

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ МОНОЛІТНИХ ШАРІВ НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ ЗА КРИТЕРІЄМ МІЦНОСТІ НА ЗСУВ

Арсеньєва Н.О., к.т.н.

Харківський національний автомобільно-дорожній

університет

nataliarsen73@gmail.com

В теперішній час зміна інтенсивності і складу руху на автомобільних дорогах України привело к істотному зростанню навантажень на конструкцію дорожнього одягу. В умовах експлуатації асфальтобетонних покриттів в теплу пору року при високих температурах в ньому можуть накопичуватися пластичні деформації у вигляді колії, напливів, випирання, тобто деформації зсуву.

Аналіз недоліків теорій міцності, які використовують для розрахунку асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів, а також поява нових теорій міцності, дає можливість обґрунтувати застосування таких критеріїв (теорій) міцності, які б максимально враховували особливості поведінки під навантаженням асфальтобетону, як композитного, термопластичного матеріалу. Для асфальтобетону як структурно-неоднорідного матеріалу не підходять класичні і навіть деякі узагальнюючі теорії міцності, так як в умовах складного напруженого стану він має різний опір матеріалу розтягу і стиску, а також зсуву і розтягу.

З урахуванням структурних особливостей асфальтобетону найбільш придатною для розрахунків на зсувостійкість, слід визнати узагальнюючу теорію Пісаренко – Лебедева (2). Запропонована Пісаренко і Лебедевим теорія міцності базується на енергетичній теорії міцності і враховує: різний опір асфальтобетону стиску і розтягу, направленість девіатора напружень і структурну неоднорідність матеріалу [1].

$$\chi\sigma_m + (1-\chi)\sigma_1 \cdot A^{\left(1-\frac{3\sigma_{сep}}{\sigma_m}\right)} \leq |\sigma_+|; \quad (1)$$

де $\chi = \frac{R_{роз}}{R_{см}}$;

$R_{роз}$ – міцність асфальтобетону на розтяг, МПа;

$R_{см}$ – міцність асфальтобетону на стиск, МПа;

σ_m – еквівалентні напруження за енергетичною теорією міцності, МПа;

$|\sigma_+|$ – граничні напруження на розтяг, МПа;

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}$$

де $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – головні напруження, МПа ;

$$A = \frac{\frac{R_{роз}}{1,732} - \chi}{\tau_k}$$

де τ_k – міцність асфальтобетону на кручення, МПа;

$$\sigma_{сep} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

Виходячи з існуючих вимог до асфальтобетонних покриттів за граничний стан приймають перехід від пружної (зворотної) деформації до пластичної. Напруженням цього моменту переходу відповідає межа текучості (σ_T).

При розрахунках на зсувостійкість асфальтобетонні шари приймають зчепленими на контактні шарів. Всі нижче розташовані шари дорожнього одягу замінюють на еквівалентний півпростір.

При визначенні фізико-механічних характеристик асфальтобетонів необхідно прийняти до уваги розрахункову температуру шару та характеристики навантаження: інтенсивність руху, склад руху, час дії навантаження, умови руху. Розрахункове навантаження повинно враховувати комплексну дію вертикального і горизонтального навантажень.

Величини $R_{роз}$, $R_{ст}$, τ_k визначають на підставі стандартних або спеціальних випробувань; головні напруження визначають за результатами моделювання напружено-деформованого стану конструкції дорожнього одягу [2].

Випробування міцності на розтяг і стиск слід проводити для різних температур асфальтобетону (+ 40 °С; + 50 °С;), для врахування впливу змін температури по товщині покриття.

Граничні характеристики міцності асфальтобетонів $|\sigma_+|$ і $|\sigma_-|$ приймають в залежності від типу розрахункового навантаження:

- при статичному, довготривалому навантаженні вертикальною силою Q граничною міцністю є показник довготривалої міцності на стиск чи розтяг ($\sigma_{дов}^-$; $\sigma_{дов}^+$). В залежності від міцності на простий розтяг і стиск довготривалу міцність можна визначити у такий спосіб:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{дов}^+ &= (0,2 \dots 0,22) R_{роз} \\ \sigma_{дов}^- &= (0,2 \dots 0,22) R_{ст} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

При дії короткочасного навантаження гранична міцність асфальтобетону при розрахунках по критерію міцності може бути прийнята:

$$\left. \begin{aligned} |\sigma_+| &= (0,45 \dots 0,5) R_{роз} \\ |\sigma_-| &= (0,45 \dots 0,5) R_{ст} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

У часі граничні допустимі напруження як на стиск, так і на розтяг з збільшенням циклів навантаження (n) зменшуються. Для визначення межі витривалості при певній кількості циклів навантаження, використовуємо криві втоми Веллера.

Апроксимуюча залежність для кривих Веллера має вигляд:

$$\sigma_{\text{дон}}^t = A - B \lg n \quad (4)$$

де $\sigma_{\text{дон}}^t$ - допустимі напруження на стиск або розтяг на момент часу t , коли буде n циклів навантаження;

A і B – параметри, які залежать від фізико-механічних характеристик асфальтобетону.

Розрахункова схема для оцінки міцності асфальтобетонних шарів покриття визначається в залежності від типу розрахункового навантаження, фізико-механічних характеристик асфальтобетону і проектної конструкції дорожнього одягу.

Для визначення типу навантаження дорога поділяється на окремі ділянки з певними параметрами плану і поздовжнього профілю, для яких визначається розрахункове навантаження. Для побудови розрахункової схеми розрахунку на зсувостійкість асфальтобетонного покриття у прийнятій конструкції дорожнього одягу для кожного шару асфальтобетону згідно з типом асфальтобетону і температурою шару призначається модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, граничні напруження на стиск і розтяг, міцність на стиск (R_{cm}), на розтяг ($R_{роз}$) і кручення (τ_k). Модулі пружності шарів основи і ґрунту земляного полотна приймаються проектні рис.1.

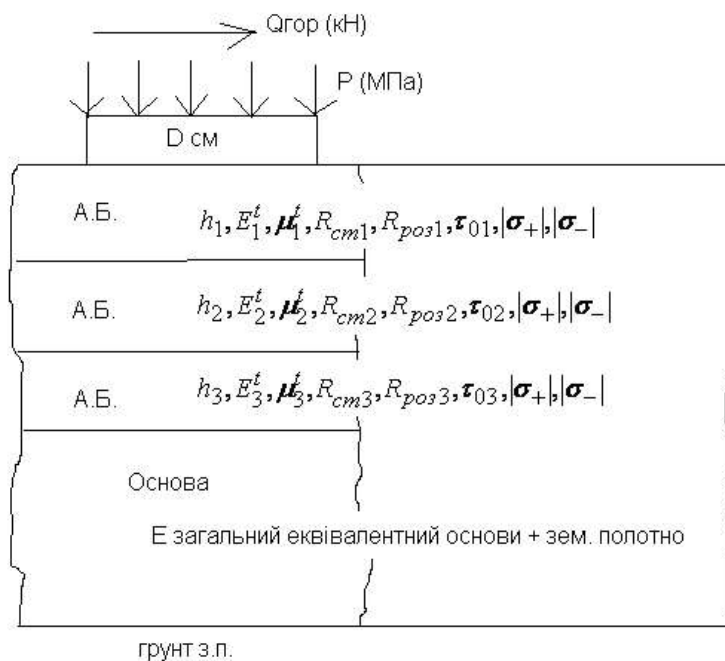


Рисунок 1 – Схема конструкції дорожнього одягу для розрахунків на зсувостійкість

Після розрахунку за критерієм міцності, якщо умова міцності ($\sigma_e \leq |\sigma_+|$) не виконується необхідно переглянути конструкцію дорожнього одягу. Найбільш ефективним буде заміна «слабкого» асфальтобетону на більш зсувостійкий.

Таким чином, основна задача розрахунку – оцінка зсувостійкості асфальтобетонних шарів при конструюванні і проектуванні дорожнього одягу та вибір матеріалу з відповідними фізико-механічними характеристиками при заданих товщинах шарів або розробка іншої конструкції.

Література:

1. Писаренко Г.С. Деформирование и прочность материалов при сложном напряженном состоянии. / Писаренко Г.С., Лебедев А.А. – К.: Наукова думка, 1976. – 415 с.
2. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань: ДСТУ Б В.2.7-319:2016 К.: Мінрегіонбуд України, 2016. 75 с.