

УДК 625.85

к.т.н., професор Ряпухін В.М, Нечитайло Н.О.,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

## ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ НЕЖОРСТКИХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ С УРАХУВАННЯМ ЇХ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

*Приведена методика розрахунку асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів на зсувостійкість. При розрахунках асфальтобетону враховують механізм руйнування матеріалу, термопластичні властивості і особливості його роботи при високих температурах.*

*Ключові слова: критерії і теорії міцності, термопластичні властивості асфальтобетону, механізм руйнування, тензор напружень, міцностні характеристики асфальтобетону, зсувостійкість.*

В сучасних нормативах України [1] та країнах СНД розрахунок дорожніх одягів ведуть по трьох критеріях граничного стану:

- пружному прогині дорожнього одягу під навантаженням;
- опору згину монолітних шарів;
- опору зсуву ґрунтів і шарів з малозв'язних матеріалів.

В основі критеріїв розрахунку дорожніх одягів положено існуючі класичні теорії міцності. Граничним станом монолітних матеріалів, які повинні працювати в стадії зворотних деформацій, є початкова стадія зміни структури матеріалу, що виражається в порушенні окремих зв'язків під дією розтягуючих напружень. В основі розрахунків критерію опору згину монолітних шарів лежить закономірність руйнування монолітного матеріалу. У матеріалах, що містять органічне в'язуче, зі зниженням температури опір розтягу при згині трохи зростає, але одночасно різко зростають і модулі пружності цих матеріалів. У результаті значно збільшуються фактичні розтягуючі напруження і небезпека порушення граничної рівноваги на розтяг зростає. Найбільш поширеним видом руйнування монолітного шару буде розвиток тріщин у розтягнутої зоні, як для крихкого матеріалу. Зрозуміло, що існуюча методика розрахунку монолітних шарів покриття ґрунтується в першу чергу на третьому граничному стані: розрахунки на допустимі розтягуючі напруження – тріщиностійкість, і на першій або другій теорії міцності як для крихкого матеріалу.

**Постановка задачі.** Властивості асфальтобетону тісно пов'язані з температурою, матеріал є термопластичним [2, 3]. Відомо, що асфальтобетон має і інші деформації, характерні для пластичного стану матеріалу, тому застосування першої або другої теорій міцності не відображає реального

механізму руйнування, т. я. вони аналізують роботу матеріалу у крихкому стані. Поява пластичних деформацій пов'язана з виникненням зсувів в шарах матеріалу або конструкції. Умови, при яких настає текучість матеріалу з подальшим руйнуванням, можна описати застосовуючи механізм руйнування зрізом по теорії найбільших дотичних напружень. Таким чином, існуючі критерії міцності, прийняті для розрахунків в нормативах, не враховують властивості матеріалу який працює в великому діапазоні температур, має термопластичні властивості. В існуючих методиках розрахунків асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів відсутні розрахунки на зсувостійкість.

**Розв'язок задачі.** Для розрахунків асфальтобетону, що має істотну структурну неоднорідність і працює у різних станах, прийнято критерій Писаренко – Лебедева (2), якій являється удосконаленням енергетичної теорії міцності [4]. В критерії враховується структура матеріалу і його термопластичні властивості [5, 6]. Для розрахунків за прийнятою теорією міцності потрібні деякі вихідні дані. До першої групи виділимо параметри, що мають розрахунково — теоретичний план. До другої — експериментальні міцнісні показники матеріалу (асфальтобетону). До параметрів першої групи відносяться головні напруження при об'ємному напруженому стані від дії комплексного навантаження  $(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$  та еквівалентні напруження за енергетичною теорією міцності або за Мізесом. Визначення першої групи параметрів було проведено за допомогою методу кінцевих елементів і моделювання в програмі ANSYS.

Друга група параметрів критерію міцності залежить від фізико — механічних характеристик асфальтобетону при розрахунковій температурі [6]. Відповідно до фізичного і геометричного сенсу критерію (теорії) міцності в основі теорії крім головних напружень значне місце посідають міцнісні характеристики асфальтобетону по трьом видам випробувань. Випробування на простий розтяг і стиск і випробування на крутіння асфальтобетону:

- міцність на стиск при розрахунковій температурі  $(+ 50^0 \text{ C}) - R_{cm}^{50}$ ;
- міцність на розтяг для розрахунковій температурі  $(+ 50^0 \text{ C}) - R_{poz}^{50}$ ;
- міцність при випробуванні на крутіння -  $\tau_{kp}^{50}$ .

Це основні фізико — механічні характеристики асфальтобетону при оцінці міцності асфальтобетонів на зсув, як термопластичного матеріалу. Допоміжними характеристиками можуть бути коефіцієнт внутрішнього тертя  $(\text{tg}\phi)$ , зчеплення  $(C)$ .

Прийнята теорія міцності використовується у методиці [7], яка визначає порядок оцінки міцності асфальтобетонних шарів покриття нежорстких дорожніх одягів на зсувостійкість.

Методика розроблена за результатами узагальнення теоретичних і експериментальних досліджень, які були виконані в ХНАДУ і інших науково – дослідних організаціях (по літературним джерелам) по проблемам напружено – деформованого стану і розрахунку нежорстких дорожніх одягів. Методика включає визначення розрахункового навантаження, визначення розрахункової температури шарів покриття, визначення розрахункових характеристик асфальтобетонів і розрахунок асфальтобетонних шарів на зсувостійкість. Задача розрахунку – оцінка зсувостійкості асфальтобетонних шарів за прийнятим критерієм міцності та вибір матеріалу з відповідними фізико-механічними характеристиками при заданій товщині шарів або розробка іншої конструкції. Алгоритм розрахунку міцності асфальтобетону шарів покриття на зсувостійкість, як термопластичного матеріалу при високих експлуатаційних температурах, представлений наступною блок-схемою (рис. 1). Схема розбита на наступні блоки: Блок 1 – вихідні дані; Блок 2 – розрахункові технічні характеристики; Блок 3 – розрахункові фізико-механічні і конструктивні характеристики; Блок 4 – розрахунки міцності асфальтобетонних шарів покриття.

До вихідних даних входять: дорожньо - кліматичні умови: дорожньо - кліматичний район і дорожній район за умовами роботи асфальтобетону, максимальні, мінімальні середньомісячні і добові температури повітря. Характеристики транспортного потоку: середньодобова інтенсивність руху і склад руху. Конструкція дорожнього одягу: на дорогах, що проектуються, це проектна конструкція (конструкції), на існуючих дорогах за даними паспорту дороги або за результатами дослідження конструкції дорожнього одягу візуально.

До Блоку 2 відносять відповідно до кліматичних умов району проектування - температуру покриття і асфальтобетонних шарів по товщині покриття, розрахунковий зсувонебезпечний період для конкретного дорожньо-кліматичного району України, фактичну інтенсивність і склад транспортного потоку, кількість циклів навантаження,

Блок 3 формує розрахункові фізико-механічні характеристики шарів асфальтобетону і розрахункову схему дорожнього одягу для розрахунків асфальтобетонних шарів на зсувостійкість. Всі фізико-механічні характеристики асфальтобетону при розрахунковій температурі або при очікуваній температурі шарів слід приймати за результатами випробувань в лабораторії партії конкретних асфальтобетонних сумішей.

Міцність асфальтобетонних шарів на зсувостійкість визначають критерієм Писаренко – Лебедєва (два). Головні напруження ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_m$ ) визначають для прийнятої розрахункової схеми за розрахунковими таблицями [7].

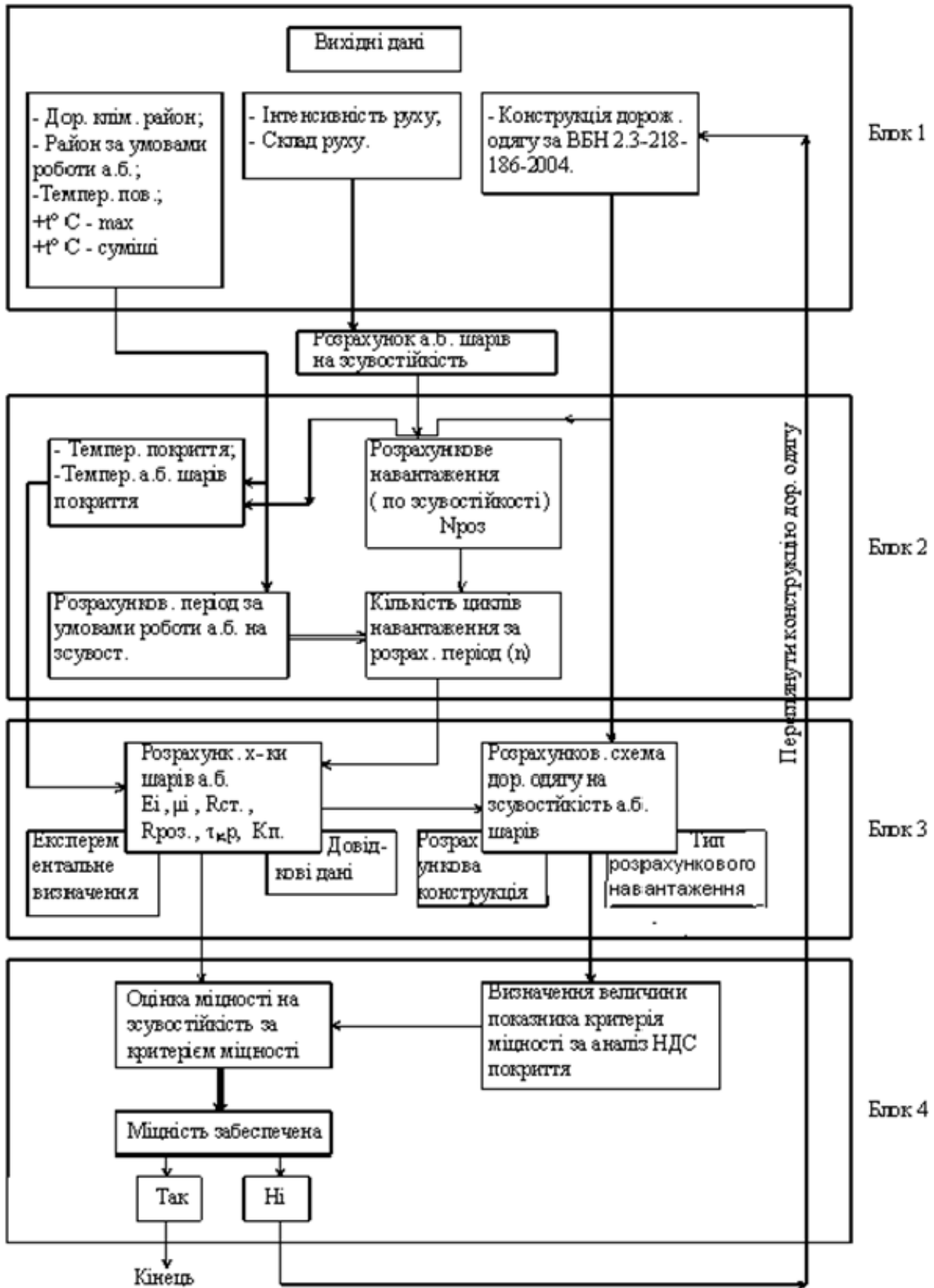


Рис.1. Блок - схема розрахунку асфальтобетонних шарів на зсувостійкість

**Висновки.** Таким чином, після розрахунку ми отримуємо міцність на зсувостійкість. Якщо умова міцності ( $\sigma_e \leq |\sigma_+|$ ) не виконується, необхідно переглянути конструкцію дорожнього одягу. Найбільш ефективним буде заміна «слабкого» асфальтобетону на більш зсувостійкий.

### Література

1. Дорожній одяг нежорсткого типу : ВБН В.2.3-218-186 2004 – Офіц. вид – К. : Державна служба автомоб. доріг України «Укравтодор», 2004. – 176 с.
2. Золотарев В.А. Исследование свойств асфальтобетонов различной макроструктуры.: диссертация на соискание ученой степени к.т.н./ Золотарев Виктор Александрович. – Харьков (ХАДИ), 1967. – 250 с.
3. Иноземцев О.А. Битумно-минеральные материалы. /Иноземцев О.А. - . Ленинград : Стройиздат, 1972. – 151 с.
4. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов. /Писаренко Г.С. – К.: Вища школа, 1979. – 696 с.
5. Ряпухін В.М., Нечитайло Н.О. Вибір оптимальної теорії міцності для асфальтобетону як термопластичного матеріалу /Ряпухін В.М., Нечитайло Н.О. //сборник научных трудов Донбасского гос. Университета, вып.№33 – Алчевск - ДонГТУ, 2011. – с. 284-290
6. Ряпухін В.М., Батракова А.Г., Нечитайло Н.О. Розрахунки асфальтобетонних шарів нежорстких дорожніх одягів з урахуванням термопластичних властивостей асфальтобетонів /Ряпухін В.М., Батракова А.Г., Нечитайло Н.О. , монографія - Харків: ХНАДУ, 2012. – 144с.
7. Методика розрахунку асфальтобетонних шарів покриття на зсувостійкість М 218-02071168 - 681:2011– Офіц. вид. – К.: Державна служба автомобільних доріг України «Укравтодор», 2011. – 61 с.

### Аннотация.

В статье приведена методика расчета асфальтобетонных слоев нежестких дорожных одежд на сдвигустойчивость. При расчетах асфальтобетона учитывают механизм разрушения материала, термопластические свойства и особенности его работы при высоких температурах.

**Ключевые слова:** критерии и теории прочности, термопластичные свойства асфальтобетона, механизм разрушения, тензор напряжений, прочностные характеристики асфальтобетона, сдвигустойчивость.

### Annotation.

The article describes method for shearing strength the asphalt pavement layers flexible pavement calculation. In the calculations account the asphalt failure mechanism, thermoplastic properties and features of its operation at high temperatures.

**Keywords:** criteria and strength theory, thermoplastic properties of asphalt, fracture mechanism, stress tensor, of strength characteristics of asphalt zsuvoostiikist.