

Різніченко О.С.

## ПРОЕКТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ НА МОСТАХ ІЗ ПІДВИЩЕНОЮ ЗСУВОСТІЙКІСТЮ

**Анотація.** У статті наведено методику прогнозування зсувостійкості асфальтобетонного покриття на залізобетонних мостах.

**Ключові слова:** зсувостійкість, асфальтобетонне покриття на мостах, граничні напруження.

**Аннотация.** В статье приведена методика прогнозирования сдвигоустойчивости асфальтобетонного покрытия на железобетонных мостах.

**Ключевые слова:** сдвигоустойчивость, асфальтобетонное покрытие на мостах, предельные напряжения.

**Annotation.** In this article the method of forecasting shear resistance of asphalt pavement on concrete bridges.

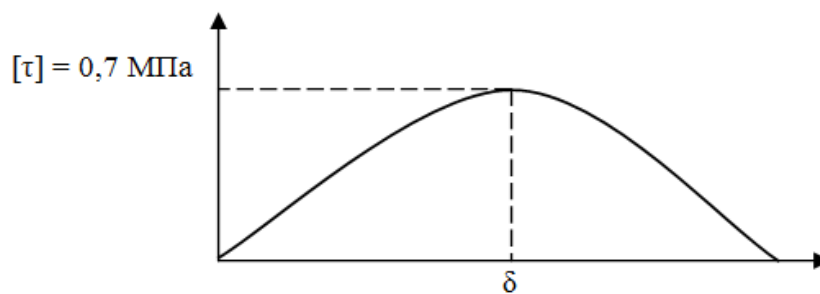
**Key words:** shear resistance, asphalt pavement on bridges, threshold voltage.

### Вступ

Утворення зсувних деформацій на асфальтобетонному покритті на залізобетонних мостах у вигляді колій, зсувів, напливів негативно впливають на термін служби покриття. Їх утворення призводить до поступового погіршення транспортно-експлуатаційних властивостей проїзної частини мосту, внаслідок втрати рівності покриття знижується безпека і комфортність руху, в кінцевому випадку все це призводить до передчасних витрат на ремонт і заміну асфальтобетонного покриття, а також збільшуються транспортні витрати [1]. Однією з головних причин утворення зсувних деформацій є поступове зростання інтенсивності руху і збільшення питомого навантаження на вісь автомобіля.

## Методика проектування асфальтобетонного покриття на мостах за умовою зсувостійкості

Основною характеристикою зсувостійкості асфальтобетонного покриття є його опір зсувним напруженням. В залежності від навантаження, температури випробування і властивостей матеріалів буде змінюватися швидкість досягнення граничного максимального значення зсувних напружень  $[\tau]$ . При досягненні значення  $[\tau]$  зростання переміщення  $\delta$  буде супроводжуватися різким падінням зсувних напружень і як наслідок матеріал втратить властивість опору при зсуві, тобто він перестане виконувати свої технологічні функції, і відбудеться повний зсув асфальтобетонного покриття (рис.1).



**Рисунок 1** – Гранична умова зсувостійкості асфальтобетонного покриття

При наявності жорсткої основи фактичне напруження зсуву [2] можна визначити за формулою (1):

$$\tau = 0,5 \cdot p, \quad (1)$$

де  $p$  – граничний тиск на покриття від колеса розрахункового автомобіля, Па.

Для оцінки зсувостійкості асфальтобетонних шарів покриття на мостах їх граничний стан можна описати умовою довготривалої міцності Бейлі. Використання якої для асфальтобетонних шарів підтверджено в роботах різних вчених [3, 4]. Згідно з нею потрібно враховувати, що умовою зсуву асфальтобетонного покриття по жорсткій основі потрібно приймати такий стан їх зв'язку на контакті між ними, коли граничний опір зсуву втрачає свій ресурс в результаті поступової пошкодженості структурних зв'язків, що виражається мірою пошкодженості  $M$ :

$$M(\tau) = M_{\tau} - M_{\text{віднов.}} \leq [M] \cdot m_1 \cdot m_2, \quad (2)$$

де  $\tau$  – фактичне напруження зсуву, що виникає між асфальтобетонним покриттям і залізобетонною основою, і може бути визначено за залежністю (1);

$M_{\tau}$  – міра пошкодженості від дії дотичних зусиль;

$M_{\text{віднов.}}$  – міра відновленості структурних зв'язків;

$[M]$  – граничне значення міри пошкодженості ( $[M] = 1$ ).

$m_1$  – коефіцієнт, що враховує зниження міцності в часі від дії погодно-кліматичних умов;

$m_2$  – коефіцієнт, що враховує зниження міцності матеріалу в конструкції в результаті температурних впливів.

Згідно з формулою (2) міру пошкодженості  $M_{\tau}$  на основі застосування критерію Бейлі можна визначити (3) як суму пошкодженостей від впливу дії довільних дотичних зусиль  $\tau$  які залежать як від температури  $T(t)$  так і від товщини  $h$  шару покриття,  $M_{\text{віднов.}}$  – визначається експериментально.

$$M_{\tau} = \int_0^h \frac{dt}{t^{\tau}(\tau(h), T(h))}, \quad (3)$$

де  $t^{\tau}(\tau(h), T(h))$  – функція тривалої довговічності від дії дотичних зусиль.

Для визначення середньоінтегральної температури асфальтобетонного шару покриття [5] можна використовувати наступну залежність:

$$T(h) = T_{\text{аб.ср}} + \bar{A}_p(h) \cdot \cos \frac{2\pi}{t_p} t + \bar{A}_m(h) \cdot \cos \frac{2\pi}{t_m} t + \bar{A}_d(h) \cdot \cos \frac{2\pi}{t_d} t, \quad (4)$$

де  $T_{\text{аб.ср}}$  – середня температура асфальтобетонного шару покриття;

$\bar{A}_p$  – середня по товщині амплітуда коливань температури асфальтобетонного шару покриття в річному циклі;

$t_p$  – період коливань температури в річному циклі;

$\bar{A}_m$  – середня по товщині амплітуда коливань температура асфальтобетонного шару покриття в місячному циклі;

$t_m$  – період коливань температури в місячному циклі;

$\bar{A}_d$  – середня по товщині амплітуда коливань температури асфальтобетонного шару покриття в добовому циклі;

$t_d$  – період коливань температури в добовому циклі.

При використанні різних параметрів і характеристик, які залежать від діючих зсувних напружень, товщини шару покриття, температури можливий розрахунок деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття на мостах при тривалому статичному і циклічних навантаженнях. Надійне прогнозування зсувостійкості асфальтобетонного покриття на мостах можна виконувати лише для тих матеріалів, що надають можливість провести коректні розрахунки для однотипних зсувів.

Для оцінки зсувостійкості асфальтобетонного покриття можна використати також степеневий вираз, що описує зв'язок між напруженням та часом до повного зсуву:

$$t_p = C_\tau(T)\tau^{-D\tau(T)} \quad (5)$$

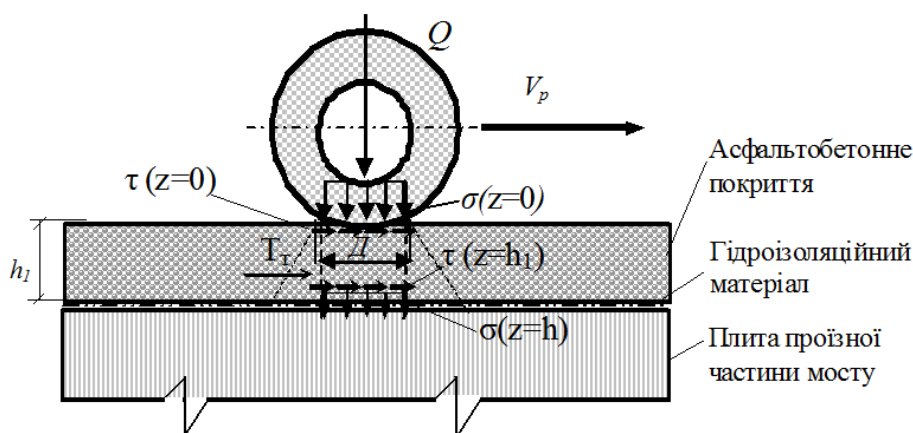
та відповідний степеневий вираз що описує зв'язок між напруженням та часом до відновлення структури асфальтобетону:

$$t_{eid} = E(T)\tau^{eidF(T)}, \quad (6)$$

Внаслідок гальмування транспортних засобів (рис.2) на границі між асфальтобетонним покриттям і жорсткою основою виникають зсувні дотичні напруження, можна припустити, що після гальмування відбувається часткове відновлення структури зв'язків на границі між асфальтобетонним покриттям і основою.

Для випадку багатоступінчастого навантаження, під час якого як зазначено вище відбувається зсув (розтяг) і часткове відновлення покриття отримаємо граничні залежності після кожного ступеню прикладання навантаження, які дозволяють визначити максимальне граничне значення  $[\tau]$  (рис.1), після якого відбудеться повний зсув покриття, тобто асфальтобетонне покриття перестане виконувати свої транспортно-експлуатаційні функції.

Виконаємо опис процесу зсуву і відновлення який відбувається на границі між асфальтобетонним покриттям і залізобетонною основою мосту, більш детально цей процес розглянуто в роботі [6, 7].



$Q$  – навантаження на покриття від колеса розрахункового автомобіля, Па;  $\tau(z = h_1)$  – зсувні дотичні напруження між асфальтобетонними шарами покриття з товщиною  $h_1$  і залізобетонною основою мосту;  $V_p$  – напрямок руху колеса автомобіля зі швидкістю  $V$ , км/год;  $D$  – діаметр відбитку колеса, що сприймає навантаження  $Q$

**Рисунок 2** – Розрахункова схема роботи асфальтобетонних шарів покриття на залізобетонних мостах при дії транспортного навантаження

Після першого циклу прикладання навантаження протягом часу  $t_1$  міру пошкодженості структурних зв'язків асфальтобетонного покриття з основою, можна визначити за наступною залежністю:

$$M(t_1) = \frac{(\tau^p(h))^{C_\tau(T)} \cdot t_1}{D_\tau(T)} \quad (7)$$

Після відповідних аналогічних перетворень, що розглянуті в роботі [6] з урахуванням циклу навантаження загальний час деформування при зсуві в залежності від товщини покриття  $h$  можна визначити за наступною залежністю:

$$t_p = \frac{\left[ 1 - 2 \cdot t_1 \cdot \left( \frac{(\tau^p(h))^{D_\tau(T)}}{C_\tau(T)} - \frac{1}{(\tau^{sid}(h))^{F(T)} \cdot E(T)} \right) \right] \cdot C_\tau(T)}{(\tau^p(h))^{D_\tau(T)}} + t_1 \quad (8)$$

## Висновок

Для забезпечення зсувостійкості асфальтобетонного покриття на мостах на основі аналітичних залежностей була розроблена методика проектування асфальтобетонного покриття із підвищеною зсувостійкістю при спільній дії температури і навантаження, одночасно з врахуванням термореологічних властивостей, а також товщини асфальтобетонного покриття на залізобетонній основі.

## Література

1. Коваль П. М. Характеристика технічного стану існуючих мостів України // Дороги і мости: зб. наук. ст.. – Київ, 2003. – Вип.1. – С. 15 – 22.
2. Коган Б. И., Зинченко В. Д. Напряженное состояние неоднородного слоя покоящегося на упругом полупространстве // Известия вузов. Строительство и архитектура. – М., 1960 – №3. – С.25 – 30.
3. Мозговой В. В. Научные основы обеспечения температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий: Дис. ... докт. техн. наук: 05.22.11 - Киев, 1996 – 406 с.
4. Смолянець В.В. Удосконалення проектування асфальтобетонного покриття нежорсткого дорожнього одягу в умовах міст. Дис. ... кандидата тех. наук: 05.22.11 / Смолянець В. В. – Київ, 2005. – 173 с.
5. Жуков О. О. Проектування асфальтобетонних шарів зносу для міських вулиць і доріг. Дис. ... кандидата тех. наук: 05.22.11 / Жуков О. О. – Київ, 2011. – 176 с.
6. Онищенко А. Н. Методика прогнозування сдвигоустойчивости асфальтобетонного покриття на мостах / Мозговой В. В., Онищенко А. Н., Ризниченко А. С. // Международная научно-практическая конференция «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе». – Пермь, 2012. –Том 3. – С. 305 – 310.
7. Онищенко А. М. Методика прогнозування деформаційної стійкості асфальтобетонного покриття на мостах / Онищенко А. М., Невінгловський В. Ф., Різніченко О.С., Аксьонов С. Ю. // Містобудування та територіальне планування. – Київ, 2012. – Вип.45. – С.83 – 87.