

УДК 625.7/.8

Терещенко Т. А., канд. хім. наук, старш. наук. співроб., <https://orcid.org/0000-0001-7584-9031>

Державне підприємство «Національний інститут розвитку інфраструктури» (ДП «НІРІ»), м. Київ, Україна

ВИМОГИ ДО РОЗТАШУВАННЯ АРМАТУРИ В ДЕФОРМАЦІЙНИХ ШВАХ БЕТОННОГО ПОКРИВУ ТИПУ *JPCP* І СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО КОНТРОЛЮВАННЯ ЯКОСТІ РОБІТ З КОРИГУВАННЯМ ОПЛАТИ

Анотація

Вступ. У вступі до статті окреслено переваги й типи покриттів жорсткого дорожнього одягу та актуальні проблеми функціонування шовних бетонних покриттів.

Проблематика. Проблематика статті охоплює питання функціонування деформаційних швів шовного бетонного покриття з неармованими плитами (*JPCP*), роль і розташування штирової і з'єднувальної арматури в таких швах та сучасні підходи до контролювання якості робіт зі встановлення арматури.

Мета. Метою статті є аналіз іноземних першоджерел з виокремленням вимог щодо точності розташування і зцентровання штирової арматури, критерії і можливості контролювання дотримання цих вимог із застосуванням неруйнівного методу випробувань та практик коригування оплати підрядникам.

Результати. Виконано аналіз функцій арматури у поперечних і поздовжніх деформаційних швах *JPCP* і вимог до точності розташування арматури у влаштованих швах з урахуванням її функцій.

Розглянуто, згідно з даними іноземних першоджерел, вимоги *ACPA*, на підставі яких здійснюють приймання робіт з улаштування поперечних деформаційних швів *JPCP*, зокрема вимоги в частині вилучення штирів за неналежної якості робіт.

Проаналізовано практики коригування оплати за результатами контролювання якості робіт зі встановлення штирової арматури.

Висновки. Надано висновки щодо потреби в акцентуванні уваги на розробленні комплексу стандартів щодо проектування та будування жорсткого дорожнього одягу з бетонним покриттям, охоплюючи стандарти, що забезпечують контролювання якості робіт. Запропоновано для опрацювання якісні та кількісні критерії приймання робіт зі встановлення арматури в швах стискання *JPCP* та зазначено доцільність розроблення системи коригування оплати підряднику за результатами контролювання якості робіт.

Ключові слова: бетонний покриття, вимоги до розташування та зцентровання, з'єднувальна арматура, жорсткий дорожній одяг, контролювання методом імпульсної магнітної індукції, коригування оплати, шовний бетонний покриття з неармованими плитами, штирова арматура.

Вступ

Жорсткий дорожній одяг має суттєві переваги над нежорстким дорожнім одягом з точки зору сприйняття сучасних високих транспортних навантажень і забезпечення довговічності конструкції внаслідок більш рівномірного перерозподілу навантажень від коліс транспортних засобів і нездатності до утворення колії.

Покриття жорсткого дорожнього одягу, улаштовані методами бетонування *in situ*, поділяють на безперервно армовані (*CRCP, continuously reinforced concrete pavement*) — проте за принципом безперервного армування може бути влаштовано і шар основи, і шар покриття, — та шовні: шовні з неармованими плитами (*JPCP, jointed plain concrete pavement*) і шовні з армованими плитами (*JRCP, jointed reinforced concrete pavement*). У світовій практиці дорожнього будівництва найбільш поширеними є конструкції типу *JPCP* з армованими поперечними швами та з'єднувальною арматурою у поздовжніх швах.

Ураховуючи, що більшість пошкоджень шовних бетонних покривів виникає в зоні шва (утворення тріщин, відколів в зоні шва, кутових відколів, вертикального зміщення в зоні шва, здимання) та вони асоціюються з неналежним проєктуванням або влаштуванням швів, актуальним є питання контролювання якості робіт зі встановлення арматурних прутків у поздовжніх і поперечних швах покриття.

У статті проаналізовано функції і пов'язані з ними вимоги до розташування арматури у швах влаштованого *JPCP* і розглянуто можливості удосконалення процедур контролювання якості робіт з застосуванням неруйнівних методів контролю для окремих видів швів з упровадженням системи коригування оплати.

Функції арматури в поперечних деформаційних швах *JPCP* і загальні вимоги до її розташування у влаштованому шві

Поперечні шви влаштовують із метою контролювання місця утворення тріщин за рахунок зменшення площі поперечного перетину і зниження міцності в поперечному перетині плити в зоні шва (шви стискання / контрольні шви згідно з [1]), або з метою запобігання руйнуванню плит внаслідок розширення бетону чи рухомості плит (шви розширення). Кількість швів розширення в конструкції має бути обмеженою, щоб запобігти розкриттю, з подальшим руйнуванням, близько розташованих швів стискання.

Важливою функцією поперечних швів є також передавання навантаження з плити на плиту під час проїзду колеса транспортного засобу, критерієм чого є ефективність передавання навантаження (*load transfer efficiency, LTE*). Для забезпечення цієї функції виконують армування шва з застосуванням штирів (*dowel*; також «штирова арматура» — *dowel bar*), які простягаються в обидві суміжні зі швом плити.

Ефективним методом контролювання якості робіт зі встановлення штирової арматури для конструкцій *JPCP* є метод імпульсної магнітної індукції (*magnetic pulse induction, MPI*), оскільки в покритті відсутні сторонні джерела індукованого поля та інтерференції сигналів і є всі можливості для точного визначення просторового розташування, зі зцентруванням, індивідуальних штирів.

Такий метод випробувань стандартизовано в системі міжнародних стандартів *ASTM* [2].¹ Згідно з цим стандартом реалізують обстеження з метою визначення розташування/зцентрування штирів у швах бетонного покриття, яке описують за п'ятьма критеріями: глибиною залягання, горизонтальною неспіввісністю (горизонтальний скіс), горизонтальним зміщенням (у напрямку вздовж поперечного шва), бічним зсувом (у напрямку вздовж штиря) і вертикальною неспіввісністю (вертикальний нахил); окремим критерієм є комбінована неспіввісність, що характеризує загальний просторовий осьовий відхил осі штиря від проєктної орієнтації.

Оскільки штирі, поряд із функцією передавання навантаження, мають забезпечувати роботу з розкриттям та закриттям шва, до розташування і, особливо, зцентрування штирів прийнято установлювати жорсткі вимоги. Згідно зі світовою практикою дорожнього будівництва штирову арматуру виготовляють зі стандартних гладких арматурних прутків і розташовують паралельно до поздовжньої осі та поверхні покриття, щоб звести до мінімуму просторові обмеження під час розкриття / закриття шва, на глибині в половину товщини плити, з певними рівномірними інтервалами між штирями на всю ширину покриття; у окремих схемах проєктування практикують розташування штирів кластерами три – п'ять штирів, зцентрованих із зоною (траєкторією) кочення коліс транспортних засобів.

У випадку неналежного зцентрування (неспіввісності) штирів (горизонтальний скіс, вертикальний нахил) відбувається повне або часткове блокування шва, унаслідок чого в зоні шва спостерігаються напруження розтягу, які не відповідають проєктним значенням міцності бетону на розтяг і є потенційним чинником короблення та вигинання плити і утворення тріщин. Відхили зцентрування штирів двох послідовних швів не обов'язково призводять до утворення тріщини в

¹ 01.05.2025 набуває чинності національний стандарт України зі ступенем відповідності «*IDT*», розробники – колектив ДП «НІРІ» за відповідальності Технічного комітету стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди».

плиті, але кожен наступний блокований шов підвищує ризик тріщиноутворення. Поряд з цим в екстремальних випадках, із суттєвим відхилом штирів від осевого положення, у зоні шва утворюються відколи з розкриттям штиря.

У випадку бічного зсуву настільки суттєвого, що штирі фактично розташовані по один бік шва, поперечні шви працюють як неармовані, що знижує *LTE* і призводить до передчасного руйнування в зоні шва. Частіше такий дефект розташування штирової арматури спостерігається за неточного нарізування шва в бетонній плиті, проте бічний зсув навіть окремих штирів, якщо вони розташовані на траєкторії кочення коліс, призводить до швидкого утворення дефектів шва і плит.

Горизонтальне зміщення має суттєві негативні наслідки, якщо віддаленість штиря від проєктного положення, де має відбуватися перерозподіл навантажень, призводить до зниження ефективності роботи шва.

Функції арматури в поздовжніх швах *JPCP* і загальні вимоги до її розташування у влаштованому шві

Не менш важливу роль в ефективному функціонуванні *JPCP* відіграє належне улаштування поздовжніх швів зі з'єднувальною арматурою (*tie bar*). Функції з'єднувальної арматури — з'єднання поздовжньо суміжних плит для запобігання зсуванню плит в різні боки - відрізняються від функцій штирової арматури. Функція передавання навантаження під час проїзду коліс транспортних засобів для поздовжніх швів не є визначальною та реалізується переважно за рахунок зчеплення заповнювачів [1].

З'єднувальну арматуру виготовляють зі сталевих прутків періодичного профілю, щоб забезпечити більш міцне з'єднання поздовжньо суміжних плит. У разі виконання реконструкції шва з'єднувальну арматуру може бути встановлено з кутом 45 градус до нормального положення.

З'єднувальну арматуру прийнято закладати на середині товщини плити, проте допустимими є відхилення від такого положення. У певних випадках відхилення в бік зменшення або збільшення глибини закладання обумовлено особливістю конструкції і технологією виконання робіт. Наприклад, на віражах поперечний похил покриття є більшим, ніж шару основи під покритвом. Встановлення з'єднувальної арматури з застосуванням підставок приводить до закладання арматури вище ніж середина товщини покриття, методом автоматичного занурення — до закладання з'єднувальної арматури нижче ніж середина товщини покриття [1]. Проте автори стверджують, що відхил за глибиною розташування з'єднувальної арматури від середини товщини плити у межах 5 см (2 дюйми) забезпечує ефективну роботу шва, якщо водночас забезпечено належну товщину шару бетону (належний захист від корозії) і арматурний пруток встановлено без критичного нахилу. Допустимим є установлення відхилів у більшому діапазоні — наприклад, для бетонних покриттів більших товщин або в разі влаштування верхнього шару асфальтобетону, проте в даному випадку потрібно дотримуватися обмежень, які гарантують безпечно, з точки зору глибини залягання арматури, нарізання шва. Під час установлення допустимих відхилів розташування з'єднувальної арматури рекомендовано також урахувати показники міцності арматури і міцність на зсув у шарі бетону, яка в місці розташування шва реалізується внаслідок зчеплення заповнювачів.

Зсув у напрямку уздовж прутка з'єднувальної арматури має бути обмежений таким чином, щоб запобігти вириванню арматури з бетону в процесі експлуатування покриття. Допуски у разі горизонтального зміщення (зміщення арматурного прутка вздовж поздовжнього шва) зазвичай не регламентують, проте потрібно забезпечувати норми витрат арматури на влаштування шва [1].

На даний час відсутня інформація щодо діагностики розташування з'єднувальної арматури методом *MPI*, проте вимоги до її розташування є менш жорсткими, на відміну від вимог до розташування, зі зцентруванням, штирової арматури.

Удосконалення вимог щодо позиціонування штирової арматури

Вимоги до позиціонування штирової арматури у влаштованому шві в різних схемах проєктування дещо різняться. Авторами [3] наведено, для порівняння з більш сучасними, консервативні рекомендації, згідно з якими відхил штиря від проєктного осевого положення за

параметром «горизонтальний скіс» або «вертикальний нахил» (описуваний у даному випадку терміном *dowel rotation*) не повинен перевищувати 0,25 дюйма на фут довжини штиря. Якщо порівняти ці вимоги з вимогами нормативного акта [4], числові значення є однаковими у межах першого знака після коми. Це не є співставлення вимог — у галузі дорожнього будівництва США застосовують штирі діаметра переважно більшого та меншої довжини 457 мм (18 дюймів) за приблизно однакових вимог до бетону і проєктних параметрів плит шовного покриття, з розташуванням штирів у швах стискання переважно з інтервалами 300 мм (12 дюймів). Поряд з цим важливо, що стандартні вимоги системи *ASTM* до арматурних прутків (прокат) для виготовлення штирів є чинними в Україні ([5]).

У технічних рекомендаціях [1] зазначено, що більш сучасні вимоги до позиціонування штирової арматури мають відповідати таким критеріям:

- допустимі відхилення зцентровання та розташування штирів мають бути достатньо вузькими і в той же час досяжними з застосуванням наявних передових практик і технологій улаштування швів;
- на підставі оцінки впливу некоректно встановлених штирів на ефективність функціонування бетонного покриття мають бути установлені критерії вилучення таких штирів;
- для штирів, розташування яких, з урахуванням допустимих відхилів, не відповідає проєктному положенню та які проте не підпадають під критерії вилучення, має бути установлено критерій *PWL* (*percent within limits*, допустимий відсоток) у межах обсягу лота (партії), який може бути прийнято як підставу для коригування оплати.

Автори [3] наводять положення Настанови щодо зцентровання та розташування штирової арматури, розроблені *ACPA* (*American Concrete Pavement Association*), у якій, зокрема, установлено допуски за критеріями зцентровання і розташування в цілях прийняття або відхилення (з вилученням штиря) результатів робіт із можливістю додаткового коригування оплати.

У **табл. 1** наведено допуски за кожним з критеріїв для приймання та вилучення штирів згідно з Настановою *ACPA*, адаптовані авторами [3].

Таблиця 1

**Допуски за різними критеріями, установлені для приймання та вилучення штирів
(ACPA, адаптовані авторами [3])**

Критерій	Допуски в разі приймання:		Вилучення
	нижнє граничне значення	верхнє граничне значення	
Комбінована неспіввісність ^{а)}	0	19 мм	> 50 мм
Бічний зсув	– 50 мм	50 мм	± 125 мм
Горизонтальне зміщення	не регламентовано	не регламентовано	не регламентовано
Відхил за глибиною залягання ^{б)}	На середині глибини (за товщиною плити) + 13 мм	На середині глибини (за товщиною плити) – 13 мм	< 6 мм від нижньої границі глибини нарізання шва; товщина шару бетону над арматурою < 50 мм

^{а)} Комбіновану неспіввісність обчислюють як корінь квадратний із суми квадратів горизонтального скосу та вертикального нахилу.

^{б)} Згідно з даними [3] – за товщини плити 305 мм.

Примітка. Авторами [3] розглянуто також критерій «оцінювання шва за балами (*joint score*, *JS*, обчислюють за наведеним у [3, 6] рівнянням)», який передбачає вилучення шва, якщо перевищено максимально допустиму ефективну довжину панелі – тобто секції покриття, яка містить послідовні поперечні шви з критичними значеннями *JS* (залежить від ширини шва, кліматичних умов роботи покриття і матеріалу основи під покритвом). У цій статті вилучення шва за критерієм *JS* не розглядається. Проте доцільно додати, що максимально допустима ефективна довжина панелі становить 18 м, водночас у межах панелі ефективної довжини кількість послідовних швів з критичним *JS* не повинна перевищувати три.

Аналіз наведеної інформації свідчить, що вимоги *ACPA* регламентують допустимі відхилення розташування штиря за іншими, ніж було прийнято раніше, критеріями — на заміну роздільного нормування відхилів для випадків горизонтального скосу і вертикального нахилу регламентовано комбіновану неспіввідповідність. Проте, якщо прийняти значення допустимих раніше відхилів від проектного осевого положення 0,25 дюйма на фут довжини штиря (див. вище) для обчислення комбінованої неспіввідповідності, верхнє значення допуску в разі приймання становило б орієнтовно 13 мм на відміну від 19 мм, зазначених у **табл. 1**.

Автори [6] пропонують критерій вилучення штиря за недопустимим бічним зсувом розраховувати за рівнянням (1), яке розроблене для одиниці вимірювання «дюйм»:

$$|\text{бічний зсув}| - \frac{L - 8}{2}, \quad (1)$$

де L — номінальна довжина штиря (для переведення в одиницю «міліметр» значення L потрібно помножити на 25,4).

Підсумовуючи викладене, у перспективі розширені та удосконалені вимоги до розташування / зцентровання штирової арматури *JPCP* можуть слугувати підґрунтям для розширення функціональних вимог до бетонних покриттів на національному рівні, з урахуванням функціональних вимог, упроваджених у галузі дорожнього будівництва європейськими стандартами.

Теоретичні засади розроблення системи коригування оплати для робіт з улаштування поперечних деформаційних швів *JPCP*

Запорукою побудови ефективної системи управління якістю під час влаштування жорстких дорожніх одягів є установлення функціональних вимог до бетонних покриттів — ці вимоги є основою забезпечування якості (*quality assurance, QA*) і контролювання якості (*quality control, QC*) і впровадження системи коригування оплати.

Упровадження розширених вимог щодо позиціонування штирової арматури конструкцій *JPCP*, для контролювання дотримання яких є застосовним метод імпульсної магнітної індукції, дозволяє удосконалювати систему *QA/QC* і впровадити систему коригування оплати, приклад якої згідно з [6] проаналізовано нижче.²

Коригування оплати *PA* (*payment adjustment*) виконують з урахуванням критеріїв розташування/зцентровання штирів відповідно до отриманих значень *PWL* і вартості робіт згідно з заявкою на підряд³ (*bid unit price*) для кількості прийнятих штирів (*dowel quantity*) за формулами (2) та (3):

$$PA(\text{reduction}) = \text{Dowel quantity} \times \text{Unit price (as bid)} \cdot (PF_{\text{dowels}} - 1,00) \cdot C, \quad (2)$$

$$PF_{\text{dowels}} = PF_{\text{CM}} + PF_{\text{sideshift}} + PF_{\text{depth}} - 2,00, \quad (3)$$

де PF_{CM} — коефіцієнт оплати (*Payment Factor, PF*) відповідно до визначеної комбінованої неспіввідповідності штирів (визначають згідно з **табл. 2**);

$PF_{\text{sideshift}}$ — коефіцієнт оплати відповідно до визначеного бічного зсуву штирів;

PF_{CM} — коефіцієнт оплати відповідно до визначеного відхилення за глибиною залягання штирів;

C — коригувальний коефіцієнт, що урахує строки перевіряння відповідності вимогам щодо позиціонування штирів;

$C = 0,6$ — випробування протягом першого року,

$C = 0,8$ — протягом другого року,

$C = 1,0$ — протягом третього року та пізніше.

² У разі застосування системи *CESMM* (*Civil Engineering Standard Measurement Method*), у прийнятних випадках, засади для відповідного коригування оплати можуть бути закладені у відомість обсягів робіт згідно з 5.11 [7].

³ Вартість, що заявлено на торгах.

Коефіцієнт оплати з урахуванням PWL визначають згідно з **табл. 2**.

Таблиця 2

Порядок розрахунку коефіцієнтів оплати з урахуванням PWL згідно з [6]

PWL	PF
$90 \leq PWL \leq 100$	1,00
$50 \leq PWL < 90$	$PF = 0,55 + 0,005 \cdot PWL$

Коригування оплати здійснюють після виконання підрядником ремонтних робіт у місцях розташування штирів, які підлягають вилученню — якщо таке передбачено договором.

Автори [3] стисло описують досвід канадських колег з улаштування $JPCP$ для автомобільних доріг з високим транспортним навантаженням, де було запроваджено систему коригування оплати. Улаштований бетонний покрив було визначено як лот (партію); PWL обчислювали для кожного лота за кожним із критеріїв розташування штирової арматури (перелік критеріїв — аналогічно до наведених у **табл. 1**, проте канадські колеги приймали інші значення допусків). За кожним лотом зі значенням PWL не менше ніж 90 % здійснювали повну оплату, за значення PWL не менше ніж 50 % до 90 % виконували коригування оплати, у випадку PWL менше ніж 50 % лот, до прийняття, виділяли для виконання коригувальних (ремонтних) робіт з повторенням випробувань з визначення розташування штирів.

Висновки

1. Ураховуючи високі транспортні навантаження, потребу у відновленні транспортної інфраструктури України, а також переваги певних типів і конструкцій дорожнього одягу доцільно акцентувати увагу на розробленні комплексу сучасних нормативних документів стосовно проектування і влаштування жорстких дорожніх одягів, важливу роль у якому мають відігравати стандарти, спрямовані на підвищення якості робіт.

2. У частині влаштування найбільш поширених у світовій практиці дорожнього будівництва шовних бетонних покривів з неармованими плитами ($JPCP$), з армованими поперечними швами, незамінним є метод неруйнівної діагностики розташування штирової арматури зі застосуванням імпульсної магнітної індукції, який дозволяє виявляти потенційні чинники неналежної роботи поперечних деформаційних швів та запобігати зниженню строку служби дорожнього одягу.

3. Ефективність упровадження зазначеного методу випробувань підвищується у разі розроблення та одночасного впровадження розширених вимог до позиціонування штирової арматури з установленням допустимих відхилів розташування штирів, що забезпечують ефективну роботу шва (належне розкриття / закриття шва, належна ефективність передавання навантаження) та водночас можуть бути реалізовані наявними технологіями улаштування бетонних покривів. Поряд з допустимими відхилами розташування / зцентровання штирів мають бути установлені чіткі критерії вилучення штиря.

4. Критичними є допуски на розташування штиря для забезпечення горизонтальної та вертикальної співвісності з проєктним положенням, а також для обмеження бічного зсуву та горизонтального зміщення. Ураховуючи викладений матеріал та чинні в системі національних стандартів України вимоги, доцільно запропонувати для опрацювання, для розташування / зцентровання штирів швів стискання, значення:

— приймання: комбінована неспіввісність у межах від 0 мм до 15 мм, бічний зсув — у межах ± 50 мм; допустимі відхили за глибиною залягання з розрахунку на середину товщини плити нормувати з урахуванням проєктної товщини плити;

— вилучення (зокрема після проведення коригувальних робіт, якщо таке передбачено договором): комбінована неспіввісність 35 мм та більше; бічний зсув — 70 мм та більше, у будь-який бік; відхил за глибиною залягання — якщо не забезпечено належну товщину шару бетону над штирем

та / або відстань від нижньої границі глибини нарізання шва є меншою ніж 1 см; відхил за горизонтальним зміщенням — у разі відсутності штиря вздовж траєкторії кочення коліс та недотримання норм витрат штирової арматури на влаштування шва вилучати весь шов.

5. За результатами впровадження діагностики розташування штирової арматури у процесі влаштування *JPSP* доцільно створити систему коригування оплати, ґрунтовану на допустимому загальному відсотку відхилів за кожним з критеріїв розташування/зцентровання штиря, з обов'язковим установленням критеріїв приймання робіт або вилучення партії продукції, якою призначати секції шовного бетонного покритву або об'єкт загалом, залежно від розмірів проекту.

Список літератури

1. Concrete Pavement Joints. Technical Advisory. FHWA Publication T 5040.30. US Department of Transportation, FHWA (Federal Highway Administration) 2019, 48 p. URL: <http://www.fhwa.dot.gov/pavement/ta504030.pdf> (Дата звернення 08.07.2021).
2. ASTM E3013/E3013M-17(2022) Standard Test Method for Evaluating Concrete Pavement Dowel Bar Alignment Using Magnetic Pulse Induction. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. 6 p.
3. A. K. Kiwi. Dowel Bar Alignment in Concrete Pavements: 21st Century Standards and Methods Transportation Association of Canada (TAC) Conference & Exhibition, 2020, session “Innovations in Pavement Management, Engineering and Technologies”, 18 p. URL: https://www.tac-atc.ca/wp-content/uploads/kivia_dowel_bar_alignment.pdf (Дата звернення 13.07.2021).
4. ГБН В.2.3-37641918-557:2016 Автомобільні дороги. Дорожній одяг жорсткий. Проектування. Київ, Міністерство інфраструктури України, 2016. 74 с. (Інформація та документація)
5. ДСТУ ASTM A615/A615M:2022 Прокат гладкого та періодичного профілю з вуглецевої сталі для армування бетону. Технічні вимоги (ASTM A615/A615M-20, IDT) Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2023. 14 с. (Інформація та документація).
6. Dowel Bar Alignment and Location, ACPA Guide Specification,. American Concrete Pavement Association, Skokie, IL, 2018, 18 p. URL: <http://www.acpa.org/wp-content/uploads/2020/07/18-11-15-ACPA-Dowel-Alignment-Guide-Spec.pdf> (Дата звернення 07.07.2021).
7. CESMM4 Стандартний метод вимірювання в цивільному будівництві. Видання четверте, переглянуте. London, ICE Publishing. 2019. 99 с. URL: https://www.icevirtuallibrary.com/doi/suppl/10.1680/cessmfr.64409/suppl_file/CESMM4_Revised_4ed_9780727764409_Ukrainian.pdf (Дата звернення 02.07.2024).

References

1. Concrete Pavement Joints. Technical Advisory. FHWA Publication T 5040.30. US Department of Transportation, FHWA (Federal Highway Administration) 2019, 48 p. URL: <http://www.fhwa.dot.gov/pavement/ta504030.pdf> (Last accessed 08.07.2021) [in English].
2. ASTM E3013/E3013M-17(2022) Standard Test Method for Evaluating Concrete Pavement Dowel Bar Alignment Using Magnetic Pulse Induction. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. 6 p. [in English].
3. A. K. Kiwi. Dowel Bar Alignment in Concrete Pavements: 21st Century Standards and Methods Transportation Association of Canada (TAC) Conference & Exhibition, 2020, session “Innovations in Pavement Management, Engineering and Technologies”, 18 p. URL: https://www.tac-atc.ca/wp-content/uploads/kivia_dowel_bar_alignment.pdf (Last accessed 13.07.2021) [in English].
4. HBN V.2.3-37641918-557:2016 Avtomobilni dorohy. Dorozhnii odiah zhorstkyi. Proektuvannia. (Industry building norms. Motor roads. Rigid road pavement. Design). Kyiv, 2016. 74 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].
5. DSTU ASTM A615/A615M:2022 Prokat hladkoho ta periodychnoho profilu z vuhletsevoi stali dlia armuvannia betonu. Tekhnichni vymohy (ASTM A615/A615M-20, IDT) (Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement). Kyiv, 2023. 14 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

6. Dowel Bar Alignment and Location, ACPA Guide Specification. American Concrete Pavement Association, Skokie, IL, 2018, 18 p. URL: <http://www.acpa.org/wp-content/uploads/2020/07/18-11-15-ACPA-Dowel-Alignment-Guide-Spec.pdf> (Last accessed 07.07.2021) [in English].

7. CESMM4: Civil Engineering Standard of Method and Measurement [4th edition]. London, Thomas Telford, 2019. 99 p. URL: https://www.icevirtuallibrary.com/doi/suppl/10.1680/cessmfr.64409/suppl_file/CESMM4_Revised_4ed_9780727764409_Ukrainian.pdf (Last accessed 02.07.2024) [in Ukrainian].

Tatyana Tereshchenko, Ph.D., Sen. Research, <https://orcid.org/0000-0001-7584-9031>

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

REQUIREMENTS FOR POSITION OF REINFORCEMENT IN DEFORMATION JOINTS OF CONCRETE PAVEMENT OF A JPCP TYPE AND CONTEMPORARY APPROACH TO WORKS QUALITY CONTROL WITH PAYMENT ADJUSTMENT

Abstract

Introduction. The introduction to the paper outlines the advantages and types of rigid road pavement and current problems of functioning of jointed concrete pavements.

Problem statement. The issues of the paper concern the functioning of deformation joints of jointed plain concrete pavement (JPCP), the role and position of dowels and tie bar in such joints, and modern approaches to quality control of reinforcement installation works.

Purpose. The purpose of the paper is to analyze foreign primary sources concerning requirements for the accuracy of location and alignment of dowel bars, criteria and possibilities of monitoring compliance with these requirements using a non-destructive testing method, and practices for adjusting payments to contractors.

Results. An analysis of the functions of reinforcement in transverse and longitudinal deformation joints of JPCP and the requirements for the accuracy of the positioning of reinforcement in the constructed joints, taking into account reinforcement functions, was performed.

According to foreign primary sources, the requirements of the ACPA, on the basis of which work on the construction of transverse deformation joints of the JPCP is accepted, were considered, in particular the requirements regarding dowels rejection in case of inadequate quality of work.

The practices of adjusting payment based on the results of quality control of work on the installation of dowel bar were analyzed.

Conclusions. Conclusions are provided on the need to focus attention on the development of a set of standards for the design and construction of rigid concrete road pavement, covering standards that ensure quality control of work. Qualitative and quantitative criteria for accepting work on the installation of reinforcement in transverse contraction joints of JPCP were proposed for processing and the feasibility of developing a system for adjusting payment to the contractor based on the results of quality control of work was indicated.

Keywords: rigid road pavement, concrete pavement, jointed plain concrete pavement, dowel bar, tie bar, requirements for location and alignment, control by the impulse magnetic induction method, payment adjustment.