

УДК 625.7/.8

Цинка А. О., канд. техн. наук, <http://orcid.org/0000-0002-0357-2325>Зеленовський В. А., <https://orcid.org/0000-0001-5834-5456>Райковський В. Ф., канд. техн. наук, <https://orcid.org/0000-0002-6391-7647>Гамеляк І. П., д-р техн. наук, проф., <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>Рибальченко С. А., <https://orcid.org/0000-0002-4628-9546>*Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»), м. Київ, Україна*

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ПІД ЧАС БУДУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ЙОГО КОНСТРУЮВАННЯ І РОЗРАХУВАННЯ

Анотація

Вступ. У статті розглядається питання щодо удосконалення методів конструювання та розрахування жорсткого дорожнього одягу, викладених у проєкті ДСТУ «Настанова з проєктування жорсткого дорожнього одягу» (далі — проєкт ДСТУ). Зазначені методи були розроблені на підставі вітчизняного і світового досвіду проєктування автомобільних доріг із жорстким дорожнім одягом, аналізу чинних нормативно-правових актів, будівельних норм, нормативних документів, технічної літератури за напрямком об'єкта стандартизації, з урахуванням наявності сучасних дорожньо-будівельних матеріалів і технологій, щільності транспортного потоку, різноманітності ґрунтів земляного полотна, у тому числі у складних інженерно-геологічних умовах, особливостей дорожньо-кліматичних районів України тощо.

Проблематика. Потреба в удосконаленні та уніфікуванні підходу до проєктування жорсткого дорожнього одягу, урахування особливостей його роботи, з визначенням відповідних параметрів залежно від вихідних даних та ефективного використання матеріально-технічних ресурсів.

Мета статті. Інформування фахівців дорожнього господарства про нові тенденції та розробки у сфері проєктування доріг з цементобетонним покритвом та обґрунтування потреби в розробленні відповідного нового національного стандарту.

Матеріали і методи. У статті використано напрацювання ДП «НІРІ» та Національного транспортного університету за досвідом надання послуг, чинні будівельні норми та національні стандарти, закордонні нормативні документи і технічна література щодо проєктування жорсткого дорожнього одягу, вітчизняний і світовий досвід, здобутий під час виконання робіт з його улаштування. Під час розроблення ДСТУ ураховані також результати лабораторних досліджень з визначення розрахункових характеристик дорожнього цементобетону, зокрема армованого сталевую чи композитною арматурою.

Результат. З метою впровадження сучасних методів проєктування автомобільних доріг із жорстким дорожнім одягом розроблено проєкт ДСТУ та Довідник № 1 «Розрахункові характеристики ґрунтів, матеріалів дорожнього одягу та навантаг від транспортних засобів», вимоги яких поширюються на конструювання та розрахування жорсткого дорожнього одягу із цементобетонним дорожнім покритвом із штировим з'єднанням плит, з армуванням і штировим з'єднанням плит, з безперервним армуванням і з використанням укочуваних цементобетонних сумішей.

Висновки. Запропонована методика проєктування жорсткого дорожнього одягу на автомобільних дорогах удосконалює наявні та встановлює нові науково обґрунтовані вимоги до параметрів конструювання і розрахування, що сприятиме підвищенню міцності, надійності та довговічності дорожніх конструкцій з цементобетонним покритвом.

Ключові слова: автомобільна дорога, безперервне армування, деформаційні шви, дорожній покритв, жорсткий дорожній одяг, конструювання дорожнього одягу, розрахування дорожнього одягу, цементобетон, штирове з'єднання плит.

Вступ

У результаті військової агресії проти нашої країни наразі утворився дефіцит власної сировини та існує обмеженість потужностей для виробництва дорожнього бітуму для його використання під час будівництва автомобільних доріг з жорстким дорожнім одягом. Також внаслідок чутливості обсягів постачання продукції імпортного походження до змін курсу валют її вартість є значно завищеною. Проте одним з варіантів виходу із ситуації, яка склалась, є будівництво автомобільних доріг із місцевих матеріалів, зокрема з жорстким дорожнім одягом.

У нашій країні більшість автомобільних доріг мають асфальтобетонний дорожній покриття (орієнтовно 98 %). Строк експлуатування дорожнього одягу з таким покриттям регламентується ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво» та за практикою навіть на автомобільних дорогах державного значення значно нижче встановленого чинними нормами ((6 – 8) років). У розвинених країнах світу кількість автомобільних доріг із жорстким дорожнім одягом становить (35 – 40) %, а середній фактичний строк служби — (25 – 26) років.

У Європейських країнах, Сполучених Штатах Америки, країнах Азії вже давно найбільш вантажонапружені ділянки автомобільних доріг будують із цементобетонним покриттям та за досвідом застосування цементобетону у дорожньому будівництві розуміють, що навіть дорожній покриття з безперервним армуванням у результаті є більш економічним порівняно із асфальтобетонним. До того ж в умовах стрімкого збільшення інтенсивності руху на автомобільних дорогах зростають і навантаження, тому сучасний дорожній покриття повинен мати високі експлуатаційні показники і водночас бути досить економічним.

На сьогодні, як ніколи, актуальними питаннями сучасного будівництва є питання покращення конструкцій жорсткого дорожнього одягу та вдосконалення методів їх розрахунку. Крім того проєктувальник зобов'язаний відслідковувати інновації у дорожньому будівництві та застосовувати нові матеріали і, відповідно, нові технології.

Отже, ця стаття має оглядовий характер, має науково-дослідницьку спрямованість та містить пропозиції щодо вдосконалення методів проєктування жорсткого дорожнього одягу.

Виклад основного матеріалу

Запропонована методика в проєкті ДСТУ поширюється на проєктування жорсткого дорожнього одягу автомобільних доріг, майданчиків та автостоянок для транспортних засобів, який може мати такі види дорожнього покриття:

- цементобетонний дорожній покриття із штировим з'єднанням (ЦП-Ш);
- цементобетонний дорожній покриття з армуванням та штировим з'єднанням плит (ЦП-АШ);
- цементобетонний дорожній покриття з безперервним армуванням (ЦП-БА);
- цементобетонний дорожній покриття з безперервним армуванням у два пояси (ЦП-БА2);
- цементобетонний дорожній покриття з використанням сумішей цементобетонних укочуваних (ЦП-У).

Кожен вид дорожнього покриття, що визначений у проєкті ДСТУ, має свої особливості, переваги і недоліки, і вибір конкретного варіанту для проєктування і подальшого будівництва залежить від вимог до жорсткого дорожнього одягу, наявного бюджету та умов експлуатаційного утримування.

Вибір конструкції жорсткого дорожнього одягу і виду дорожнього покриття здійснюють на основі техніко-економічного порівняння варіантів, розроблених для кожної конкретної ділянки автомобільної дороги окремо, з урахуванням початкової вартості та ефективності капітальних вкладень.

У проєкті ДСТУ встановлено вимоги до:

- конструювання основи дорожнього одягу;
- конструювання дорожнього покриття;
- визначання параметрів розрахункових навантаж;
- розрахування цементобетонного дорожнього покриття за відповідним видом.

Методика включає такі етапи конструювання жорсткого дорожнього одягу:

- призначення виду дорожнього покриття залежно від кількості прикладань розрахункової навантаги за проектний строк експлуатування дорожнього одягу і категорії автомобільної дороги;
- вибір матеріалів для шарів основи жорсткого дорожнього одягу, визначення кількості шарів та їх товщин з урахуванням навантаги від руху технологічного будівельного транспорту під час раннього набору міцності;
- вибір заходів із забезпечення морозостійкості, корозійної стійкості дорожнього покриття і шарів основи жорсткого дорожнього одягу.

Під час визначення конструкції жорсткого дорожнього одягу потрібно передбачати широке використання місцевих матеріалів і відходів промисловості, а також застосування сучасних дорожньо-будівельних матеріалів і прогресивних технологій.

У ході роботи з удосконалення методики проектування під час розроблення проєкту ДСТУ оновлено та вдосконалено Довідник № 1 «Розрахункові характеристики ґрунтів, матеріалів дорожнього одягу та навантаг від транспортних засобів», який рекомендовано до застосування під час розроблення проєктної документації на будівництво автомобільних доріг, майданчиків та автостоянок для транспортних засобів, альбомів типових конструкцій та програмного забезпечення для розрахування конструкцій дорожнього одягу.

У Довіднику № 1 наведено інформацію щодо:

- розрахункових характеристик ґрунту робочого шару для розрахування конструкції дорожнього одягу;
- розрахункових характеристик будівельних матеріалів для основи дорожнього одягу та дорожнього покриття;
- параметрів для визначення загальної кількості прикладань розрахункової навантаги за строк експлуатування дорожнього одягу;
- граничних значень моментів у розрахунковому перерізі конструкції жорсткого дорожнього одягу від дії i -го колеса.

У проєкті ДСТУ встановлено алгоритм розрахування жорсткого дорожнього одягу відповідно за вищенаведеними видами дорожнього покриття, який наведено на **рис. 1**. Алгоритмом встановлено, які саме вихідні дані та параметри потрібно мати для початку конструювання варіантів дорожнього одягу, регламентовано порядок дій під час розрахування жорсткого дорожнього одягу за вибраним видом дорожнього покриття та визначено його результати, які повинні задовольняти критеріям міцності.

У проєкті ДСТУ детально наведено особливості конструювання жорсткого дорожнього одягу, а саме:

- встановлено мінімальні товщини цементобетонних плит;
- застосування сталевих та композитної арматури (довжина штирів та їх положення, крок влаштування арматурних стрижнів, відсоток армування, влаштування напусків тощо);
- геометричні параметри розміру плити за різних видів цементобетонного дорожнього покриття;
- параметри деформаційних швів (схеми улаштування, ширини та глибини пазу нарізування, відстані між швами).

Запропонована методика в проєкті ДСТУ урахує такі основні параметри і особливості жорсткого дорожнього одягу:

- параметри транспортної навантаги (розрахункова інтенсивність руху, розрахункова навантага) відповідно до Європейської класифікації ЄВРО-19;
- параметри проїзної частини (ширина, проектний строк експлуатування дорожнього одягу тощо);
- дорожньо-кліматичне районування території України за умовами роботи цементобетону;
- параметри земляного полотна та умови його роботи (тип місцевості за зволоженням, різновид ґрунту тощо);
- розрахункові характеристики будівельних матеріалів для конструктивних шарів;
- коефіцієнти постелі для шарів жорсткого дорожнього одягу із неукріплених матеріалів.

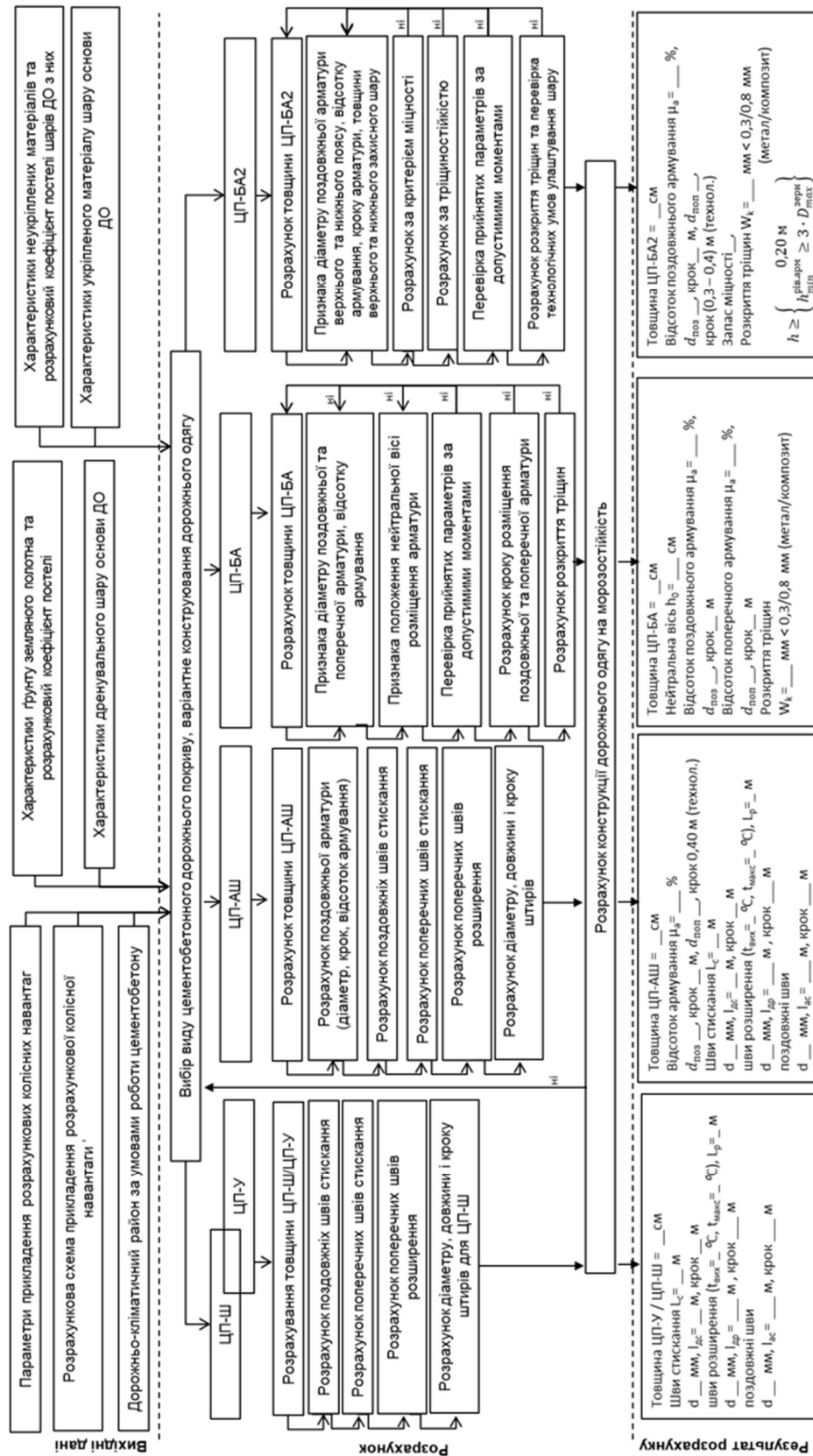


Рисунок 1 — Алгоритм розрахунку жорсткого дорожнього одягу

Методика розрахування дозволяє визначати товщину цементобетонного покриття за визначеним його видом, товщину шарів основи дорожнього одягу відповідно до прийнятих матеріалів, відстані між швами стискання та розширення, глибину закладання сталеві чи композитної арматури та параметри стрижнів чи штирів (діаметр, довжина, крок влаштування, відсоток армування тощо).

У методиці встановлено вимоги до відстаней між швами стискання, які приймають за розрахунком у таких межах, але не більше ніж:

- для неармованих плит усіх товщин – 6,5 м;
- для плит із армуванням товщиною понад 170 мм до 200 мм включно – 12,0 м;
- для плит із армуванням товщиною більше ніж 200 мм – 14,0 м.

На віражах відстані між швами стискання для неармованих плит приймають 3,0 м, а для плит із армуванням із радіусами у плані понад 700 м – у два рази менше від розрахункового значення. У разі меншого радіусу відстань між швами стискання зменшують у три рази від розрахункового значення.

Відстані між швами розширення приймають у таких межах, але не більше ніж:

- для неармованих плит усіх товщин плит – 140,0 м;
- для плит із армуванням під час будівництва у літній період року – 120,0 м;
- для плит із армуванням у весняний та осінній періоди року – 60,0 м.

Очікувану інтенсивність руху транспортних засобів приводять до рівноцінної інтенсивності впливу розрахункової навантаги на одну смугу проїзної частини за проектний строк експлуатування жорсткого дорожнього одягу з урахуванням особливостей транспортного потоку згідно з оновленою формулою (1). Отже, розрахункова кількість прикладення нормативних статичних навантаг за проектний строк експлуатування жорсткого дорожнього одягу розраховують таким чином:

$$N_p = 365 \cdot \sum_{i=1}^k (S_i \cdot N_i) \cdot \frac{(1 + N_{\text{прир.інт}})^T - 1}{N_{\text{прир.інт}}} \cdot f_{\text{смуги}}, \quad (1)$$

де k — приймають згідно з розрахунковою колісною схемою;

$N_i, N_{\text{прир.інт}}$ — приймають за даними багаторічних спостережень.

Коефіцієнт приведення колісної групи до розрахункового транспортного засобу з проектом ДСТУ розраховують за формулою:

$$S_i = \sum_{i=1}^k \left(\frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{розр}}} \right)^{4,4}, \quad (2)$$

де $Q_{\text{факт}}$ — фактична статична навантага на вісь, кН, приймають за даними натурних досліджень (пунктів зважування WIM за класифікацією ЄВРО-19);

$Q_{\text{розр}}$ — розрахункова статична навантага на вісь (для одиночної осі приймають 100 кН; для здвоєної осі – 176,5 кН (18 т) або 186,3 кН (19 т) і строєної осі – 235,4 кН (24 т) за відстані між осями понад 1,3 м до 1,4 м);

$N_i, N_{\text{прир.інт}}$ — середньодобова річна інтенсивність i -ої колісної групи транспортних засобів та інтенсивність приросту, приймають за даними багаторічних спостережень;

T — проектний строк експлуатування дорожнього покриття приймають згідно з додатком Е ДБН В.2.3–4:2015 [2];

$f_{\text{смуги}}$ — коефіцієнт, що враховує число смуг і розподілення проїздів по них, приймають згідно з таблицею 7.1 проекту ДСТУ.

Для прикладу на **рис. 2** наведено порівняльний розрахунок жорсткого дорожнього одягу з різними видами покритву та арматури.

Автомобільна дорога: Н-23, II категорія		Дорожно-кліматичний район за умовами роботи цементобетону: ЦБ-3 (південь)				
Фактична статична навантага на одиничну вісь: 115 кН		Дорожній район за ґрунтовими умовами: III-Г15				
Кількість прикладань розрахункової навантаги: 9 075 418 прикладань		Розрахунок за ГІБН В.2.3-37641918-557:2016: 7 839 796 прикладань; товщина 26 см; $K_{\text{ант}}=1,45$; +4 %				
ПОРІВНЯЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ						
№ шару	Матеріал	Розрахункова товщина шару, м	Коефіцієнт поступі на поверхні шару, $K_s, \text{МН/м}^2$	ЦП-III	ЦП-АШ	ЦП-БА
				Сталева арматура		
1	Дорожній цементобетон FS4.C30/37 ($E_{\text{бет}} = 33000 \text{ МПа}$)	див. далі	-	26 (25,5) см	24 (23,3) см	22 (21,7) см
2	Щебенево-піщана суміш С5	0,21	121	Поперечні шви стискання: прокат А240С, $L_c = 5,30$ (5,74) м, $\varnothing 16$, $L_{\text{ш}} = 0,30$ м, крок 0,30 м $\varnothing 25$, $L_{\text{ш}} = 0,55$ м, крок 0,50 м $\varnothing 25$, $L_{\text{ш}} = 0,55$ м, крок 0,75 м $\varnothing 32$, $L_{\text{ш}} = 0,69$ м, крок 1,00 м Поперечні шви розширення: прокат А240С ($t_{\text{мін}} = 22^\circ\text{C}$, $t_{\text{макс}} = 46^\circ\text{C}$), $L_p = 62,60$ м, ($t_{\text{мін}} = 28^\circ\text{C}$, $t_{\text{макс}} = 46^\circ\text{C}$), $L_p = 83,50$ м, ($t_{\text{мін}} = 24^\circ\text{C}$, $t_{\text{макс}} = 39^\circ\text{C}$), $L_p = 100,30$ м ($t_{\text{мін}} = 10^\circ\text{C}$, $t_{\text{макс}} = 46^\circ\text{C}$), $L_p = 41,70$ м $\varnothing 18$, $L_{\text{ш}} = 0,50$ м, крок 0,30 м $\varnothing 28$, $L_{\text{ш}} = 0,66$ м, крок 0,50 м $\varnothing 28$, $L_{\text{ш}} = 0,66$ м, крок 0,75 м $\varnothing 36$, $L_{\text{ш}} = 0,82$ м, крок 1,00 м Поздовжні шви стискання: прокат А400С $\varnothing 20$, $L_{\text{ш}} = 0,75$ м, крок 0,50 м ($\varnothing 28$, $L_{\text{ш}} = 1,0$ м, крок 1,0 м)	Арматурна сітка: поздовжні стрижні: $\varnothing 16$, крок 0,18 м; прокат А400С, $\varnothing 12$, крок 0,18 м; поперечні стрижні (технологічні): прокат А400С, $\varnothing 8$, крок 0,40 м. Поперечні шви стискання: прокат А240С, $L_c = 13,40$ м, $\varnothing 20$, $L_{\text{ш}} = 0,45$ м, крок 0,50 м. Поперечні шви розширення: прокат А240С, $L_p = 100,30$ м $\varnothing 22$, $L_{\text{ш}} = 0,54$ м, крок 0,50 м. Поздовжні шви стискання: прокат А400С, $\varnothing 18$, $L_{\text{ш}} = 0,68$ м, крок 0,50 м ($\varnothing 14$, $L_{\text{ш}} = 0,54$ м, крок 0,3 м) ($\varnothing 28$, $L_{\text{ш}} = 1,0$ м, крок 1,0 м)	Арматурна сітка: глибина закладання $h_p=11,6$ см; поздовжні стрижні: $\varnothing 16$, крок 0,18 м; прокат А400С, $\varnothing 12$, крок 0,18 м; поперечні стрижні: $\varnothing 14$, крок 0,23 м; $\varnothing 14$, крок 0,23 м; поперечні стрижні: $\varnothing 14$, крок 0,23 м. Розкриття тріщин: $W_k=0,27 \text{ мм} < 0,31 \text{ мм}$
3	Пісок середньої крупності	0,20	64			
4	Суглинок важкий пилуватий	-	40			
ЦП-III		ЦП-АШ	ЦП-БА	ІІІ-БА зі склокомпозитною арматурою АКС-1000/50		
Базальтокомпозитна арматура АКС-800/45				26 (25,5) см	24 (23,3) см	22 (21,7) см
26 (25,5) см		24 (23,3) см	22 (21,7) см	Поперечні шви стискання: $L_c = 5,30$ (5,74) м, $\varnothing 25$, $L_{\text{ш}} = 0,54$ м, крок 0,50 м. Поперечні шви розширення: $L_p = 100,30$ м, $\varnothing 28$, $L_{\text{ш}} = 0,61$ м, крок 0,50 м. Поздовжні шви стискання: $\varnothing 14$, $L_{\text{ш}} = 0,54$ м, крок 0,50 м Поперечні шви розширення: $L_p = 100,30$ м, ($\varnothing 18$, $L_{\text{ш}} = 0,68$ м, крок 1,0 м)	Арматурна сітка: поздовжні стрижні: $\varnothing 14$, крок 0,13 м; поперечні стрижні (технологічні): $\varnothing 8$, крок 0,40 м. Поперечні шви стискання: $L_c = 9,10$ м, $\varnothing 20$, $L_{\text{ш}} = 0,50$ м, крок 0,50 м. Поперечні шви розширення: $L_p = 100,30$ м, $\varnothing 22$, $L_{\text{ш}} = 0,54$ м, крок 0,50 м. Поздовжні шви стискання: $\varnothing 12$, $L_{\text{ш}} = 0,68$ м, крок 0,50 м	Арматурна сітка: глибина закладання $h_p=11,0$ см; поздовжні стрижні: $\varnothing 16$, крок 0,23 м; поперечні стрижні: $\varnothing 16$, крок 0,23 м. Розкриття тріщин: $W_k = 0,77 \text{ мм} < 0,80 \text{ мм}$

Примітка. Сливим кольором наведені варіанти значення окремих параметрів

Рисунки 2 — Порівняльний розрахунок жорсткого дорожнього одягу з різними видами покриття та арматури

Висновки

Під час проектування жорсткого дорожнього одягу багато параметрів залежать від рівня обґрунтованості розрахункових методик, закладених у розрахункові моделі, рекомендацій і припущень, прийнятих у них. Крім того недостатнє урахування природно-кліматичних, ґрунтово-геологічних умов призводить до помилок конструювання та розрахування. Порушення технології будівництва та недотримання правил експлуатаційного утримування також ведуть до зниження його довговічності. З огляду на це можна відзначити, що питання проектування жорсткого дорожнього одягу наразі вирішені не повністю та вимагають негайного удосконалення, ураховуючи високу потребу у відновленні об'єктів інфраструктури.

Запропонована методика проектування жорсткого дорожнього одягу удосконалює наявні та встановлює нові науково обґрунтовані, сучасні вимоги та підходи щодо параметрів його конструювання та розрахування, забезпечує значну економію матеріальних ресурсів і засобів та одночасно сприятиме підвищенню міцності, надійності та довговічності дорожніх конструкцій з цементобетонним покритвом. Такі аргументи на користь використання жорсткого дорожнього одягу дозволяють виключити майже всі негативні моменти, що гальмують широке використання дорожнього цементобетону.

Список літератури

1. Про автомобільний транспорт: Закон України від 23.02.2006 № 3492-IV, в редакції від 28.06.2024 № 3778-IX // База даних Законодавство України / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14#Text> (дата звернення 23.09.2024).
2. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Київ, 2015. 48 с. (Інформація та документація).
3. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Київ, 2015. 68 с. (Інформація та документація).
4. ДБН В.2.3-15:2007 Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. Київ, 2007. 53 с. (Інформація та документація).
5. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Київ, 2009. 62 с. (Інформація та документація).
6. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги. Київ, 2014. 48 с. (Інформація та документація).
7. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Нежорсткий дорожній одяг. Проектування. Київ, 2019. 43 С. (Інформація та документація).
8. Довідник № 1 розрахункових характеристик ґрунтів, матеріалів дорожнього одягу та навантаж від транспортних засобів. Харків. 2017. 45 с. (Інформація та документація).
9. Довідник № 5 Кліматичні характеристики та кліматичне районування території України для розрахунку нежорсткого дорожнього одягу. Харків. 2019. 49 с. (Інформація та документація).
10. СОУ 42.1-37641918-091:2013 Будівельні матеріали. Бетони дорожні, армовані базальтовою фіброю. Загальні технічні вимоги. Київ, 2013. 53 с. (Інформація та документація).
11. ACI 440.1R-15. Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars. American Concrete Institute, 2006. 40 p.
12. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу. Київ, 2012. 73 с. (Інформація та документація).

References

1. Pro avtomobilnyi transport: Zakon Ukrainy (On road transport: Law of Ukraine) vid 23.02.2006 No. 3492-IV, v redaktsii vid 28.06.2024 No. 3778-IX // Baza danykh Zakonodavstvo Ukrainy / Verkhovna rada Ukrainy. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2344-14#Text> (data zvernennia 23.09.2024) [in Ukrainian].

2. DBN V.2.3-4:2015 Avtomobilni dorohy. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo (Motor roads. Part I. Design. Part II. Construction). Kyiv, 2015. 48 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
3. DBN V.2.3-5:2018 Vulytsi ta dorohy naselenykh punktiv (Streets and roads of settlements). Kyiv, 2015. 68 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
4. DBN V.2.3-15:2007 Sporudy transportu. Avtostoianky i harazhi dlia lehkovykh avtomobiliv (Transport structures. Parking lots and garages for cars). Kyiv, 2007. 53 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
5. DBN V.2.6-98:2009 Konstruktsii budynkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstruktsii (Structures of buildings and structures. Concrete and reinforced concrete structures. Basic provisions.). Osnovni polozhennia. Kyiv, 2009. 62 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
6. HBN V.2.3-37641918-544:2014 Avtomobilni dorohy. Zastosuvannia heosyntetychnykh materialiv u dorozhnikh konstruktsiiakh. Osnovni vymohy (Motor roads. Application of geosynthetic materials in road structures. Basic requirements.). Kyiv, 2014. 48 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
7. HBN V.2.3-37641918-559:2019 Avtomobilni dorohy. Nezhorstkyi dorozhnii odiah. Proektuvannia (Automobile roads. Soft road clothing. Designing.). Kyiv, 2019. 43 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
8. Dovidnyk No. 1 rozrakhunkovykh kharakterystyk gruntiv, materialiv dorozhnoho odiahu ta navantah vid transportnykh zasobiv (Handbook No. 1 of calculated characteristics of soils, road surface materials and vehicle loads.). Kharkiv. 2017. 45 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia). [in Ukrainian].
9. Dovidnyk N0. 5 Klimatychni kharakterystyky ta klimatychne raionuvannia terytorii Ukrainy dlia rozrakhunku nezhorstkoho dorozhnoho odiahu (Handbook No. 5 Climatic characteristics and climatic zoning of the territory of Ukraine for the calculation of non-rigid road wear.). Kharkiv. 2019. 49 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
10. SOU 42.1-37641918-091:2013 Budivelni materialy. Betony dorozhni, armovani bazaltovoiu fibroi. Zahalni tekhnichni vymohy (Building materials. Road concrete reinforced with basalt fiber. General technical requirements). Kyiv, 2013. 53 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].
11. ASI 440.1R-15. Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars. American Concrete Institute, 2006. 40 p. [in English].
12. DSTU-N B V.2.6-185:2012 Nastanova z proektuvannia ta vyhotovlennia betonnykh konstruktsii z nemetalevoi kompozytnoiu armaturoiu na osnovi bazalto- i sklorovinu (Guidelines for the design and manufacture of concrete structures with non-metallic composite reinforcement based on basalt and glass roving). Kyiv 2012. 73 p. (Informatsiia ta dokumentatsiia) [in Ukrainian].

Anatolii Tsynka, Ph.D., <http://orcid.org/0000-0002-0357-2325>

Volodymyr Zelenovsky, <https://orcid.org/0000-0001-5834-5456>

Vitaliy Raykovskiy, Ph.D., <https://orcid.org/0000-0002-6391-7647>

Ihor Gamelyak, D.Sc., Prof., <https://orcid.org/0000-0001-9246-7561>

Sergii Rybalchenko, <https://orcid.org/0000-0002-4628-9546>

State Enterprise “National Institute for Development Infrastructure” (SE “NIDI”), Kyiv, Ukraine

PROSPECTS FOR THE USE OF RIGID PAVEMENT IN ROAD CONSTRUCTION AND IMPROVEMENT OF APPROACHES TO ITS DESIGN AND CALCULATION

Abstract

Introduction. This article examines the issue of improving the methods of designing and calculating rigid road surfaces, outlined in the DSTU project “Guidelines for the Design of Rigid Road Surfaces” (hereinafter referred to as the DSTU project). The specified methods were developed on the basis of domestic

and global experience in the design of highways with rigid road surfaces, analysis of current legal acts, regulatory documents, technical literature related to the object of standardization, taking into account the availability of modern road construction materials and technologies. density of traffic flow, diversity of subsoil, including in complex engineering and geological conditions, peculiarities of road and climatic regions of Ukraine, etc.

Problem statement. The need for improvement and a unified approach to the design of rigid road clothing, taking into account the peculiarities of its operation, with the determination of the appropriate parameters depending on the initial data and the effective use of material and technical resources.

Materials and methods. The article uses the work of SE “NIDI” and the National Transport University based on the experience of providing services, current building regulations and national standards, information materials of foreign normative documents and technical literature on the design of rigid road surfaces, domestic and international experience gained during the execution of construction works . During the development of DSTU, the results of laboratory studies on determining the calculated characteristics of road cement concrete, including those reinforced with steel or composite reinforcement, were also taken into account.

Results. In order to implement modern methods of designing highways with rigid road surfaces, the DSTU project and Handbook No. 1 “Calculation characteristics of soils, road surface materials and vehicle loads” were developed, the requirements of which apply to the design and calculation of rigid road surfaces with a cement concrete road surface with a pin with by connecting plates, with reinforcement and pin connection of plates, with continuous reinforcement and using rolled cement-concrete mixtures.

Conclusions. The proposed method of designing rigid road surfaces on highways improves the existing ones and establishes new, scientifically based, modern requirements for design and calculation parameters, which will contribute to increasing their strength, reliability and durability.

Keywords: highway, rigid road surface, road surface, construction of road surface, calculation of road surface, cement concrete, pin joint of slabs, continuous reinforcement, expansion joints.