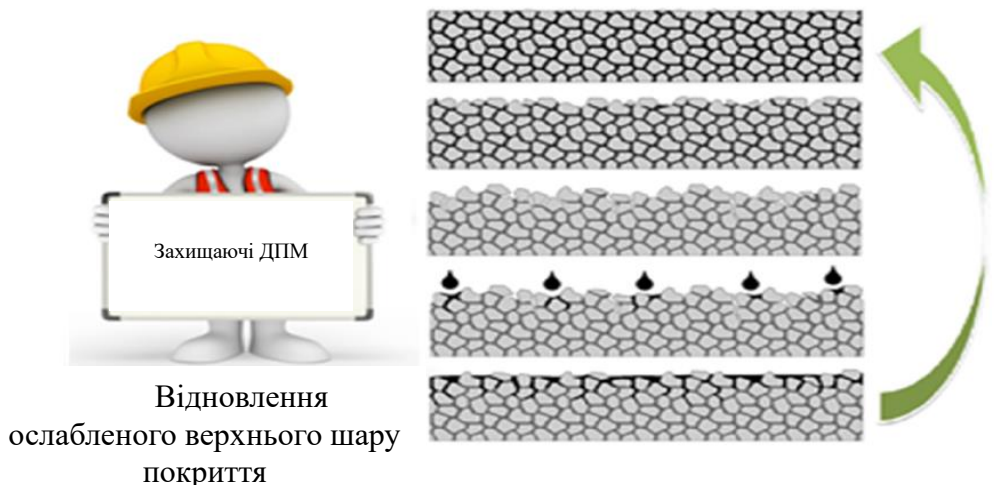


Рисунок 1 – Механізм дії захищаючих ДПМ на асфальтобетонне покриття

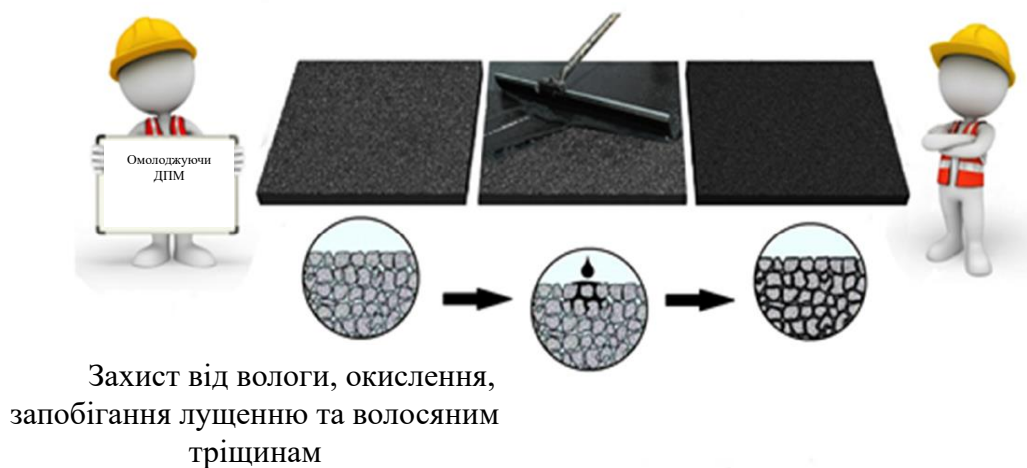


Рисунок 2 – Механізм дії омолоджуючих ДПМ на асфальтобетонне покриття

Ринок ДПМ відносно дуже молодий, але інтенсивно розвивається. В основному, це рекламна інформація виробників та продавців просочувальних матеріалів. Але і в ній буває складно розібратися. Найбільш поширені просочення перераховані нижче.

«ASP Chem-Crete» (Chem-Crete, Словачія) складається із спеціальної суміші окисленої бітумної емульсії, модифікованої за допомогою складу на основі силікону з високим вмістом води, та інших компонентів на органічному розчиннику. Просочений склад не містить мінеральний матеріал. Представляє значний інтерес, описуваний виробниками, механізм впливу ДПМ на асфальтобетонні покриття автомобільних доріг.

Так матеріал ASP фірми Chem-Crete Europe є просочуючим, герметизуючим і гідрофобізуючим складом для існуючих асфальтових покриттів. Просочення проникає у покриття асфальту. Через свій склад матеріал ASP більше підходить для внутрішньої обробки асфальтобетону, ніж для зовнішньої [1]. Просочення глибоко проникає в капіляри та пори асфальтового покриття, де воно стає сполучною ланкою і заповнює пори та порожнечі, що запобігає проникненню

води та інших рідин. Склад також герметизує дрібні тріщини і підвищує зчеплення пневматиків з покриттям, тому ASP збільшує тривалість життя покриття і скорочує витрати на його утримання, може змішуватись з дрібнозернистим піском для ремонту тріщин шириною до 6 мм, або з кам'яним матеріалом для ремонту невеликих ям [1].

BORNIT-Асфатоп – модифікована полімерами бітумна емульсія з мінеральними добавками. Завдяки скупченню сполучних матеріалів на асфальтовій поверхні подовжується термін служби покриття. Наповнювач підвищує шорсткість поверхні. BORNIT-Асфатоп призначений для заповнення пір відкритих асфальтобетонних покриттів. Завдяки своєму складу, подовжує термін служби покриття та підвищує його шорсткість [2].

BORNIT-АСФАТОП СУПЕР (BORNIT-Werk Aschenborn GmbH, Німеччина) – представляє собою готову бітумну суміш на основі модифікованої полімерами спеціальної бітумної суміші та розчинників з мінеральними добавками. Використовується для заповнення пір у відкритих асфальтових покриттях на проїзній частині доріг, смуг для вимушеної зупинки транспортних засобів, площ, тротуарів і велосипедних доріжок [2].

Компанія «НОВА-Бріт» активно працює над розробкою різних герметизуючих матеріалів, таких як «Бріт ПП-1» та «ЗВС-Р». Захисний проникаючий просочувальний склад "БРИТ ПП-1" виготовлений на основі розчинника та не містить мінеральний матеріал. Склад «БРИТ ПП», проникаючи більш ніж на 5 мм углиб асфальтобетону, після випаровування розчинника та полімеризації, забезпечує тривалу гідрофобізацію покриття [3].

Захисно-відновлений склад «Бріт ЗВС-Р» виготовляється на основі розчину бітумно-полімерного в'язучого в летючих розчинниках. Після висихання на поверхні покриття утворює шар товщиною 0,5 мм, який усуває поверхневі дефекти та відновлює експлуатаційні властивості і захищає асфальтобетонні покриття від впливу погодно-кліматичних факторів, протиожеледних реагентів і транспортного навантаження [4]. Даним просоченням оброблюють асфальтобетонні та цементобетонні покриття аеродромів та автомобільних доріг, конструкції будівель та споруд.

Просочення асфальтобетонне ПАБ «ДОРСАН» призначене для «омолодження» асфальтобетонного покриття, запобігає термоокислювального старіння асфальтобетону і виникнення ерозії, блокує процеси лушення і викрашування [5]. Після нанесення пропити на поверхню дорожнього полотна і повного затвердіння, утворює тонке мембранне покриття, яке перешкоджає проникненню всередину асфальтобетону води та газу, захищає від ультрафіолетового та інфрачервоного сонячного випромінювання.

Crafco Superseal AC (Crafco.inc., США) бітумна емульсія, що містить мінеральні порошки, волокна та акрилові інгредієнти. Захищає нові та старі асфальтобетонні покриття автостоянок, дитячих майданчиків, автозаправок, під'їзних доріг у житлових кварталах, аеропортів, вулиць і т. д. від впливу вологи та проникання води та окислення [6].

BIGUMA Fertigschlamm L (Dortmunder GuYasphalt GmbH&Co, Німеччина) – рідкий бітум з сильними адгезивними властивостями і високим коефіцієнтом непрозорості [7]. Захисний на основі розчинника, містить мінеральний матеріал. Герметизує поверхню асфальту, пори в новій занадто пористої асфальтовій поверхні, тимчасово герметизує проміжний шар асфальтобетонного покриття або основи, з його допомогою, за твердженням виробників, можна виконувати ремонт старого та жорсткого комбінованого дорожнього покриття [7].

Перераховані вище ДПМ – це найбільше поширені композиції, з відомою торговою назвою, найчастіше імпортного виробництва.

Як видно, до складу просочувальних матеріалів найчастіше входять: бітумні емульсії, в ряді випадків модифіковані полімерами, мінеральні добавки, синтетичні смоли, окислений бітум, органічні розчинники, емульсії нафтових олій та смол і т.п. Також в якості захисних складів в основному застосовуються композиції, що містять бітум, де в якості основного компонента використовується бітум як природний, так і бітум, отриманий з мінеральної олії. Також як бітумний компонент використовуються продукти нафтопереробки, отримані у процесі крекінгу нафти. Різноманітний і асортимент мінеральних добавок, починаючи від піску меленого, і закінчуючи сажею.

Таким чином, необхідність систематизації, приведення до однаковості в термінології, а також доопрацювання методики оцінки ефективності ДПМ очевидна. Більш того, при виборі того чи іншого просочувального матеріалу доцільно прогнозувати його поведінку в умовах передбачуваної експлуатації: в сукупності високих або низьких температур, при тривалому зволоженні, і подальшому замерзанні.

На підставі аналізу та опрацювання тематики, можна зробити висновок, що для отримання ефекту від використання ДПМ у кожному конкретному випадку необхідний грамотний підхід при виборі просочувальних матеріалів, а не лише вивчення «фантастичних обіцянок» виробників і постачальників просочень. У зв'язку з цим, необхідне проведення широкого спектру досліджень, що базуються на імітації в лабораторних умовах фактичних умов роботи ДПМ.

Література

1. Захисний просочуючий склад ASP Chem-Crete. Технічні характеристики. [Електронний ресурс]: <http://bavcompany.ru/catalog/materials/propitki-dlya-asphalt/asp>.
2. БОРНИТ Асфатоп. [Електронний ресурс]: <http://www.aeroplan-spb.ru/aeroprogram/95-fs>. Нїд <http://www.aeroplanspb.ru/aero-program/122-asfatop-super>.
3. «Брит ПП-1». [Електронний ресурс]: <http://www.brit-r.ru/products/pronikayushchiy-propitochnyy-sostav-brit-pp-1.php>.
4. «Брит ЗВС-Р». [Електронний ресурс]: <http://www.brit-r.ru/products/zashchitnovosstanovitelnye-sostavy-brit.php>.
5. Склад просочувальний «ДОРСАН-2». [Електронний ресурс]: <http://rosavtodor.ru>.
6. Захисний герметизуючий склад SuperSeal AE CRAFCO. [Електронний ресурс]: <http://bavcompany.ru/catalog/materials/propitkidlya-asphalt/crafco-superseal-ae/>.
7. BIGUMA® - Fertigschlamm L. [Електронний ресурс]: <http://пробетонгрупп.su/shop/product/biguma-r-fertigschlamme-l>.

ВПЛИВ НАЯВНОСТІ ТРІЩИН НА МІЦНІСТЬ ДОРОЖНІХ КОНСТРУКЦІЙ

Коваленко Б.Р., ст. групи Д-43-20

bogdankovalenko@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,

kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На даний час відбувається принципова зміна технічної та інвестиційної політики дорожньої галузі. Центр тяжіння поступово та неухильно буде переходить до експлуатації доріг. Пріоритетне значення надається ремонту та утриманню автомобільних доріг з метою приведення транспортно-експлуатаційного стану дорожньої мережі у відповідність до сучасних вимог транспортного руху. Найбільш відповідальним елементом одягу є покриття, тому підвищення довговічності дорожнього одягу в цілому та його верхнього шару – покриття, дуже актуальна і першочергова задача.

В результаті навантажень від коліс автомобілів дорожній одяг прогинається, потім поступово відновлюється до начального стану. При високих інтенсивностях та швидкості руху навантаження від коліс вантажних автомобілів можуть повторюватися через кожні 1,5-6 с.

Прогин від колеса важкого вантажного автомобіля поширюється на всі боки, утворюючи чашу радіусом до 3-4 м, яка переміщається по ходу руху автомобіля. Чаші прогинів частково перекривають одна одну, охоплюючи всю ширину смуги руху. При цьому в шарах дорожнього одягу виникають напруження стиснення, розтягування, вигину та зсуву.

Надмірна напруга від транспортних навантажень призводять до виникнення деформацій, а накопичення залишкових деформацій призводить до руйнування дорожнього покриття.

Дослідження роботи автомобільних доріг виділяють три періоди роботи дороги [3].

У перший період роботи покриттів, побудованих із застосуванням органічних в'язучих, відбувається інтенсивне формування стійкої коагуляційно-кристалізаційної структури шарів із мінеральних матеріалів та бітуму під дією механічних навантажень від руху транспортних засобів. У цей період відмови конструктивних елементів дорожнього одягу виникають головним чином унаслідок дії природно-кліматичних факторів та дефектів отриманих при будівництві.

Що стосується теорії надійності для елементів, які не підлягають певною мірою впливу зносу, ймовірність безвідмовної роботи визначається експонентною залежністю:

$$P_t = l^{-\lambda t} = l^{-t/T}, \quad (1)$$

де t – поточний час роботи, для якого визначається надійність конструктивного елемента;

λ – інтенсивність випадкових відмов;

T – середнє напрацювання вщерть, $T=1/\lambda$.

У другому періоді, як правило, відбувається стабілізація стану покриття, кількість відмов зменшується, настає більш менш постійний режим роботи дороги та її конструктивних елементів. Інтенсивність відмов λ практично постійна. Формула надійності при постійній інтенсивності відмов може набувати такого ж вигляду, як і в першому періоді роботи покриттів, однак чисельні значення надійності будуть інші.

У третьому періоді проявляється вплив зносу, викликаного старінням матеріалів, стиранням колесами автомобільного транспорту та накопиченими залишковими деформаціями.

Інтенсивність відмов починає різко зростати. У цей період відмови виникають внаслідок підвищеного деформування дорожнього одягу як складної системи, що складається з окремих елементів.

Імовірність безвідмовної роботи дорожнього одягу для третього періоду описується наступною залежністю.

$$P_t = f_1\left(\frac{T_{c.p} - t}{\sigma}\right), \quad (2)$$

де $T_{c.p}$ – період між суміжними реконструкціями (сумарна напрацювання за певний період або довговічність);

σ – середнє квадратичне відхилення.

На надійність роботи дорожніх покриттів значно впливають втомні явища.

Під надійністю дорожнього одягу розуміють можливість безвідмовної роботи конструкції протягом усього періоду експлуатації до ремонту. Кількісно рівень надійності є відношенням протяжності міцних (неушкоджених) ділянок до загальної протяжності одягу з відповідним значенням коефіцієнта міцності.

Механізм втомного руйнування представляється наступним чином - при проході колеса автомобіля максимальні розтягувальні напруги виникають в основі покриття, хоча вони істотно менше критичних через неоднорідність матеріалу. Локальні напруги часто істотно відхиляються від середнього значення, і в місцях, де вони перевищують межу пружності плівок бітуму, зв'язки рвуться. Повторне застосування навантажень призводить до накопичення розірваних зв'язків. В результаті через кілька циклів застосування навантажень в нижній частині покриття виникають дрібні тріщини, що об'єднуються потім у великі. Тріщини одночасно ростуть у двох напрямках: вгору та паралельно площині

покриття. При подальшому навантаженні тріщина проходить крізь покриття і стає видимою на поверхні [1.2].

Одна з головних причин утворення більшості тріщин це втома дорожнього одягу та їх недостатня міцність. Наскрізні тріщини є одним із основних видів руйнувань асфальтобетонних покриттів у всіх дорожньо-кліматичних зонах та є початком для розвитку інших видів руйнувань.

Споживчі властивості автомобільних доріг, їх транспортно-експлуатаційний стан, міжремонтні терміни служби дорожнього одягу та покриттів, надійність дорожньої конструкції значною мірою залежить від однорідності земляного полотна та дорожнього одягу. На стабільність земляного полотна та дорожніх одягів істотно впливають їх водно-тепловий режим та однорідність.

Внаслідок обстеження автомобільних доріг Харківської області виявлено закономірність зниження міцності дорожнього одягу нежорсткого типу залежно від наявності тріщин на покритті. Ця залежність яскравіше проявляється на ділянках доріг за відсутності або утруднення відведення вологи від земляного полотна автомобільних доріг (знижені місця рельєфу місцевості, відсутність дренажного шару, засміченість водовідвідних споруд тощо). Деякі результати обстеження доріг наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати обстеження автомобільних доріг на міцність в залежності від наявності тріщин на покритті

Найменування автомобільної дороги	Прив'язка	Періодичність поперечних тріщин	Інші різновиди тріщин	Міцність дорожнього одягу Е, МПа
Київ-Харків-Довжанський М-03	444+500-445+400	2-3 м	повздовжні.	167
	445+400-446+000	5-10 м	тріщини	181
	446+000-449+000	10-20 м	-	214
	449+000-450+000	20-30 м	-	248
Харків-Щербаківка М-27	26+400-27+200	5-10 м	повздовжні.	182
	27+200-29+500	10-20 м	тріщини	211
	29+500-31+000	30-50 м	-	250
	31+000-38+800	10-20 м	-	228
Красноград-Полтава Р-18	45+550-46+800	5-10 м	-	190
	46+800-47+300	10-20 м	-	212
	47+300-47+700	5-10 м	косі тріщини	125
	47+700-48+400	20-30 м	-	280

При обстеженні дорожніх конструкцій було встановлено, що найбільша неоднорідність вологості та щільності, а отже, і міцності спостерігається у верхній частині земляного полотна, у місцях наявних або відремонтованих тріщин.

У цих місцях середня вологість ґрунту полотна на 15-30 % вище, проти місць, де не порушена поверхня покриття, що веде до значного зниження

щільності та міцності ґрунту та послаблення у цих місцях дорожньої конструкції загалом.

У місцях наявності тріщин на перезволожених ділянках під динамічними впливами важкого транспорту можуть утворюватися просідання. Тому дуже важливим є, особливо у весняний період, покращення водно-теплового режиму земляного полотна. У деяких випадках доцільно вдаватися до обмеження швидкості та інтенсивності руху, закриття руху для важких автомобілів.

Література

1. Слобідчиків Ю.В. Умови експлуатації та надійності роботи автомобільних доріг. - К.: Вища школа, 1987 - 128 с.
2. Золотар І.А. Підвищення надійності автомобільних шляхів - К.: Вища школа, 1987 - 183 с.
3. Сіденко В.М., Міхович С.І. Експлуатація автомобільних доріг - К.: Вища школа, 1976 - 287 с.
4. ДСТУ 8954:2019. Автомобільні дороги. Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу. Київ ДП «УкрНДНЦ», 51. – Чинний від 2020-01-12.
5. ДСТУ 9196:2022 «Автомобільні дороги. Правила призначення ремонтних заходів» // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2022 - 7 с.– Чинний від 2023-06-01.

ЗАСТОСУВАННЯ МІЖНАРОДНОГО МЕТОДУ CESMM ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РОБІТ В ДОРОЖНІЙ ГАЛУЗІ

Коваленко Н.І., магістр з будівництва та цивільної інженерії;

Манько М.В., ст. групи Д-52-23,

masiuknelia93@gmail.com

Науковий керівник: Догадайло Я.В., к.е.н., доцент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Останнім часом в Україні відбувається перехід до застосування міжнародної системи вимірювання дорожніх робіт та послуг CESMM4 з метою уніфікації підходів до ціноутворення у дорожній галузі, що застосовується в міжнародних стандартах. CESMM (Civil Engineering Standard Method of Measurement) – стандартний метод вимірювання в цивільному будівництві, що включає правила та норми вимірювання різних робіт, послуг і елементів в цивільному будівництві. Розроблений у Великобританії Інститутом цивільних інженерів як стандарт вимірювання та оцінки обсягів робіт в цивільному будівництві [1]. Проте наразі використання CESMM4 не має системного та уніфікованого характеру. Зокрема, не існує єдиного затвердженого переліку робіт за CESMM4, якого б обов'язково дотримувалися всі учасники ринку. Крім того, не вироблено єдиних підходів до визначення вартості робіт згідно з CESMM4 та ув'язування її з національною системою класифікації та кодифікації будівельних робіт. Тому існує потреба в розробленні комплексної концепції впровадження CESMM4 в Україні, яка б визначала уніфіковану структуру робіт, порядок їх ціноутворення та взаємозв'язок з чинною нормативною базою. Це дозволить системно перейти на застосування CESMM4 та отримати всі переваги міжнародних стандартів у сфері вимірювання та вартості дорожніх робіт, здійснюючи визначення вартості за укрупненими показниками. Усі будівельні контракти стикаються з проблемами, коли замовнику важко точно визначити для підрядника, що саме той має зробити, а підряднику складно з високою точністю спрогнозувати вартість робіт. Щоб досягти ефективного управління проектами, необхідно максимально обмежити ці труднощі в розумних межах практичної доцільності. Це спонукало до пошуку методів, які дозволяють якомога точніше визначати обсяги робіт для підрядника та надають йому можливість як найточніше спрогнозувати їх вартість.

Метою впровадження CESMM в Україні є: стандартизувати форму та зміст Відомості обсягів робіт, підготовленої відповідно до стандартного методу вимірювання; забезпечити систематичну структуру позицій Відомості, що веде до більшої уніфікації деталізації та опису; переглянути розподіл робіт у позиціях, щоб забезпечити більш релевантний і збалансований опис вартості робіт у контракті; врахувати нові методи у будівництві та управлінні цивільним будівництвом, їх вплив на саму роботу та на адміністрування контрактів [2, 3].

Основними поняттями для класифікації робіт є наступні визначення [1]: Work (робота) – це визначення охоплює роботу, яку необхідно виконати, а також усі матеріали й послуги, зобов'язання, відповідальності та ризики, що їх бере на

себе підрядник за контрактом; Expressly required (чітко вимагається) - це означає, що ця позиція вказана на кресленнях, описана в специфікації або зазначена в контракті; Bill of Quantities (Відомість обсягів робіт, BoQ) – це список позицій з короткими ідентифікаційними описами та встановленими обсягами робіт, передбачених контрактом; Daywork (Робота з погодинною оплатою) – Original Surface (Вихідна поверхня) – поверхня землі до виконання будь-яких робіт; Final Surface (Фінальна поверхня) – поверхня, зазначена на Кресленнях, до якої здійснюють виймання ґрунту; Commencing Surface (Початкова поверхня) – поверхня землі до виконання будь-яких робіт відповідно до позиції Відомості обсягів робіт та Excavated Surface (Поверхня після розробки) – поверхня відповідно до позицій Відомості обсягів робіт, до якої будуть виконані роботи з розробки ґрунту, включені у позицію.

Класифікація робіт визначає наступні принципи: як роботи мають бути розділені на окремі позиції у Відомості обсягів робіт; яку інформацію потрібно надати в описі кожної позиції; одиниці виміру, в яких виражаються обсяги робіт за кожною позицією; як вимірювати обсяги робіт для розрахунку. Класифікація поділяє роботи на 26 основних класів. Кожен клас включає до трьох рівнів, які поділяють роботи на послідовних рівнях деталізації. Кожен рівень містить список до восьми описаних особливостей роботи [1].

З метою визначення вартості дорожніх робіт до міжнародних стандартів, здійснено кодування робіт із зимового утримання автодороги державного значення за стандартом CESMM 4. Під час проведення розрахунків, застосовувалися галузеві витрати дорожніх послуг та здійснено укрупнення показників наведено на рисунку 1, за допомогою програмного комплексу КОШТОРИС8.

R840	КЛАС R: ДОРОГИ І ДОРОЖНІ ОДЯГИ. Допоміжні засоби. Оброблення комбінованими протиожедними матеріалами покриття дорожніми комбінованими машинами	м2	96 997 200,0	0,01	969 97
R850	КЛАС R: ДОРОГИ І ДОРОЖНІ ОДЯГИ. Допоміжні засоби. Оброблення плавильними протиожедними матеріалами	грн.	8 011 200,0	0,44	3 524 92
Всього:					48 387 14
▲■■					

Рисунок 1 – Укрупнення складових вартості із застосуванням ПК КОШТОРИС 8

Наприклад, в складі роботи на розподілення протиожедних матеріалів дорожньою комбінованою машиною включені також витрати на навантаження суміші та її транспортування.

На підставі власного кодування робіт з зимового експлуатаційного утримання згідно CESMM 4 було сформовано відомість обсягів робіт BoQ з

зимового експлуатаційного утримання ділянки автомобільної дороги державного значення (рис. 2).

ВІДОМІСТЬ ОБСЯГІВ РОБІТ (ВОQ)						
Міжнародна система вимірювання дорожніх робіт та послуг : C4 - CESMM4						
№ ч.ч.	Кодовий номер	Найменування робіт	Одиниця виміру	Обсяг	Ціна одиниці	Загальна вартість
1		2	3	4	5	6
Розділ І. Дорожні роботи та послуги						
КЛАС А: ЗАГАЛЬНІ СТАТТІ						
1	A323	Чергування робітників під час зимового утримання доріг	год	668,00		
2	A323.1	Чергування машиністів навантажувача	год	2 672,00		
3	A323.2	Чергування машиністів піскорозкидача	грн.	5 338,80		
КЛАС D: ДЕМОНТАЖ І РОЗЧИЩЕННЯ ДІЛЯНКИ						
4	D131	Однотимчасне очищення та оброблення покриття протижелезних матеріалами машиною дорожньою комбінованою	км	1 335,20		
5	D132.1	Очищення доріг плужним снігоочисником від снігу, який щойно випав	км	14 553,68		
6	D132.2	Очищення доріг плужним снігоочисником від суцільного шару снігу товщиною до 0,5 м	км	934,64		
7	D132.3	Очищення доріг плужним снігоочисником від суцільного шару снігу товщиною до 0,4 м	км	640,90		
8	D133.1	Очищення доріг від снігу вручну	м2	213 632,00		
9	D133.2	Розчищення ділянки. Прибирання втопавильйонів взимку	грн.	24 484,80		
КЛАС Е: ЗЕМЛЯНІ РОБОТИ						
10	E546	Приготування піщано-соляної суміші	м3	8 389,46		
11	E649.1	Розподілення протижелезних матеріалів по покриттю розподільником на базі машини дорожньої комбінованої: піщано-соляна суміш	м2	96 997 200,00		
12	E649.2	Розподілення протижелезних матеріалів по покриттю розподільником на базі машини дорожньої комбінованої: чиста технічна сіль	м2	8 011,20		
13	E648.1	Розподілення протижелезних матеріалів по покриттю вручну: піщано-соляна суміш	м2	13 352,00		

Рисунок 2 – Кодування робіт з зимового експлуатаційного утримання згідно CESMM 4 (частина)

Запропоноване кодування було апробовано під час визначення кошторисної вартості робіт зимового утримання автомобільної дороги державного значення М-22 Полтава – Олександрія в Полтавській області в програмі КОШТОРИС 8 за існуючим [4] та новим підходом [5]. Останній був заснований на використанні укрупнених показників вартості та міжнародного методу CESSM 4. Порівняльний аналіз отриманих кошторисних вартостей показав, що за укрупненими показниками вартості кошторисний прибуток приблизно на 2,6 млн. грн. більше.

Таким чином авторами роботи адаптовано міжнародний метод CESSM 4 для вимірювання робіт в дорожній галузі шляхом запропонованого кодування робіт з зимового експлуатаційного утримання автомобільної дороги. Це дозволить удосконалити методичні основи щодо визначення кошторисної вартості робіт з експлуатаційного утримання під час осінньо-зимового періоду на підставі використання запропонованого кодування робіт з зимового експлуатаційного утримання згідно міжнародного стандартного методу вимірювання в цивільному будівництві діючої четвертої версії (CESMM 4), формування на підставі останнього відомості BoQ та визначення кошторисної вартості робіт за допомогою програми «Кошторис 8».

Література

1. CESMM4 Стандартний метод вимірювання в цивільному будівництві Видання четверте, переглянуте. Переклад з оригіналу (англійської мови) за домовленістю з Thomas Telford Ltd. Київ, 2023. 99 с.
2. Безуглий А. Огляд Правил та Методики визначення вартості будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування. Особливості застосування розрахунків витрат ресурсів. Укрупнені показники вартості робіт. Особливості використання та застосування бази даних цін. *Регіональні тренінги з ціноутворення*. Київ: ДП «ДерждорНДІ», 2023. 68 с.
3. Каськів В. Застосування міжнародних систем вимірювання дорожніх робіт (на прикладі CESMM). *Регіональні тренінги з ціноутворення*. Київ: ДП «ДерждорНДІ», 2023. 75 с.
4. 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) URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=80818> (дата звернення: 25.01.2023).
5. Методика визначення вартості дорожніх робіт та послуг щодо визначення вартості нового будівництва, реконструкції, ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування : затв. наказом М-ва інфраструктури України від 07 жовт. 2022 р. № 753. 2022. 96 с. URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=98980> (дата звернення: 25.12.2023).

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ОБСТЕЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ М-06 КИЇВ-ЧОП

*Колінов Д.О., студент гр. Д-36т1-21,
Воловик О.О., к.т.н. доц. кафедри БЕАД
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Ділянка, що підлягала обстеженню, є частиною міжнародної автомобільної дороги М-06 «Київ-Чоп» у межах Житомирської області (обхід міста Житомир).

До 2004 року автомобільна дорога М-06 «Київ-Чоп» (км 129+600 – км 151+730) за геометричними параметрами відносилася до III-ї технічної категорії. Будівельні роботи з переведення (реконструкції) вказаної ділянки дороги з III-ї технічної категорії у II-у виконували в період липень-серпень 2004 року. Реконструкція була викликана незадовільним станом цементобетонного покриття і невідповідністю геометричних параметрів проїзної частини вимогам ДБН 2.3.4 [1, 2].

Реконструйовану ділянку автомобільної дороги було введено в експлуатацію у 2005 році. Через 1 рік експлуатації у цементобетонному шарі покриття почали утворюватися поздовжні тріщини на відстані 1,5-2,0 м від краю проїзної частини. З метою захисту конструкції дорожнього одягу від потрапляння поверхневої води через тріщини в основу у 2006 році на ділянці довжиною 12 км було влаштовано тонкошарове покриття із емульсійно-мінеральної суміші типу «Мультимак».

У 2019 році почалися будівельні роботи з переведення ділянки автомобільної дороги М-06 «Київ-Чоп» від км 129+600 до км 151+730 з II-ї технічної категорії у I-б технічну категорію.

Після закінчення робіт у період з 2020 по 2021 роки виконувалося візуальне обстеження ділянки автомобільної дороги з цементобетонним покриттям. Виявлено типові дефекти, наведені на рисунку 1-4.



Рисунок 1 – Руйнування у вигляді вибоїн з сіткою тріщин в зоні перехрещення деформаційного шва стиску та поздовжньої тріщини

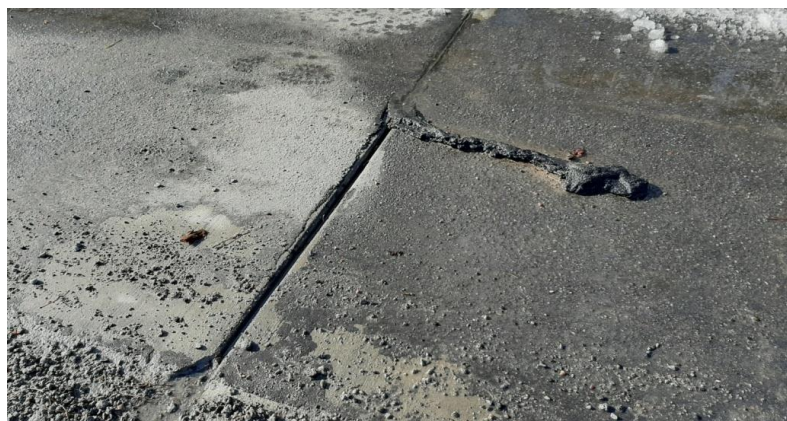


Рисунок 2 – Розгерметизовані деформаційні шви



Рисунок 3 – Проломи, які утворилися у кутах суміжних цементобетонних плит



Рисунок 4 – Подальше руйнування відремонтованих вибоїн

Обстеженнями встановлено, що поверхня цементобетонного покриття в технологічних розривах є гладкою (без створених боріздок). У більшості випадків конструкція деформаційних швів розширення в технологічних розривах не відповідає вимогам [3]. В різних технологічних розривах виявлено 2 або 3 деформаційних шви розширення. Відстань між деформаційними швами розширення в технологічних розривах не є однаковою. На період обстеження ширина деформаційних швів розширення перевищує вимоги [3] на 20 мм і становить 50 мм.

В процесі обстеження правого проїзду встановлено наявність деформаційних швів з розтрісканими кромками цементобетонних плит (рис. 5), а також ділянка площею близько 350 м² з лущенням поверхні покриття.



Рисунок 5 – Зруйновані кромки цементобетонних плит

У процесі обстеження покриття правого проїзду виявлено відсутність герметизуючого матеріалу в деформаційних швах стиску та розширення починаючи від км 141+700 до км. 151+730 (рис. 6).



Рисунок 6 – Приклад не загерметизованих деформаційних швів

Обстеженням виявлено наявність руйнувань в цементобетонному шарі покриття дорожнього одягу по лівому проїзду (стара конструкція дорожнього одягу) у вигляді: вибоїн, проломів в окремих плитах, поздовжніх та поперечних тріщин, косих тріщин, руйнування крайок цементобетонних плит у зоні поздовжніх та поперечних деформаційних швів, відшарування або відсутність герметизуючого матеріалу у деформаційних швах. У тонкошаровому покритті з литої емульсійно-мінеральної суміші спостерігаються втрата суцільності в зоні деформаційних швів та локальні ділянки, на яких тонкошарове покриття взагалі відсутнє (стерлося).

Найбільш поширеним руйнуванням на обстеженій ділянці дороги є поздовжні наскрізні тріщини на відстані 1,2-1,5 м від крайки проїзної частини, ширина розкриття яких сягає 4 см.

Станом на березень 2021 року на лівій смузі лівого проїзду загальна довжина поздовжніх тріщин становила 4950,0 м. На правій смузі лівого проїзду загальна довжина поздовжніх тріщин становила 4507,2 м. Загальна довжина косих тріщин на лівій та правій смугах руху лівого проїзду становила 15,5 м. Виявлені ділянки з сіткою тріщин на лівій смузі площею 14,449 м² та на правій смузі площею 8724,42 м². Площа вибоїн становила 6069,41 м². Поперечний ухил проїзної частини на обстеженій ділянці коливається від 14 ‰ до 29 ‰.

Аналіз результатів обстеження лівого проїзду показав, що загальна кількість плит з тріщинами та вибоїнами складає 3406, що становить 36,15 % від загальної кількості плит на обстеженій ділянці. Кількість вже демонтованих плит складає 1540, що становить 16,34 % від загальної кількості плит на обстеженій ділянці.

Загальна кількість пошкоджених та демонтованих плит на обстеженій ділянці автомобільної дороги М-06 Київ-Чоп (на Будапешт через Львів, Мукачеве, Ужгород) від км 129+600 до км 151+730 по лівому проїзду (стара конструкція дорожнього одягу) становила 52,49 %.

Література

1. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.3-4:2015. – [Чинний з 2016-04-01]. – К.: Державні будівельні норми України, 2015. – 91 с. – (Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України).
2. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво: ДБН В.2.3-4:2015. Зміні №1 – [Чинний з 2019-09-01]. – К.: Державні будівельні норми України, 2019. – 30 с. – (Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України).
3. Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування. ГБН В.2.3-3764198-557:2016. – [Чинний з 2017-04-01]. – К.: Галузеві будівельні норми України, 2016. – 70 с. – (Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України).

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ МІЖШАРОВОГО ЗЧЕПЛЕННЯ ПРИ РЕМОНТІ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Комісаренко І.М., ст. групи Д-43-20

komisarenko@gmail.com

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,

kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Для підготовки поверхні, що ремонтується, використовується велика кількість різних технологічних прийомів і заходів, спрямованих на забезпечення зсувостійкості шару який нарощується. Одним із способів поліпшення міжшарового зчеплення є підвищення шорсткості, поверхні яка ремонтується, що сприяє кращому розтіканню адгезиву та збільшенню повноти контакту в'язучого з покриттям [1].

З метою забезпечення кращого зачеплення нового матеріалу, що укладається з ремонтується поверхнею також розроблені інші способи, такі як: фрезування, піскоструминна і дробоструминна обробки покриття, насікання поверхні ударними стрижнями і т.д. В основному ці способи підготовки застосовувалися при ремонті цементобетонних покриттів і забезпечували підвищення макрошорсткості поверхні, що ремонтується. Дані методи обробки поверхні вимагають значних матеріальних витрат і ускладнюють технологію ремонту. Більшість вчених, які досліджували процеси пов'язані з підвищення міцності міжшарового зчеплення, відзначають позитивну роль шорсткості в процесі формування структури контактного шару між поверхнею, що ремонтується та новим матеріалом який укладається [1-3].

Підвищення шорсткості, з одного боку, сприяє збільшенню повноти контакту в'язучого з поверхнею, що ремонтується, з іншого боку, формуються свіжоутворені реакційно-здатні поверхні.

Даний вид активації специфічний, оскільки він обумовлений здатністю збуджувати у матеріалі поверхні хімічні процеси при механічних впливах.

При проведенні ремонтних робіт у більшості випадків не передбачається попередня підготовка поверхні, що ремонтується, за винятком очищення від пилу і забруднень, проте вона необхідна за результатами попередніх досліджень, для утворення якісного адгезійного з'єднання.

Цілі що переслідуються при механічній обробці поверхні можуть бути різними, однак до основних необхідно віднести наступні: усунення ослаблених поверхневих часток субстрату; очищення поверхні від різних видів забруднення; забезпечення максимально повного молекулярного контакту між адгезивом та субстратом на стадії формування адгезійної сполуки; результатом механічного впливу на тверде тіло поверхні що ремонтується є виникнення свіжо утвореної поверхні.

В процесі експлуатації покриття автомобільних доріг під дією автомобільного транспорту та кліматичних факторів на поверхні утворюються ослаблені поверхневі шари, які при проведенні ремонтних робіт необхідно видаляти, оскільки вони є конденсаторами напруги та можуть зменшувати міцність адгезійної взаємодії.

Різні види забруднень на покритті також негативно впливають на утворення адгезійного зв'язку між поверхнею, що ремонтується та матеріалом який знову укладається. Наявність забруднень значною мірою визначає стан поверхні, що ремонтується. Зазвичай зі зменшенням забруднення поверхні будь-якого субстрату без зміни його властивостей спостерігається зростання адгезійної міцності. Тому очищення поверхні сприятиме зростанню міцності міжшарового зчеплення.

В результаті механічної обробки поверхні підвищується її шорсткість. На підставі механічної теорії адгезії, адгезійна міцність прямо пропорційна площі фактичного контакту. Крім того, розвиненість поверхні субстрату позитивно впливає на термодинаміку і кінетику змочування її адгезивом. Створення розвиненої топографії та специфічного рельєфу поверхні після механічної обробки сприяє реалізації механічного зачеплення та покращення міжшарового контакту. Механічний вплив на поверхню, що ремонтується, призводить до утворення хімічно активної поверхні. До найважливіших актів які супроводжують більшу частину механо-хімічних процесів у твердих тілах можна віднести: виникнення нових поверхонь, що мають високу хімічну активність; зміна структури поверхневих шарів, що утворюються внаслідок механічної деструкції; хімічні реакції, які протікають на свіжо утворених поверхнях [3].

Одним із факторів, що визначають високу хімічну активність свіжо утворених поверхонь, є виникнення вільних радикалів, які утворюються внаслідок руйнування хімічних зв'язків у результаті механічної деструкції.

Теоретично механо-хімічний процес може бути представлений як сукупність наступних елементарних реакцій [4]:

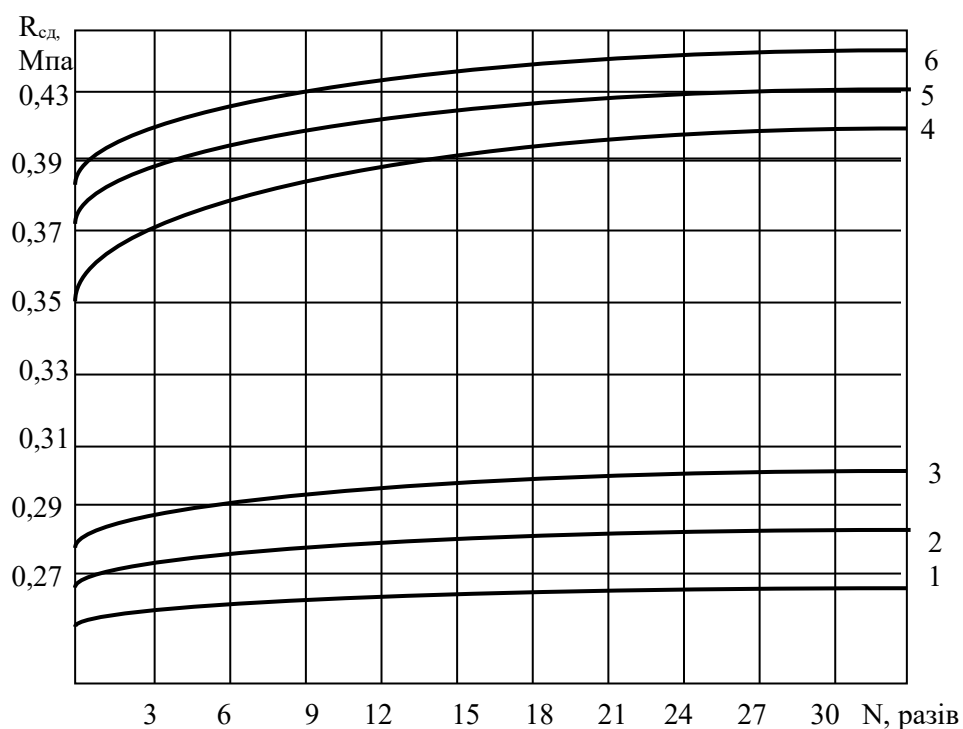
1. Утворення реакційного ланцюга чи механоініціювання (виникнення вільного макрорадикала);
2. Зростання реакційного ланцюга, розвиток ланцюгового процесу в найрізноманітніших напругах залежно від умов (температура, природа матеріалу, будова макроцепів та макрорадикалу);
3. Руйнування реакційного ланцюга, утворення кінцевих стабільних продуктів механохімічних перетворень.

Видалення забруднень, що мають акцепторні властивості з покриття, а також з газового середовища вкрай важко і практично при будь-якій ретельній обробці тільки знижується їх концентрація. Однак, вже на перших стадіях механічної обробки акцептуючі домішки поступово усуваються, а при досить високій інтенсивності механічних впливів, що забезпечують відносно високу концентрацію вільних макрорадикалів, швидкість утворення яких значно вища за швидкість дифузії кисню з повітря на матеріал покриття дозволяє достатньо активізувати поверхню.

Слід також зазначити, що механічна активація призводить до зміни структури поверхневого шару покриття та зниження міжмолекулярних зв'язків, тим самим зумовлює зниження поверхневого натягу, що сприяє покращенню контакту з адгезивом та підвищення адгезійної міцності.

У ХНАДУ запропонований метод, що сприяє створенню специфічного мікрошорсткого рельєфу поверхні за допомогою металевої щітки, яка є в комплекті підмітально-прибиральних машин. Даний спосіб активації поверхні, що ремонтується забезпечує видалення ослаблених шарів субстрату, очищення поверхні від пилу і бруду, сприяє утворенню свіжої хімічно активної поверхні, а також підвищенню її мікрошорсткості.

Проведено ряд експериментів, які дозволяють визначити необхідну кількість проходів металевою щіткою в залежності від в'язкості використовуваного бітуму для підґрунтовки поверхні, що ремонтується, а також визначенню проміжку часу, при якому дана обробка має активність до підґрунтування. При проведенні експериментальних досліджень використовувалися різні марки в'язких та рідких бітумів. За залежностями (рис. 1) спостерігається відчутне зростання міцності міжшарового зчеплення до 20 проходів металевою щіткою по одному сліду і становить близько 80% всього приросту міцності.



1 – в'язкість бітуму С⁵₆₀ 45; 2 – С⁵₆₀ 90; 3 – С⁵₆₀ 135; 4 – пінетрація бітуму П = 204 х 0,1мм; 5 – П = 176 х 0,1мм; 6 – П = 128 х 0,1мм.

Рисунок 1 - Залежність міцності міжшарового зчеплення від кількості проходів при активації поверхні металевою щіткою

За залежністю (рис. 2) видно, що активність поверхні починає поступово знижуватись. Цей факт можна пояснити конденсацією різних речовин з повітря, що знижує активність обробленої поверхні.

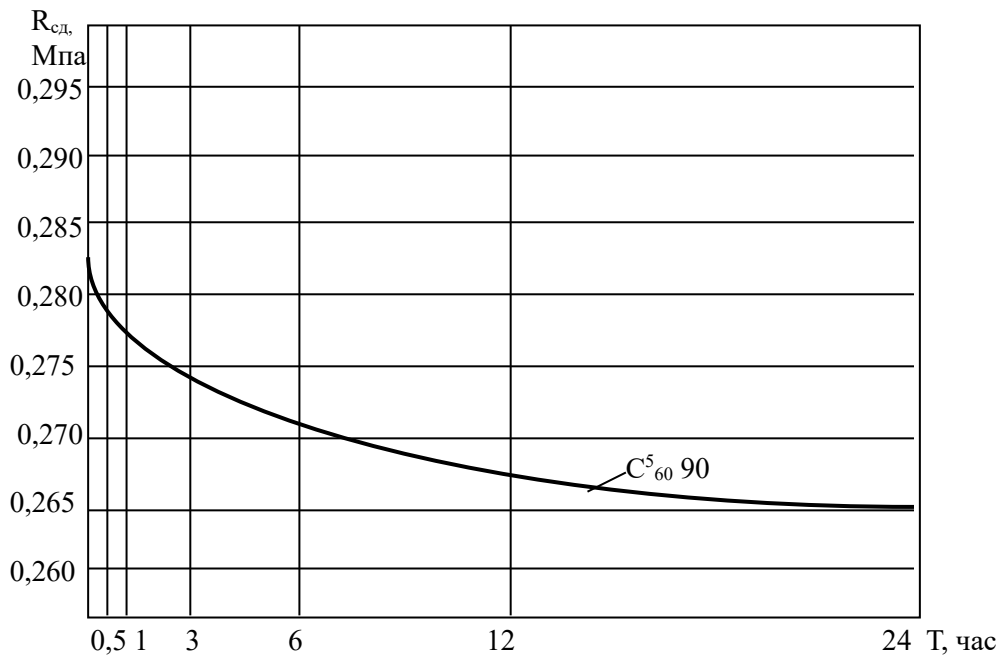


Рисунок 2 – Залежність міцності міжшарового зчеплення від часу витримування зразка, поверхня якого оброблена металевою щіткою до початку підгрунтовки цієї поверхні бітумом

Механічна активація ефективна при ремонті сухої поверхні, при впливі води активність поверхні, що ремонтується, різко знижується. Підгрунтовку поверхні бітумом необхідно по можливості здійснювати відразу після активації її металевою щіткою.

В результаті експериментальних випробувань та дослідно-виробничої перевірки результатів досліджень встановлено, що площа повторного руйнування відремонтованих поверхонь внаслідок активації металевою щіткою перед підгрунтовкою їх адгезівом, зменшується у 2 рази, а при активації комбінованим способом (розчинник з механічною активацією) у 8 разів за рахунок покращення міжшарового зчеплення в порівнянні з традиційним способом ремонту.

Даний спосіб активації може бути застосований за будь-яких видів ремонту, найбільш ефективний на асфальтобетонних і цементобетонних покриттях, не вимагає істотних матеріально-технічних та фінансових витрат.

Література

1. Горнаєв Н.А. Про змочування мінеральних матеріалів у гарячому асфальтовому бетоні. – Вістник вузів. Будівництво та архітектура. - 1984. № 10, с. 134-137.
2. Басін В.Г. Адгезійна міцність. - К.: Хімія, 1991. - 280 с.
3. Дорожній асфальтобетон. За ред. Л.Б. Гезенцевя. - К.: Вища школа, 1985.-350 с.
4. Барамбойм Н.К. Механохімія високомолекулярних сполук. - К.: Вища школа, 1998. - 384 с.
5. ДСТУ 9196:2022 «Автомобільні дороги. Правила призначення ремонтних заходів» // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2022 - 7 с.– Чинний від 2023-06-01.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЛІКВІДАЦІЇ ЯМКОВОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Костирко О.Ю., студент гр.Д-36т1-21

Грищенко Т.М., старший викладач,

tamaragrisenko55@gmail.com,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Від стану дорожнього покриття залежать такі фактори, як безпека дорожнього руху, швидкість транспортного потоку, витрата палива і кількість шкідливих викидів в атмосферу. Крім того, несправне дорожнє полотно є причиною підвищеного шуму, вібрації, призводить до зайвого стомлення водія і сприяє зносу автомобіля.

Основні види ямкового ремонту здійснюються із застосуванням наступних матеріалів та технологій: гаряча асфальтобетонна суміш; холодна асфальтобетонна суміш; лита асфальтобетонна суміш; струменево-ін'єкційна холодна технологія.

Вибір технологічного методу ямкового ремонту повинен відповідати наступним вимогам або критеріям: висока якість усунення дефектів, відповідні показники щільності, міцності, рівності та шорсткості основної частини покриття; тривалий термін служби відремонтованої ділянки; наявність або доступність необхідних матеріалів, машин і устаткувань для виконання ремонту за обраним методом; складність або простота реалізації обраного методу виконання робіт в різних погодних умовах; оперативність відкриття руху транспорту на місці ремонту; низька вартість та висока економічність ремонтних робіт.

Актуальним завданням нашого часу вважається забезпечення можливості цілорічного проведення робіт з будівництва та ремонту дорожніх асфальтобетонних покриттів і підвищення їх довговічності.

Проведення дорожніх робіт з використанням холодної асфальтобетонної суміші можливе при несприятливих погодних умовах (дощ, сніг, низька температура повітря), але при цьому вибоїна повинна бути обов'язково очищена від бруду і висушена.

Холодна асфальтобетонна суміш буває декількох видів: суміш на емульсії негайного застосування; холодні емульсійно-мінеральні асфальтобетонні суміші; холодна органомінеральна суміш що складається і інші види сумішей.

Основними перевагами холодної органомінеральної суміші є: можливість цілорічного використання без погіршення якостей; тривалий термін зберігання; екологічність (мінімальний парниковий ефект); мінімальне використання трудовитрат; простота виконання технології робіт (не потрібна значної вартості і високотехнологічна дорожньо-будівельна техніка); оперативність; введення в експлуатацію відремонтованого асфальтобетонного покриття відразу після завершення ремонтних робіт.

Порядок проведення ямкового ремонту доріг з використанням холодної асфальтобетонної суміші полягає у розмітці дефектної області дорожнього покриття по периметру (площа однієї карти не більше 5-6 м²), нарізанні швів в асфальтобетоні по контуру розмітки, видаленні старого і зруйнованого покриття, очищенні дорожньої вибоїни від сміття, розігріванні стінок і дна дорожньої вибоїни газовим пальником (не обов'язково), обробці країв вибоїни бітумною емульсією, укладанні холодної асфальтобетонної суміші товщиною 3-5 см, якщо вибоїна має велику глибину необхідно компенсувати цей розрив шаром щебеню, вирівнюванні і ущільненні холодної асфальтобетонної суміші за допомогою віброплити або ручного котка.

Технологія ремонту асфальтобетонних покриттів із застосуванням холодних складованих органомінеральних сумішей дозволяє проводити ямковий ремонт в суху погоду при середньодобовій температурі повітря до мінус 10 ° С, роботи з усунення вибоїн на пошкодженій ділянці покриття можуть виконуватися з обробленням покриття та видалення старого матеріалу, або без оброблення покриття.

Досвід застосування холодної органомінеральної суміші що складається для ямкового ремонту асфальтобетонних покриттів на автодорогах загального користування показав, що явною перевагою даної технології є те, що весь технологічний процес може бути виконаний силами 4-6 чоловік. Ущільнювальні роботи можуть бути зроблені мінімальною кількістю техніки.

Холодна асфальтобетонна суміш буває декількох видів: суміш на емульсії негайного застосування; холодні емульсійно-мінеральні асфальтобетонні суміші; холодна складованих (пакетіруемая) органомінеральні суміш і інші види сумішей.

Холодні асфальтобетонні суміші мають в своїй основі традиційний асфальт, який виготовляється за спеціально витриманій технології з застосуванням модифікованих добавок або модифікованого бітуму (бітум становить від 4,2 % до 4,5 % від ваги щебеню, а добавки – від 15 % до 25% від ваги бітуму).

Холодна асфальтобетонна суміш випускається в поліетиленових мішках і пластикових відрах різної розфасовки.



Рисунок 1 – Холодна асфальтобетонна суміш

Дуже активно використовується лита асфальтобетонна суміш, яка здатна скласти гідну конкуренцію всім іншим технологіям. Литий асфальт - гаряча суміш тістоподібної консистенції, що складається з високов'язкої твердого бітуму, великої кількості мінерального порошку і піску (іноді дрібного щебню). Перевозити гарячу суміш необхідно в спеціальних транспортних засобах (бойлерах або Кохера), які підігрівають і перемішують її, що збільшує витрати на дорожній ремонт. Температура приготування і укладання литого асфальту повинна бути 220-250 °С. В'язку масу заливають у підготовлені ями.

Лита асфальтобетонна суміш укладається в гарячому стані ручним або механізованим способом. Початок експлуатації дороги після укладання литого асфальту можна починати через 8-10 годин, коли укладена суміш достатньо охолоне.

Охолоджуючись, суміш ущільнюється сама собою, без ущільнення котками. Безсумнівний плюс технології в прекрасних адгезійних властивостях навіть при морозах і підвищеній вологості.



Рисунок 2 – Розподіл асфальтобетонної суміші

У порівнянні з покриттями із звичайної асфальтобетонної суміші, покриття з литих асфальтобетонних сумішей є більш якісним і довговічним покриттям. Серед основних переваг литого асфальтобетону можна виділити наступні: висока щільність матеріалу, водонепроникність, морозостійкість. Дорожнє покриття на основі литої асфальтобетонної суміші має шорстку поверхню, за рахунок чого підвищується зчеплення з автомобільними шинами та скорочується гальмівний шлях в разі екстреної зупинки автомобіля. Також покриття на основі литої асфальтобетонної суміші більш безпечне в зимовий період і стійке до дії шипованої гуми.

Недоліком литого асфальтобетону є вартість литої асфальтобетонної суміші, в порівнянні з традиційною асфальтобетонною сумішшю, що пояснюється як

більшою вартістю складових самої суміші, так і необхідністю залучення спецтехніки для підготовки, транспортування і укладання литої асфальтобетонної суміші.

Струменево-ін'єкційна холодна технологія ремонту вибоїн на покриттях з допомогою бітумної емульсії є зараз однією з найбільш передових і прогресивних, хоча в деяких країнах Європи і в Америці вона з успіхом застосовується вже давно. Суть її полягає в тому, що всі необхідні операції виконуються робочим органом однієї машини (установки) самохідного або причіпного типу.

Підготовка вибоїни до ремонту зводиться фактично тільки до ретельного її очищення від пилу, сміття і вологі шляхом продувки високошвидкісним струменем повітря і до обробки поверхні вибоїни бітумною емульсією.

Операцію підготовки ремонтної карти або фрезерування асфальтобетону навколо вибоїни в цій технології не виконують.



Рисунок 3 - Струменево-ін'єкційна холодна технологія ремонту

Закладання вибоїни здійснюється шляхом її заповнення дрібним щебенем, попередньо обробленим бітумною емульсією в камері змішування машини. За рахунок залучення і подачі щебеню повітряним струменем, його укладання у вибоїну відбувається з високою швидкістю, що забезпечує хорошу його упаковку (ущільнення), практично виключає необхідність у додатковому використанні віброплит і віброкотків.

Рекомендується використовувати чистий дрібний щебінь фракції 5-10 (15) мм та швидкокорозпадну катіонну для кислих кам'яних порід, або аніонну для основних кам'яних порід бітумну емульсію 60 %-ної концентрації. Дану технологію можна застосовувати майже цілий рік, навіть при температурі повітря до мінус 10-15 ° С.

Якщо провести підсумок усіх вище перерахованих технологій ремонту асфальтобетонних покриттів, то можна сказати, що вибір технології залежить від: матеріальної бази підприємства, яке буде проводити ремонт, від температури

середовища, від того, на скільки швидко потрібно провести ремонт, саме через всі ці показники можна виділити технології за такими характеристиками:

- заповнення вибоїни гарячою сумішшю є найбільш поширеним методом через те, що можна сказати, що це «золота середина» (відношення – ціна, якість);
- холодна асфальтобетонна суміш – мала вартість робіт, можливість виконання робіт при температурі до мінус 20 °С, але якість робіт не висока, тому можна його вважати тимчасовим видом ремонту;
- лита асфальтобетонна суміш – дуже висока якість робіт, не потребує ущільнення, висока швидкість виконання робіт, але недоліком є – висока вартість робіт;
- струменево-ін'єкційна технологія – дуже велика швидкість виконання робіт, відносно не погана якість робіт, мала вартість робіт, але все ж таки найчастіше вико використовується як тимчасовий захід.

Література

1. ДСТУ-Н Б В.3.2-5:2016 Настанова з ліквідації вибоїн покриття нежорсткого дорожнього одягу автомобільних доріг. Київ. ДП «УкрНДНЦ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ ПІДХОДІВ ДО АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ВАРТОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ

*Котенко А.Д., ст. групи Д-43-20,
antonkotenko@ukr.net*

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

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

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

Для формування кошторисної вартості [1-3] необхідно виконати наступні дії результатом яких стане складання певного виду документу.

1. Визначення прямих витрат.
2. Визначення загальновиробничих витрат.
3. Визначення кошторисної собівартості об'єкту дорожніх робіт.
4. Визначення кошторисної собівартості всіх об'єктів дорожніх робіт .
5. Визначення витрат на перевезення працівників автомобільним транспортом.
6. Визначення витрат на возведення та розбирання тимчасових будівель і споруд.
7. Визначення додаткових витрат що пов'язані з виконанням робіт в літній та зимовий періоди.
8. Визначення кошторисного прибутку.
9. Визначення адміністративних витрат.
10. Визначення витрат на покриття ризику.
11. Визначення коштів на покриття витрат що пов'язані з інфляційними процесами.

12. Визначення витрат на утримання служби замовника, інші можливі витрати.

13. Визначення податку на додану вартість.

14. Визначення кошторисної вартості.

Визначення вартості будівельних робіт полягає у визначенні витрат на здійснення робіт, шляхом складання калькуляції витрат трудових, матеріальних та технічних ресурсів на певні види робіт, локальних кошторисів на певні види робіт та відомості ресурсів до них, що узагальнюють витрати трудових, матеріальних та технічних робіт за певним видом робіт. Ці документи є первинними при формуванні вартості дорожніх робіт. Вони складаються у поточному рівні цін на трудові та матеріально-технічні ресурси на підставі великої кількості діючої нормативної літератури: ресурсні елементні кошторисні норми України; галузеві ресурсні елементні кошторисні норми; ресурсні елементні кошторисні норми на рівні організації; відповідні 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 та інші.

При чому ці нормативні документи ще розподіляються за видом робіт, що виконуються та іншими критеріями. А поточні ціни відповідно до стану економіки постійно змінюються, що потрібно постійно відстежувати відразу за трьома напрямками: трудові, матеріальні та технічні ресурси. При чому якщо уточнені поточні ціни на трудові та технічні ресурси надаються відповідними відповідальними за це організаціями, то ціни на матеріальні ресурси необхідно коректувати власними силами на підставі діючих ринкових цін на матеріали у відповідному регіоні країни. Таким чином, можна зробити висновок, що процес формування вартості дорожніх робіт не лише відповідальний, але і доволі громіздкий, динамічний та трудомісткий. Внаслідок чого для визначення вартості дорожніх робіт та складання інвесторської кошторисної документації використовують існуючі підходи до автоматизації, так як автоматизація цього процесу може значно заощадити час і ресурси, підвищити точність і об'єктивність розрахунків [4].

В результаті проведених досліджень автором було виділено три основні підходи до автоматизації визначення вартості будівельних робіт (рис. 1).

Основні підходи до автоматизації визначення вартості автомобільних робіт		
Програмні комплекси	Онлайн сервіси та будівельні калькулятори	Штучний інтелект

Рисунок 1 – Основні підходи до автоматизації визначення вартості будівельних робіт

Слід зазначити, що кожний підхід щодо автоматизації кошторисного розрахунку має різні можливості.

1) Програмні комплекси – це програми, які використовуються для створення цифрових моделей будівель, які дозволяють автоматизувати процес визначення вартості шляхом аналізу обсягів матеріалів, робочих годин та інших факторів [5].

Розрахунок вартості матеріалів, робіт та машин. Вони передбачають: створення кошторисів у різних форматах; зберігання та ведення бази даних про ціни та автоматичне оновлення інформації про ціни.

2) Онлайн сервіси – підхід полягає в застосуванні інформаційних технологій та інтернету для збору даних про хід будівельних робіт у реальному часі. Це дозволяє автоматично оцінювати вартість робіт на основі актуальної інформації про використані ресурси, трудомісткість та інші фактори [5].

3) Штучний інтелект також є іншим перспективним підходом . Алгоритми можна навчити на історичних даних про вартість робочої сили, таких як ціни на матеріали, робочі години та регіональні відмінності, щоб передбачити майбутні витрати на проект. Цей підхід скорочує час, необхідний для оцінки витрат на оплату праці, і дозволяє уникнути людських помилок у розрахунках. Однак важливо мати достатню кількість високоякісних даних для навчання алгоритму та регулярного його оновлення, щоб гарантувати актуальність результатів.

Незважаючи на свій корисний функціонал, кожний з розглянутих методичних підходів має ряд свої переваг та недоліків (таблиця 1).

Таблиця 1 – Переваги та недоліки методів автоматизації

Метод автоматизації кошторисних робіт	Переваги	Недоліки
Програмні комплекси	- Розрахунок вартості матеріалів, робіт та машин; - Створення кошторисів у різних форматах; - Зберігання та ведення бази даних про ціни; - Автоматичне оновлення інформації про ціни.	- Висока вартість програмного забезпечення; - Необхідність навчання персоналу; - Можливість помилок у базах даних.
Онлайн сервіси та калькулятори	- Доступність з будь-якого місця; - Не потребує значних інвестицій.	- Залежність від інтернет-з'єднання - Можливі проблеми з безпекою даних - Обмежена функціональність порівняно з програмними комплексами
Штучний інтелект	-Висока точність прогнозування -Можливість врахувати множину факторів - Автоматизація рутинних завдань	- Висока вартість розробки та впровадження - Необхідність наявності кваліфікованих кадрів - Можливі етичні проблеми

Взагалі розглянуті підходи мають загальні схожості в роботі. В основному вони є швидкими, що дозволяє витрачати менше часу, порівняно з не

автоматизованою працею. Точність в розрахунках також є спільною ознакою. Не слід забувати й про доступність прогнозувати ризику та неточності. Але також є спільні недоліки в цих середовищах. Постійні оновлення програм в цих методах можуть негативно впливати на користувачів.

Висновки. Автоматизація оцінки вартості будівництва пропонує великий потенціал для підвищення ефективності та точності цього процесу. Існує багато різних підходів до автоматизації, основними з яких є використання програмного забезпечення, штучного інтелекту та машинного навчання. Кожен із цих підходів має переваги та недоліки, тому важливо вибрати той, який найкраще відповідає конкретним потребам і можливостям будівельної компанії. Також, аналізуючи кожний з цих методів, можна зрозуміти, що на реальний час програмні комплекси будуть більш ефективними за рахунок великої бази даних, гнучкого функціоналу та широкої поширеності серед будівельних компаній. Онлайн сервіси та калькулятори більш популярні для швидких та невеликих розрахунків, а користування штучним інтелектом не набуло ще таких розмахів, щоб можна було прогнозувати якість такого методу. Автору хотілося би в майбутньому побачити поєднання таких методів у так званий „гібрид”. Штучний інтелект зможе розвинути онлайн сервіси та приблизитись до успіху програмних комплексів або посилити ефективність використання програмних комплексів. На сьогодні в дорожній галузі найбільш ефективним є використання програмні комплекси, а саме Кошторис8 та АВК-5.

Література

1. Кошторисні норми України. Настанова із визначення вартості будівництва. З урахуванням змін № 1, 2, 3, 4. [Чинний від 2024-03-21]. Київ, 2024. 166 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=96362 (дата звернення: 06.04.2024).
2. СОУ 42.1-37641918-085:2018. Автомобільні дороги. Правила визначення вартості робіт з поточного ремонту та експлуатаційного утримання. Київ : ДП «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»), 2018. 45 с. (Стандарт Організації України) URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=80818> (дата звернення: 06.04.2024).
3. Методика визначення вартості дорожніх робіт та послуг щодо визначення вартості нового будівництва, реконструкції, ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування : затв. наказом М-ва інфраструктури України від 07 жовт. 2022 р. № 753. З останніми змінами, внесеними Наказом від 23.06.2023 № 538. 2023. 64 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=98980 (дата звернення: 06.04.2024).
4. Ціноутворення в будівництві : веб-сайт. URL: <https://www.ltklntu.org.ua/wp-content/uploads/2018/11/%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%BE%D1%83%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B2-%D0%B1%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D1%96-%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82-%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf> (дата звернення: 06.04.2024).
5. Будівельні технології Кошторис 8: веб-сайт. URL: http://el.com.ua/about_company/ (дата звернення: 06.04.2024).

БУДІВНИЦТВО ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ ПІДВИЩЕНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ

*Кривцов Д.Є. ст. групи Д-43-20,
dt202077@gmail.com*

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

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На даний час в Україні як і в усьому світі найпоширенішим покриттям доріг та вулиць є асфальтобетонне, завдяки своїм перевагам, що проявляються під час будівництва, експлуатації й ремонту. Безпечний і комфортний рух транспорту можливо забезпечити тоді, коли дорожнє покриття не потребує частих ремонтних втручань і протистоїть передчасному накопиченню залишкових деформацій, зберігає суцільність при циклічному згині від проїзду транспортних засобів та при багаторазовій дії розтягуючих напружень в результаті коливань температури, а також зберігає суцільність при впливі водоморозних циклів.

Для підвищення довговічності дорожніх покриттів нежорсткого типу під впливом вантажних автомобілів, інтенсивність руху яких в останні десятиліття значно зросла, використовують новітні матеріали та технології для будівництва, що забезпечить необхідну міцність всієї конструкції на протязі усього міжремонтного терміну. До таких матеріалів відносять щебенево-мастикові асфальтобетони (ЩМА), які відносять до самостійного різновиду асфальтобетонів [1]. Щебенево-мастиковий асфальтобетон – монолітний матеріал, що утворюється після ущільнення та остигання до температури довкілля щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші [2].

Щебенево-мастиковий асфальтобетон на відміну від традиційного асфальтобетону характеризується збільшеним відсотком кубовидного щебеню (до 80 % за масою), бітуму (до 8 % за масою) та стабілізуючою добавкою, яка забезпечує стійкість щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші (ЩМАС) до розшарування. Щебенево-мастиковий асфальтобетон – це суміш мінеральних матеріалів (щебеню, піску і мінерального порошку), стабілізуючої добавки та бітуму, віддозованих в заданих співвідношеннях і перемішаних в нагрітому стані [2].

Щебенево-мастиковий асфальтобетон був розроблений у 1960-му році у Німеччині. Він з'явився в наслідок боротьби дорожніх служб Німеччини з активним руйнуванням дорожнього покриття й утворення колії через ріст інтенсивності та збільшення вантажообігу автомобільного руху. За роки свого використання ЩМА показав високі експлуатаційні якості.

Цей матеріал в Україні почали використовувати з 2002 року. Перша ділянка була побудована на дорозі Київ-Чоп. Після цього ЩМА почали використовувати майже у всіх областях України.

Транспортно-експлуатаційні характеристики ЩМА характеризуються вищим коефіцієнтом зчеплення, ніж традиційний асфальтобетон. Чим менший

максимальний розмір фракції щебеню ЦМА, тим вищий коефіцієнт зчеплення покриття (для покриття із ЦМА-10 коефіцієнт зчеплення $\phi = 0,57-0,62$, для покриття із ЦМА-15 – $\phi = 0,51$, для покриття із ЦМА-20 – $\phi = 0,47-0,48$, що вище показників коефіцієнта зчеплення традиційного асфальтобетону ($\phi = 0,45$). Дослідженнями встановлено, що покриття дорожніх одягів, влаштованих із використанням щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей мають високу зсувостійкість, доволі довгу водостійкість і морозостійкість, водонепроникність, стійкість до стираючої дії шипованих автомобільних шин та агресивної дії протиожезедних сумішей. При цьому щебенево-мастикові асфальтобетони характеризуються показником границі міцності на стиск за температури 50 °С, який порівняно з традиційним щільним асфальтобетоном є менший. На сьогодні недостатньо дослідженим є дія температури вище 50 °С, до якої може нагріватись верхній шар покриття ЦМА в літній період.

Щебенево-мастикові асфальтобетони характеризуються низькою міцністю на стиск і розтяг при згині в порівнянні зі традиційним дрібнозернистим асфальтобетоном. Високий вміст у ЦМА асфальтового в'язучого сприяє “самозатягуванню” тріщин в покритті. Наявність у складі ЦМАС волокнистої стабілізуючої добавки стримує її від розшарування в процесі завантаження, при транспортуванні, та укладанні покриття і ущільненні. Сформована кубовидним щебнем каркасна структура забезпечує покриттю більш високу стійкість до утворення колій та зсувостійкість, в порівнянні з традиційними дрібнозернистими асфальтобетонами.

Основною умовою отримання довговічного покриття дорожнього одягу з ЦМА, є використання високоякісних складових та модифікуючих добавок для приготування ЦМАС, а також дотримання всіх технологічних умов їх приготування відповідно до вимог технологічних регламентів.

Для збільшення ресурсу довговічності асфальтобетонних покриттів є один із ефективних способів, це введення у склад асфальтобетонних сумішей або у склад дорожніх бітумів модифікуючих добавок (високомолекулярні полімери, низькомолекулярні модифікатори, поверхнево-активні речовини тощо).

Полімери та низькомолекулярні модифікатори підвищують міцність ЦМА і забезпечують збільшення стійкості до утворення колії покриттів.

Для зменшення утворення колії в асфальтобетонних покриттях, переважно модифікують бітуми або самі асфальтобетонні суміші, різними добавками, а конструкцію дорожнього одягу підсилюють геосинтетичними решітками, або ж решітками з композитної арматури. В якості стабілізуючої добавки застосовують целюлозне волокно або спеціальні гранули на його основі. Целюлозне волокно повинно мати стрічкову структуру нитки довжиною від 0,1 мм до 2,0 мм. Волокно повинно бути однорідним і не містити в собі пучків та сторонніх включень.

Стабілізуючі добавки на основі целюлози – є продуктом різних способів переробки рослинної сировини. При цьому целюлоза застосовується або у вигляді (подрібненого) волокна, або у формі гранул (рис.1). Подрібнене целюлозне волокно має бути однорідним і містити не менше 50 % фібр довжиною

від 0,5 до 1,9 мм. Гранульовані добавки являють собою волокна, які спресовані в гранули та оброблені модифікуючими складниками або без них.

Допускається застосовувати інші стабілізуючі добавки, включаючи полімерні чи волокна іншої природи з круглим або подовженим поперечним розрізом ниток довжиною від 0,1 мм до 10,0 мм, які здатні утримувати бітум при технологічних температурах від 140 °С до 175 °С, не впливаючи негативно на в'язуче та ЦМАС.



Рисунок 1 – Целюлозні волокна (зліва – розпушені, справа – нерозпушені)

Для приготування ЦМАС використовують в'язкі нафтові дорожні бітуми марок БНД 35/50, БНД50/70, БНД 70/100 [3]; бітуми дорожні, модифіковані полімерами; в'язкі нафтові дорожні бітуми, модифіковані адгезійними добавками; в'язкі нафтові дорожні бітуми, модифіковані добавками на основі синтетичних восків. Термін зберігання ЦМАС у накопичувачах не повинен перевищувати 2 години. Будівництво покриттів із щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей здійснюється за загальноприйнятими правилами укладання і ущільнення асфальтобетонних сумішей.

Щорічний приріст вантажних транспортних засобів у складі транспортних потоків на автомобільних дорогах України потребує спорудження більш довговічних конструкцій дорожніх одягів. Міжнародний досвід будівництва автомобільних доріг показує, що один із основних напрямків вирішення цієї проблеми є використання ЦМАС для влаштування верхніх шарів покриття дорожніх одягів. Завдяки використанню ЦМАС для влаштування асфальтобетонних покриттів досягається підвищення стійкості до утворення колій за високих температурах та зменшення кількості деформацій та дефектів на дорожніх покриттях.

Література

1. Солодкий С. Й., Сідун Ю. В. Інноваційні матеріали та технології в дорожньому будівництві. Частина 1. Матеріали та технології на основі органічних в'язучих. Львівська політехніка, 2021. – 232 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-127:2015. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови. [Чинний від 2016-01-07]. Київ, 2015. 26 с.
3. ДСТУ 4044:2019 Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови. [Чинний від 2020-05-01]. Київ, 2019. 11 с.

ГЕОСИНТЕТИЧНІ МАТЕРІАЛИ У КОНСТРУКТИВНИХ ШАРАХ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Кулик І.В., ст. групи Д-41-20
d119kiv@stud.khadi.kharkov.ua

Фоменко О.О. асистент
lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Область використання геосинтетичних матеріалів у конструктивних шарах дорожніх одягів, починаючи з 60-х років минулого століття і до теперішнього часу, широка та багатогранна [1].

У дорожній галузі застосовуються геосинтетичні матеріали різних типів та характеристик. Дорожня галузь стала однією з перших, де використання геосинтетичних матеріалів досягло великих обсягів, але при цьому вплив даних матеріалів на деформаційно-фізичні властивості дорожніх конструкцій вивчається досі.

В останні роки великого поширення у всьому світі набули споруди із застосуванням геотекстильних матеріалів. Кількість побудованих споруд із геотекстилем постійно збільшується і вираховується десятками тисяч, а дані систематичних обстежень за цими спорудами свідчать про їх надійність, довговічність та високі техніко-експлуатаційні показники. Все більшого застосування наводить геотекстильний матеріал у конструкціях земляного полотна та дорожнього одягу, при чому особливості його роботи у дорожньому одязі менш вивчені, ніж у земляному полотні.

Впровадження групи геосинтетичних матеріалів – геопластмас (геосітки, георешітки, геомати, геомембрани та ін.) у дорожньому будівництві почалося орієнтовно з 2000-х років. За минулий період застосування об'ємних геосинтетичних матеріалів позиціонувалося на зміцнення укосів, схилах, водоканалів та ін [1, 2], де матеріал має функцію стримування наповнювача від сповзання під природним навантаженням. В світовій практиці існує декілька класифікацій геотекстильних матеріалів, одна із яких приведена на рис. 1.

При цьому менша увага була приділена підвищенню характеристик міцності дорожньої конструкції з впровадженням в неї об'ємних геосинтетичних матеріалів, зокрема георешітки.

Георешітка є одним із класів геосинтетичних матеріалів, являючи собою поліетиленові стрічки, з'єднані між собою зварними швами. У розтягнутому стані георешітка є об'ємною сотоподібною конструкцією, створюючи каркас для її заповнювача.

Застосування георешітки в дорожньому будівництві дає низку істотних переваг. Полімери, з яких виробляється георешітка, відрізняються високою стійкістю до дії вологи, низької та високої температури (мінус 40 °С – плюс 40 °С), а також впливу різких температурних перепадів, агресивних середовищ.

Вони хімічно інертні і не піддаються корозії. На них не селяться грибок та пліснява.

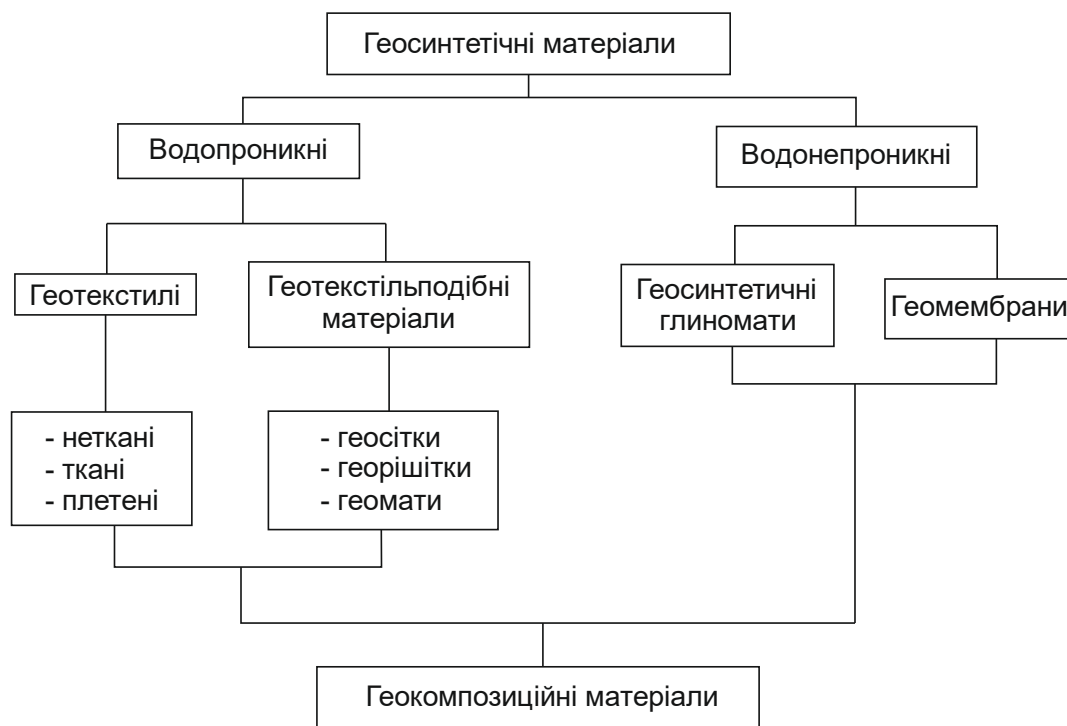


Рисунок 1 – Класифікація геосинтетичних матеріалів

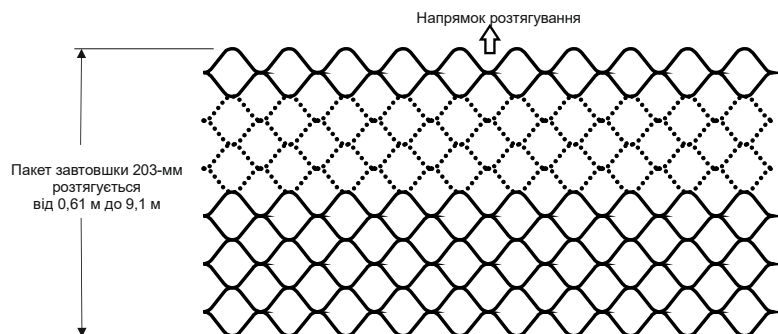


Рисунок 2 – Секція GEOWEB зі стандартним осередком

Завдяки об'ємній структурі ґрати здатні витримувати великі навантаження механічного та динамічного характеру. Це дозволяє проводити ефективне зміцнення дорожнього полотна для проїзду важкого транспорту.

За рахунок невеликої ваги георешітки легко транспортувати, а її монтаж не вимагає застосування спецтехніки. Це знижує тимчасові та трудові витрати на будівництво дороги.

Установка георешітки зменшує товщину дорожнього одягу на 30-50 % завдяки зниженню обсягу сипучих матеріалів. Це скорочує собівартість будівництва.

Дія георешітки ґрунтується на її пористій структурі.

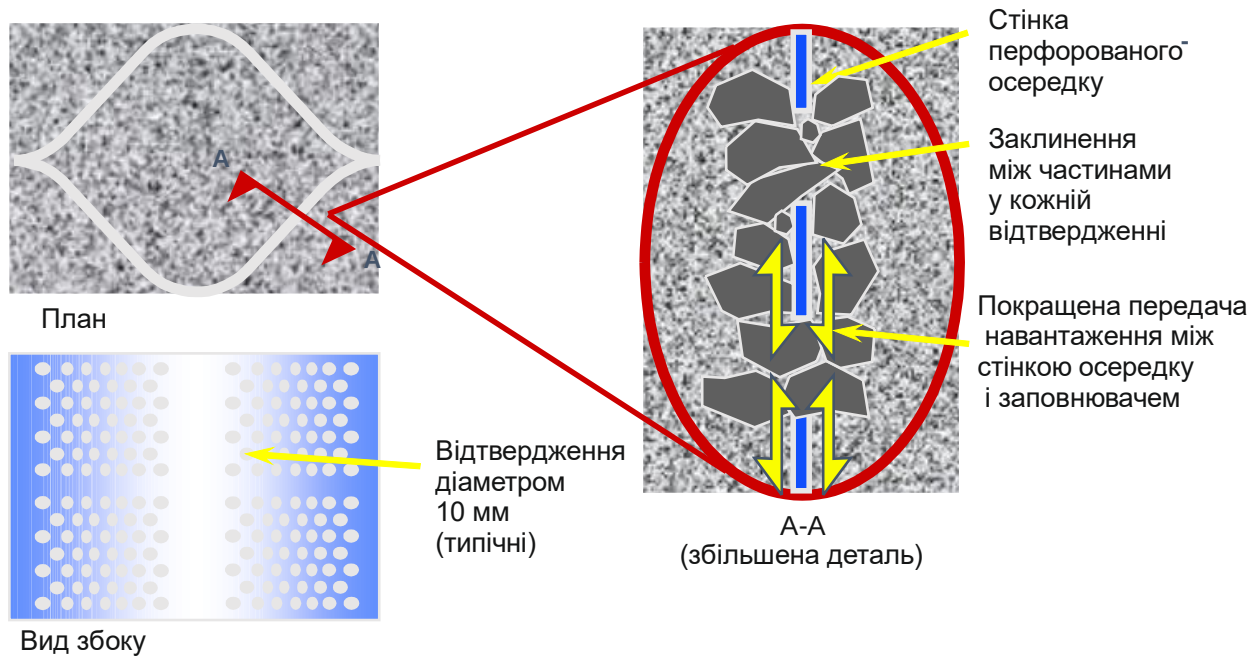


Рисунок 3 – Перфорований осередок

По-третє, об'ємна структура ґрат сприяє більш тісному зчепленню шарів дорожнього одягу. Це підвищує стійкість дорожнього полотна, робить його безпечнішим для транспорту, збільшує термін його експлуатації. Дорога рідше потребує ремонту [2].

В якості заповнювача георешітки можуть бути застосовані: ґрунт, незв'язні мінеральні матеріали (щебінь, гравій), укріплені в'язучим, ґрунти, бетонні суміші. Максимальний розмір зерен застосовуваного мінерального матеріалу повинен бути не більше 40 мм при висоті георешітки менше 15 см і 70 мм – при висоті георешітки 15 см і більше [1].

Таким чином, дорожній одяг сприймає навантаження від автомобільного транспорту та передає його на земляне полотно. Під впливом навантажень від транспорту дорожній одяг автомобільних доріг передчасно руйнуються внаслідок погіршення рівності поверхні покриття, утворення хвиль, колійності, вибоїн. Швидкості руху зменшуються, зростають опір руху, витрата паливно-мастильних матеріалів, в результаті знижується продуктивність праці. Для збереження дорожнього одягу в стані, що забезпечує ефективну роботу транспорту, збільшення міжремонтних термінів, зниження транспортно-експлуатаційних витрат міцність дорожніх одягів доцільно підвищити за рахунок застосування георешіток.

Література

1. Використання об'ємних георешіток в конструкціях лісних автомобільних доріг. URL: <https://prestorus.com/primenenie-georeshetki-v-dorozhnom-stroitelstve.html>
2. Використання георешітки в дорожньому будівництві. URL: <https://prestorus.com/primenenie-georeshetki-v-dorozhnom-stroitelstve.html>

УЩІЛЬНЕННЯ БІТУМОМІНЕРАЛЬНИХ СУМІШЕЙ ВІБРАЦІЙНИМИ ПЛИТАМИ

Морозова С.П., ст. групи Д-41-20

d119msp@stud.khadi.kharkov.ua

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

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

Встановлено, що під час виконання робіт по ремонту дорожніх покриттів використовують вібраційні плити. Аналіз характеристик застосовуваних вібраційних плит показав, що їх параметри знаходяться в широкому інтервалі значень. Так, контактні напруги, що виникають під час ущільнення вібраційною плитою мають значно менше значення ніж у вальцових котків, але при цьому тривалість дії навантаження за часом значно більше. Відповідно величина необоротної деформації при ущільненні матеріалу визначається рівнянням:

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

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

t – сумарний час дії навантаження, с.

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

формування структури матеріалу, який ущільнюється. Це процес характеризується підвищенням зсувних характеристик суміші.

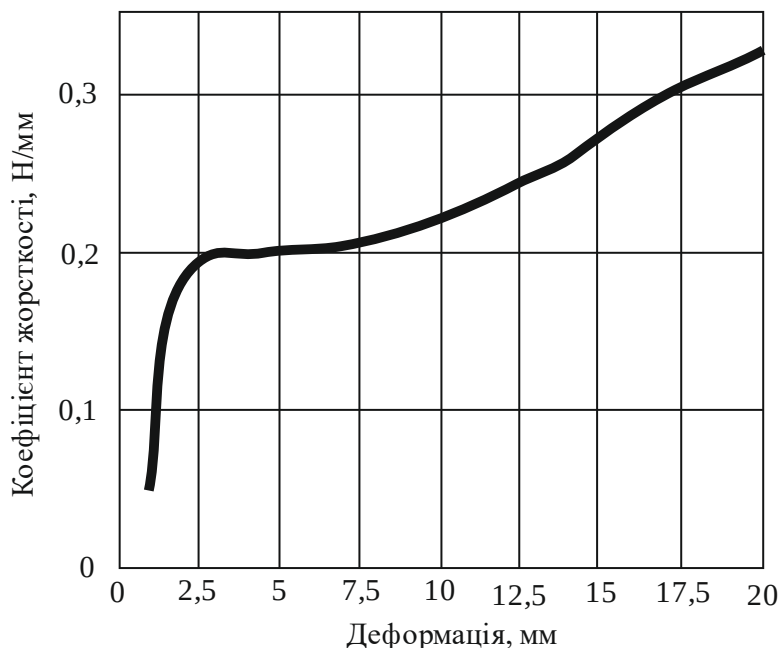


Рисунок 1 – Залежність модуля жорсткості від деформації суміші в замкнутому об'ємі вибоїни

З огляду на малу площу поверхні вибоїни при виконанні ремонтних робіт застосування дорожніх котків для ущільнення суміші недоцільно. В цьому випадку для ущільнення суміші застосовують ручні котки або вібраційні плити. Аналіз параметрів ручних котків показав, що вони не дозволяють забезпечити необхідні параметри ущільнення. Досвід застосування вібраційних плит показує, що за рахунок збільшення часу впливу на матеріал, що ущільнюється, вони в змозі забезпечити більш високі показники ущільнення за умови правильного вибору їх параметрів.

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

Існує ряд досліджень з питання визначення контактних напружень під вібраційними плитами. В роботі представлена методика визначення контактних напружень під вібраційної плитою.

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

Отже, знаючи значення максимальної контактної напруги під вібраційною плитою, число циклів прикладання навантаження і їх тривалість, можна визначити величину деформації суміші при ущільненні плитою. На рисунку 2 представлена залежність деформації шару суміші при ущільненні вібраційною плитою ZITREK Z3K після кожного проходу плити. Зміна величини деформації

суміші характеризується логарифмічною залежністю, що підтверджується результатами інших досліджень.

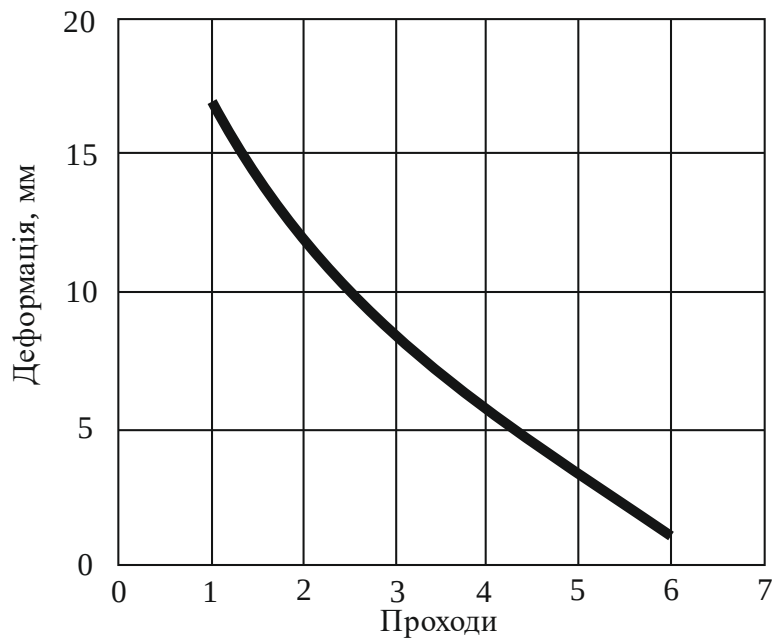
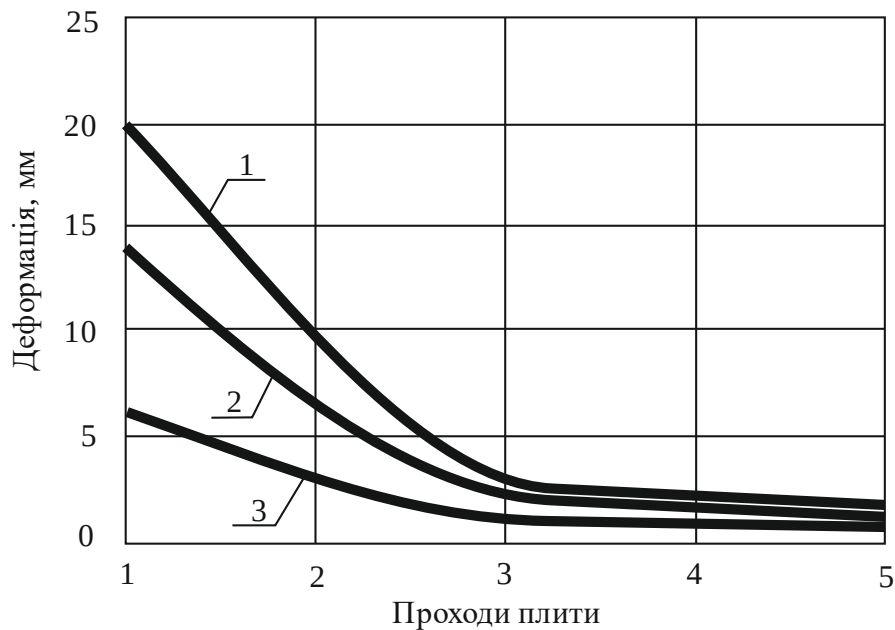


Рисунок 2 – Залежність загальної деформації шару суміші від числа проходів

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

На рисунку 3 представлена залежність деформації шару суміші, що ущільнюється, після проходження вібраційних плит з різними параметрами.

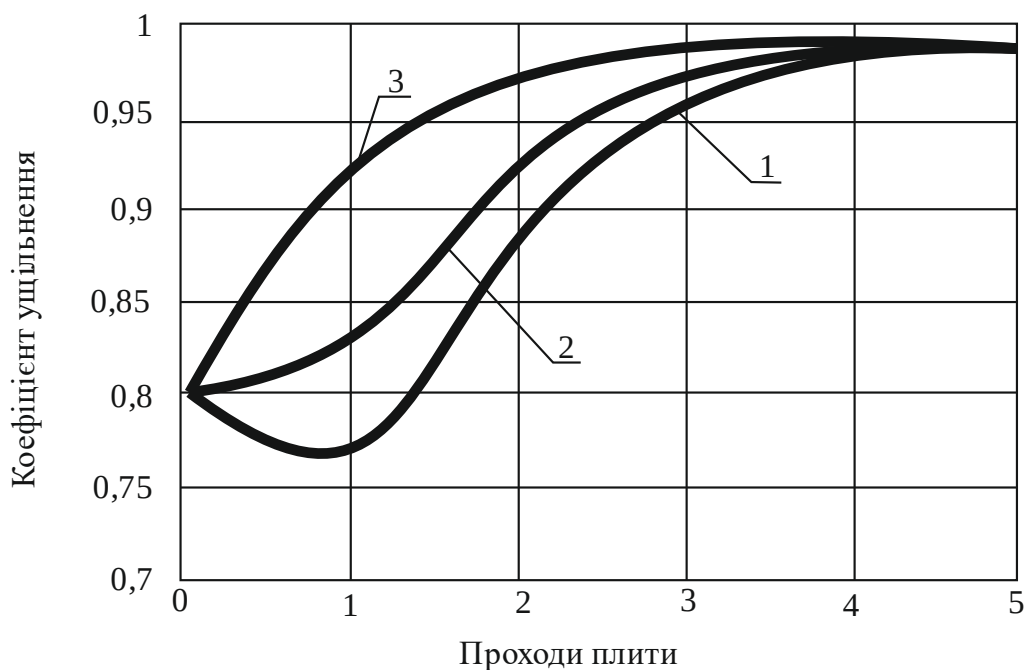


1 – Samsan Rc212 ; 2 – Masalta MSR60 ; 3 – ZITREk Z3K

Рисунок 3 – Залежність деформації шару суміші від числа проходів плити

Розвиток деформації шару суміші, що ущільнюється, під дією навантаження характеризує підвищення щільності і міцності матеріалу, що можна оцінити коефіцієнтом ущільнення.

Отже, знаючи деформацію шару суміші можна визначити коефіцієнт ущільнення. На рисунку 4 представлена залежність коефіцієнта ущільнення від числа проходів плити при ущільненні бітумомінеральної суміші.



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

Рисунок 4 – Залежність коефіцієнта ущільнення суміші від числа проходів вібраційної плити

Аналіз даних на рисунку 4 дозволяє зробити наступні висновки:

- при виборі параметрів вібраційних плит для ущільнення сумішей необхідно враховувати властивості матеріалу, що ущільнюється;
- досягнення необхідного коефіцієнта ущільнення суміші вібраційної плитою, при відповідних параметрах плити, забезпечується за 3-4 проходи по одному сліду;
- застосування вібраційних плит з значною масою сприяє розвитку значних деформацій шару, що ущільнюється, на початковій стадії ущільнення, що характеризує процес дестабілізації шару суміші (плити 1 і 2). Внаслідок цього відбувається зниження коефіцієнта ущільнення шару матеріалу. При подальших проходах плити (5-6) підвищується щільність матеріалу і коефіцієнт ущільнення досягає нормативного значення.

ВПЛИВ МІЖШАРОВОГО ЗЧЕПЛЕННЯ НА МІЦНІСТЬ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Олійник А. В., ст. групи Д-41-20

oleynick23andr@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,

kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Дорожній одяг в процесі експлуатації відчуває вплив багаторазових статичних та динамічних навантажень від коліс транспортних засобів, дії вологи, температури та кисню повітря, сонячної радіації, агресивного впливу пально-мастильних та протиожеледних матеріалів

Для забезпечення працездатності та довговічності дорожнього одягу необхідно, щоб дорожня конструкція працювала як єдина система. Одним із факторів забезпечення несучої здатності, надійності, працездатності дорожньої конструкції є спільна робота її шарів, за рахунок головним чином наявності міцних зв'язків між монолітними шарами. Ця умова можлива тільки при забезпеченні міжшарового зчеплення.

Відомо що розрахунок та конструювання дорожніх одягів заснований на трьох критеріях граничного стану – пружному прогину дорожнього одягу під навантаженням, опору на вигин монолітних шарів та опору зсуву ґрунтів та шарів з малозв'язкових матеріалів [1]. Розрахунок за першими двома критеріями передбачає, що зчеплення між монолітними шарами забезпечене тобто виключені локальні зміщення поверхонь прилеглих шарів відносно один одного при згинанні дорожньої конструкції під навантаженням. Однак як показує практика, забезпечити на 100 % зчеплення між асфальтобетонними шарами неможливе з низки причин: невідповідність технологічних режимів укладання шарів дорожнього одягу, насамперед температурних; не враховуються фізико-механічні властивості матеріалів що застосовуються на етапі будівництва; вплив кліматичних та механічних факторів, або найчастіше їх комплексний вплив на етапі експлуатації автомобільної дороги міцність зчеплення між шарами буде знижуватися тією чи іншою мірою.

Однією з основних причин передчасного руйнування новозбудованих або відремонтованих одягів нежорсткого типу є низька міцність міжшарового зчеплення в зоні контакту покладеного матеріалу з нижчим шаром, так як умови міцного зв'язку між шарами найчастіше не дотримуються. Забезпечення або підвищення міцності міжшарового зчеплення, є одним з найважливіших факторів, що дозволяє досягти багаторічної бездефектної служби дорожнього покриття та загалом дорожньої конструкції при високих транспортних навантаженнях [2].

При експлуатації дорожніх покриттів на контакті між шарами відбуваються оборотні відносні зміщення, що свідчить про недостатню міцність міжшарового зчеплення. Для забезпечення зсувостійкості нових або відремонтованих покриттів необхідні такі значення міцності міжшарового зчеплення, щоб зсув поверхні був менш ймовірний, ніж руйнування матеріалу покриття.

Для дослідження впливу якості забезпечення міжшарового зчеплення на величину розтягування при згинанні монолітних шарів нежорстких дорожніх одягів у лабораторних умовах, були виготовлені двошарові зразки з асфальтобетонної суміші. Матеріалом нижнього і верхнього шару використана асфальтобетонна суміш, яка за гранулометричним складом відповідала типу Б, на бітумі БНД 60/90. Основні фізико-механічні властивості асфальтобетону верхнього та нижнього шарів наведені у таблиці 1. Загальний розмір зразків у ущільненому стані становив 80×40×160 мм.

Таблиця 1 – Основні фізико-механічні властивості асфальтобетону

Асфальтобетон тип Б	Щільність матеріалу, кг/м ³	Коефіцієнт ущільнення суміші	Модуль пружності при t = 10 ° С, МПа	Коефіцієнт варіації
верхній шар	2308	0,97	5160	0,072
нижній шар	2258	0,95	4520	0,107

Для моделювання різної величини та якості міжшарового зчеплення було виготовлено дві серії зразків: із забезпеченим міжшаровим зчепленням та без забезпеченого зчеплення між слоями асфальтобетону. Для імітації відсутності міжшарового зчеплення на межі розділу асфальтобетонних шарів промазано технічним мастилом.

Результати випробувань зразків на розтяг при згині наведено на рис. 1 (за температури 20 °С).

Аналізуючи отримані дані, відмічено зниження міцності на розтяг при згинанні зразків без забезпеченого міжшарового зчеплення на 30 % по відношенню до зразків із забезпеченим міжшаровим зчепленням. Це зумовлено тим, що при незабезпеченому міжшаровому зчепленні шари дорожнього одягу працюють не як єдина система, а як пакет окремих незв'язних шарів, що призводить до зниження міцності на розтяг при згині всієї конструкції, і як наслідок в процесі експлуатації такі покриття почнуть передчасно руйнуватися.

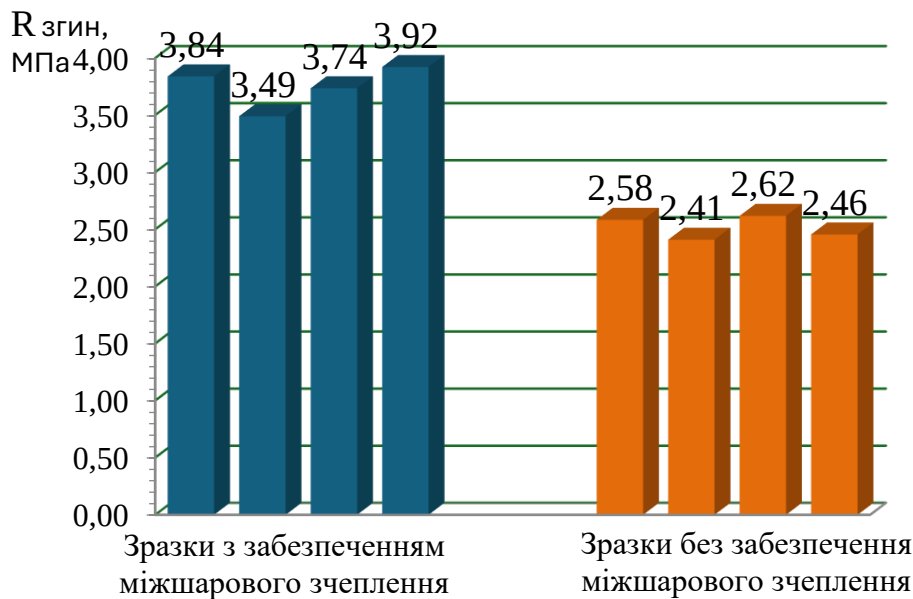


Рисунок 1 – Міцність на розтяг при згині

Поряд із показниками міцності матеріалів шарів та їх товщини, забезпечене зчеплення між монолітними шарами є найважливішим показником, що характеризує загальну міцність дорожньої конструкції. На даний час контроль за забезпеченням міжшарового зчеплення виконується методами руйнівної діагностики з використанням фрез або керновідбірників.

Виходячи з вище викладеного можна зробити наступний висновок: розробка неруйнівного методу контролю якості забезпечення зчеплення між монолітними шарами, який дозволяв би не тільки якісно а й кількісно оцінювати цей показник, для подальшого нормування, під час виконання робіт з будівництва та ремонту дорожнього одягу є актуальним завданням.

Література

1. ВБН В.2.3-218-186-2004 Дорожній одяг нежорсткого типу // Київ «Укравтодор» 2004 - 67 с.
2. Підвищення міцності міжшарового зчеплення під час ремонту дорожніх покриттів / Упоряд. С.І. Михович.- К: ЦБНТІ Мінтрансбуду України, 1986.-49 с. - (Огляд/ Центральне бюро НТІ. Автомобільні дороги; Вип. 1).
3. ДСТУ 8954:2019. Автомобільні дороги. Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу. Київ ДП «УкрНДНЦ», 51. – Чинний від 2020-01-12.
4. ДСТУ 9196:2022 «Автомобільні дороги. Правила призначення ремонтних заходів» // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2022 - 7 с.– Чинний від 2023-06-01.

ІНКЛЮЗИВНІСТЬ НА ДОРОГАХ УКРАЇНИ

Олійник Д.О., ст. групи Д-31-21

Ярещенко Н.В., доцент

netyasin4@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Упродовж багатьох років Україна стикалася з проблемами недостатньої інклюзивності, інфраструктура часто не відповідала потребам мало мобільних груп населення. Активні воєнні дії в Україні зробили цю проблему ще більш актуальною та терміною, бо саме через агресію країни-терориста відсоток людей з інвалідністю значно виріс. Незважаючи на поширеність законодавчих актів та нормативів, які спрямовані на забезпечення рівних можливостей, в реальності ми часто стикаємося з проблемою засобів адаптації. Ця проблема не лише ускладнює повсякденне пересування, а й створює бар'єри для повноцінної участі в соціальному та культурному житті.

Маломобільні групи населення – це люди, що відчують труднощі при самостійному пересуванні, одержанні послуги, необхідної інформації або при орієнтуванні в просторі. До цієї групи населення відносяться особи з інвалідністю, люди з тимчасовим порушенням здоров'я, літні люди, вагітні жінки та люди з дитячими колясками.

Доступність для маломобільних груп населення повинна забезпечувати:

- фізичною можливістю і зручністю потрапляння та пересування об'єктом, прилеглою територією, отриманням послуг;
- фізичною безпекою при потрапленні на об'єкт та пересуванні в ньому;
- можливістю вільного отримання інформації про об'єкт та послуги, що надаються; вільної навігації (орієнтування) по об'єкту та прилеглою територією;

Погана інклюзивність це не лише брак доступу до громадського транспорту чи високий з'їзд з тротуару, погано розвинена інклюзивність також може травмувати абсолютно здорових осіб. Наприклад, погано влаштована дорога чи тротуар може створити аварійну ситуацію для будь-якого учасника дорожнього руху.

Інклюзивність на дорогах – створення умов, які враховують потреби всіх користувачів, незалежно від їхніх фізичних здібностей, віку або інших характеристик. Це може включати в себе:

1. Універсальний дизайн в інфраструктурі доріг, тротуарів, площ та інших об'єктів громадського простору спрямований на створення середовища, що доступне та зручне для користувачів усіх фізичних здібностей. Адаптовані і рівні поверхні є ключовою складовою такого дизайну. Рівні поверхні забезпечують безпеку та зручність для всіх користувачів. Вони усувають перешкоди для людей, допомагаючи їм вільно пересуватися та використовувати громадські простори. Такі поверхні дозволяють всім людям рівно користуватися громадськими просторами без обмежень. Це сприяє інклюзії та відчуттю приналежності до спільноти для всіх членів суспільства. Рівні поверхні зменшують ризик

травматизму, особливо для вразливих груп населення, таких як літні люди або діти.

Наприклад, Львів відомий своїми вулицями вкриті бруківка, що доповнює старовинну атмосферу міста. Але з часом бруківка стала нерівною і перечепитися і травмуватися може абсолютно здорова людина. На деяких територіях облаштовують інклюзивне покриття, тактильні навігаційні смуги та понижені переходи. На цій ділянці планують виїняти історичну бруківку, вирівняти її та встановити назад. Інклюзивна плитка в Львові – це інноваційний підхід до дизайну підлоги, який сприяє доступності та безпеці для всіх користувачів. Ось деякі ключові аспекти інклюзивної плитки:

- Інклюзивна плитка має спеціальне покриття, яке забезпечує кращу адгезію навіть при вологому покритті. Це допомагає уникнути ковзання та падінь.

- Інклюзивна плитка може мати контрастні кольори, які допомагають людям з обмеженим зором розрізняти різні зони підлоги.

- Деякі інклюзивні плитки мають вбудовані маркування, що допомагає людям з порушенням зору орієнтуватися.

- Інклюзивна плитка може бути встановлена з низьким порогом, що полегшує переміщення для людей на візках.

- Рівні поверхні сприяють доступності для усіх видів транспорту, включаючи велосипеди, електричні самокати та інші технічні засоби пересування. Це сприяє розвитку екологічної та сталої мобільності в містах.

Узагальнюючи, адаптовані і рівні поверхні є необхідною складовою для створення громадських просторів, які відкриті, доступні та безпечні для усіх користувачів, незалежно від їхніх потреб.

2. Облаштування пішохідних переходів є важливою складовою створення безпечних та доступних громадських просторів. Для забезпечення максимального комфорту та безпеки для усіх користувачів рекомендується використовувати такі елементи:

- Занижені бордюри або пандуси зменшують перешкоду для людей з обмеженою рухливістю, людей на кріслах колісних та інших користувачів. Пандуси з правильним кутом нахилу полегшують перехід через дорогу для всіх.

- Рельєфні жовті стрічки або плитки на дорозі або тротуарі вказують на місце пішохідного переходу та сприяють безпеці, особливо в умовах обмеженого видимості або погіршеного освітлення.

- Звукові сигнали на світлофорах допомагають людям з вадами зору визначати момент переходу дороги. Це дуже важливо для їх безпеки та незалежності. Кнопки на світлофорах також забезпечують можливість активації зеленого світла пішоходам, що сприяє їхній безпеці та комфорту.

- Наявність інформації у шрифті Брайля на панелях світлофорів дозволяє людям з порушенням зору отримувати необхідну інформацію щодо напрямку руху та безпеки на дорозі.

Ці елементи не лише забезпечують безпеку та зручність для усіх користувачів доріг, але й сприяють інклюзивному середовищу, де кожна людина має можливість вільно та безпечно користуватися громадськими просторами.

3. Облаштування зупинок громадського транспорту є ключовим аспектом для забезпечення комфорту, безпеки та доступності для усіх пасажирів. Деякі важливі елементи облаштування таких зупинок включають:

- платформи зупинок мають бути підвищеними для легшої посадки та висадки пасажирів, зокрема для тих, хто користується кріслами колісними або має обмежену мобільність.

- встановлення аудіо-системи, яка автоматично оголошує назву станції чи зупинки при натисканні на кнопки. Це допомагає особам з порушенням зору або чуття слуху легше орієнтуватися в громадському транспорті.

- інформація на зупинках повинна бути представлена у спрощеній формі для кращого розуміння всіма пасажирами, включаючи піктограми, чіткий шрифт та мову Брайля. Також на зупинках можна розмістити QR-коди, що можуть допомогти в орієнтуванні по місту, наприклад, в Україні набуває популярність карта «Доступне місто», першу і поки що єдину таку карту створено Львівським туристичним офісом для комфортного включення в суспільство людей з інвалідністю, а також реінтеграції ветеранів. Основні переваги такої карти:

- А) Всі інклюзивні місця зібрані в одному місці;

- Б) Зручний пошук: категорії об'єктів полегшують навігацію користувачам;

- В) Постійне оновлення: мапа поповнюється новими об'єктами для максимальної користі;

- Г) Мапа доступна на будь-якому пристрої з підключенням до Інтернету. Не потрібно завантажувати додаткові програми

- Наявність спеціальних сидінь для вразливих категорій населення, таких як літні люди чи вагітні жінки, сприяє їхньому комфорту та безпеці під час очікування транспорту.

Інклюзивне облаштування зупинок громадського транспорту враховує потреби всіх користувачів та допомагає покращити якість обслуговування в містах. При проектуванні і будівництві нових об'єктів або реконструкції, реставрації, капітальному ремонті обов'язковим є забезпечення у повному обсязі вимог доступності, зручності, інформативності і безпеки. У разі якщо в існуючих спорудах і конструкціях неможливо у повному обсязі забезпечити вимоги доступності для потреб людей маломобільних груп населення, здійснюється їх розумне пристосування.

Тож, роблячи висновок, щодо інклюзивності на дорогах можемо зауважити, що треба зосередитися на ключових аспектах безпеки, доступності та рівності. Робити ці зміни спираючись на державні будівельні норми і щільно перевіряти їх дотримання. Шляхи, які враховують потреби всіх користувачів сприяють створенню більш безпечного і дружнього середовища для всіх учасників дорожнього руху. Інклюзивність на дорогах також сприяє соціальній рівності, забезпечуючи рівний доступ до транспортних мереж та зменшуючи відчуття виключення серед різних груп населення. Такий підхід до планування та будівництва доріг має величезний потенціал для покращення якості життя всієї громади та формування більш інклюзивного суспільства. І, звісно, треба пам'ятати, що міста створені для людей, а не люди для міст.

ВПЛИВ ФАКТОРІВ НА ДОВГОВІЧНІСТЬ ДОРОЖНІХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ

Откалюк Н., ст. групи Д-36м1-21

d6t21ono@stud.khadi.kharkov.ua

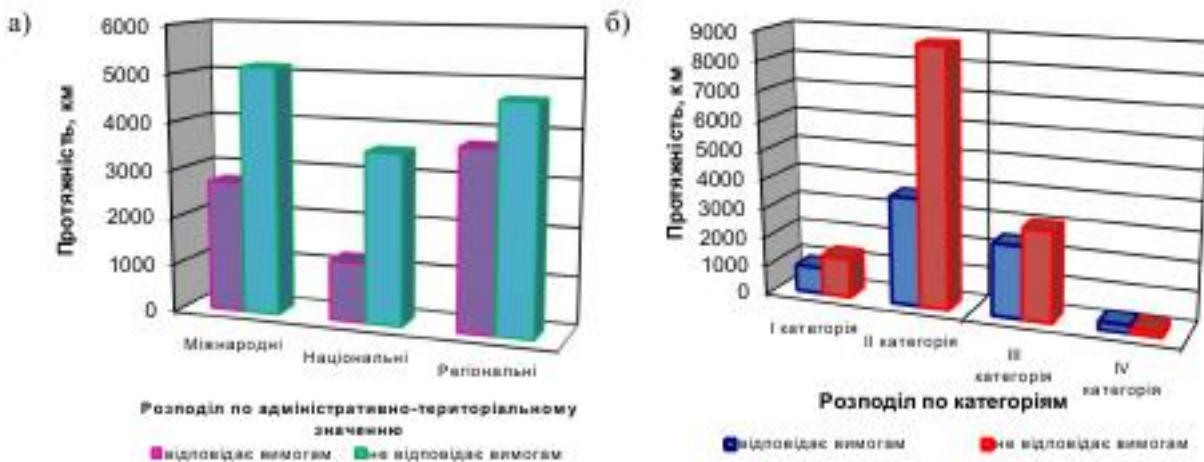
Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Асфальтобетонні шари дорожніх одягів, особливо верхній шар, є найбільш відповідальними з позиції сприйняття навантажень від транспортних засобів та руйнівної дії погодно-кліматичних факторів. Складність умов роботи конструкцій дорожнього одягу вимагають високої якості влаштування шарів з гарячих асфальтобетонних сумішей.

Під час експлуатації автомобільної дороги в результаті впливу природно-кліматичних факторів, характеристики будівельних матеріалів та постійного зростання інтенсивності руху зі швидкістю і вантажопідйомністю автотранспортних засобів конструкція дорожнього одягу, навіть при дотриманні норм проектування та будівництва, втрачає поздовжню та поперечну рівність. В ній відбувається інтенсивне накопичення пластичних деформацій, в наслідок чого різко підвищується динамічний вплив від руху автомобілів на конструкцію дорожнього одягу та знижується безпека руху [1, 2]. Результати аналізу колійності на асфальтобетонному покритті нежорсткого дорожнього одягу автомобільних доріг України наведено нижче на рис. 1.



а) в залежності від адміністративно-територіального значення; б) категорії
Рисунок 1 – Результати аналізу колійності на асфальтобетонному покритті нежорсткого дорожнього одягу [1]

При експлуатації дорожнього покриття на його поверхні з'являються й накопичуються різні пластичні деформації у вигляді колії (рис. 2), що пов'язане з недостатньою деформаційною стійкістю асфальтобетонних шарів, незв'язних шарів та основи конструкції дорожнього одягу [1, 2, 3].



Конструкція нежорсткого дорожнього одягу сприймає різні види статичного й динамічного впливу від навантаження коліс автомобільного транспорту, що призводить до зворотних та незворотних деформацій, від характеру й величини яких залежить термін служби [2, 3] автомобільної дороги.

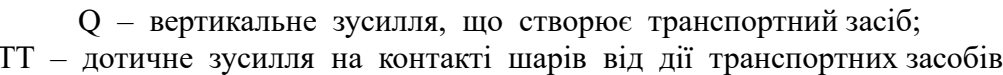


Рисунок 3 – Схема дії зусиль від колеса транспортного засобу

Результати дослідження свідчать, що напруження, які виникли на поверхні покриття, визначаються за інших рівних умов сумою нормальних сил, переданих

на горизонтальну поверхню покриття пневматичними колесами нерухомого автотранспортного засобу.

Внаслідок багаторазового навантаження, від руху транспортних засобів, відбувається накопичення незворотних деформацій, що проявляють в утворенні поздовжньої деформації – колії асфальтобетонного покриття. Колія асфальтобетонного покриття являє собою поглиблення поздовжнього напрямку на проїзній частині, що утворилися по смузі накату під дією транспортних засобів.



Рисунок 4 – Деформація поперечного профілю дорожнього полотна уздовж лінії накату

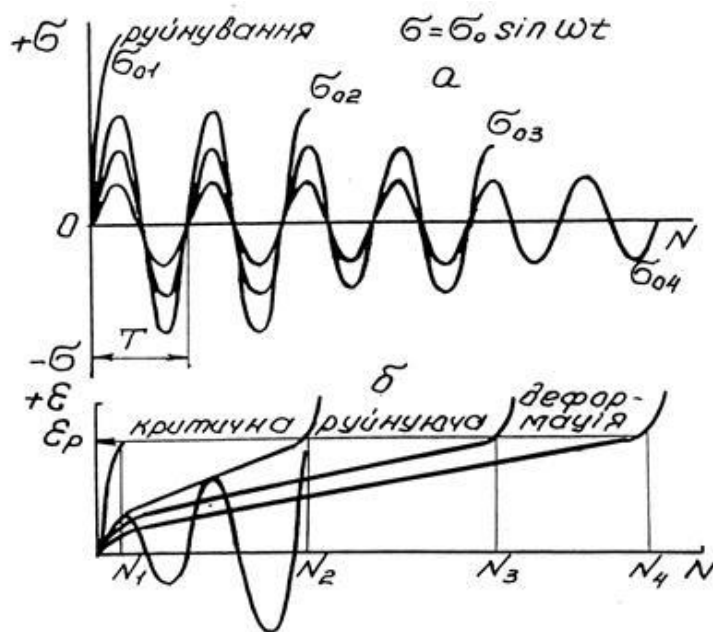
Також горизонтальні напруження у верхньому шарі дорожнього покриття виникають при гальмуванні й прискоренні автомобільного транспорту і призводять до появи хвиль, що беруть участь у процесі утворення незворотних деформацій, які в свою чергу залежать від транспортного потоку.

Відмінність динамічного від статичного навантаження полягає в наступному [2, 3]:

- при динамічному навантаженні виникають менші вертикальні деформації, що зумовлено часом дії навантаження;
- хвильові процеси на поверхні покриття збільшуються зі збільшенням швидкості руху транспортних засобів;
- при динамічному навантаженні напруження по глибині конструкції дорожнього одягу й у ґрунті земляного полотна загасає швидше;
- релаксація дорожнього одягу проходить за час, еквівалентний періоду пружної хвилі, що поширюється від транспортного засобу.

Циклічне повторення навантаження з послідовним збільшенням кількості циклів навантаження веде до росту дефектів [2, 3]. Однак вплив ненормативних навантажень на покриття при циклічному впливі інтерпретується як лінійна інтегральна величина, що не дає реальної картини фізичних процесів при утворенні залишкової деформації в асфальтобетонному покритті [1].

Деформації і руйнування асфальтобетонного покриття від впливу навантаження, що перевищує розрахункове, потребує вивчення та подальшого вдосконалювання методів розрахунку й конструювання дорожніх одягів [1].



а – $\sigma_{01} > \sigma_{02} > \sigma_{03} > \sigma_{04}$;

б – характер розвитку деформацій, що відповідають цим напруженням

Рисунок 5 – Схема циклічного деформування серією постійних напружень

Недооцінка впливу величини транспортного потоку приводить до зниження міцності дорожньої конструкції, що проявляється в передчасній деформації дорожнього покриття.

Також під впливом колісного навантаження на покритті утворюється чаша прогину, величина якої залежить від часу й величини прикладеного навантаження. Чаша прогину характеризується радіусом кривизни поверхні покриття під колесом автомобіля й діаметром, завдяки даним параметрам враховується спільна робота покриття й основи, яка в свою чергу передає навантаження на ґрунт земляного полотна, фізико-механічні характеристики якого враховуються при розрахунку дорожніх одягів. При проектуванні й оцінці міцності нежорстких дорожніх одягів пружний прогин є головним показником міцності [1].

Вплив повторного навантаження на асфальтобетонне покриття походить від всіх видів транспортних засобів у транспортному потоці з характерним часом дії: від вантажного транспорту, що рухається з невеликою швидкістю, і від легкового, що має менший час впливу на конструкцію нежорсткого дорожнього одягу [1].

Під час експлуатації автомобільної дороги відбувається руйнування покриття, що в свою чергу прискорюється зі збільшенням транспортного потоку. Кількість і час дії прикладеного навантаження впливає на втомне руйнування шарів нежорсткого дорожнього одягу, що проявляється в утворенні незворотної деформації верхнього шару покриття у вигляді колії асфальтобетонного покриття та виникнення тріщин на покритті.

Результати досліджень [2, 3] свідчать, що вплив транспорту на появу деформацій і руйнувань проявляються при збільшенні інтенсивності руху й скороченні часу між проїздами автомобілів. Зі збільшенням інтенсивності потоку руху, коли час між проїздами автомобілів стає мінімальним, конструкція нежорсткого дорожнього одягу не в повній мірі релаксується від впливу колісного навантаження попереднього автомобіля й на нього накладається вплив наступного. Це спричиняє збільшення прогину, що приводить до накопичення внутрішніх напружень у матеріалі, що містить органічні в'язучі речовини.

Температура [2, 3] покриття впливає на властивості матеріалів, що містять органічні в'язучі речовини. Збільшення температури сприяє зміні фізико-механічних властивостей асфальтобетону, при підвищених температурах знижується модуль пружності і зсувостійкість та підвищується пластичність.

Причину утворення залишкових деформацій конструкції дорожнього одягу, можна розділити на види:

1 Стирання верхнього шару асфальтобетонного покриття внаслідок впливу коліс автомобілів без руйнування нижчєрозташованих асфальтобетонних шарів (рис. 2).

2 Доуцільнення верхнього шару асфальтобетонного покриття, викликане впливом коліс автомобілів, без ознак руйнування нижчєрозташованих асфальтобетонних шарів (рис. 2).

3 Виникнення пластичних деформацій всіх асфальтобетонних шарів покриття й основи (рис. 2). Це відбувається внаслідок осідання і додаткового ущільнення нижчєрозташованих шарів дорожньої конструкції під дією важкого транспорту й інтенсивного транспортного потоку та високій температурі повітря і покриття влітку, низькі фізико-механічні властивості асфальтобетону.

4 Накопичення залишкових деформацій у нестабільних шарах дорожнього одягу, розташованих нижче шарів покриття, або в земляному полотні (рис. 2).

5 Незадовільні властивості асфальтобетону конструктивних шарів до існуючих вимог експлуатації асфальтобетонного покриття. Внаслідок чого виникають напливи, зсуви, хвилі.

6 Виникнення пластичних деформацій внаслідок впливу природно-кліматичних факторів. Характерними причинами деформування асфальтобетонного покриття являється низька водо-, морозостійкість асфальтобетону, зсув перевозоженних дискретних матеріалів та ґрунтів.

Література

1. Гаркуша М. В. Підвищення стійкості до утворення колії асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу. Дороги і мости. Київ, 2017. Вип. 17. С. 27-41.

2. Гаркуша М. В. Сучасні аспекти підвищення колієстійкості нежорсткого дорожнього одягу / Мозговий В. В., Онищенко А. М., Гаркуша М. В., Аксьонов С. Ю. // Автошляховик України. Київ 2012 № 5 С. 25-30.

3. Гаркуша М. В. Підвищення колієстійкості нежорстких дорожніх одягів за рахунок укріплення ґрунтів основи / Гаркуша М. В. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2012. Вип. № 47. С. 47-53.

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ШАРУ ПОКРИТТЯ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ПІД ЧАС РЕМОНТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Пащенко І.В., ст. групи Д-31-21,

igor.pp04@gmail.com

Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД

netyasin4@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

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

Руйнування проявляються різною мірою в залежності від режиму і характеру навантаження. Досить поширеними руйнуваннями асфальтобетонних шарів є тріщини. Тому, в останні роки, для підвищення довговічності таких шарів, на практиці досить широко застосовують армуючі прошарки у вигляді синтетичних матеріалів, але їх застосування не підкріплене досить строгою теоретичною базою, яка б дозволяла розраховувати асфальтобетонні шари дорожнього одягу з урахуванням особливостей роботи армуючих синтетичних прошарків.

В останні роки великого поширення в усьому світі набули споруди із застосуванням геотекстильних матеріалів. Кількість побудованих споруд із геотекстилем постійно збільшується і вираховується десятками тисяч, а дані систематичних обстежень за цими спорудами свідчать про їх надійність, довговічність та високі техніко-експлуатаційні показники. Все більшого застосування знаходить геотекстильний матеріал в конструкціях земляного полотна та дорожнього одягу, при чому особливості його роботи в дорожньому одязі менше вивчені, ніж в земляному полотні. Питанню армування дорожнього одягу присвячені ряд зарубіжних публікацій, в яких приводиться досвід будівництва дорожніх конструкцій, що включають в себе конструктивні елементи «асфальтобетон – армуючий прошарок – асфальтобетон». В якості прошарків застосовуються такі матеріали: геотекстиль, скловолокно, різні полімерні і металічні сітки, металічні штирі.

Tensar глестекс та двохвісна решітка Tensar ss 30.

Глестекс – це армуючий композит, котрий складається із скловолокна, що прикріплений до голкопробивного нетканого геотекстилю. Скловолокно має високий модуль на розтяг, котрий дозволяє сприймати більші навантаження при дуже малому подовженні. Tensar Глестекс здатен сприймати постійні навантаження, що визвані морозним пученням та нерівномірними осіданнями

Георешітки Tensar не корозійний матеріал, тому вони не підвержені дії масел, палива та солей. Вони також стійкий до високих температур і можуть вкладатись при температурі асфальтобетонної суміші, принаймні при 1650°C без

значних змін в геометрії і фізичних властивостях Крім того армування георешітками є досить економічно вигідним, оскільки: - в 10 разів зростає строк втоми покриття на слабких ґрунтах;

- знижує темпи виникнення колії на 70%;
- скорочує появу тріщин в верхніх шарах покриття;
- знижує фінансові витрати, збільшуючи строк між плановими ремонтами;
- георешітки стійкі до високих та низьких температур;
- здатні протистояти постійним навантаженням, що визвані морозним пученням ґрунтів.

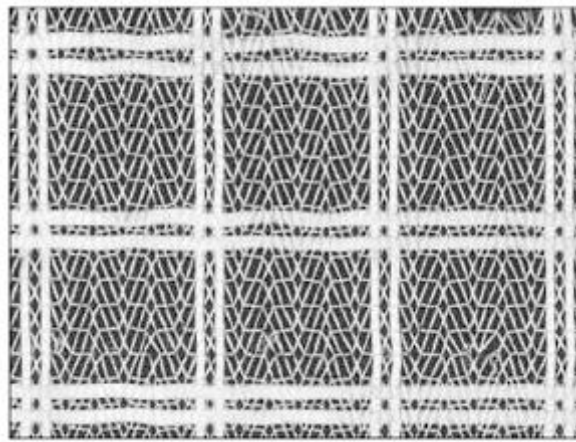


Рисунок 1 – Скловолокно, що входить до складу геокомпозиту

Таблиця 1 – Фізичні характеристики та розміри Гластекса

	Матеріал	Вага, кг/м ²	Розміри рулона, м	Типова геометрія чарунки, мм
Глас текс Р50	Скловолокно, 100% поліпропіленовий голкопробивний текстиль, 100% поліестерова натка	0,32	100х1,5 100х3,0	40х40
Глас текс Р100	Скловолокно, 100% поліпропіленовий голкопробивний текстиль, 100% поліестерова натка	0,43	100х1,5 100х3,0	40х40

При застосуванні даного матеріалу значно зменшуються об'єми використовуваних будівельних матеріалів, що дозволяє значно економити кошти. Також це в подальшому забезпечить більш тривалий строк служби даного дорожнього одягу, в такому покритті значно менше з'являється тріщин.

Георешітка забезпечує стійку геометрію покриття, а геотекстиль надає більшій міцності, а також запобігає здиманню покриття внаслідок пучення ґрунта.

Але найважливішою фізичною характеристикою є несуча здатність. На графіку рис. 2.11 наглядно видно, що при тривалому навантаженні у неармованій конструкції відбулося значно більше просідання, ніж в тій конструкції, що була армована геокомпозитом. Це свідчить про те, що при армуванні конструкцій асфальтобетонного покриття таке негативне явище, як повзучість дороги або виникнення колії (найчастіше таке явище спостерігається при поворотах чи на зупинках) буде успішно уникнено. Як правило, колії здебільшого виникають у містах, де рух транспорту досить напружений.

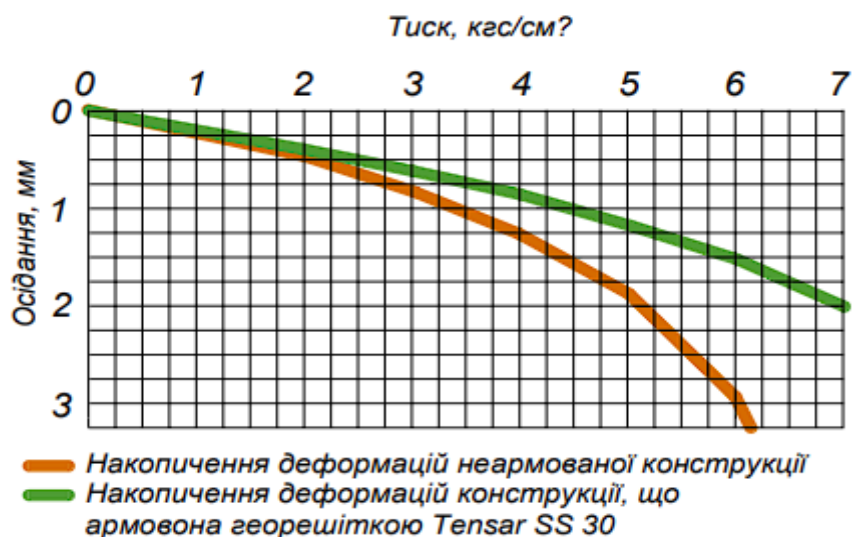


Рисунок 2 – Порівняльні графіки несучої здатності конструкції

Для доріг з високою інтенсивністю руху виникнення колії теж є проблемою, особливо на під'їздах до перехресть, розв'язок, естакад та ін. Це пов'язано з тим, що при під'їздах до певного об'єкту автомобіль пригальмовує з досить високої швидкості. В таких випадках навантаження на асфальтобетонне покриття значно збільшується. При вкладанні в основу дорожнього одягу геокомпозиту цього можна уникнути за рахунок армування.

Порівняльні дані для георешітки Tensar SS 30 можна наглядно спостерігати на рис. 3. Графік виконувався з даних при багаторазових короткочасних навантаженнях, що більш чітко відображає дію колеса автомобіля на дорожнє покриття.

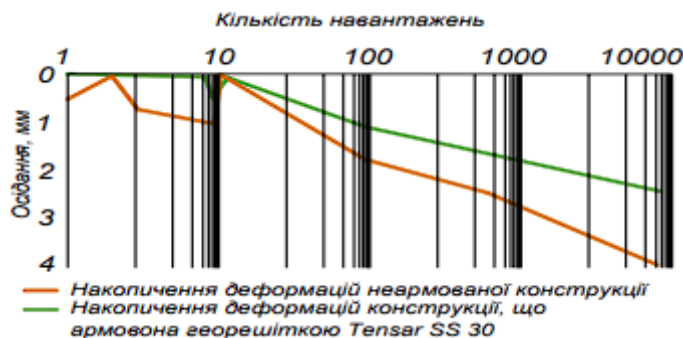


Рисунок 3 – Порівняльні графіки накопичення залишкових деформацій конструкції при багаторазовій дії короткочасних навантажень

З графіка , що зображений на рис. 4 видно, що після 10 000 колісних навантажень неармоване покриття просіло на 4 мм, в той час як армоване просіло вдвічі менше

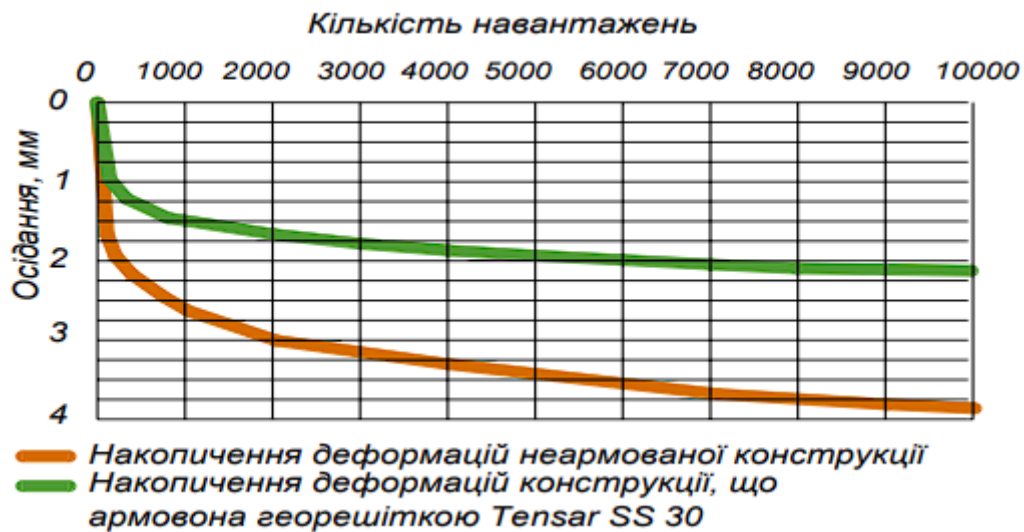


Рисунок 4 – Порівняльні графіки накопичення залишкових

Висновок: З кожним роком сфера застосування геосинтетичних матеріалів розширюється, спираючись на великий позитивний досвід їх використання. Однією з найбільш перспективних технологій, що спрощують будівництво автомобільних доріг і продовжують термін їх служби, є технологія армування (посилення) геосинтетичними матеріалами асфальтобетонних покриттів при будівництві та реконструкції дорожнього одягу. У зв'язку з економією будівельних матеріалів найбільш ефективним є використання геосіток.

Геосітка має високі міцностні і низькі деформативні характеристики, хімічну та біологічну стійкість, термостійкість в діапазоні робочих температур укладання асфальтобетонної суміші (120-160°C), ідеально підходить для армування асфальтобетонних покриттів.

Література

1. ФАБД_2022_192_ЄвтушокЯ.В
2. ГБН В.2.3-37641918-544:2014
3. Першаков В.М., Белятинський А.О., Стефашина Н.М., НАУ, м. Київ, Україна, Використання геосинтетичних армуючих прошарків в дорожньому будівництві.

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОСИНТЕТИЧНИХ АРМУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ, РЕМОНТІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Подтикан А.М. ст.. групи ДЗ-31-21

Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД

netyasin4@gmail.com

Харківській національний автомобільно-дорожній університет

Геосинтетичні армуючі матеріали стали неодмінною складовою в сучасному будівництві доріг, надаючи технологічні та функціональні переваги. Розглянемо різні аспекти їх використання та вплив на якість та тривалість автомобільних доріг.

Геосинтетичні матеріали відзначаються рядом функцій, спрямованих на поліпшення властивостей дорожнього покриття. Підвищення міцності ґрунту, запобігання деформаціям та покращення стійкості до розтріскування є ключовими аспектами їх застосування.

Геосинтетичні армуючі матеріали відіграють ключову роль у покращенні технічних та фізичних характеристик автомобільних доріг [1].

Армучі матеріали використовуються для підсилення ґрунтового шару під дорожнім покриттям. Це досягається завдяки їхній здатності розподіляти навантаження та підвищувати опір деформаціям. Це особливо важливо на м'яких або непрочитних ґрунтах, де геосинтетики стабілізують ґрунтове середовище.

Геосинтетичні матеріали допомагають утримувати структуру дорожнього покриття, запобігаючи його деформаціям внаслідок навантажень від транспортних засобів. Вони забезпечують рівномірний розподіл навантаження і зменшують ризик утворення тріщин та ям. Також, вони додають стійкості до розтріскування асфальтних покриттів, забезпечують додатковий захист від впливу екстремальних погодних умов, коливань температури та навантажень, що можуть призвести до пошкоджень та тріщин.

Геосинтетичні матеріали використовуються для підвищення загальної міцності та стійкості дорожнього покриття. Вони інтегруються в різні шари дороги, покращуючи її структуру та забезпечуючи високу стійкість до навантажень. Ці матеріали мають властивості, що допомагають утримувати ґрунт та дорожнє покриття при зсувах. [2] Це важливо для забезпечення стабільності на нахилих або нерівних ділянках, де є ризик зсувів.

Щодо функції геосинтетичних армуючих матеріалів та їх вплив на дорожню інфраструктуру, розглянемо у таблиці 1.

Застосування геосинтетичних армуючих матеріалів у будівництві доріг є вирішальною компонентою для покращення технічних та експлуатаційних характеристик автомобільних трас. У цьому розділі розглянуто різні аспекти їхнього використання та вплив на конструкцію та функціональність дорожнього покриття.

Таблиця 1 – Функції та вплив геосинтетичних армуючих матеріалів на дорожню інфраструктуру

Функція	Опис впливу геосинтетичних армуючих матеріалів
Підвищення міцності ґрунту	Розподіл навантаження, стабілізація м'яких ґрунтів.
Запобігання деформаціям	Утримання структури, рівномірний розподіл навантаження
Покращення стійкості	Захист від розтріскування під впливом погоди та навантажень
Підсилення конструкції	Покращення загальної міцності та стійкості
Мінімізація впливу деформацій при зсуві	Утримання ґрунту та покриття при зсувах.

Геосинтетичні армуючі матеріали використовуються для підвищення міцності ґрунтового шару, що лежить під дорожнім покриттям. [3] Це дозволяє збільшити його стійкість до деформацій, особливо в умовах збільшеного транспортного навантаження.

Матеріали впроваджуються у верхній шар асфальтного покриття для збільшення його міцності та опірності до втрати інтегритету під впливом навантажень і температурних змін [4]. Армуючі матеріали використовуються для створення ефективних дренажних систем. Вони допомагають у виведенні зайвої води з під дорожнього покриття, запобігаючи утворенню бруду, плавній ерозії та підтримуючи стійкість траси.

Використання геосинтетичних армуючих матеріалів при будівництві доріг має безліч переваг та вигід:

- геосинтетичні матеріали допомагають у підвищенні стійкості та тривалості дорожнього покриття, зменшуючи необхідність у частих ремонтних роботах та зберігаючи цілісність конструкції.
- застосування геосинтетичних матеріалів допомагає у зменшенні потреби в регулярних ремонтних роботах, оскільки вони забезпечують стійкість до зносу та розтріскування.
- геосинтетичні армуючі матеріали спрощують та прискорюють процеси ремонту та реконструкції доріг, що є важливим аспектом забезпечення безперебійності транспортного руху.
- використання геосинтетичних матеріалів може допомагати в облаштуванні більш стійких до екологічних факторів доріг, зменшуючи негативний вплив на природне середовище.

Процес виготовлення геосинтетичних армуючих матеріалів є складним та технологічно важливим етапом.

Сучасні технології дозволяють створювати матеріали з високим ступенем міцності, стійкості до деформацій та екологічної сумісності. [5] Методи екструзії, термофіксації та ламінування застосовуються для виробництва геосинтетичних армуючих матеріалів, що гарантує їхню надійність та довговічність.

Впровадження геосинтетичних матеріалів в дорожнє будівництво вимагає точного планування та вивчення характеристик місцевих умов. Методи встановлення включають в себе закладання армуючих шарів під різними кутами, щоб забезпечити оптимальне розподілення навантажень. Інтеграція матеріалів у різні шари дорожнього покриття забезпечує підвищення стійкості та тривалості.

Геосинтетичні армуючі матеріали ефективно поєднуються з іншими технологіями та будівельними матеріалами. Спільне використання з асфальтобетоном, гравієм та дренажними системами створює комплексний підхід до забезпечення сталої та ефективної інфраструктури доріг.

Майбутнє розвитку геосинтетичних технологій включатиме в себе вдосконалення структури матеріалів, розробку нових полімерних сполук та застосування наноматеріалів. Це відкриє нові можливості для покращення технічних характеристик та розширення сфери їхнього застосування.

З урахуванням змін клімату та росту екологічних проблем, геосинтетичні армуючі матеріали будуть пристосовані до нових викликів. Розробка біорозчинних та екологічно чистих варіантів матеріалів сприятиме збереженню природних ресурсів та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. [2]

Дослідження підкреслило важливість геосинтетичних армуючих матеріалів у будівництві, ремонті та реконструкції автомобільних доріг. Їх ефективність та переваги використання стають доповідним фактором для покращення інфраструктури та забезпечення сталої експлуатації дорожнього покриття.

В данному дослідженні вивчено та розглянуто різні аспекти застосування геосинтетичних армуючих матеріалів при будівництві, ремонті та реконструкції автомобільних доріг. Основні висновки можна сформулювати наступним чином:

- геосинтетичні армуючі матеріали виявилися важливим елементом для підвищення якості та тривалості дорожніх об'єктів. Вони допомагають у підсиленні ґрунту, покращенні стійкості асфальтних покриттів та ефективному управлінні вологою.

- застосування геосинтетичних матеріалів призводить до збільшення тривалості дорожнього покриття, зниження частоти ремонтних робіт та забезпечення сталої експлуатації.

- технології виробництва та встановлення геосинтетичних армуючих матеріалів визначають їх ефективність. Інтеграція з іншими технологіями та постійний розвиток нових методів підтримують високий стандарт цих матеріалів.

- майбутнє розвитку геосинтетичних технологій включатиме в себе постійні інновації для забезпечення адаптації до змін клімату та збереження природних ресурсів.

Узагальнюючи, застосування геосинтетичних армуючих матеріалів в дорожньому будівництві є необхідним та перспективним напрямком для поліпшення стану та тривалості автомобільних доріг, що сприяє ефективному та сталому розвитку транспортної інфраструктури.

Література

1. Крістофер Б. Р. і Хольц Р. Д. (2014). Вступ до геосинтетички в транспортних додатках. Рада з досліджень транспорту.
2. ДСТУ 8607:2015 Матеріали геосинтетичні дорожні. Методи випробування.
3. Асоціація геосинтетичних матеріалів FHWA. (2017). Геосинтетика в системах тротуарів. Федеральне управління автомобільних доріг.
4. Батерст, Р. Дж., Джаррет, П. М. (Ред.). (2013). Досягнення в геосинтетичній інженерії: вибрані, рецензовані статті з Національної конференції з прогресивної геосинтетичної інженерії (ANGE 2013), 22-24 серпня 2013 р., Ченнаї, Індія. CRC Press.
5. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги.

ТИМЧАСОВИЙ СНІГОЗАХИСТ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

*Покуса Я.П., ст. групи Д-41-20,
pokusa.yaroslav1991@gmail.com*

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

Зимові умови експлуатації характеризуються короткою світлою частиною доби, низькою температурою повітря, снігопадами та завірюхами, що формують снігові відкладення, а також зимовою слизькістю. Це найбільш складний для експлуатації автомобільної дороги та організації руху період року. Першочергова увага має приділятися запобіжним заходам щодо недопущення утворення на проїзній частині снігових та крижаних відкладень або якнайшвидшому їх видаленню. Певну роль відіграє швидке зростання мережі автомобільних доріг. Необхідно визнати, що в окремих випадках важливу роль відіграє недостатній рівень організації робіт при сніговій боротьбі та недостатня увага до цього питання. Має значення і та обставина, що в складі проєктів як снігозатримуючих пристроїв довготривалої дії передбачаються поки одні придорожні снігозахисні лісонасадження. Необхідність застосування не тільки придорожніх снігозахисних лісонасаджень, а й комплексного методу затримання снігу на полях та біля доріг, а також будівництво снігозахисних пристроїв викликається і обмеженнями щодо відведення земель для цих споруд. Обставини призводять до того, що інколи з'являються перерви у русі на автомобільних дорогах через снігові замети. Ці перерви у русі приносять державі значні збитки і тому мають бути усунені якнайшвидше.

Основними видами заходів щодо боротьби зі снігом та льодом на дорогах є: захист проїжджої частини та узбіччя від відкладень на них сніга, що приноситься вітром із навколишньої місцевості; прибирання снігу з проїжджої частини та узбіччя; недопущення та ліквідація зледенінь на проїзній частині дороги; недопущення утворення лавин та заходи щодо їх ліквідації; недопущення утворення льоду та заходи щодо їх ліквідації [1]. Перші три види заходів необхідні на всій території України; четвертий - у гірських районах Західної частини України; п'ятий вид заходів - боротьба з льодом - може виявитися необхідним тією чи іншою мірою майже на всій території. За терміном служби снігозахисні заходи можна розділити на такі 4 групи: постійні – прокладання доріг по найменш заносимих ділянках місцевості, влаштування снігонезаносимих насипів та снігонезаносних виїмок; довготривалі – комплексний метод снігозатримання на полях і біля доріг, постійні залізобетонні паркани, кам'яні стінки, земляні вали, придорожні снігозахисні лісонасадження, вітронаправляючі пристрої; сезонні - переносні решітчасті щити, що виставляються з осені; посів високостеблових рослин; оперативні - переносні решітчасті щити, якщо вони виставляються вже взимку, як

допоміжні до інших видів снігозахисту; створення снігових валів, траншей, стінок [2].

Аналіз показав що, з усіх способів снігозахисту на стадії експлуатації автомобільної дороги можливе застосування лише снігозатримання, і найчастіше, лише тимчасовими засобами. На підставі узагальнення результатів проведеного дослідження існуючі різновиди тимчасового захисту представлено у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 – Різновиди тимчасового захисту

Назва засобу тимчасового захисту	Спосіб виконання робіт	Приклади встановлення, влаштування засобів тимчасового захисту	
Влаштування дерев'яних щитів	вручну		
Влаштування полімерної сітки	вручну		
Влаштування хмизових щитів	вручну		
Влаштування щитів з відпрацьованих шин автомобіля	вручну		
Влаштування снігових траншей	механізований		
Влаштування снігових валів	механізований		
Влаштування стінок із снігу	вручну		

Захист автомобільних доріг переносними щитами потребує чіткої організації робіт із зимового утримання. При цьому необхідно суворо виконувати вимогу про своєчасну перестановку щитів у міру їх відпрацювання. Перестановку щитів слід проводити, не чекаючи їх повного відпрацювання. Найменший відсоток переносу снігу через щитову лінію відбувається до періоду, коли висота валу менше $\frac{2}{3}$ висоти щита при стандартних щитах і дорівнює висоті щита у щитів з розрідженою нижньою частиною. Після цього починається інтенсивне впорядкування підвітряного та навітряного валів, збільшується перенос снігових частинок, крім того, починає інтенсивно заноситися сам щит, що значною мірою ускладнює переміщення. Переносними решітчастими щитами можна в короткий термін створити на занесеній ділянці снігозахисну лінію в будь-який час зимового періоду. Оперативність у створенні щитових ліній, а також можливість перестановки щитів по мірі їх відпрацювання, є основними перевагами цього виду снігозатримувальних пристроїв, що сприяє широкому поширенню щитів на дорогах навіть в даний час. Але переносні щити мають і серйозні недоліки: недовговічність; постійна потреба в ремонті; великі витрати ручної праці. Остання обставина є головним недоліком снігозатримувальних пристроїв з переносних щитів. Відкопування щитів зі снігу та подальша перестановка їх на сніговий вал вимагають, по-перше, величезних витрат трудових ресурсів, тобто експлуатаційним дорожнім організаціям доводиться утримувати спеціальну робочу силу, в якій підрядники постійно відчують нестачу; по-друге, навіть за наявності достатньої кількості робітників під час тривалих хуртовин, що часто спостерігаються, перестановку щитів зазвичай не вдається зробити і проїзна частина дороги виявляється занесеною снігом. Тому в місцевостях, де часті сильні та тривалі хуртовини, з великими обсягами снігоприносу захистити дорогу одними щитовими лініями, зазвичай, не вдається. У таких місцевостях щитові лінії можна застосовувати як додаток до вже існуючих довгострокових снігозахисних пристроїв. В даний час розроблено засоби механізації ручної праці при перестановці щитів. Але всі запропоновані методи механізації цього процесу мають низку серйозних недоліків. Це є основною причиною того, що експлуатаційні організації їх визнають. Навесні, після сходу снігового покриву, щитові лінії знімають і щити складають у штабелі, попередньо відсортувавши щити, що вимагають ремонту і повністю прийшли в непридатність. Для ремонту можна використовувати планки щитів, що прийшли в непридатність. Щити зберігають у штабелях по 50 штук, якщо їх виймають на літо, теж встановлюють вертикально в штабелі.

Аналогом дерев'яних щитів є полімерні сітки, щити з хмизу, щити з відпрацьованих шин автомобіля.

Велике поширення при захисті автомобільних доріг від снігових заметів набули пристрої, в яких матеріалом служить сніг. Пристрої такого виду відносяться до заходів оперативної дії. Термін служби їх не великий – одну-дві хуртовини, але вони можуть у багатьох випадках створюватися багаторазово протягом усього зимового періоду, не вимагаючи витрати дорогих будівельних

матеріалів. Снігові траншеї є найпоширенішим видом пристроїв, що створюються зі снігу. Роботи зі створення снігових траншей повністю механізовані та не вимагають для їх влаштування спеціальних механізмів та пристроїв. Для цього використовуються двосторонній відвал тракторного снігоочисника, що є в експлуатаційних організаціях або бульдозери. Під час руху снігоочисник або бульдозер утворює траншею, зміщуючи сніг попереду себе і укладаючи його убік. При цьому з обох боків траншеї утворюються сніжні валики, що підвищують ефективну глибину снігової траншеї і цим збільшують її снігозбірну здатність (рис. 1а).

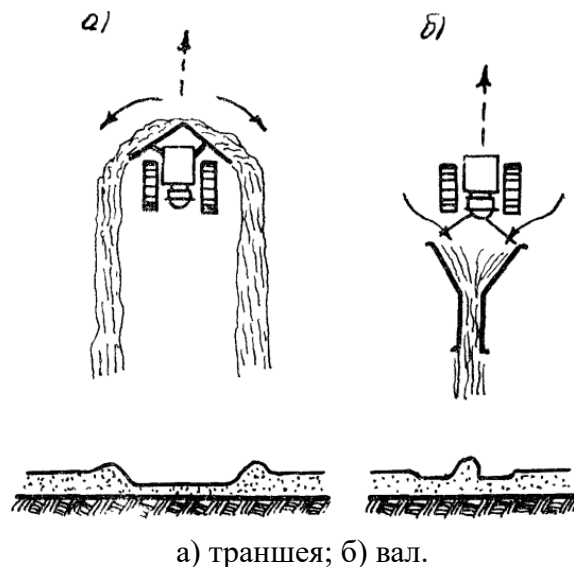


Рисунок 1 – Схема механізованого влаштування захисту від снігу

Крім того, завдяки сніговим валам, що утворилися, частина снігу затримується у просторі між траншеями. Снігозбірна здатність снігових траншей залежить від товщини снігових відкладень, в яких влаштовані траншеї.

Влаштовувати траншеї доцільно розпочинати при досягненні шару снігу товщиною від 25 см до 30 см. При меншому шарі снігу ефект створення снігових траншей значно знижується.

Снігові траншеї влаштовуються паралельно дорозі в кілька рядів. Кількість рядів визначається обсягом сніговідкладень, можливим для даної ділянки дороги. Снігові траншеї знайшли широке застосування як додаткових снігозатримувальних пристроїв на автомобільних дорогах. Однак, не завжди можна відтворювати снігові траншеї протягом усього зимового періоду, оскільки при шарі снігу, що досягає 0,5 м і більше, створення снігових траншей стає скрутним, а зазвичай взагалі неможливим, так як при шарі снігу великої товщини тракторні снігоочисники та бульдозери не можуть відразу зрушити весь шар снігу, а при пошаровому створенні снігових траншей починають буксувати у снігу.

Крім снігових траншей широко застосовують пристрій захисту зі снігу у вигляді снігових валів. Снігові вали доцільно влаштовувати при малій товщині

снігового покриву, коли влаштування снігових траншів неефективне через їх незначною, у цьому випадку, снігозбірною здатністю. Для створення снігових валів необхідні спеціальні снігозбирачі – ріджери, що причіплюються до трактора. Відмінність в технології улаштування траншей і валів полягає в тому, що при влаштуванні траншей сніг розсувається на краю оброблюваної смуги снігового покриву, а при влаштуванні снігових валів, навпаки, сніг збирається в середину оброблюваної смуги у вигляді виступаючого над лінією снігового покриву валу (рис. 1б).

Першим видом захисту доріг від снігу, при якому матеріалом для їх влаштування служив сніг, були снігові стінки. Засновані вони повністю на застосуванні ручної праці. Через невелику робочу висоту снігові стінки працюють недовго: одну-дві хуртовини. Після цього вони опиняються за несеними та їх доводиться влаштовувати знову. Через великий рівень трудомісткості при їх влаштуванні, нестійкості в роботі, а також нетривалості терміну служби такі снігові стінки вже не використовуються. Снігові стінки, що влаштовуються вручну, застосовуються, як виняток, у тих випадках, коли неможливе влаштування інших видів захисту. Для виключення малопродуктивної ручної праці при влаштуванні снігових стінок розроблено причіпне обладнання до трактора, що дозволило повністю механізувати цей процес.

Таким чином захист дороги реконструкцією лісосмуги найбільш надійний варіант, але потребує значного збільшення ширини смуги відводу. Саме комплексне снігозатримання дозволяє суттєво скоротити її ширину. Для підсилення існуючої лісосмуги можна застосовувати полімерні сітки, щити та снігові траншеї. Особливо привабливою є схема з використанням снігозатримувальних траншей, оскільки вона дозволяє уникнути значних витрат ручної праці за рахунок повної механізації робіт. В роботі розглянуто існуючі різновиди тимчасового захисту, особливості та технологію їх влаштування.

Література

1. Методичні вказівки до курсового проекту «Технологія та організація утримання та ремонту автомобільних доріг» з дисципліни «Експлуатація автомобільних доріг» / С.Г. Михович, Є.Д. Прусенко, М.С. Стороженко, А.В. Седов, Н.С. Арінушкіна, Т.М. Грищенко, І. В. Кіяшко. Харків : ХНАДУ, 2008 р. 83 с.

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

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ШВІВ РОЗШИРЕННЯ В ЦЕМЕНТОБЕТОННИХ ПОКРИТТЯХ

Постніков І.С., ст. групи Д-43-20,

igorpostnikow2014@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Костін Д.Ю., к.т.н., доцент

dmitric2008@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Шви розширення – це невід'ємна частина цементобетонних покриттів. Вони призначені для компенсації температурних деформацій бетону, запобігання утворенню тріщин і руйнування покриття.

Традиційно для влаштування швів розширення використовувалися такі матеріали, як бітумні мастики, асфальтобетонні пробки і дерев'яні рейки. Однак ці матеріали не завжди відповідають сучасним вимогам до довговічності, герметичності та шумоізоляції.

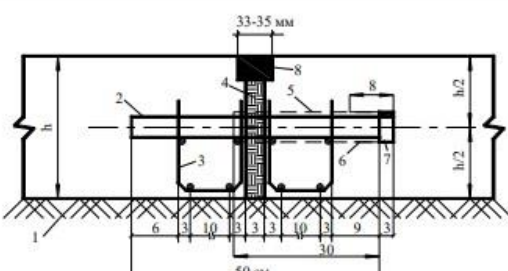
Тип шва	Схема	Опис
Поперечні шви розширення		1 – шар основи; 2 – металевий стержень; 3 – каркас-кошик; 4 – пружний матеріал; 5 – обмазка бітумом; 6 – ковпачок з гуми або поліетилену; 7 – повітряний зазор; 8 – паз шва заповнений герметизуючим матеріалом

Рисунок 1 – Конструкція шва розширення

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Сучасні матеріали для швів розширення мають ряд переваг перед традиційними матеріалами, а саме:

Збільшення терміну служби: Сучасні матеріали більш стійкі до зношування, стирання та впливу хімічних речовин, що значно збільшує термін служби швів розширення.

Підвищення герметичності: Сучасні матеріали забезпечують кращу герметичність швів, що запобігає проникненню води та бруду, а також утворенню тріщин. Зниження рівня шуму: Сучасні матеріали мають кращі звукоізоляційні властивості, що знижує рівень шуму від руху транспорту.

Зменшення витрат на експлуатацію: Завдяки своїй довговічності та герметичності, сучасні матеріали дозволяють зменшити витрати на ремонт та експлуатацію швів розширення.

ПРИКЛАДИ СУЧАСНИХ МАТЕРІАЛІВ

Силіконові герметики:

Переваги: Висока еластичність; Стійкість до температурних перепадів (-50°C до $+150^{\circ}\text{C}$); Стійкість до хімічних речовин; Водонепроникність; Хороша адгезія до бетону; Довговічність;

Недоліки: Висока вартість; Необхідність спеціального обладнання для нанесення;

Використання герметиків для заповнення швів почалось більше ста років тому на початку 1900-х років. Протягом багатьох років технічного розвитку і прогресу з'явилися три основні підходи до герметизації швів: заливка швів (рис. 2а), заповнення швів (рис. 2б) або їх комбінація (рис. 2в).



Рисунок 2 – Способи герметизації швів

Бітумні мастики:

Переваги: низька вартість; простота нанесення; водонепроникність; стійкість до температурних перепадів (-40°C до $+80^{\circ}\text{C}$)

Недоліки: невелика еластичність; нестійкість до хімічних речовин; недовговічність; потребують періодичного ремонту

Альтернативою використанню гарячих бітумінованих герметизуючих матеріалів є використання готових ущільнюючих елементів для швів. Ця технологія виникла у 1960-х роках, коли було розпочато виробництво готових ущільнювачів. Вони відрізняються від інших герметиків тим, що вони готові до встановлення без підігріву, змішування або твердіння.

Після встановлення готові ущільнюючі шви стискаються тільки під дією бокового тиску, що забезпечує їх ефективну роботу протягом тривалого періоду експлуатації. Основний матеріал для готових ущільнювачів - неопрен, синтетичний каучук, який забезпечує герметизацію шва при стисканні. Ущільнювачі зазвичай складаються з серії перемичок, які забезпечують пружність і притискання до стінок порожнини. Виробники поставляють ущільнювачі різної ширини і глибини, щоб вони відповідали вимогам будь-якого проекту. Ширина ущільнювача повинна бути більшою за максимальну ширину порожнини шва, а глибина порожнини повинна перевищувати глибину ущільнювача при стисканні.

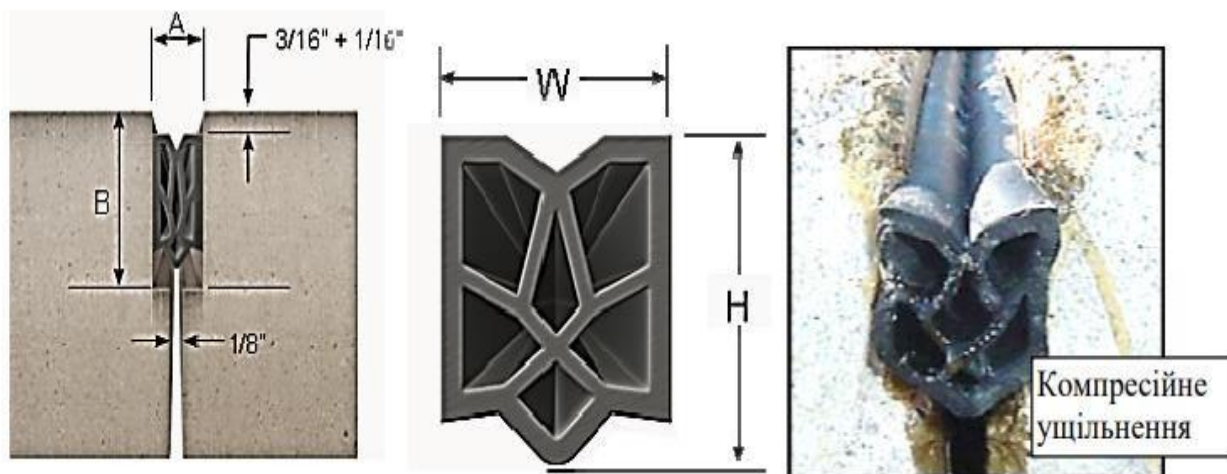


Рисунок 3 – Типова конструкція влаштування шва для ущільнювачів шва серії «Е» і «V» та попередньо сформовані ущільнювачі швів

Встановлення ущільнюючого профілю в шов. Установка профілю виключає застосування мастики, ущільнювального шнура і плавильно-заливальних котлів. На малих за протяжністю ділянках, як виняток, профіль розкочується по лінії шва і акуратно заправляється в шов (рис. 4). За допомогою дерев'яної киянки або спеціального пневмомолотка виконується остаточна установка ущільнювача в шов. Для виконання робіт буде потрібно лише дві особи.

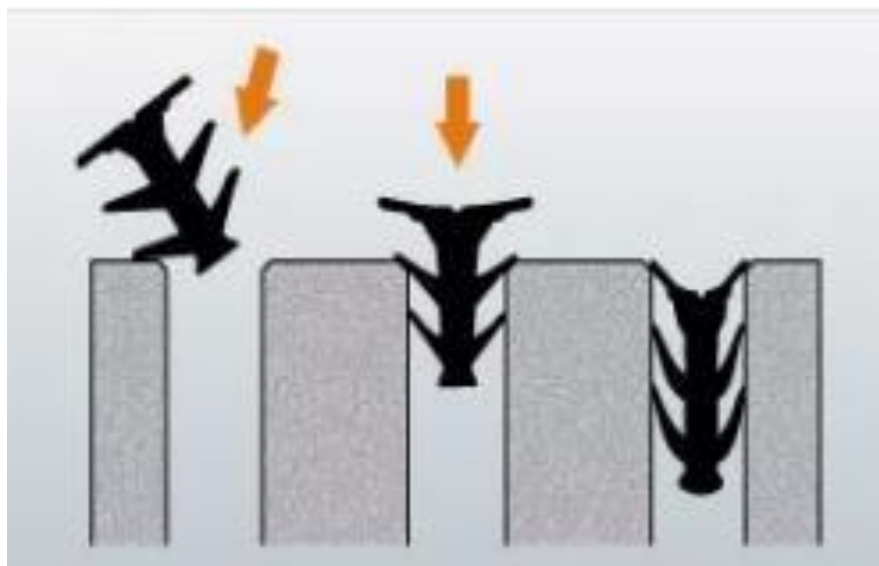


Рисунок 4 – Послідовність установки ущільнювального профілю

Типорозміри та фізико-механічні показники ущільнювачів швів. Типорозміри ущільнювачів швів у вигляді готових профілів наведено в таблиці 1.

Властивості: PROOFMATE EBF - це герметизуючі профілі різних розмірів на основі EPDM (сополімеретилен-пропілен-дієн).

В Європейському стандарті EN 14188-3: 2006 немає пунктів стосовно використання клеїв та ґрунтовки при застосуванні ущільнювачів. Однак досвід останніх років при будівництві та експлуатації аеродромних покриттів вказує на доцільність їх застосування.

Наприклад, PROOFMATE EBF використовується при герметизації розширювальних і стискувальних швах разом з клеєм FIX-O-FLEX F.

Завдяки високоякісному матеріалу готові профілі можуть застосовуватися також у місцях, які піддаються хімічному впливу та / або впливу УФ.

Таблиця 1– Зовнішній вигляд і типорозміри готових профілів для заповнення швів

Профіль	Найменування	Ширина шва, мм	Глибина шва, мм	Ширина профілю, мм	Профіль	Найменування	Ширина шва, мм	Глибина шва, мм	Ширина профілю, мм
	EBF6	6	15	11		EBF15	15	25	24
	EBF8	8	25	13,5		EBF20	20	32	32
	EBF10	10	25	16		EBF25	25	32	40
	EBF12	12	25	19,2		EBF G	40	70	83

Полімерні герметики:

Переваги: висока еластичність; стійкість до стирання; стійкість до хімічних речовин; водонепроникність; хороша адгезія до бетону; довговічність

Недоліки: висока вартість;

Геотекстиль:

Переваги: армування швів розширення; запобігання проникненню ґрунту і піску в шви; збільшення терміну служби швів

Недоліки: необхідність додаткового монтажу;

ВИБІР МАТЕРІАЛУ

Вибір матеріалу для швів розширення в цементобетонних покриттях залежить від декількох факторів, таких як:

Тип покриття: для автомагістралей з високим навантаженням рекомендується використовувати більш стійкі до зношування матеріали, такі як полімерні герметики.

Кліматичні умови: у регіонах з суворими зимами рекомендується використовувати морозостійкі матеріали, такі як силіконові герметики.

Бюджет: сучасні матеріали можуть бути дорожчими, ніж традиційні матеріали, такі як бітумні мастики.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

Перед вибором матеріалу для швів розширення рекомендується проконсультуватися з фахівцем.

Важливо правильно укласти матеріал, щоб забезпечити йогодовговічність.

Необхідно регулярно оглядати шви розширення і вчасно ремонтувати їх.

Використання сучасних матеріалів при влаштуванні швів розширення в цементобетонних покриттях дозволяє значно збільшити термін служби покриття, знизити рівень шуму та зменшити витрати на експлуатацію.

Література

1. "Дослідження сучасних матеріалів для влаштування швів розширення в цементобетонних покриттях" укладачі: І. В. Іванова, О. М. Петрова, В. І. Сидоренко, Національний університет «Львівська політехніка», 2023. 760 с.
2. «Використання готових ущільнювачів швів в цементобетонних покриттях автомобільних доріг і аеродромів» укладачі: І. П. Гамеляк А. М. Дмитриченко І. І. Попелиш. Науково-технічний журнал “сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві” – 2020 14 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-234:2014 "Будівельні матеріали. Мастики бітумні ізоляційні. Технічні умови"
4. ДСТУ Б В.2.7-240:2014 "Будівельні матеріали. Герметики силіконові. Технічні умови"

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛІНГУ ПІД ЧАС КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Самарець С.О., ст. групи Д-41-20,
samarec_s@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Федоров С.В., ст. групи Д-43-20,
SV_Fedoroff@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Костін Д.Ю., к.т.н., доцент
dmitric2008@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Холодний ресайклінг (cold recycling) – технологія повторного використання матеріалів наявного дорожнього одягу зі зміною властивостей цих матеріалів

Для виконання робіт на дорогах низьких категорій, найдоцільніше використовувати спеціальні машини – ресайклери. Ресайклер (recycler) – дорожня машина (рис. 1), призначена для відновлення наявного дорожнього одягу за технологією холодного ресайклінгу.



Рисунок 1 – Ресайклер фірми WIRTGEN

Перед улаштуванням шару дорожнього одягу з суміші холодного ресайклінгу (СХР) з використанням мінерального в'язучого безпосередньо на дорозі потрібно виконати такі підготовчі роботи:

а) встановити наявність (заглиблення та розташування відносно дорожнього одягу) можливих перешкод, таких як:

- підземні комунікації та їхні елементи;

- металеві предмети, бетонні плити, бруківка, рване каміння в шарах основи наявного дорожнього

- одягу;

- лінії електромереж, особливо високовольтних, з урахуванням висоти їх розташування і висотного

- габариту ресайклера та інших механізмів;

- дерева та будівлі, що заважають рухатись механізмам;

- водовідвідні та інші споруди в межах робочої зони. З урахуванням їх наявності розробити план заходів з реалізації технології холодного ресайклінгу на встановлених ділянках;

б) виконати геодезичні розбивні роботи для забезпечення дотримання проектної товщини, ширини шару з СХР та поперечних похилів;

в) у разі наявності суттєвих викривлень поперечного профілю проїзної частини, деформацій та руйнувань шару наявного дорожнього одягу (проломи, вибоїни, гребінка, просідання, колійність понад 30 мм тощо) потрібно виконати підготовчі роботи: попереднє розпушування шару на проектну глибину дорожньою фрезою або ресайклером, попереднє ущільнення, профілювання та остаточне ущільнення розпушеного матеріалу гладковальцевим котком масою від 12 т до 14 т за чотири проходи по одному сліду. За наявності незначних викривлень поперечного профілю та руйнувань виконують вирівнювання наявної поверхні дорожнього одягу проходом дорожньої фрези. Площа ділянки, на якій виконують попереднє розпушування, має бути не більшою, ніж двозмінна продуктивність ресайклера, щоб уникнути перезволоження розпушеного матеріалу на великій площі в разі неочікуваних опадів у вигляді дощу;

г) забезпечити водовідведення;

д) облаштувати узбіччя для створення бічних упорів для ущільнення СХР;

е) підготувати тимчасові під'їзні шляхи (за потреби) для доставлення нових кам'яних матеріалів та в'язучих до місця виконання робіт.

Роботи з улаштування шару дорожнього одягу з СХР виконують поточним методом на двох захватках. На першій хватці виконують такі технологічні операції:

а) для забезпечення проектної товщини шару, зернового складу мінеральної частини СХР і необхідних властивостей матеріалу дорожнього виготовленого за технологією холодного ресайклінгу (МДХР) виконують транспортування та вивантаження нового мінерального матеріалу (щебінь окремих фракцій, пісок з відсіву дроблення гірських порід, ЩПС або гранулометричні добавки згідно з запроектованим складом СХР) на підготовлений розпушуванням шар основи (або вирівняний проходом фрези шар наявного покриття дорожнього одягу);

б) розподілення нового мінерального матеріалу шаром рівномірної товщини та профілювання поверхні шару;

в) зволоження нового мінерального матеріалу (за потреби);

г) попереднє ущільнення нового мінерального матеріалу в шарі самохідним котком.

Транспортування нового мінерального матеріалу на об'єкт виконують за допомогою автомобілів-самоскидів.

Розподілення нових мінеральних матеріалів у шар рівномірної товщини на всю ширину та профілювання шару виконують автогрейдером. У разі недостатньої ширини для розвертання автогрейдера на кінці захваток влаштовують тимчасові з'їзди. Розподіл нових мінеральних матеріалів у шар рівномірної товщини можна також виконувати за допомогою щебенерозподілювачів або асфальтоукладачів.

Попереднє ущільнення нового мінерального матеріалу виконують самохідним гладковальцевим котком масою від 12 т до 14 т за чотири проходи по одному сліду. Рух котка під час ущільнення виконують від узбіччя до осі з перекриттям сліду на $1/3$ ширини вальця.

На другій захватці виконують такі технологічні операції:

а) завантаження цементорозподілювача дисперсним мінеральним в'язучим та розподілення його по поверхні шару з нового мінерального матеріалу або вирівняного (проходом фрези) наявного шару дорожнього одягу. Мінеральні в'язучі або їхню суміш можна також подавати безпосередньо в робочу камеру ресайклера у вигляді суспензії за допомогою суспензійно-змішувальної машини, зчепленої з ним, а також можна вводити різні водорозчинні добавки через систему автоматизованого дозування води або інші рідкі неводорозчинні добавки через систему дозування органічного в'язучого;

б) приготування СХР безпосередньо на дорозі з використанням ресайклера виконують одночасним фрезеруванням та перемішуванням з мінеральним в'язучим (сухим або у вигляді суспензії) наявних шарів дорожнього одягу, одночасно наявних шарів та нових мінеральних матеріалів, попередньо розпушеного матеріалу наявних шарів та нових мінеральних матеріалів, у таких випадках:

1) одночасне фрезерування й перемішування відфрезерованого матеріалу з наявних шарів дорожнього одягу з мінеральним в'язучим із додаванням води до оптимального вмісту (в разі, якщо товщини наявних шарів дорожнього одягу достатньо для реалізації технології холодного ресайклінгу на проектну глибину, а зерновий склад мінеральної частини фрезерованого матеріалу забезпечує отримання МДХР потрібної марки згідно з ДСТУ 8976);

2) одночасне фрезерування наявних шарів дорожнього одягу та перемішування з розподіленням зверху новим мінеральним матеріалом і мінеральним в'язучим із додаванням води до оптимального вмісту (в разі, якщо товщини наявних шарів дорожнього одягу недостатньо для забезпечення проектною товщиною шару);

3) одночасне перемішування попередньо розпушених наявних шарів дорожнього одягу з розподіленими зверху новими мінеральними матеріалами й мінеральним в'язучим із додаванням води до оптимального вмісту (в разі наявності суттєвих викривлень поперечного профілю проїзної частини, деформацій та руйнувань шарів наявного дорожнього одягу виконують попереднє розпушування їх фрезеруванням з наступним вирівнюванням та профілюванням);

в) попереднє ущільнення СХР з мінеральним в'язучим дорожнім самохідним вібраційним ґрунтовим котком масою від 16 т до 20 т;

г) планування СХР та профілювання поверхні шару;

д) ущільнення СХР дорожнім самохідним котком на пневмоколісному ходу масою від 24 т до 30 т;

е) остаточне ущільнення СХР дорожнім самохідним ґрунтовим котком масою від 16 т до 20 т;

ж) догляд за влаштованим шаром.

Розподілення мінерального в'язучого в дисперсному стані по поверхні шару, підготовленого до виконання технології холодного ресайклінгу, потрібно виконувати цементорозподільником з автоматичним контролем його витрати. Якщо немає вказаного цементорозподільника, можна використовувати розподільник, який рухається зі швидкістю, що забезпечує проектну витрату мінерального в'язучого. Для мінімізації пилоутворення та втрат в'язучого розподільний механізм має бути закритий брезентовим фартухом. Потрібно уникати розподілення дисперсного мінерального в'язучого у вітряну погоду. Розподіл заборонено, якщо швидкість вітру становить більше ніж 7 м/с.

Швидкість руху ресайклера, частота обертання фрезерного барабана залежать від товщини шару, що фрезерують. Їх призначають так, щоб отримана суміш відповідала вимогам щодо агрегатного стану: після перемішування вміст грудок, більших максимального розміру зерна щебеню у мінеральній частині запроектованої суміші, у фрезерованому бітумовміщувальному матеріалі не повинен перевищувати 15 %. Якщо після одного проходу ресайклера суміш за агрегатним станом не відповідає наведеним вимогам, виконують повторне перемішування.

Однорідність змішування матеріалів з мінеральним в'язучим по всій ширині проїзної частини забезпечують перекриттям попереднього проходу ресайклера по всій довжині захватки на ширину, що відповідає товщині фрезерованого шару, але не менше ніж 15 см. В'язуче в зону перекриття смуг повторно не подають.

Відразу після закінчення фрезерування та перемішування з мінеральним в'язучим виконують попереднє ущільнення СХР самохідним вібраційним котком. Перекриття попереднього сліду котка наступним має бути не менше ніж 1/3 ширини сліду, а швидкість руху котка має становити від 2,0 км/год до 3,0 км/год. Вологість СХР під час ущільнення має бути більшою від оптимальної в межах від 2 % до 3 %.

Планування і профілювання поверхні шару з СХР виконують круговими проходами автогрейдера середнього типу, починаючи від крайки шару, що влаштовують, з наступним зміщенням до осі проїзної частини. Кут нахилу ножа автогрейдера встановлюють залежно від проектного поперечного профілю.

Після профілювання поверхні шару з СХР виконують ущільнення самохідними котками на пневмоколісному ході. Остаточне ущільнення виконують проходами самохідного ґрунтового котка (заборонено роботу в режимі вібрації).

Кількість проходів котків, яку беруть за результатами ущільнення суміші на пробній захватці, повинна забезпечити щільність, яка становить не менше ніж 98 % максимальної сухої щільності.

Після завершення ущільнення виконують розподілення плівкоутворювального матеріалу по поверхні влаштованого шару. Якщо до розподілення плівкоутворювального матеріалу поверхня шару починає висихати, про що свідчить її побіління, виконують зрошування поверхні водою та наносять плівкоутворювальний матеріал. Для цього використовують швидко розпадає бітумну емульсію в кількості від 0,8 л/м² до 1,2 л/м².

Рух технологічного транспорту по влаштованому шару з СХР з мінеральним в'язучим дозволяють не раніше ніж через 7 діб.

ВИСНОВКИ. Застосування технології холодного ресайклінгу або холодної регенерації, дозволяє сьогодні виконувати якісний дорожній ремонт, в ході якого використовується старе асфальтобетонне покриття як один з компонентів нового шару дорожнього одягу. Це дозволяє знизити собівартість виконання робіт, зменшити навантаження транспортну складову та кількість використання нових будівельних матеріалів.

Література

1. ДСТУ 8978:2020 Настанова з улаштування шарів дорожнього одягу за технологією холодного ресайклінгу.
2. ДСТУ 8976:2020 Матеріали дорожні, виготовлені за технологією холодного ресайклінгу. Технічні умови.
3. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.

ТЕХНОЛОГІЯ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ

Смірнов К.Е., ст. групи Д-41-20,
Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД
netyasin4@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Переробка відходів являє собою проактивний підхід до сталого життя та збереження навколишнього середовища шляхом зменшення відходів і мінімізації навантаження на природні ресурси. Переробка відходів передбачає повторне використання та повернення в економіку продуктів, що є похідними різноманітних відходів, наприклад, папір з опалого листя чи макулатури; цементні композити та цінні хімікати з пластикових відходів; біопаливо й біополімери з відходів сільського господарства; паливо, енергія та інші продукти зі стічних вод та побутових відходів.

Переробка відходів, вторинна переробка, ресайклінг, рециклювання й утилізація відходів - будь-які технологічні операції, пов'язані зі зміною фізичних, хімічних або біологічних властивостей відходів, з метою підготовки їх до екологічно безпечної переробки, утилізації чи зберігання.

«Відходи як ресурс» є одним з основних принципів циркулярної економіки та сталого розвитку. Громади в усьому світі прийняли програми переробки, які можуть відрізнятися методами збору, технікою сортування та асортиментом прийнятих матеріалів. Просвітницькі та інформаційно-просвітницькі кампанії відіграють ключову роль у заохоченні окремих осіб, підприємств і галузей промисловості брати активну участь у переробці, тим самим сприяючи розвитку культури відповідального споживання та поведінки з відходами.

Методи переробки відходів залежать від їх складу, і включають механічні, хімічні, термічні, біотехнологічні, фізичні та комбіновані методи переробки. На спосіб переробки впливає також клас небезпеки відходів.

Найперспективнішим шляхом подолання негативного впливу відходів на довкілля є перехід від полігонного захоронення відходів до промислової переробки відходів у цінні продукти та енергію.

Переробка відходів зменшує негативний вплив на природні ресурси, сприяє зменшенню відходів, економічним вигодам та пом'якшенню зміни клімату.

Переробка відходів має першочергове значення в глобальних зусиллях щодо сталого розвитку, збереження ресурсів і збереження навколишнього середовища. Ця практика передбачає збір, переробку та перетворення відходів у ресурси, придатні для повторного використання, пом'якшуючи негативний вплив відходів на планету. Зменшення відходів запобігає забрудненню.

Потрапивши в навколишнє середовище, матеріали зазвичай стають забруднювачами.

Відводячи відходи зі звалищ, переробка зменшує обсяг відходів, зменшуючи потребу в місцях для звалищ, зменшуючи забруднення навколишніх ґрунтів, ґрунтових вод, прісних вод, світового океану та природних екосистем, і зменшуючи викиди парникових газів і забруднення повітря.

З точки зору економічної вигоди, відходи та вироби, що закінчили свій життєвий цикл, часто (але не завжди) є дешевшим джерелом багатьох речовин і матеріалів, ніж природні джерела.

Переробка відходів також сприяє економічному зростанню, створюючи робочі місця на підприємствах з переробки відходів і в суміжних галузях. Це генерує потоки доходу від продажу перероблених матеріалів і сприяє інноваціям у стійких технологіях і практиках, сприяючи циркулярній економіці - економіці замкнутого циклу, де матеріали переробляються й повторно використовуються.

Переробка відходів може сприяти значному енергозбереженню, порівняно з виробництвом продуктів із сировини. Процес переробки зазвичай споживає менше енергії, знижуючи викиди вуглецю в атмосферу, парниковий ефект і глобальне потепління, та зменшуючи вплив на навколишнє середовище, пов'язаний із видобутком, переробкою та транспортуванням первинних матеріалів.

Технології спалювання відходів, хоча й пропонують засоби управління відходами та виробництва енергії, залишаються предметом дискусій через екологічні наслідки та їхній вплив на зусилля з переробки та цілі сталого розвитку. Зусилля продовжують зосереджуватися на підвищенні ефективності, скороченні викидів та інтеграції процесів перетворення відходів на енергію в більш широкі рамки сталого управління відходами. Наприклад, дослідження 2023 року показало, що побічні продукти спалювання сміття можуть бути ефективно перероблені в фільтраційні матеріали для самих сміттєспалювальних заводів, за принципом циркулярної економіки.

Набуває розвитку технологія переробки пластикових відходів у будівельні матеріали.

Забруднення пластиком є однією з найбільших екологічних проблем сьогодення. Хоч використання біорозкладаваного пластику та біопластику зростає, 99% пластмаси, що виробляється станом на 2022 рік, є полімерами на основі викопних речовин, і вони продовжуватимуть відігравати важливу роль у багатьох виробничих відділеннях протягом тривалого часу. Згідно зі звітом European Bioplastics за 2022 рік, очікується, що загальна виробнича потужність ЄС біополімерів досягне 2,45 млн тонн до 2026 року, що набагато менше, ніж потребує ринок пластику, тому питання переробки пластику є вкрай актуальним.

Переробка пластику включає кілька методів, таких як механічні, хімічні та термічні процеси. Механічна переробка, найбільш широко використовувана, включає сортування, подрібнення, миття та плавлення пластику для повторного використання.

Термічні методи дозволяють виробляти паливо та енергію, але можуть викидати забруднюючі речовини. Термічна переробка включає такі процеси, як

піроліз і гідрокрекінг, які проводяться при високих температурах і часто з використанням каталізаторів для руйнування пластику без кисню. Піроліз генерує рідкі або воскові суміші, багаті вуглеводнями, що ідеально підходить для нафтопереробних заводів, і використовується для важких для вторинної переробки пластмас, таких як PE/PP/PS суміші або армовані волокна. Каталітичний піроліз при більш низьких температурах дає переваги у виробництві нафти. Гідрокрекінг - це процес каталітичного рафінування для відновлення корисних хімічних фракцій, який зазвичай потребує біфункціональних каталізаторів, таких як цеоліти, для посилення активності крекінгу. Ці процеси мають різну ефективність, вартість і вплив на навколишнє середовище, і для досягнення ефективної переробки часто використовується комбінація методів.

Методи переробки пластику чи його біологічного розкладання активно досліджуються і впроваджуються в практику. Наприклад, в двох дослідженнях 2023 року, опублікованих в Science, описується економічно-ефективна методика переробки пластикових відходів (поліетилен та поліпропілен) в жирні кислоти, які згодом перетворюють промислові сурфактанти та поліетиленових відходів в широкий спектр цінних хімічних речовин.

Науковці з Нідерландів представили останні розробки в галузі оброблення відходів - поліпшену технологію, яка без попереднього сортування, в рамках однієї системи, розділяє й очищає всі відходи, які туди надходять, до первісної сировини. Система повністю переробляє всі види відходів (медицині, побутові, технічні) в закритому циклі, без залишку. Сировина повністю очищається від домішок (шкідливих речовин, барвників тощо), пакується та може бути використана вдруге. При цьому система екологічно нейтральна.

Передові технології сортування відходів мають вирішальне значення для підвищення ефективності переробки шляхом точного відокремлення різних матеріалів із змішаних потоків відходів. Ось деякі перспективні методи та технології в цій області:

- Використання штучного інтелекту в управлінні відходами та роботизованому сортуванні відходів (Близько-інфрачервона спектроскопія),

- Відокремлення за допомогою вихрових струмів,

- Електростатичне розділення,

- Технології мультисенсорного сортування (Multi-Sensor Fusion): Інновації в маркуванні та упаковці,

Хімічна, термічна й термо-хімічна переробка,

- Деполімеризація, Каталітична деполімеризація,

- Деполімеризація за допомогою мікрохвиль,

- Ферментативна деполімеризація, Сольволіз, Піроліз, Газифікація та інше.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Смолянчук Р.В., к.т.н., професор,

rovlsm@yahoo.com

Боровський М.А., студент гр. Д-41-20,

smalia@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Зчіпні властивості дорожніх покриттів є однією з найважливіших транспортно-експлуатаційних характеристик, що безпосередньо впливає на безпеку руху. Від зчіпних властивостей в першу чергу залежить гальмівний шлях автомобіля. Тому оцінка зчіпних властивостей дорожніх покриттів і їх постійне підтримання на необхідному рівні є важливою задачею [1]. На сьогодні в світі не існує єдиного підходу до визначення зчіпних властивостей покриттів, що пояснюється в першу чергу складним процесом взаємодії гумового колеса автомобіля з покриттям. Досягнення в галузі вимірювальної техніки, а особливо в галузі безконтактних методів вимірювання поверхні відкриває нові можливості в галузі оцінки шорсткості дорожніх покриттів.

Аналіз сучасних досліджень та даних, отриманих раніше, дозволяє зробити висновок, що для отримання повної інформації про зміну коефіцієнта тертя-ковзання і шорсткості по поверхні покриття необхідно проводити вимірювання цих показників по всій площі покриття. На сучасному етапі практично відсутнє обладнання, здатне здійснювати суцільний контроль по зчепленню на всій поверхні покриття автомобільної дороги.

В результаті проведеного аналізу та отриманих експериментальних даних була запропонована нова схема вимірювань, що часто використовувалася в подальших дослідженнях. Для реалізації цієї схеми на поверхні проїзної частини виділили кілька характерних зон, в яких і необхідно проводити вимірювання.

Вибір цих зон, перш за все, обумовлений розподілом коліс транспортних засобів по ширині проїзної частини: ліва кромка смуги руху, зона руху правих коліс автомобілів, зона руху лівих коліс, між зонами руху коліс, ліва кромка смуги руху. По довжині досліджуваної ділянки вибір характерних зон може бути виконаний на основі попереднього вимірювання параметрів шорсткості покриття автомобільної дороги.

Шорсткість поверхні покриття є якісною характеристикою його стану і є відхиленням покриття дорожнього одягу від істинно плоскої поверхні в межах діапазону довжин хвиль до 500 мм і амплітуди між піками до 50 мм (рис. 1).

На відміну від інших показників зчіпних властивостей шорсткість можна вимірювати досить швидко. Основними приладами для вимірювання шорсткості дорожніх покриттів є прилади на основі лазерних датчиків.

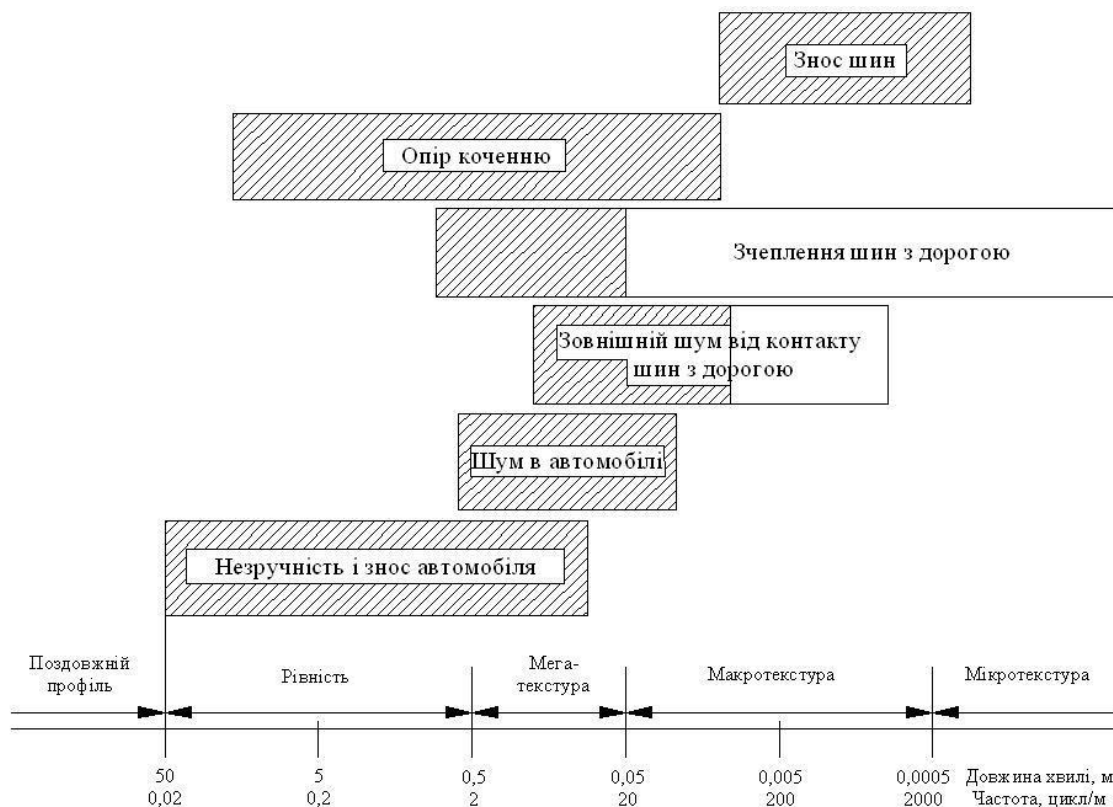


Рисунок 1 – Діапазони довжин хвиль дорожнього покриття в перерахунку на довжини хвиль шорсткості і їх найбільш значимі прогнозовані дії (білий – сприятливий ефект шорсткості в цьому діапазоні, заштрихований – несприятливий)

Такі прилади поділяються на 2 типи: портативні і системи в складі ходових лабораторій. Системи в складі ходових лабораторій (рис. 2) 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.

Основним показником, що характеризує шорсткість покриттів є середня глибина профілю – MPD.

Переваги визначення середньої глибини профілю:

- може визначатися безперервно по покриттю мобільними методами на звичайній швидкості руху, на відміну від методу плями, який є місцевим методом, що вимагає тимчасового закриття дорожнього руху в місцях виконання вимірів;
- виходячи з неї можна вичислити використовувану раніше величину об'ємної плями "середня глибина шорсткості", тим самим забезпечуючи основу для порівняння старих даних з даними нинішніх досліджень;
- є загальною кількісною ілюстрацією шорсткості дорожнього покриття, проте не описує якісний склад шорсткості;



Рисунок 2 – Система фірми Dynatest для вимірювання рівності і шорсткості дорожніх покриттів

– служить хорошим описом залежного від швидкості коефіцієнта зчеплення на зволоженій поверхні;

– дозволяє привести у відповідність значення коефіцієнта зчеплення, виміряні устаткуванням, що сильно розрізняється.

Таким чином, ми можемо за даними шорсткості, що вимірюються безперервно по довжині досліджуваної ділянки виділити зони, де необхідно виміряти коефіцієнт зчеплення. Цей процес складається з наступних етапів:

1 етап. Безперервне визначення показника шорсткості MPD з використанням вдосконалених лазерних систем для оцінки рівності покриттів.

2 етап. Усереднення даних на ділянках, довжиною 10 м.

3 етап. За допомогою розробленого програмного забезпечення виконуємо аналіз початкових даних. Встановлюємо граничні значення для розрахункового діапазону (рис. 3).

4 етап. На основі усереднених даних і нормативних вимог встановлюємо кількість категорій.

5 етап. В результаті розрахунків отримуємо кількість ділянок, де необхідно виконати вимірювання. Результат можна вивантажити у вигляді підсумкової відомості (рис. 5).

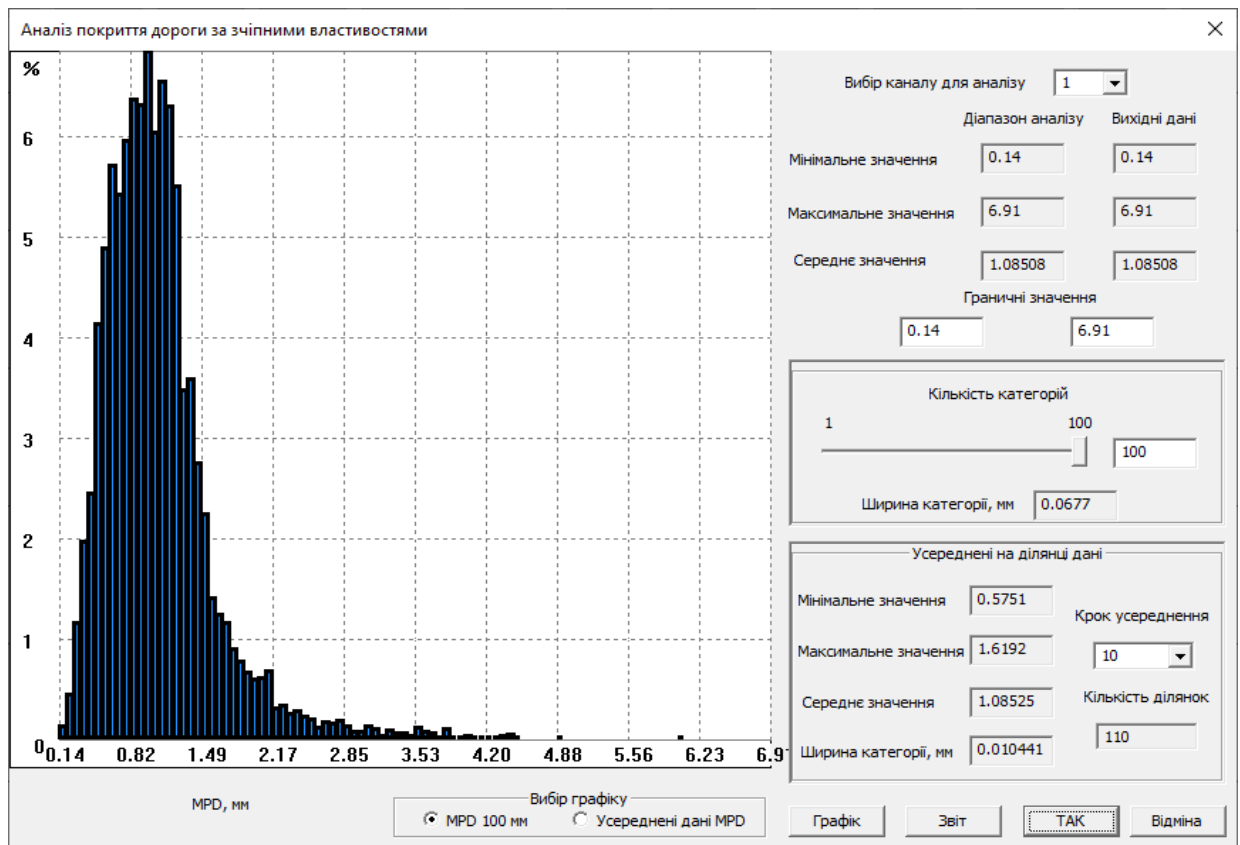


Рисунок 3 – Відсотковий вміст ділянок з заданими значеннями MPD

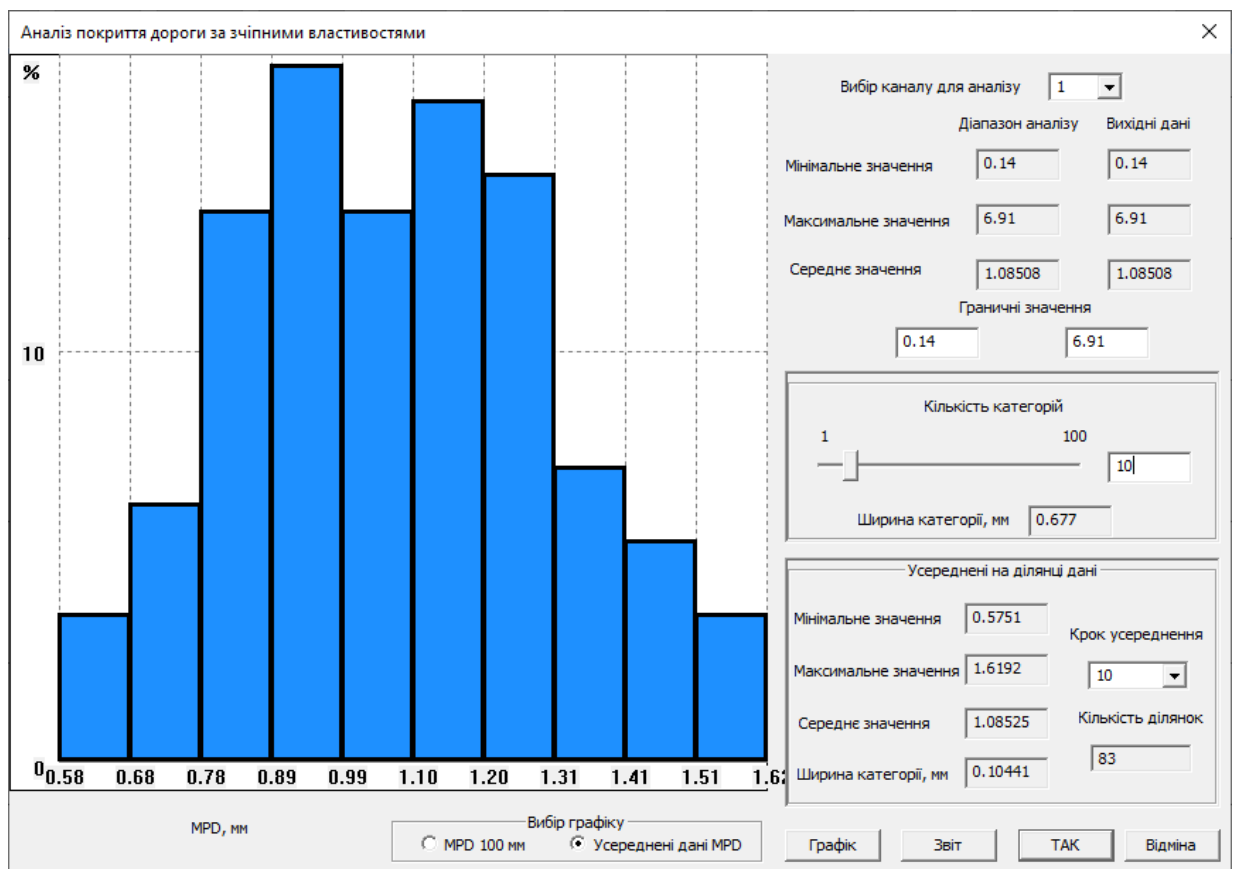


Рисунок 4 – Розподіл ділянок по категоріям

Адреса ділянки				Характеристики покриття			
початок		кінець					
км	м	км	м	СГП, мм	Мін., мм	Макс., мм	Категорія
0	0	0	10	1,0228	1,0228	1,0228	3
0	10	0	20	0,9403	0,9403	0,9403	2
0	20	0	30	1,1511	1,1511	1,1511	3
0	30	0	60	1,1571	1,1571	1,1571	3
0	60	0	80	1,13365	1,0753	1,192	3
0	80	0	100	1,2123	1,205	1,2196	4
0	100	0	170	1,15221	1,0732	1,1914	3
0	170	0	180	1,1571	1,1571	1,1571	3
0	180	0	190	1,0237	1,0237	1,0237	3
0	190	0	200	0,9597	0,9597	0,9597	2
0	200	0	220	1,0169	1,0036	1,0302	3
0	220	0	240	1,1571	1,1571	1,1571	3
0	240	0	270	1,12407	1,0753	1,17	3
0	270	0	280	1,1571	1,1571	1,1571	3
0	280	0	290	1,1528	1,1528	1,1528	3
0	290	0	300	1,1571	1,1571	1,1571	3
0	300	0	310	1,044	1,044	1,044	3
0	310	0	360	0,65978	0,5751	0,7327	1
0	360	0	420	0,9124	0,792	0,9591	2
0	420	0	440	1,0189	0,9947	1,0431	3
0	440	0	460	0,91025	0,863	0,9575	2
0	460	0	470	1,1571	1,1571	1,1571	3
0	470	0	480	0,7922	0,7922	0,7922	2
0	480	0	510	0,7566	0,7485	0,7688	1
0	510	0	530	0,8321	0,8238	0,8404	2

Рисунок 5 – Результати розрахунків, підсумкова відомість

В підсумковій відомості для кожної ділянки довжиною 10 м зазначено категорію по шорсткості, до якої вона відноситься.

Висновок. В результаті використання сучасних засобів вимірювання шорсткості покриттів доріг можна отримати великий масив даних, подальша обробка якого дозволяє розбити досліджувану ділянку в залежності від категорії по шорсткості. Оскільки шорсткість покриття має безпосередній вплив на всі інші зчіпні параметри (за умови однакового типу і віку покриття) то можна стверджувати, що ділянках з однієї категорії будуть однакові значення коефіцієнта зчеплення. Такий підхід істотно спрощує витрати на визначення зчіпних властивостей покриттів доріг.

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).

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ НА СТАН ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Смоляннюк Р.В., к.т.н., професор,

rovlsm@yahoo.com,

Грищенко Т.М., старший викладач,

tamaragrisenko55@gmail.com,

Колосовський В.А., студент гр. Д-41-20,

Маляренко О.Ю., студент гр. Д-43-20,

Костирко О.Ю., студент гр. Д-36m1-21

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Воєнні події на території України мали серйозний вплив на всі сфери життя місцевого населення, включаючи транспортну інфраструктуру. Автомобільні дороги країни виявилися серйозно пошкодженими. На багатьох ділянках доріг покриття, узбіччя та земляне полотно значно постраждали від неконтрольованого руху важкої військової техніки, будівництва оборонних споруд, мінування та вибухів, а також з інших причин, пов'язаних зі збройним конфліктом.

Навіть на тих ділянках доріг, де не відбувалися прямі воєнні дії, покриття доріг страждає від руху важкої військової гусеничної техніки. Наразі складно оцінити вплив такого навантаження на тривалість служби автомобільних доріг.

В цій статті описано деформації покриття автомобільних доріг що виникають внаслідок бойових дій.

Місця прильотів артилерійських снарядів. Місця, куди потрапляють артилерійські снаряди, називають місцями прильотів. Артилерійські снаряди можна поділити за різними критеріями, такими як калібр, тип боєприпасів, призначення та інші характеристики. Ось деякі типи артилерійських снарядів за їхнім призначенням:

1. фугасні снаряди: Призначені для порушення та руйнування цілей під час військових операцій. Вони мають вибухівку, яка активується при ударі і спричиняє пошкодження від ударної хвилі та уламків.

2. протипіхотні (касетні) снаряди: Спеціально призначені для боротьби з живою силою противника, зокрема збройними силами піхоти (рис. 1).

3. кумулятивні снаряди: Використовуються для проникнення через броньовані цілі, вони мають конусоподібну форму з бронебійним зарядом у вершині, який формує струмінь металу, що проникає через броню.

4. блискавичні снаряди: Застосовуються для підсвічування цілей під час нічних операцій або для психологічного тиску на противника.

5. димові снаряди: Використовуються для створення димового екрану, що приховує переміщення військ або захищає від вогню противника.

6. ударно-вогнепальні снаряди: Мають комбінований ефект вибуху та вогнепального ураження, що розрахований на знищення живої сили і техніки

противника. Шкоди дорожньому покриттю і іншим об'єктам інфраструктури завдають перші три типи.



Рисунок 1 – Вигляд асфальтобетонного покриття у місці прильоту касетного снаряда з системи РСЗВ [1]

Артилерійські снаряди для звичайної ствольної артилерії зазвичай спричиняють менше руйнувань, ніж реактивні системи залпового вогню – РСЗВ. Останні призначені для накривання великих площ і випускання великої кількості снарядів. Фугасні і кумулятивні снаряди спричиняють значні концентровані руйнування покриття, площею до 1 м². Касетні снаряди залишають на покритті неглибоку вибоїну в місці прильоту центральної частини снаряду і ряд дрібних вибоїн і подряпин в місцях розльоту дрібніших вражаючих елементів. По мірі віддалення від центру глибина вибоїн, що залишається касетами, зменшується. В місті Харків місця прильоту фугасних і кумулятивних снарядів ремонтують. В окремих випадках ремонтують центральні місця прильоту касетних боеприпасів. Дрібні вибоїни від касет не ремонтують.

Міни. Характер дії на транспортну інфраструктуру мінометних мін дещо схожий на дію касетних снарядів. Багато мін, які випускаються з мінометів, мають корпус, який розривається при вибуху, утворюючи велику кількість небезпечних фрагментів. Під час розльоту ці фрагменти залишають на дорожньому покритті ряд вибоїн, глибина яких залежить від калібру міни. Зазвичай ушкодження покриття дещо менші, ніж від касетних снарядів.

Місця прильотів крилатих і інших ракет. Крилаті і інші типи ракет спричиняють найбільші руйнування (рис. 2). Це пов'язано із значно більшою кількістю вибухівки, яку несе ракета. До того ж за рахунок значної маси ракети мають значну кінетичну енергію, що істотно збільшує руйнування. Вирви від ракет можуть мати глибину 5-6 метрів і діаметр 5-7 метрів. Дорожній одяг руйнується на всю глибину. Покриття фрагментується і може розлітатися на

значну відстань. В місцях таких ударів спостерігаються руйнування підземних комунікацій, що також необхідно враховувати під час планування ремонтних робіт.



Рисунок 2 – Вигляд асфальтобетонного покриття в місці прильоту ракети С-300

Під час бойових дій транспортні споруди зазнають впливу не тільки безпосередньо боеприпасів і вибухових речовин. Вплив військової техніки, яка рухається по дорогам, на стан споруд також є значним. Цей вплив можна розділити: вплив великовагових колісних засобів і гусеничних машин. Колісні машини спричиняють такі дефекти покриття, як і цивільні транспортні засоби. Основним дефектом, поміченим на дорогах Харківської області є колійність. На нашу думку це є результатом перевезення великої кількості військових вантажів із перевищенням дозволеного навантаження на вісь.

Гусеничні машини по іншому впливають на покриття. Гусеничні броньовані машини (танки, бойові машини піхоти, інженерні машини та інші) мають значну вагу. Їх конструкція призначена для руху по ґрунту і передбачає розподілення ваги по значні площі. Тому неможна впевнено сказати, що руйнування покриття відбуваються через значну вагу таких машин. На нашу думку руйнування покриття спричиняє саме конструкція гусениць таких транспортних засобів, в яких є ґрунтозачіпи. Металеві ґрунтозачіпи на міцних, відносно нових покриттях утворюють незначні вибоїни глибиною до 1 см. Через різницю у ширині машин і ширини гусениць, а також через рух по всій ширині дороги такі дефекти можуть мати значну площу (рис. 3).

У випадках, коли відбувається тривалий рух гусеничним машин по дорозі, а також у випадках, коли покриття старе і має початкові пошкодження, дефекти

можуть стрімко розвиватися (рис. 3). Металеві ґрунтозачіпи можуть руйнувати асфальтобетонні покриття, виривати окремі шматки, що значно погіршує стан покриття. До того ж ряд невеликих вибоїн або вм'ятин, утворених гусеницями впливає на умови руху коліс автомобілів по таким покриттям. Відбувається зміна шорсткості покриттів [2] і в результаті значно підвищується шум.



Рисунок 3 – Дефекти асфальтобетонного покриття, спричинені рухом гусеничної військової техніки

Дослідження показують, що шум від руху автомобілів підвищується для всіх типів транспортних засобів і фактично для всіх типів покриттів. Спостерігається

збільшення шуму в салоні автомобіля на 15-20 дБ, а на краю дорожнього покриття збільшення шуму під час руху автомобілів може сягати 30-35 дБ.

Висновок. Військові дії на території України призводять до значних пошкоджень транспортної інфраструктури.

Пошкодження можуть бути різних типів, від незначних пошкоджень покриття до руйнувань на значну глибину із повним руйнуванням дорожніх одягів. Перевезення військових вантажів і рух військової техніки по автомобільним дорогам призводять до передчасного руйнування дорожньої конструкції, і зменшення міжремонтних термінів. Цей факт необхідно враховувати під час планування ремонтних робіт.

Література

1. <https://www.radiosvoboda.org/a/donetsk-tanki/31127625.html>
2. 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.

ОСОБЛИВОСТІ ДОРОЖНЬО-РЕМОНТНИХ РОБОТ У МІСЬКИХ УМОВАХ

Сторчак В.В., ст. групи Д-36m1-21

d6t21svv@stud.khadi.kharkov.ua

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Підтримка проїзної частини вулиць у стані, що забезпечує безперервний рух транспорту, досягається шляхом своєчасного необхідного ремонту та регулярного догляду за вулицею протягом року.

Виробництво дорожньо-ремонтних робіт у міському середовищі має свою специфіку [1, 2].

На якість покриття, що влаштовується, істотно впливає процес ущільнення асфальтобетонних сумішей. Встановлено, що понад 50 % утворення дефектів дорожнього полотна (вибоїни, колії, тріщини) відбувається через недостатнє та неоднорідне його ущільнення. Підвищення коефіцієнта ущільнення асфальтобетонних сумішей всього на 1 % дозволяє забезпечити збільшення щільності на стиску при температурі плюс 50 °С та плюс 20 °С у середньому відповідно на 9 % та 13 %, зростання міцності на розтяг при згині на 8,5 %, збільшення граничної деформації розтягу при згинанні на від 21 % до 22 %, зниження залишкової пористості в 1,15 рази, зростання зсувної та втомної міцності в 1,3-1,5 рази, скорочення витрати бітуму до 0,5 % від нормованої витрати. Збільшення однорідності ущільнення асфальтобетонного покриття з коефіцієнтом варіації 0,50 до 0,10 збільшує термін служби автомобільної дороги до 9 років, підвищує надійність дорожніх покриттів до 20 %, знижує витрати на утримання автомобільних доріг у 2 рази [3].

Традиційні технології ущільнення гарячих асфальтобетонних сумішей, що застосовуються для доріг загального користування, не враховують той факт, що у місті виконання робіт здійснюється в «стиснених» умовах, коли проїзна частина найбільш завантажена транспортом. Тому при організації робіт з ущільнення дорожніх покриттів слід враховувати такі особливості:

1 Ущільнення асфальтобетонної суміші виконується на обмеженому фронті робіт у мінімальний термін.

2 Відкриття інтенсивного руху на відремонтованих ділянках у найкоротші терміни (через кілька годин) висуває підвищені вимоги до щільності дорожнього покриття. Недоущільнення асфальтобетонної суміші, особливо в умовах інтенсивної експлуатації дорожнього покриття на стадії формування міцної структури асфальтобетону, призводить до розвитку колійності на відремонтованих ділянках доріг [3].

3 На дорожньому покритті є зони, важкодоступні для ущільнення великогабаритними котками (бордюри, люки, трамвайні колії, кишені для

зупинки та стоянки автотранспорту тощо). Внаслідок цього утворюються ділянки із недостатнім ущільненням дорожнього покриття [4].



Рисунок 1 – Зони, важкодоступні для ущільнення

4 У місцях зупинки та гальмування міського транспорту (перехрестя, примикання, переїзди), на ділянках з великим ухилом виникають багаторазові впливи дотичних напруг, що призводить до локальних порушень умови міцності матеріалу на зсув.

На зупинках громадського транспорту часто відбуваються зрушення у поздовжньому та поперечному напрямках з віджиманням матеріалу покриття у бік бордюру і утворенням колій.

Крім цього, на під'їзді до перехрестя утворюються такі деформації асфальтобетонних покриттів, як хвилі [4].

Дані дефекти виникають через недостатнє ущільнення та неправильну рецептуру суміші на дорожньому покритті. У зв'язку з чим необхідні більш жорсткі вимоги до асфальтобетонних сумішей та їх ущільнення.



Рисунок 2 – Перехрестя на вул. Велика Панасівська

5 Укладання та ущільнення асфальтобетонної суміші виконують, найчастіше, на нерівному старому покритті, що також висуває жорсткі вимоги до якості ущільнення асфальтобетону [3].

6 Транспортування суміші у місті, нерідко, відбувається в умовах щільного транспортного потоку, частих дорожніх заторів та зупинок автосамоскида. Це призводить до остигання поверхневого шару гарячої асфальтобетонної суміші в місцях її контакту з повітрям та кузовом самоскида. При транспортуванні важкі фракції суміші осідають на дно самоскида. Температура і фракційна сегрегація, що утворилася в результаті цього, викликає неоднорідну щільність асфальтобетону.

7 Під час ущільнення, необхідно особливу увагу приділяти поперечним та поздовжнім швам сполучення старого та нового асфальтобетонного покриття. У цих місцях відбувається руйнування покриття через його недостатнє ущільнення [3, 4].

8 На перехрестях вулиць ущільнення провадиться за взаємно перпендикулярними напрямками або по діагоналі, що змінює організацію та технологію робіт.

Для ущільнення асфальтобетонних сумішей використовують різноманітні дорожні котки. Найбільшого поширення в останні роки набули вібраційні котки, які в порівнянні з котками статичного впливу більш продуктивні, а динамічний режим ущільнення дозволяє їм ефективніше формувати міцну структуру асфальтобетону. Проте продуктивна експлуатація віброкотків, особливо у міських умовах, значно залежить від обґрунтованості вибору та призначення режимів їхньої роботи.

Аналіз досліджень дозволив встановити, що недоущільнення асфальтобетонної суміші та висока неоднорідність ущільнення дорожнього покриття спостерігається у зонах оглядових люків та бордюрів (рис. 3, 4).

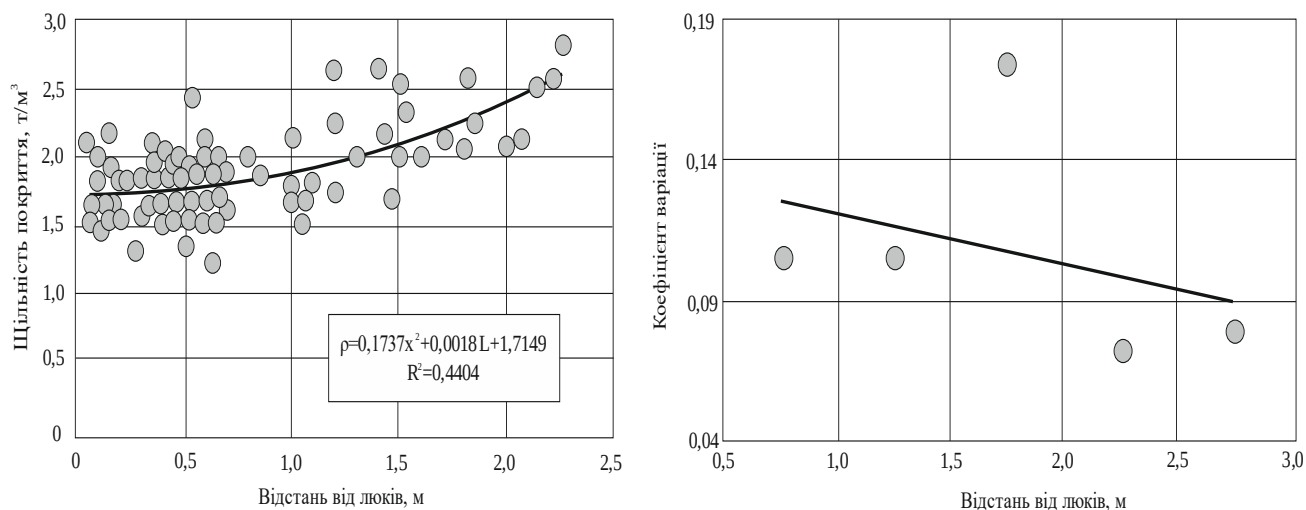


Рисунок 3 – Зміна щільності та коефіцієнта варіації ущільнення асфальтобетонної суміші в зоні каналізаційних люків

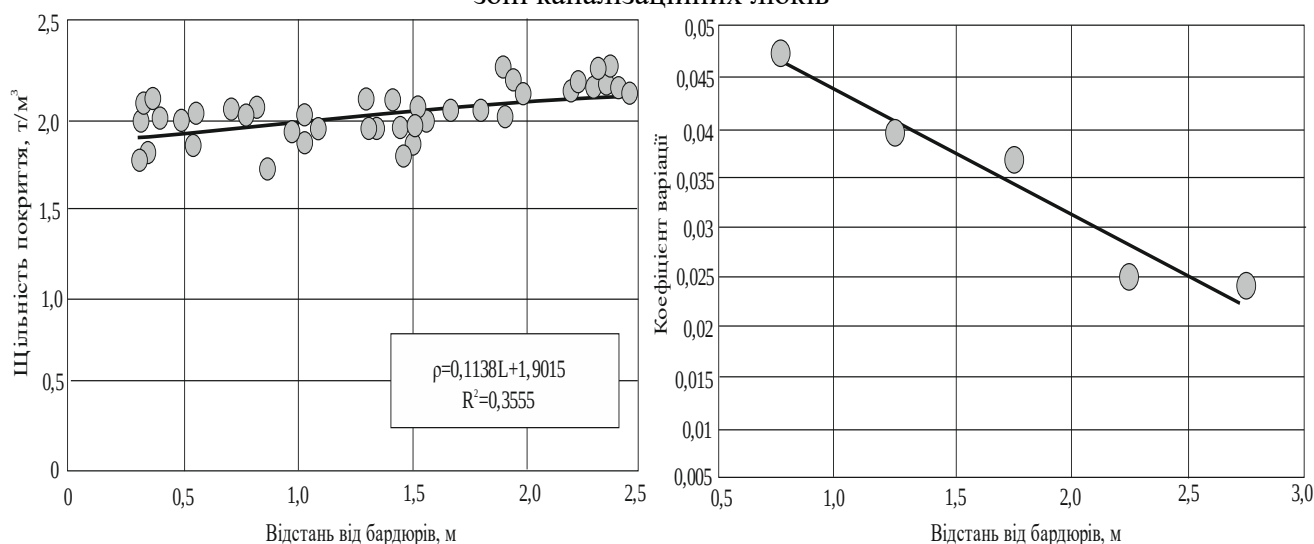


Рисунок 4 – Зміна щільності та коефіцієнта варіації ущільнення асфальтобетонної суміші в зоні бордюрів

У більшості випадків спостерігається недоущільнення асфальтобетону по краях «карти» та збільшення щільності у її центрі.

Це зумовлено браком малогабаритної техніки, для ущільнення, в підрядних організаціях, а також недотриманням прийнятої технології виконання робіт.

При розвантаженні гарячої суміші вручну валець дорожнього котка, з габаритами, що перевищують розміри ділянки, що ущільнюється, в процесі роботи заїжджає на старе покриття і не ущільнює суміш відповідно до нормативних вимог.

При використанні тільки вібротрамбування нормативна щільність асфальтобетону не забезпечується, спостерігається ефект «вигладжування» покриття. По закінченні роботи котка необхідно додатково ущільнювати межі ділянки, що ремонтується, віброплитами.

Одним із шляхів збільшення міжремонтних термінів міських доріг є вдосконалення організації та технології ремонту асфальтобетонних покриттів з урахуванням сучасних виробничих умов.

Література

1. Гордієнко С. М. Міські вулиці та дороги : конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання та слухачів другої вищої освіти, спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / С. М. Гордієнко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. 105 с.
2. Кашканов, А. А. Транспортно-експлуатаційні якості автомобільних доріг та міських вулиць : навчальний посібник / Кашканов А. А., Кашканов В. А., Кужель В. П. Вінниця : ВНТУ, 2018. 113 с.
3. Підвищення якості ущільнення асфальтобетонного покриття міських доріг вібраційними котками. URL: <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-kachestva-uplotneniya-asfaltobetonного-pokrytiya-gorodskikh-dorog-vibratsionnymi>.
4. Правила ущільнення асфальту, які повинен знати кожен оператор. URL: <https://zeppelin.ua/blog/pravyly-ushchilnennya-asfaltu-yaki-povynen-znaty-kozhenn-operator/>

ГАБАРИТНО-ВАГОВИЙ КОНТРОЛЬ ЯК ОДИН ІЗ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ РУЙНУВАННЯ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ В УКРАЇНІ

Тарасюк Н.А., ст. гр. Дз-31-21
Ярещенко Н.В. доц. кафедри БЕАД
[*netyasin4@gmail.com*](mailto:netyasin4@gmail.com)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Стан українських доріг має стратегічне значення для держави. Адже через погані дороги погіршується безпека дорожнього руху (кожен день гинуть українці), зменшується доступ до послуг в громадах (медичних, освітніх, адміністративних закладів), знижується туристична привабливість. А без якісних, сучасних доріг неможлива модернізація України. Головна проблема в українській дорожній галузі – недофінансування, а також збільшення транспортних потоків і навантажень на дороги.

Основний негативний фактор руйнації доріг – цевантажні транспортні засоби, які не дотримуються встановлених обмежень щодо допустимої маси вантажу та/або навантаження на вісь. Частка вантажних автомобілів на дорогах України становить лише 10% від усіх транспортних засобів, однак саме вони завдають понад 90% шкоди для покриття доріг, утворюючи колійності, вибоїни та тріщини. Фахівці визнають, що перевантажені фури є однією з основних причин руйнування українських доріг. Три чверті доріг в Україні будувалися із розрахунку на вантажівки масою не більше від 24 тонн, або максимум 6 тонн на одну вісь.[1] Такі дані_профільні науково-дослідні інститути та Міністерство інфраструктури.

При цьому українське законодавство дозволяє рух фур загальною масою до 40 тонн включно, або до 11 тонн на вісь, однак за деякими маршрутами, які визначив «Укравтодор», можуть рухатися найважчі фури: до 46 тонн, у супроводі представників МВС. За експертними розрахунками, 12 років – у середньому це той термін, який мінімально має служити дорога 2 категорії (по ній за добу проїжджає від 3 до 10 тисяч транспортних засобів). За умови, що по ній не будуть їздити перевантажені транспортні засоби. Якщо ж вантажівка має загальну масу 50 тонн замість дозволених 32, то термін служби дороги зменшується майже на 70 %. За весь час функціонування систем зважування до бюджету надійшло майже 200 млн гривень. Проте ця сума й близько не компенсує вартість ремонту чи будівництва пошкоджених доріг. Покрити WIMами всі дороги в країні – неможливо, принаймні через їх вартість. Зараз вони працюють лише на шляхах державного значення. Тому для недобросовісних водіїв все ще залишається можливість їх оминати – через місцеві дороги. Останні не пристосовані до такого навантаження.

Відповідно до досліджень науковців, руйнівний вплив автомобіля на дорогу залежить не тільки від фактичної маси, але й від кількості осей в транспортному засобі.

У Європі масою 40 тонн можуть пересуватися автівки із 4-6 осями. Автівки із 2-3 осями можуть рухатися із масою 18-24 тонн.

Це пояснюється тим, що 40-тонний 2-вісний автомобіль спричиняє в десятки разів більше руйнівного впливу на дорожнє покриття, ніж за умови, якщо аналогічний вантаж перевозився б автопоїздом.

Водночас, в Україні масою 40 тонн можуть пересуватися автівки із 2-6 вісями.

До причин перевантаженості українських фур можна віднести:

- відсутність ефективної системи контролю за вагою автотранспорту.
- корупція в контролюючих органах і в галузі в цілому.
- низький тариф за тонну перевезеної продукції, який отримує перевізник.
- перевантаженість, зношеність та мала пропускна здатність залізниці.

Закриття малих станцій, дефіцит вагонів тощо.

– недостатній розвиток річкового транспорту, який міг би частково забрати вантажопотік із автошляхів.

– недостатні економічні стимули для того, щоб використовувати водний та залізничний транспорт, або ж не перевантажувати фури.

В Україні Укртрансбезпека розпочала фіксацію порушень за перевищення норм вантажу 1 жовтня 2021 року. Такі процеси здійснюються в автоматичному режимі за допомогою майже півсотні комплексів «Зважування в русі» (Weigh-in-Motion). Зважування в русі (Weight in Motion) — це сучасна розумна система комплексного збирання даних про транспортні засоби, які рухаються автомобільними шляхами: дату та час проїзду, температуру повітря та дорожнього покриття, смугу та напрямок руху, швидкість руху та державний номерний знак, габаритні розміри, відстань між вісями, загальну масу та її розподіл по осях. Окрім автоматичної фіксації порушень, система WiM також дозволяє отримувати комплексну інформацію про інтенсивність руху та склад транспортних засобів – для планування ремонтно-будівельних робіт і розрахунку потенційних витрат.[1]

Головною задачею такої системи є недопущення руйнування доріг, адже надмірно навантажені фури псують асфальт – особливо влітку, коли він сильно розігрівається. За такі порушення українським законодавством передбачені штрафи на суму від 8,5 до 51 тис. гривень в залежності від відсотка перевищення норми.[3] До адміністративної відповідальності притягують тих, на кого зареєстрований транспортний засіб – громадян або компанії.

З відкритих джерел (рис.1, рис.2) можна дізнатися інформацію про кількість та суму нарахованих штрафів. Проблема в тому, що не всі підприємства оплачують ці штрафи. Також після виявлення правопорушення та отримання відповідної постанови, перевізник не втрачає дозволу на рух, що є недостатньо ефективним для попередження майбутніх порушень.[4]



Рисунок 1 – Кількість штрафів за перевантаження



Рисунок 2 – Сума штрафів за перевантаження

Шляхи вирішення перевантаженості українських фур:

- покарання за перевантаження фур мають бути пропорційними до витрат України на ремонт зруйнованих доріг.

- збільшення кількості фіксувальних комплексів WiM.
- надання можливості місцевим громадам здійснювати габаритно-ваговий контроль на дорогах місцевого значення. Так як водії фур часто об'їжджають зважувальні комплекси через невеличкі міста і села, дороги яких не передбачають використання велико-габаритного руху транспорту.
- максимальне виключення корупційної складової.
- розвивати інші альтернативні способи перевезення великих вантажів (залізничний, річковий транспорт).

Відновлення доріг є важливим чинником розвитку суспільства в цілому. Однак, цільове використання та підтримка належного стану доріг має куди важливіше значення. У даній роботі виявлено проблеми руйнування дорожнього покриття, встановлено основні причини виникнення порушень та наведено шляхи подолання ситуації, яка на сьогодні склалася у логістичному та дорожньому секторі.

Література

1. <https://opendatabot.ua/analytics/overweight-fines>
2. Закон України «Про автомобільний транспорт»;
3. <https://www.radiosvoboda.org/a/30985564.html>

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ ЗА УМОВ СПЕКОТНОГО КЛІМАТУ

Толба Башир Мохамед, ст. групи Д-41-20

d120tm@stud.khadi.kharkov.ua

Фоменко О.О. асистент

lensanfom@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Широке застосування асфальтобетону обумовлено багатьма його позитивними властивостями, до яких відносяться: достатня механічна міцність, здатність до пружних і пластичних деформацій, добре зчеплення автомобільних шин з асфальтобетонним покриттям, можливість отримання рівної поверхні, гігієнічність асфальтобетонних покриттів, а також можливість широкої механізації робіт при приготуванні асфальтобетонних сумішей та влаштування покриттів.

Результати діагностики автомобільних доріг показують, що в процесі експлуатації на асфальтобетонних покриттях утворюються різні дефекти, що є наслідком руйнування і пластичного деформування. Такі дефекти негативно впливають на споживчі властивості дороги, наприклад, погіршення рівності, що призводить до зниження середньої швидкості руху. У нерівностях накопичується вода від атмосферних опадів, що зумовлює зменшення коефіцієнта зчеплення шини з покриттям, отже, призводить до погіршення безпеки руху. Крім того, при знижених швидкостях руху збільшується обсяг шкідливих речовин, що викидаються з вихлопними газами в атмосферу та осідають у межах придорожньої смуги. І тут погіршується екологічна безпека.

Оцінка довговічності асфальтобетону була і залишається найважливішою проблемою прогнозування його терміну служби. У субтропічному кліматі Марокко при експлуатації автомобільних доріг суттєвий вплив на довговічність асфальтобетону надає температура повітря та сонячна радіація (табл. 1).

Таблиця 1 – Кліматичні характеристики Марокко

Місяці	Марракеш			Фес			Високий Атлас		
	Температура, °С		Опади, мм	Температура, °С		Опади, мм	Температура, °С		Опади, мм
	вдень	вночі		вдень	вночі		вдень	вночі	
Січень	18	6	21	15	5	62	-5	-10	88
Лютий	19	8	34	16	6	64	-4	-6	75
Березень	21	10	31	18	7	70	-2	-4	65
Квітень	22	11	30	20	8	62	4	2	55
Травень	25	15	12	23	11	38	15	10	38
Червень	30	16	4	26	14	18	24	14	18
Липень	35	20	0	31	17	2	25	17	2
Серпень	35	20	0	31	17	3	25	17	3
Вересень	31	16	2	29	16	11	23	16	11
Жовтень	25	15	19	24	13	45	19	13	45
Листопад	21	11	28	19	9	67	5	2	76
Грудень	19	7	25	15	5	75	-3	-1	90

У районах зі спекотним кліматом, де температура на поверхні дорожнього покриття, іноді доходить до 70-80 °С, асфальтобетон розм'якшується, і в результаті проїзду транспортних засобів відбувається деформація верхнього шару дорожнього покриття, знижується рівність, змінюються зчіпні якості дорожнього покриття.

Вплив на технічні характеристики покриття в умовах жаркого клімату можна представити в наступному порядку:

- теплові впливи, які спричиняють зміну об'єму, коли матеріали розширюються та стискаються при змінах температури. Щоденні коливання температури поверхні дороги мають велике значення. У пустелях поверхня дороги стабілізована органічним в'язучим в період між світанком і полуднем може відчувати коливання температури в межах понад 70 °С;

- опромінення, внаслідок якого поверхню дороги відчуває «сонячний опік». Ультрафіолетові промені викликають окислення бітуму в матеріалі шару покриття, внаслідок чого він стає крихким. Цей процес відомий як старіння.

Початок розвитку пластичних деформацій на покритті спостерігається при температурах понад 40 °С.

Відповідно до циклічних змін температури повітря температура асфальтобетонного покриття також зазнає циклічних змін. У міру збільшення глибини розташування шару під поверхнею покриття амплітуда коливань температури зменшується, а максимум температури зміщується в більш пізній час.

У жарку пору року на шарі асфальтобетону з надлишковим вмістом бітуму і низькою залишковою пористістю можуть утворюватися жирні плями, оскільки бітум з підвищенням температури збільшується в обсязі і видавлюється на поверхню, що призводить до розвитку на такій ділянці пластичних.

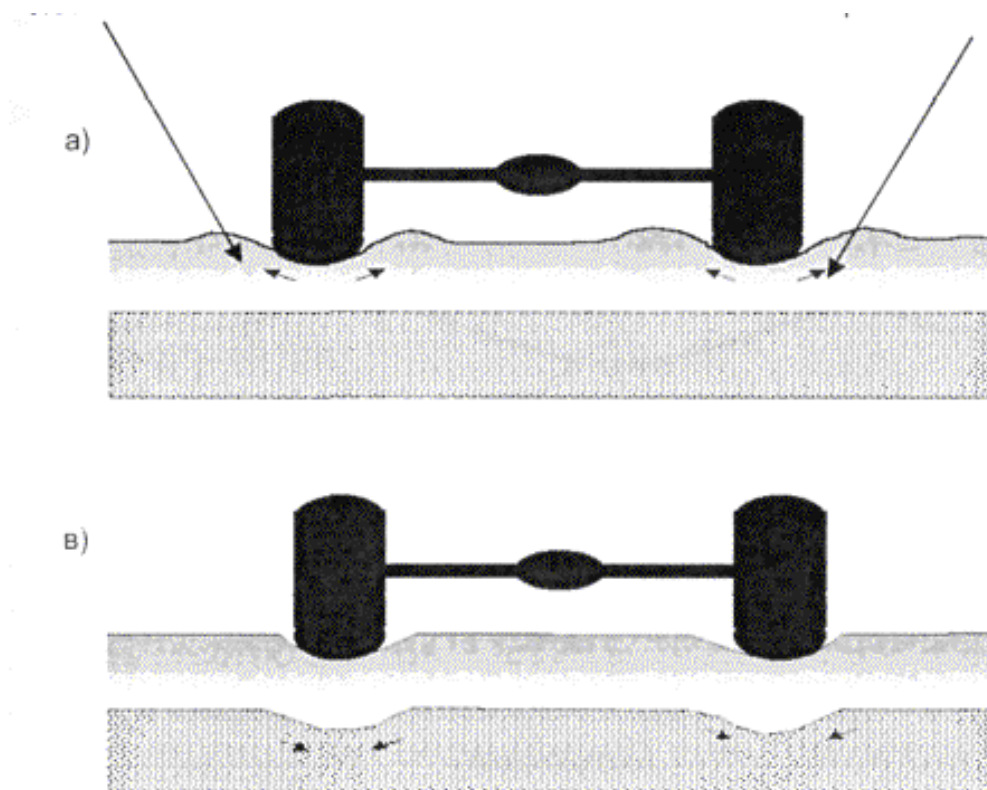
Найвища ймовірність виникнення деформації дорожнього покриття у літній період, при високих температурах повітря, на асфальтобетонному покритті відбувається зниження теплостійкості бітумомінеральних матеріалів та, під впливом автомобільних навантажень, на поверхні покриття утворюються колія, напливи, хвилі та зсуви (рис. 1).

Проблема забезпечення стійкості асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг щодо утворення пластичних деформацій є дуже актуальною у зв'язку з тим, що утворення на покриттях у процесі їх експлуатації деформацій пластичного характеру призводить до порушення рівності, підвищення динамічності впливу навантажень, що рухаються, і, як наслідок, підвищенню витрат на ремонтні роботи.

При будівництві автомобільних доріг в умовах жаркого клімату до асфальтобетонних покриттів висуваються вимоги достатньої теплостійкості та довговічності. Слід зазначити, що асфальтобетон не завжди задовольняє цим вимогам, особливо щодо теплостійкості.



Рисунок 1 – Деформації асфальтобетонного покриття



а – поверхнева колія; в – глибинна колія

Рисунок 2 – Основні схеми утворення колії у покритті

Ушкодження асфальтобетонних покриттів, пов'язані з утворенням у процесі експлуатації пластичних деформацій, є одним із поширених видів ушкоджень, спричинених насамперед недостатньою здатністю асфальтобетону протистояти розвитку в ньому незворотних деформацій під впливом транспортного навантаження.

Значення максимальних та мінімальних температур асфальтобетонного покриття зазвичай використовуються при виборі марки та обґрунтуванні температур випробування бітумного в'язучого. Умовно прийнято вважати, що показник теплостійкості в'язучого повинен відповідати максимальній температурі асфальтобетонного покриття.

Таким чином, забезпечення необхідних характеристик в'язкості асфальтобетону при високих експлуатаційних температурах досягається раціональним підбором асфальтобетонного складу, вибором марки бітуму, використанням модифікованих бітумних в'язучих, введенням армуючих волокнистих наповнювачів.

Застосування модифікованих бітумів підвищеної якості з широким інтервалом пластичності дозволяє отримати асфальтобетони, що мають одночасно підвищену тріщиностійкість при низьких експлуатаційних температурах і високу стійкість щодо утворення пластичних деформацій при високих експлуатаційних температурах.

Модифікація бітумів з метою розширення їхнього інтервалу пластичності здійснюється шляхом введення добавок каучуків, полімерів, еластомерів, гуми. Відомі технічні рішення з модифікації бітумів добавками натуральних і синтетичних каучуків, отримання полімербітумних в'язучих введенням в бітум добавок поліетилену, поліпропілену, поліізобутилену, етиленвінілацетату, дивінілстирольного термоеластопласту.

Аналіз досліджень свідчить про те, що асфальтобетон в процесі експлуатації відчуває складний напружено-деформований стан, викликаний одночасною появою розтягуючих і стискаючих напруг при впливі транспортного навантаження, що має циклічний характер і факторів зовнішнього середовища.

Спекотний клімат часто викликає одночасно пластичні деформації, що викликають колієутворення, і втомне розтріскування. Через високі температури потрібно використання в'язкого бітуму. Часто різниця між денною і нічною температурою викликає сильне усадку покриття, при цьому навантаження, що виникають, призводять до утворення температурних тріщин.

Якісні та експлуатаційні характеристики матеріалів на основі нафтових бітумів можуть бути покращені шляхом модифікації з використанням синтетичних полімерних матеріалів. Асфальтобетон на основі модифікованого бітуму значно менше схильний до подібних руйнувань і деформацій.

ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ШАРІВ ЗНОСУ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

*Чмельов І.С., ст. групи Д-36m1-20,
igorhmelov@gmail.com*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Которін М.А., ст. групи Д-36m1-20,
kotorin_ma@gmail.com*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Костін Д.Ю., к.т.н., доцент
dmitric2008@gmail.com*

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

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

Захисні шари зносу (ЗШЗ) влаштовуються при новому будівництві автомобільних доріг, реконструкції, ремонтах та експлуатаційному утриманні. Вони призначені для подовження міжремонтного строку експлуатації покриттів дорожнього одягу, забезпечення комфортного безпечного руху транспортних засобів, покращення шорсткості та рівності покриття, збільшення коефіцієнта зчеплення, а також для захисту покриття від впливу погодних чинників (температура, вологість, опади, ожеледь).

ЗШЗ поєднують функції захисних шарів, шарів зносу та шорстких шарів за рахунок підбору зернового складу сумішей, вимог до міцності та зносостійкості кам'яних матеріалів; виду в'язучого та його властивостей; норми витрат; введення добавок та вибору технології робіт. Тонкі захисні шари влаштовують одношаровими, шари зносу та шорсткі шари можуть бути одно- та двошаровими.

Вибір матеріалу для влаштування захисних шарів зносу виконують згідно з таблицею 1 [1].

Залежно від існуючої інтенсивності руху транспортних засобів на автомобільних дорогах призначають такі захисні шари зносу:

- при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху більше 3000 авт/добу – шари із сумішей щебенево-мастикових асфальтобетонних з максимальним розміром зерен 20 (15) мм згідно з ДСТУ Б В.2.7-127 на бітумах БМП згідно з ДСТУ Б В.2.7-135 та з добавками ПАР; шари з литих емульсійно-мінеральних сумішей на модифікованих бітумних емульсіях;
- при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху до 3000 авт/добу – шари із сумішей асфальтобетонних гарячих дрібнозернистих,

щільних, типу Б (А) згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 на бітумах БНД згідно з ДСТУ 4044; шари з литих емульсійно-мінеральних сумішей;

Таблиця 1 – Матеріали для влаштування захисних шарів зносу

Тип захисних шарів за товщиною	Товщина шару, мм	Технологія влаштування захисних шарів зносу для робіт			
		ремонт та експлуатаційне утримання існуючих покриттів		нове будівництво, реконструкція та капітальний ремонт	
		асфальтобетон	цементобетон	асфальтобетон	цементобетон
Тонкі	10-40 (50)	АСГ, АБСБМП, ЩМАС, АСХ, ЛЕМС на модифікованих бітумних емульсіях, подвійна поверхнева обробка	ЩМАС, АБСБМП, ЛЕМС на модифікованих бітумних емульсіях	ЩМАС, ЛЕМС на модифікованих бітумних емульсіях	
Надтонкі	5-10 (15)	ЛЕМС, поверхнева обробка	–	ЛЕМС	–
Примітка. ЗШЗ влаштовуються на щебених основах із розклинюванням або просоченням при новому будівництві згідно з ДБН В.2.3-4.					

- при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху до 1000 авт/добу влаштовуються поверхневі обробки або захисні шари з ЛЕМС типу 1 на бітумній емульсії;

- при середньодобовій розрахунковій перспективній інтенсивності руху до 500 авт/добу влаштовують поверхневі обробки. У випадках, коли влаштування ЗШЗ можливе за різними технологіями, виконують техніко-економічні розрахунки для вибору найбільш оптимального.

Залежно від рівності покриття автомобільних доріг, що експлуатуються, призначають такі ЗШЗ:

- при показнику рівності покриття проїзної частини менше гранично-допустимого значення згідно з ДСТУ 3587 та відсутності колійності – шари з ЛЕМС. Незначні нерівності можуть бути усунені за рахунок збільшення витрати основного матеріалу при влаштуванні захисного шару зносу;

- при показнику рівності покриття проїзної частини менше гранично-допустимого значення згідно з ДСТУ 3587 та наявності колії глибиною до 20 мм - шари із асфальтобетонних сумішей згідно з ДСТУ Б В.2.7-119 або щебенево-мастикових сумішей згідно з ДСТУ Б В.2.7-127;

- при показнику рівності покриття проїзної частини більше гранично-допустимого значення згідно з ДСТУ 3587 та наявності колії глибиною більше ніж 20 мм основу захисного шару зносу попередньо вирівнюють методом холодного фрезерування та (або) влаштуванням вирівнюючого шару з асфальтобетонної суміші з максимально можливим вмістом щебеню згідно з ДСТУ Б В.2.7-119;

- за наявності колії, що утворилась в результаті пластичного деформування покриття, ширину фрезерування колії приймають в межах від 60 см до 80 см з врахуванням зони випору;

- для усунення нерівностей покриття до 40 мм укладають вирівнюючий шар з дрібнозернистих асфальтобетонних сумішей, а при нерівностях більше ніж 50 мм – з крупнозернистих асфальтобетонних сумішей.

Залежно від строку служби та наявності дефектів покриття застосовують такі типи ЗШЗ:

- надтонкі ЗШЗ застосовуються для закриття мікротріщин покриття, створення водонепро-никного шару;

- тонкі ЗШЗ застосовуються для усунення нерівностей покриття, відновлення поверхні та підвищення шорсткості покриття, а також його водонепроникності.

При влаштуванні ЗШЗ дорожня конструкція повинна задовольняти вимоги з міцності згідно з чинними нормативними документами.



Рисунок 1 – Загальний вигляд поверхні покриття з захисним шаром зносу

Висновки. В сучасних умовах експлуатації автомобільних доріг стратегія політики у сфері ремонту переміщується в бік попередження утворення руйнувань дорожніх покриттів. Покращення транспортно-експлуатаційного стану покриттів дорожніх одягів можна отримати шляхом виконання поточного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Своєчасне влаштування захисних шарів зносу відповідає стратегії попередження утворення руйнувань та сприяє збільшенню міжремонтних термінів та термінів служби покриттів автомобільних доріг.

Література

1. ДСТУ-Н Б В.2.3-38:2016 Настанова з влаштування захисних шарів зносу покриття дорожнього одягу автомобільних доріг
2. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво
3. ДСТУ 3587:2022 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги. Вимоги до експлуатаційного стану
4. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон дорожні та аеродромні. Технічні умови.
5. ДСТУ Б В.2.7-127:2015 Суміші асфальтобетонні та асфальтобетон щебеневомасикові. Технічні умови.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ КОШТОРИСНОЇ ВАРТОСТІ ДОРОЖНІХ РОБІТ

Шевченко А.С., ст. групи Д-51-23;

Мезенцев О.П., ст. групи Д-52-23,

reptiloid0118@gmail.com

Науковий керівник: Догадайло Я.В., к.е.н., доцент

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Розвиток транспортної інфраструктури є найважливішою складовою економічного розвитку в Україні, що в результаті відображається на якості соціального життя та міжнародних економічних відносинах. Особливе місце має захист автомобільних доріг від передчасного руйнування шляхом покращення її експлуатаційних показників. Ефективне розподілення матеріальних ресурсів відповідно до можливостей фінансування, що враховують особливості періоду будівництва, географічних показників ділянки є гарантією збільшення ефективності використання бюджетних коштів. Доцільне застосування наявних ресурсів – матеріальних, економічних – являється запорукою конкурентної спроможності, пришвидшує обіг капіталу, спрямовує виробництво на застосування інновацій та новітніх методів, зменшує витрати господарства [1]. Результативність будівництва характеризується не лише якісними показниками виконаних робіт, а й також обраним підходом до ціноутворення. Порівняльний аналіз існуючої системи ціноутворення з досвідом міжнародних практик дозволить удосконалити підхід, що використовується. Останнє в свою чергу дозволить отримати більш об'єктивні дані щодо витрат на дорожні роботи та забезпечить високу результативність управління проектами. Але спочатку необхідно отримати чітке уявлення про процес формування вартості дорожніх робіт за існуючим підходом. Під дорожніми роботами розуміються роботи з будівництва, реконструкції, ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг

Після завершення робіт необхідно здійснити підрахунок та визначення вартості наданих послуг відповідно до вимог чинних нормативних документів. Розрахунок вартості має ґрунтуватися на об'єктивних даних щодо обсягу та складності виконаних робіт з урахуванням витрат матеріалів, людських та технічних ресурсів. Для цього необхідно скласти кошторис із зазначенням усіх складових наданих послуг. Визначення вартості робіт відбувається шляхом застосування чинних нормативів, настанов та методик розрахунку вартості відповідних видів робіт у галузі, що забезпечує обґрунтованість розрахунків та їх відповідність прийнятим стандартам. Система ціноутворення у будівництві ґрунтується на нормативно-розрахункових показниках та поточних цінах на трудові й матеріально-технічні ресурси.

Вартість дорожніх послуг включає:

– прямі витрати - витрати, безпосередньо пов'язані з наданням послуги (визначається на підставі кількості трудових та матеріально-технічних ресурсів, необхідних для виконання запланованих обсягів);

– загальновиробничі витрати – витрати на управління та обслуговування виробництвом;

– адміністративні витрати – витрати на управління та обслуговування діяльності будівельної організації в цілому, які не включаються безпосередньо до собівартості конкретних будівельних робіт чи об'єктів.;

– прибуток підприємства;

– витрати на покриття ризиків;

– інші витрати – кошти на перевезення працівників до місця виконання робіт; доплати працівникам, пов'язані з витратою часу на перевезення; виплати за роз'їзний характер робіт; відрядження працівників, перебазування будівельної техніки та ін).

Кошторисні норми використовуються як підґрунтя для подальшого переходу до вартісних показників. Кошторисні норми призначені для: визначення складу та кількості ресурсів під час виконання робіт з поточного ремонту й експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування; обчислення прямих витрат у вартості робіт з поточного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування та розрахунків за обсяги виконаних робіт.

Кошторисна вартість дорожніх робіт визначається завдяки складанню зведеного кошторисного розрахунку, якому передуює складання локальних кошторисів, що визначають прямі та загальновиробничі витрати за певними видами робіт. Кошторисна заробітна плата, зазначена в прямих витратах у локальних кошторисах, обчислюється окремо для працівників, зайнятих на керуванні та обслуговуванні дорожніх машин і механізмів, дорожніх робітників, а також робітників, задіяних на керуванні та обслуговуванні транспортних засобів під час перевезення ґрунту, сміття та дорожніх матеріалів (кам'яних матеріалів, піску, сумішей тощо). Розрахунок кошторисної заробітної плати здійснюється на підставі трудовитрат, визначених нормативно та вартості людино-години, що відповідає середньому нормативному розряду робіт для ланки робітників-будівельників, а також середньому нормативному розряду ланки працівників, зайнятих на керуванні та обслуговуванні дорожніх машин і механізмів, та робітників, що здійснюють керування і обслуговування транспортних засобів та тракторів. Поточні ціни на матеріальні ресурси для робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг визначаються франко-приоб'єктний склад і на встановлену одиницю виміру враховують такі складові вартості: відпускну ціну (включно з вартістю тари, упаковки та маркування, а також вартістю вантажних робіт); вартість транспортування; заготівельно-складські витрати. Як приоб'єктний склад при визначенні кошторисної вартості робіт приймається: для матеріалів, які зберігаються просто неба, - майданчик, що використовується для їх розміщення на території об'єкта; для матеріалів, що є компонентами під час приготування сумішей (асфальтобетону, цементобетону,

піщано-сольових сумішей, бітумних емульсій тощо), конструкцій та інших матеріалів на підсобних господарствах дорожніх організацій - територія підсобних господарств чи окремий майданчик (полігон); для інших матеріалів - склад (місце складування) для даного об'єкта.

Відповідно до чинного законодавства, на даний момент існують два типи договірних – тверда та динамічна. Тверда договірна ціна передбачає фіксацію вартості продукції на весь термін дії договору. Динамічна договірна ціна може змінюватися протягом дії договору залежно від узгоджених сторонами факторів (наприклад, індексу інфляції). Відповідно до попередньої практики ціноутворення у будівництві, переважно використовувалася динамічна модель договірних цін. Вона передбачає можливість коригування вартості будівельних робіт протягом дії договору залежно від зміни цін на ресурси, інфляції тощо. При застосуванні динамічної моделі договірного ціноутворення в будівництві підрядник зобов'язаний надавати обґрунтування всіх складових калькуляції вартості робіт. Зокрема, необхідне підтвердження рівню цін на матеріали, вироби та послуги сторонніх організацій, фактичні відстані перевезення, зміни у заробітній платні працівників, розмір загальновиробничих витрат самого підрядника та ін. Оскільки ринкові ціни на ресурси постійно коливаються, це призводить до численних дискусій між підрядником та замовником щодо обґрунтованості придбання матеріалів чи послуг за вказаними цінами. Коливання цін на ресурси сприяють постійним дискусіям перевіряючих організацій, замовників та виконавців робіт щодо правомірності та обґрунтованості закупівлі матеріалу чи послуг за визначеною ціною. Такі суперечки щодо складових вартості ускладнюють процес узгодження змін до договірної ціни в процесі будівництва. Натомість динамічна ціна має деякі переваги порівняно з твердою. До них відносяться: гнучкість – дає змогу оперативно реагувати на зміни кон'юнктури ринку і коригувати вартість робіт відповідно до поточних цін на ресурси; захист інтересів підрядника – дозволяє відшкодовувати фактичні витрати на матеріали та заробітну плату; стимулювання здешевлення будівництва – зацікавлює підрядника в пошуку більш дешевих ресурсів; зручність для складних проектів – доцільна для будівництва, що триває роками і потребує гнучкості ціноутворення.

Кошторисна вартість будівельних робіт, відповідно до прийнятого закону 1881-IX [2] 16 листопада 2021 року, який набрав чинності 10.12.2021, що вносить зміни до статей 17 «Про інвестиційну діяльність» та 7 «Про ціни і ціноутворення» визначається на підставі методик і правил, затвердженими Міністерством інфраструктури України. Згідно наказу від 07.10.2022 № 753 затверджено Методику визначення вартості дорожніх робіт та послуг [3]. Система ціноутворення відповідно до [3] складається з:

- правил визначення вартості будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування [4];
- даної Методики;
- інших методик для розрахунку вартості виконаних робіт;

- індивідуальних розрахунків витрат, розрахунків галузевих витрат ресурсів, підприємств.

Натомість, згідно до конституційного принципу заборони зворотної дії нормативно-правових актів та законів, не поширюються на правові відносини, врегульовані до набрання чинності нових нормативних документів. Відповідно, договори з розрахованими кошторисами вартості будівництва, що були заключенні до набрання чинності дії Методики - 7 жовтня 2022 року продовжують свою дію в часі. Експлуатаційне утримання автомобільних шляхів загального користування в таких випадках продовжують регулюватися стандартом організації України з визначенням їх вартості [5]. Тому доцільно провести аналіз розрахунку очікуваних виконання робіт за допомогою перелічених методів. Відповідно, із прийняттям Методики визначення вартості система ціноутворення зазнала змін. Відповідно до нових вимог застосовується модель твердої договірної ціни, яка фіксує вартість робіт на весь період будівництва і допускає коригування лише у виняткових випадках. В результаті прийняття Методики закріплює перехід від гнучкого механізму динамічного ціноутворення до більш жорсткої моделі твердих договірних цін будівельно-дорожній галузі. Це має підвищити стабільність та передбачуваність вартості будівництва.

Прямі витрати в локальних кошторисах обчислюють шляхом множення визначеної за ресурсними елементними кошторисними нормами кількості трудових і матеріально-технічних ресурсів, необхідних для виконання обсягів робіт на відповідні поточні ціни цих ресурсів.

Загальновиробничі витрати розраховуються відповідно до кошторисної трудомісткості, що визначають за допомогою усереднених показників переходу від нормативно розрахункових трудовитрат до трудомісткості інженерно-технічних працівників. Під час визначення їх розподіляють у три блоки:

- I блок - витрати на заробітну плату працівників, що враховується у загальновиробничих витратах, що для експлуатаційного утримання становить 0,377;

- II блок – кошти на відрахування соціальних заходів;

- III блок - решта статей загальновиробничих витрат, усереднений показник становить 8,9.

Усереднені показники переходу від нормативно-розрахункових трудовитрат до трудомісткості інженерно-технічного персоналу, для визначення прибутку та адміністративних витрат становлять 4,92 та 16,10 відповідно. Під час проведення розрахунків, відповідно до [5] рекомендовано приймати поточні ціни на матеріальні ресурси за найменшими цінами на підставі проведеного аналізу цін на ринку матеріалів у регіоні. Витрати на доставку матеріальних ресурсів можуть обчислюватися за усередненими показниками вартості транспортних витрат на 1 тонну відповідного будівельного вантажу за середньою відстанню перевезень, або калькуляційним методом.

При розрахунках вартості експлуатації дорожніх машин і механізмів, якщо через об'єктивні причини роботи планується виконувати із застосуванням

наявних у підрядній організації машин і механізмів, які не передбачені в інвесторській кошторисній документації, вартість таких робіт визначається з урахуванням змінених умов виконання робіт та відповідними технічними і економічними обґрунтуваннями.

Необхідно відмітити, що з кінця 2022 року в Україні з метою уніфікації підходів до ціноутворення у дорожній галузі до міжнародних стандартів відбувається перехід до застосування міжнародної системи вимірювання дорожніх робіт та послуг CESMM4 [6,7]. Ця система не має системного та уніфікованого характеру стосовно особливостей умов господарювання в Україні. А саме: відсутній єдиний затверджений перелік робіт за CESMM4, якого б обов'язково дотримувалися всі учасники українського ринку; не вироблено єдиних підходів до визначення вартості робіт згідно з CESMM4 та ув'язування її з національною системою класифікації та кодифікації будівельних робіт. Як наслідок існує потреба в розробленні комплексної концепції впровадження CESMM4 в Україні, яка б визначала уніфіковану структуру робіт, порядок їх ціноутворення та взаємозв'язок з чинною нормативною базою. Це дозволить системно перейти на застосування CESMM4 та отримати всі переваги міжнародних стандартів у сфері вимірювання та вартості дорожніх робіт.

Література

1. Андрусь О.І. Аналіз проблем сучасного ціноутворення в Україні та обґрунтування шляхів підвищення його ефективності. *Ефективна економіка*. 2013. № 5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2027> (дата звернення 25.03.2024).
2. Про внесення змін до деяких законів України щодо передачі повноважень з нормативного регулювання ціноутворення у галузі будівництва автомобільних доріг загального користування : Закон України від 16.11.2021 р. № 1881-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1881-20#Text> (дата звернення: 26.12.2023).
3. Методика визначення вартості дорожніх робіт та послуг щодо визначення вартості нового будівництва, реконструкції, ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування : затв. наказом М-ва інфраструктури України від 07 жовт. 2022 р. № 753. 2022. 96 с. URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=98980> (дата звернення: 25.12.2023).
4. Про затвердження Правил визначення вартості будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування : Наказ М-ва інфраструктури України від 02.05.2022 р. № 273. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0527-22#Text> (дата звернення: 21.12.2023).
5. 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) URL: <http://online.budstandart.com/ru/catalog/document.html?iddoc=80818> (дата звернення: 25.12.2023).
6. CESMM4 Стандартний метод вимірювання в цивільному будівництві Видання четверте, переглянуте. Переклад з оригіналу (англійської мови) за домовленістю з Thomas Telford Ltd. Київ, 2023. 99 с.
7. Касків В. Застосування міжнародних систем вимірювання дорожніх робіт (на прикладі CESMM). *Регіональні тренінги з ціноутворення*. Київ: ДП «ДерждорНДІ», 2023. 75 с.

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ ҐРУНТІВ ДОРОЖНІХ ОСНОВ

Шипош А.В. ст. групи Д-43-20,

artemsipos@gmail.com

*Науковий керівник: Арінушкіна Н.С., к.т.н., доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Сьогодні у дорожньому будівництві застосовують методи стабілізації ґрунтів для створення стійких дорожніх основ. Це актуально в районах, де відсутні кам'яні або піщані матеріали, а перевезення спричинює подорожчання робіт в декілька разів.

Подальший розвиток технології стабілізації ґрунтів йде по шляху вдосконалення існуючих і розробки нових методів укріплення із застосуванням відомих і нетрадиційних в'язуючих і вторинних ресурсів, створення нових ефективних ґрунтозмішувальних машин, розробки сучасних методів експрес-контролю.

Стабілізація ґрунту – це комплекс заходів, спрямованих на надання ґрунту стійкого стану, постійності, збереження незмінних властивостей за допомогою стабілізатора [1]. Стабілізатор ґрунту – модифікатор поверхні ґрунтових частинок, що впливає на значення водневого показника середовища, у якому формується структура ґрунту [2]

Укріплення ґрунту – це комплекс заходів, спрямованих на підвищення механічної міцності та водостійкості ґрунту. Включає ряд послідовних технологічних операцій, забезпечує в результаті активного впливу на ґрунт добавок в'язуючих та інших речовин – високу щільність, міцність та довготривалу стійкість як в сухому так і в водонасиченому стані [1].

В сучасних умовах широко застосовуються на практиці різні методи укріплення ґрунтів. Одним з найпоширеніших методів є зміцнення ґрунтів мінеральними в'язучими (цемент або вапно), що характеризується формуванням кристалізаційної структури.

У процесі розробки різних методів укріплення ґрунтів вони вдосконалювалися, і при цьому знаходилися ефективні нові рішення по суттєвому поліпшенню їх структурно-механічних властивостей.

До комплексних методів, що розробляються і застосовуються на практиці, входить розв'язання наступних найбільш важливих питань для дорожнього будівництва:

- розширення видів ґрунтів, що придатні для ефективного їх укріплення в'язними матеріалами (кислі, гумусовані, засолені ґрунти);
- продовження будівельного сезону за рахунок можливості обробки перезволожених ґрунтів і виконання робіт при несприятливих температурах;
- підвищення деформативності;
- розширення застосування укріплених ґрунтів при влаштуванні дорожніх основ і покриттів на дорогах різних категорій.

Особливо широко в практиці дорожнього будівництва розповсюджений комплексний метод укріплення ґрунтів цементом у сполученні з органічними добавками. Цей метод сприяє одержанню оптимальних показників укріпленого ґрунту, які забезпечують тривалий термін служби конструктивного шару у дорожній конструкції. У якості органічних добавок використовують бітумні емульсії і пасти, рідкі бітуми і гудрони, сиру високосмолисту нафту, а в останні роки – спінений бітум.

У практиці дорожнього будівництва для поліпшення властивостей цементоґрунту знаходять застосування різні поверхнево-активні речовини (ПАР), їх вводять у суміш із метою пластифікації і наступної гідрофобізації матеріалу, що сформувався.

При укріпленні цементом дрібних однорозмірних пісків і супісків для забезпечення необхідних міцнісних показників матеріалу потрібна досить велика витрата цементу, внаслідок збільшення питомої поверхні матеріалу. Поліпшити якість матеріалу можливо введенням різних добавок, що утворюють в ньому додаткову структуру, спільну зі структурою в'язучого. Для цього застосовують паливні золи, шлаки і золо-шлакові суміші, які можуть одночасно бути гранулометричними і активними добавками. Кращі показники при укріпленні зв'язних ґрунтів одержуються при використанні в якості в'язучого гашеного або меленого негашеного вапна. Глиниста частина ґрунту грає стосовно вапна роль своєрідної гідралічної добавки. У результаті цього вапно, що представляє собою повітряне в'язучого, здобуває властивості гідралічного в'язного.

Ефективність дії добавок залежить від виду ґрунту, його хіміко-мінералогічного складу, виду добавки і її кількості.

Підвищення розрахункових характеристик і поліпшення фізико-механічних характеристик укріплених ґрунтів можна досягнути за рахунок введення в суміш різних синтетичних матеріалів. Введення в цементоґрунт синтетичних матеріалів впливає на його фізико-механічні властивості і розрахункові характеристики. Велике значення при цьому має вміст цементу в суміші. Характерно, що міцність зразків при стиску і їх морозостійкість при введенні синтетичних матеріалів підвищується.

При розробці будь-якого методу укріплення ґрунтів є надання ґрунтам високої та довготривалої міцності. До стабілізаційних ґрунтів, що застосовуються для влаштування дорожніх основ та покриттів, пред'являють дві основні вимоги. По-перше, ґрунт повинен після завершення періоду твердіння та структуроутворення набувати такий ступінь стійкості і незворотної зв'язності між частинками, при якому забезпечується надійний опір зовнішнім навантаженням без виникнення деформацій (прогину та зсуву), що перевищує допустимі границі. По-друге, він повинен протягом тривалого часу протистояти напруженням, які виникають від дії зовнішнього середовища.

Піддаючи ґрунти укріпленню в'язучими та добавками інших речовин, необхідно надати ґрунтам стійку зв'язність, міцність та щільність, які не змінюватимуться під дією навантажень і клімату протягом довготривалого терміну. Для того, щоб отримати хороший матеріал з структурно-механічними

властивостями (високою зв'язністю, механічною міцністю та водостійкістю), необхідне виконання установлених вимог до в'язучих і інших реагентів до ґрунту, що стабілізується, послідовності виконання установлених технологічних операцій по його обробці, укладці та витримуванню суміші.

Великі техніко-економічні переваги дорожніх основ та покриттів з укріплених ґрунтів можуть бути повністю реалізовані лише при чіткій організації робіт і використання сучасних засобів механізації, а саме, важливу роль в формуванні властивостей укріпленого ґрунту відіграють фізичні та механічні процеси, що виникають при подрібненні ґрунту, його поєднанні з в'язуючим та іншими речовинами, а також при зволоженні та ущільненні суміші з забезпеченням тривалого оптимального вологого та температурного режиму твердіння.

Технологічна послідовність робіт при стабілізації ґрунту:

- геодезичні роботи та інженерні вишукування;
- дослідження ґрунтів та підбір стабілізатора;
- рівномірне розподілення в'язучого та спеціальних добавок;
- перемішування ґрунту з добавками (фрезерування);
- попереднє ущільнення обробленого шару основи;
- планування та фрезерування шару основи;
- остаточне ущільнення шару основи.

Роботи зі зміцнення ґрунтів виконується спеціалізованими машинами – ресайклерами, основним робочим органом яких є фрезерний барабан із великою кількістю різців із твердого сплаву (рис.1).



Рисунок 1 – Ресайклер

Сучасні технології стабілізації ґрунтів дорожніх основ дозволяють отримати підвищену зсуво-, морозо-, температуростійкість цих шарів, а також призводить до зниження вартості будівництва дорожніх одягів.

Література

1. Онищенко А.М., Гаркуша М.В. Методи стабілізації та укріплення ґрунтів. Київ. НТУ. С. 146-149.
2. ДСТУ 8801:2018 Автомобільні дороги. Настанова з влаштування шарів дорожнього одягу з укріплених ґрунтів. [Чинний від 2019–10–01]. Київ, 2018. 12 с.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ ТРІЩИН В АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТЯХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ

Штангей М.А., студент гр.Д-36т1-21,

Грищенко Т.М., старший викладач,

tamaragrisenko55@gmail.com,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Тріщини на вітчизняних дорогах - це вже давно звичне явище, вони при цьому небезпечні та руйнують повністю покриття автомобільної дороги.

Багато факторів, що впливають на дорожній одяг, рано чи пізно призводять до появи дефектів на дорожньому покритті. Найбільш поширеним видом дефектів є тріщини. Вчасно не відремонтовані тріщини поступово призводять до руйнування дорожнього одягу. Тріщини класифікуються за шириною на вузькі – до 5 мм, середні – 5–10 мм та широкі – 10–30 мм.

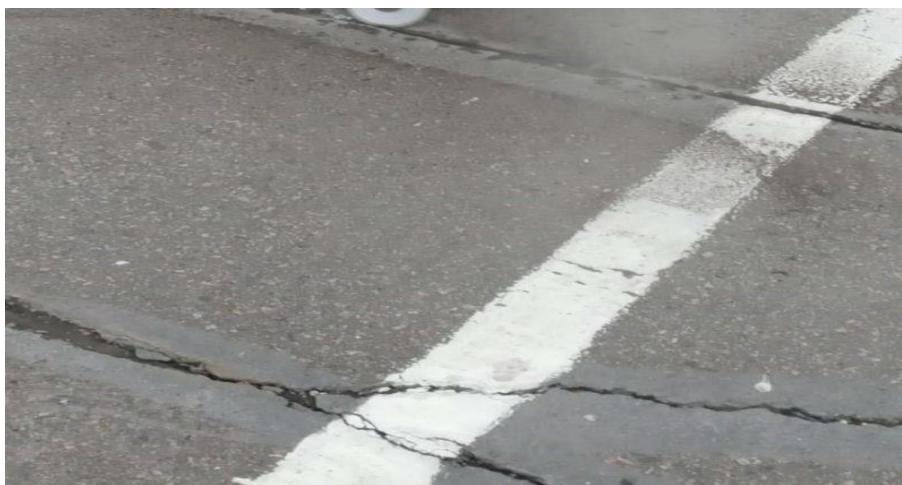


Рисунок 1 – Тріщини на дорогах

Залежно в основному від ширини та причин утворення тріщин вибирається технологія їх ремонту та склад обладнання, що застосовується. Основним завданням при ремонті тріщин є запобігання проникненню через них води в нижчі шари дорожнього одягу. Гідроізоляція тріщин досягається за рахунок їхньої герметизації бітумом або спеціальними матеріалами – гумобітумною або бітумно-полімерною мастиками.

Кращим варіантом буде бітумна маса, а саме бітумно-полімерні суміші. При своїй відносно невисокій вартості вони здатні забезпечувати достатню міцність. Мاستика для ремонту тріщин заповнює собою повністю простір усередині западини або тріщини в асфальті, надійно захищає полотно дороги від опадів, перепадів температур. Це кращий засіб для оперативного ремонту дороги і попередження її руйнування. Адже проблему завжди простіше попередити ще в самому зародку, ніж вирішувати її в той момент, коли вона досягла піку.

При виборі мастик необхідно орієнтуватися на їх основні властивості: температуру розм'якшення, яка в окремих марок становить плюс 100 °С; температуру крихкості (до мінус 50 °С); відносне подовження (до 150 % при температурі плюс 20 °С); еластичність (до 95 %).

Тому для заповнення швів краще всього підходять гарячі бітумно-полімерні чи бітумно-гумові герметики (або мастики), у яких хороша морозостійкість, висока теплостійкість і еластичність та які швидко висихають після нанесення. Дані матеріали не містять розчинників, тому при висиханні не втрачають свого початкового обсягу.

1) Морозостійкість. Взимку на території України температура опускається нижче мінус 20 °С. Таким чином, щоб гідроізоляційний герметик довго виконував свої функції, температура крихкості його повинна бути нижче мінус 30 °С. Згідно з нормами ДСТУ Б В 2.7.-136 (матеріали для герметизації швів і тріщин на дорожніх покриттях автомобільних доріг) цей показник повинен бути не вище мінус 35 °С.

2) Теплостійкість. Влітку, коли температура буває від плюс 35 °С до плюс 45 °С звичайні бітумні матеріали сильно розм'якшуються, втрачають свій первинний об'єм і стають липкими, що загрожує прилипанню до коліс і відшаруванню гідроізоляційного матеріалу. Тому за нормами ДСТУ температура розм'якшення дорожнього герметика (мастики) повинна бути не нижче плюс 95 °С.

3) Еластичність. При висиханні еластичний герметик повністю збереже свій об'єм, а нееластичний з часом може відірватись від країв шва і вода потраплятиме всередину. Також при зовнішньому тиску еластичний матеріал більш стійкий до деформації, особливо при перепадах високих і низьких температур. З еластичністю матеріалу тісно пов'язана його розтяжність(дуктильність). Цей показник згідно з нормами ДСТУ повинен бути не менше 20 см при температурі плюс 20 °С.

Крім мастики, величезний вплив на якість герметизації тріщин надає правильний вибір та суворе дотримання технології виконання робіт та обладнання, що застосовується.

Вузькі тріщини вимагають великого набору складних технологічних операцій. Як правило, тріщини шириною до 5 мм очищають продуванням стисненим повітрям, просушують, прогрівають і заповнюють бітумною емульсією або мастикою з високою проникаючою здатністю. Просушування тріщини, як правило, поєднують із операцією прогрівання, при цьому необхідною умовою є нагрівання зони тріщини до температури не менше 80 °С.

Середні та широкі тріщини спочатку мають бути оцінені щодо руйнування кромки. У разі, якщо тріщина має зруйновані кромки, технологія ремонту повинна починатися з операції її оброблення, тобто штучного розширення її верхньої частини з утворенням камери, в якій забезпечується оптимальна робота матеріалу, що герметизує, на розтягування в період розкриття тріщини. Причому ширина камери повинна бути не меншою за зону руйнування кромки тріщини. Для створення найкращих умов роботи герметика в камері співвідношення її

ширини та глибини зазвичай приймається як 1:1. Крім того, при визначенні геометричних розмірів камери необхідно враховувати максимально можливе розкриття тріщини і відносне подовження герметизуючого матеріалу. Зазвичай ширина камери становить 12–20 мм.

У випадку, коли кромки тріщини не піддавалися руйнуванню і є можливість якісно загерметизувати тріщину без її обробки, цю операцію можна виключити з технологічного процесу.

Слід зазначити, що операція фрезерування або оброблення тріщини є найбільшою по вартості через високу вартість інструменту, що застосовується, і включення її в технологію виконання робіт повинно бути економічно і технічно обґрунтовано.

Основні етапи герметизації тріщин:

1. оброблення тріщин;
2. продування і просушування;
3. ґрунтування поверхні шва бітумним праймером або дорожньої емульсією;
4. заповнення шва гарячим герметиком (мастикою).

Найважливішою умовою забезпечення якості герметизації тріщин є наявність хорошого зчеплення герметика зі стінками нерозробленої тріщини або відфрезерованої камери. У зв'язку з цим велика увага приділяється проведенню підготовчих робіт з очищення та просушування тріщини. Навіть невелика кількість бруду або вологи в порожнині тріщини не дозволяє забезпечити надійну адгезію мастики до її стінок. У деяких випадках для поліпшення адгезії виконують підґрунтовку стінок відфрезерованої камери праймером - малов'язкою плівкоутворюючою рідиною.

Однак дана операція ефективніша при ремонті цементобетонних, ніж асфальтобетонних покриттів. Для асфальтобетонних покриттів доцільніше використовувати прогрівання зони тріщини до температури, при якій відбувається виділення в'язучого з асфальтобетону на стінках тріщини, яке збільшує міцність зчеплення герметика зі стінками. Безперечно, основною технологічною операцією при ремонті тріщин є заливання їх гарячою мастикою. Мاستика попередньо нагрівається до температури 150-180 °С, після чого подається до влаштованої камери або безпосередньо в порожнину тріщини.

Завершальною операцією технології ремонту тріщин є присипання загерметизованої тріщини подрібненим сухим піском фракції 3-5 мм, близьким за кольором основним мінеральним матеріалом покриття. Присипка служить для відновлення загальної текстури та шорсткості покриття, а також запобігає налипанню мастики на колеса автомобіля.

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



Рисунок 2 – Ремонт тріщин мастикою

Слід зазначити, що для забезпечення якості герметизації тріщин необхідно насамперед орієнтуватися не на бітум, а на мастики гарячого застосування, фізико-механічні властивості яких значно перевищують властивості бітуму. В теперішній час як вітчизняні, і зарубіжні фірми випускають широку гаму мастик, найкращими з яких за експлуатаційними якостями є бітумно-полімерні.

Герметизація тріщин є процедурою технічного догляду за пружними асфальтобетонними дорожніми покриттями, бетонними дорожніми покриттями на портландцементі та бетонними дорожніми покриттями на портландцементі з верхніми шарами асфальту.

Герметизація тріщин спрямована на продовження терміну служби існуючих дорожніх покриттів шляхом усунення або зменшення надходження води у структуру дорожнього покриття через поверхню. При запобіганні проникненню води значно знижується швидкість погіршення робочих характеристик дорожнього покриття.

Це дозволяє відкласти укладання верхнього шару на цілу низку років і таким чином значно зменшує експлуатаційні витрати.

Якщо дорожнє покриття не буде герметизовано, вода надійде у дорожнє покриття, особливо через тріщини шириною понад 1/8-1/4 дюйми. Волосні тріщини та тріщини шириною до 1/4 дюйма проходять у покриття через нагнітаючий вплив транспорту. Вода, що покриває дорогу, проштовхується у тріщини, коли транспортні засоби проїжджають тріщинами.

Література

1. ДСТУ 8873:2019 Автомобільні дороги. Настанова з герметизації тріщин. ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2019.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ НАБОРУ МІЦНОСТІ В ШЕБЕНЕВО-ПІЩАНИХ СУМІШАХ УКРІПЛЕНИХ ЦЕМЕНТОМ

Яроха Я С., ст. групи Д-52-23

yarokha@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Арінушкіна О. О., асистент

lenaarinushkina@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На теперішній час щебеневі-піщані суміші, укріплені неорганічними в'язучими все частіше застосовують в якості шару основи дорожніх одягів.



Рисунок 1 – Щебеневі-піщані суміші, укріплені неорганічними в'язучими

Головною перевагою цих шарів є їх менша вартість в порівнянні з більш міцними шарами, такими як пісні цементні бетони або традиційні важкі цементні бетони. Зниження вартості досягається тим, що до їх складу входить значно менша кількість цементу. Але у порівнянні з дискретними матеріалами забезпечується більш рівномірне розподілення навантаження на нижчі шари конструкції та ґрунт земляного полотна. Укріплення несучого шару із щебеневі-піщаних сумішей дозволяє суттєво підвищити розрахункові характеристики конструкції дорожнього одягу при одночасному зменшенні товщини шару [1-2].

Метою роботи було дослідження кінетики структуроутворення та встановлення марочної міцності в піщаних (максимальна крупність мінеральних зерен до 5 мм) щебеневі-піщаних сумішах в залежності від кількості цементу для визначення характеру та тривалості процесів твердіння.

Для досліджень згідно [3] були прийняті піщані суміші, гранулометричні склади яких наведені у вигляді графіку на рис. 2. Для укріплення сумішей застосовували портландцемент марки М 400, що відповідає вимогам [4] у кількості 2 %, 4 %, 6 %, 8 % та 10 % від маси суміші. Для визначення границі міцності при стиску виготовляли циліндричні зразки діаметром 50,5 мм.

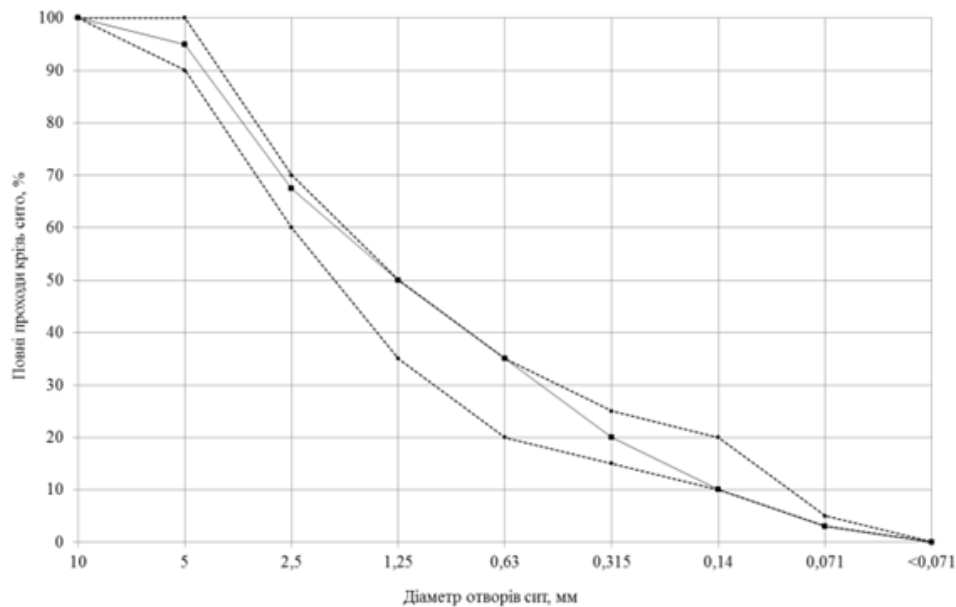


Рисунок 2 – Гранулометричний склад піщаної суміші

Після витримування у ексикаторі протягом 7 діб, 14 діб, 21 діб, 28 діб та 35 діб, виконувалось випробування зразків на міцність за стиску. Результати отриманих досліджень наведено на рисунку 3.

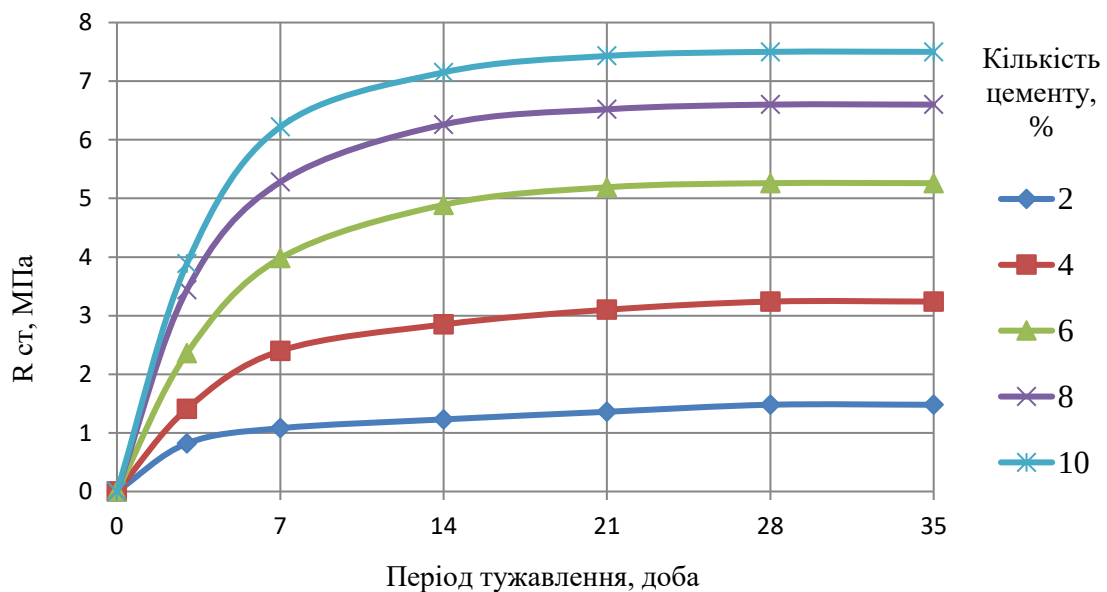


Рисунок 3 – Кінетика структуроутворення зразків із піщаної суміші за показником границі міцності при стиску

Висновки:

- при збільшенні вмісту цементу, спостерігається збільшення міцності зразків з піщаної суміші укріпленої цементом;
- найбільш інтенсивний приріст міцності спостерігається до 7-мої доби що становить 59-83 % від максимальної міцності;
- набір міцності для сумішей СЩ-5 після 28 доби, після виготовлення зразків, майже не відбувається, що свідчить про досягнення марочної міцності.

Література

1. Аринушкіна О.О., Жданюк В.К. Укріплені цементом щебенево-піщані суміші для будівництва дорожніх одягів автомобільних доріг. // Науковий вісник будівництва. – 2016. - №1(83). – С. 120-125.
2. Жданюк В.К., Костін Д.Ю., Аринушкіна О.О., Павлютін К.О. Дослідження міцності щебенево-піщаних сумішей, укріплених портландцементом. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Сучасні технології будівництва й експлуатації автомобільних доріг». – Харків, 2016. – С. 53-57.
3. Матеріали щебеневі та гравійні для дорожнього будівництва. Технічні умови. Частина 3. Матеріали, укріплені мінеральними в'язучими»: ДСТУ 9177-3:2022. – [Чинний від 2023-01-01]. – К.: УкрНДНЦ, 2023. – 20 с. – (Державний стандарт України).
4. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-46:2010. – Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – К.: 2011 – 15 с. Чинний від 1 вересня 2011 р.

Збірник наукових праць

Секція «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

86-а міжнародна наукова конференція студентів
університету

9-10 квітня 2024 року

Матеріали опубліковано в авторській редакції мовою оригіналу

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

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

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