

ЛЕКЦІЯ №5

**з дисципліни ВС.3 “Механіка дорожніх
одягів”**

**для спеціальності 192 «Будівництво та
цивільна інженерія»**

**за спеціалізацією “Технології будівельних
конструкцій, виробів і матеріалів”.**

Лектор:

професор, доктор технічних наук

Мозговий Володимир Васильович

(завідувач кафедри дорожньо-будівельних
матеріалів і хімії, д.т.н., професор)

Вхідний контроль на лекції №5

1. Вимоги до механіко-математичних моделей дорожнього одягу.
2. З чого складається механічна модель дорожнього одягу? Що таке модель плити? Що таке модель шару? У чому полягає їх відмінність?
3. Однорідний пружній напівпростір. Шаруватий пружній напівпростір. Формула для загального модуля пружності двошарового напівпростору.
4. Напруження в шаруватому

Тема лекції № 5

Граничний стан
будівельних
об'єктів

1 Граничний стан будівельних об'єктів

Граничний стан - стан об'єкта, за якого його подальша експлуатація неприпустима або недоцільна. Інакше кажучи граничний стан - це стан об'єкта, коли його подальша експлуатація може бути небезпечною або не ефективною.

Як і інші будівельні конструкції, дорожній одяг розраховують за двома групами граничних станів :

- за несучою здатністю (руйнування, втрата форми і положення);
- За не допустими деформаціями, що

Мета розрахунку за несучою здатністю – забезпечити збереження міцності конструкції. При розрахунках за несучою здатністю намагаються забезпечити збереження міцності конструкції, тобто її спроможності протистояти руйнуванню. В якості критерію граничного стану вибирають той, який вважають самим небезпечним для даного елемента конструкції.

Мета розрахунку за деформаціями – обмежити переміщення такими значеннями, при яких не порушується нормальна експлуатація інженерної споруди (хоча його елементи можуть мати достатню міцність).

Чинні нормативні документи з розрахунку дорожніх одягів також використовують дві групи граничного стану їх елементів.

Дорожні одяги розраховують за основними номативами:

- нежорсткого типу – за ВБН В.2.3-218-186-2004. Дорожній одяг нежорсткого типу;**
- жорсткого типу – за ВБН В.2.3-218-008-97. Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками.**

2 Розрахунок за несучою здатності шарів із зв'язних матеріалів

Для елементів дорожнього одягу у вигляді шарів із зв'язних матеріалів, які складається з часток, що мають між собою зв'язок та працюють на розтяг, найбільш небезпечним видом руйнування є поділ на частини (рис 1).

Поділ на частини в багатьох випадках починаються з появою тріщини поблизу підшви асфальтобетонного покриття від втоми при повторному згині. Тріщина поступово поширюється до поверхні покриття, після чого знижується здатність розподіляти навантаження на шари, що лежать нижче, утворюється сітка тріщин на смугах накату, там де колеса проходять частіше. Вода, що надходить через тріщини, перезволожує основу і земляне полотно, з'являються нові тріщини в покритті, виникають просідання в місцях перезволоженення ґрунту, прискорюється утворення колії.

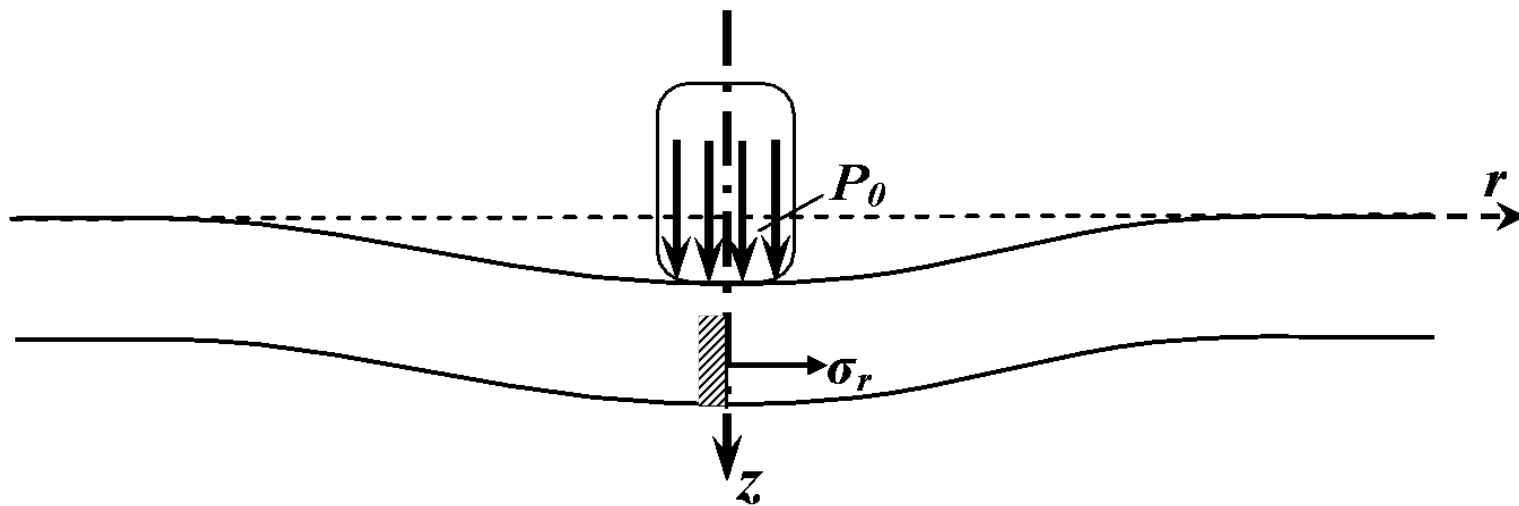


Рис. 1

Такий характер розтягуючих напружень в конструкції дорожнього одягу на поверхні та підшві монолітного шару має місце для багатьох конструкцій дорожнього одягу з послідовним зменшенням модулів пружності по глибині в розрахунковий (весняний) період, коли ґрунт земляного полотна перезволожений і в нижній частині покриття виникають розтягуючі напруження.

Існує чотири основні гіпотези граничного стану матеріалів в класичній теорії пружності дві перші з яких можна застосовувати при розрахунках дорожнього одягу. Перша теорія ґрунтується на такій гіпотезі: граничний опір матеріалу буде тоді, коли найбільше нормальне напруження σ досягне граничного (небезпечного значення) σ_{gr}^{max} . Тобто для забезпечення міцності матеріалу повинна виконуватися умова

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{gr} \quad (1)$$

В даний час монолітні шари розраховують на тріщиностійкість від дії транспорту саме згідно першої теорії міцності у відповідності із діючим нормативно-технічним документом ВБН В.2.3-218-186-2004. Дорожній одяг нежорсткого типу. Згідно даного нормативного методу вимагається щоб в монолітних шарах дорожнього одягу виникаючі при прогині напруження від дії повторних короточасних навантажень не викликали порушення структури матеріалу і не утворювались тріщини, тобто повинна забезпечуватись умова

$$K_{мц} \leq \frac{R_{32}}{\sigma} \quad (2)$$

де $K_{мц}$ – коефіцієнт міцності з врахуванням заданого рівня надійності;

R_{32} – гранично допустимі розтягуючі напруження матеріалу шару з врахуванням втоми.

R_{32} визначається за формулою:

$$R_p = R_{\text{лаб}} k_m k_{\text{кп}} k_T \quad (3)$$

$R_{\text{лаб}}$ – лабораторне значення границі міцності на розтяг при згині за одноразового прикладання навантаження (встановлюється експериментально або приймається за довідковими даними);

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

k_T – коефіцієнт, що враховує зниження міцності матеріалу в конструкції в результаті температуро-усадкових впливів;

$k_{\text{кп}}$ – коефіцієнт, що враховує короткочасність та повторність навантажень на дорозі.

$k_{кп}$ визначається за формулою:

$$k_{кп} = k_{пр} \cdot \sum N^{-\left(\frac{1}{m}\right)} \quad (4)$$

$k_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує вплив повторних навантажень у нерозрахунковий період;

m – показник втоми (встановлюється експериментально або приймається за довідковими даними);

$\sum N$ – сумарна інтенсивність руху.

σ_r – найбільша розтягуюче напруження в шарі, що встановлюється розрахунком, визначається за формулою:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r p K_\delta \quad (5)$$

де p – розрахунковий тиск на покриття, МПа;

K_δ – коефіцієнт, що враховує особливості напруженого стану покриття під колесом автомобіля зі спареними балонами.

Друга теорія міцності ґрунтується на такій гіпотезі: граничний опір матеріалу буде тоді, коли найбільша лінійна відносна деформація ε_{\max} досягне граничного (небезпечного значення) ε_{gr} . Тобто для забезпечення міцності матеріалу повинна виконуватися умова

$$\varepsilon_{\max} \leq \varepsilon_{gr} \quad (6)$$

При невиконанні умов (1, 2, 6) виникне і буде просуватися вгору тріщина. Напруження або відносну деформацію в лівій частині виразів (1, 6) обчислюють виходячи з механіко-математичної моделі (напруження, за рішенням теорії пружності).

Граничні значення в правій частині призначають виходячи з результатів випробування зразків на згин в залежності від температури і числа повторних навантажень.

Наприклад, у СНД критеріям граничного стану для асфальтобетону вважають і приймають у формулі (1) $\sigma_r=1,5$ для пористого і $\sigma_r=2,5$ МПа для щільного асфальтобетонів (при 0°C і $N_p=1000$ авт/добу). В Англії і США критеріями граничного стану вважають ε_r і приймають у формулі (2) $\varepsilon_r=1,3 \times 10^{-4}$ (при 10°C і $N_\Sigma=10^6$ за термін служби) для такого ж асфальтобетону.

3 Розрахунок за несучою здатністю шарів із незв'язних матеріалів

Для елементів дорожнього одягу незв'язного матеріалу (додаткова основа з гравійної суміші або піску), а також для ґрунту земляного полотна руйнуванням вважають незворотний зсув. Тому шар із піску і земляне полотно розраховують на стійкість проти зсуву. Критерієм граничного стану вважають напруження зсуву по найбільш небезпечній площині:

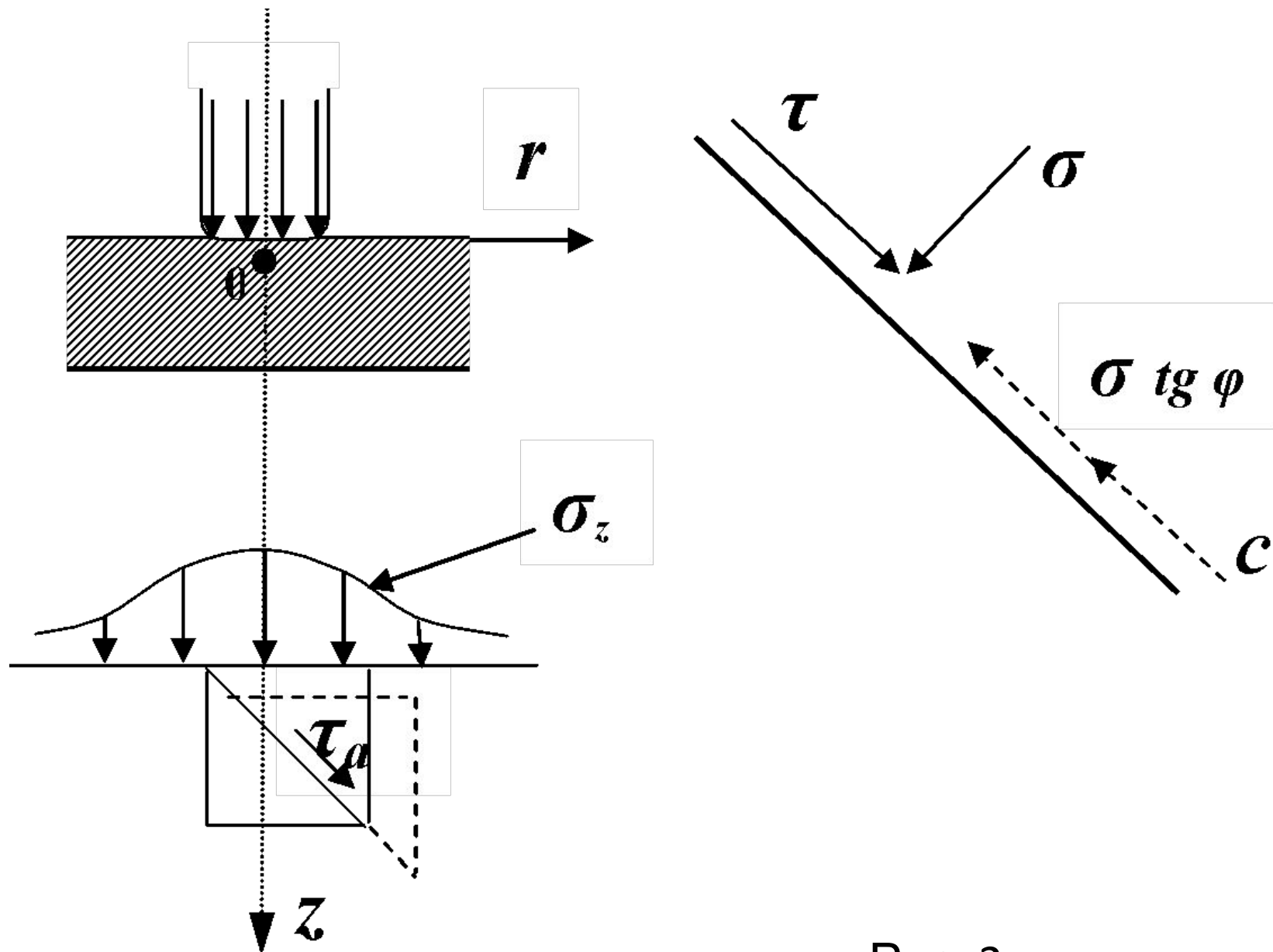


Рис. 2

$$\tau_a \leq \bar{\tau}_a \quad (7)$$

$$\tau_a = c - \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (8)$$

$$\bar{\tau}_a \approx C \quad (9)$$

Значення τ_a і σ обчислюють виходячи з механіко-математичної задачі, а τ_a за результатами випробування зразків на зсув. При невиконанні умови (7) після кожного проїзду відбувається необоротний зсув ґрунту і на рівні поверхні земляного полотна утворюються залишкові переміщення (просадки).

У деяких європейських країнах (Німеччина, Франція, Данія) віддають перевагу більш простішому критерію

$$\sigma_z \leq \bar{\sigma}_z \quad (10)$$

Вертикальне нормальне напруження на поверхні шару з незв'язного матеріалу або ґрунту земляного полотна не повинне перевищувати допустимого. Напруження у лівій частині розраховують на основі механіко-математичної моделі. Допустиме напруження в правій частині призначають в залежності від виду ґрунту і числа розрахункових прикладань навантаження. Наприклад, наближено, за формулою Керковена – Дормана

$$\sigma_z = \frac{0.007 \cdot E}{1 + 0.7 \cdot \lg N}$$

(11)

**де: E - модуль пружності ґрунту,
 N - число проїздів за строк служби.**

У США та інших країнах критерієм вважають вертикальну відносну деформацію стиску на поверхні шару або земляного полотна

$$\varepsilon_z \leq \bar{\varepsilon}_z \quad (12)$$

Допустимі значення $\bar{\varepsilon}_z$ призначаються в залежності від числа проїздів. Наприклад по формулі методу «Шелл» . При $N = 10^6$,

$$\bar{\varepsilon}_z = 0,028 \cdot N^{-0,25}$$

$$\bar{\varepsilon}_z = 8,8 \times 10^{-4}$$