

ЛЕКЦІЯ №6

**з дисципліни “Механіка дорожнього одягу і
земляного полотна”**

**Частина I «Механіка дорожнього одягу»
для спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»
за спеціалізацією “Автомобільні дороги і
аеродроми”.**

Лектор:

професор, доктор технічних наук

Мозговий Володимир Васильович

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

Потоковий контроль

1. Що таке граничний стан? За якими групами граничних станів розраховують дорожній одяг та яка їх мета? За якими основними нормативами розраховують дорожній одяг?
2. Розрахунок за несучою здатності шарів із зв'язних матеріалів.
3. Розрахунок за несучою здатністю шарів із незв'язних матеріалів.
4. Розрахунок за недопустимими деформаціями, що затрудняють експлуатацію конструкції

Тема лекції № 6

**Розрахункові
навантаження.**

Штрафи і тарифи за проїзд

План лекції №6

- 1. Вплив величини навантаження на строк служби дорожнього одягу.**
- 2. Нормування осьового навантаження.**
- 3. Штрафи і тарифи за проїзд.**

В розвинутих країнах максимально допустиме і розрахункове навантаження національними автомобільними стандартами нормують гранично допустиме навантаження на вісь автомобіля, тиск у контакті колеса з покриттям і повну масу автомобіля або автопоїзда. Це необхідно для збереження автомобільних доріг і автодорожніх мостів. Тим самим автомобільну промисловість зобов'язують випускати для експлуатації на дорогах загальної мережі (крім кар'єрних доріг, доріг промислових підприємств і ін.) автомобілі з навантаженням не вищим граничного. Шляховики приймають максимально допустиме навантаження в якості розрахункового, тобто розраховують необхідну товщину дорожнього одягу саме від максимально допустимого навантаження.

В колишньому СРСР із 1959 р. осьові навантаження були регламентовані ГОСТ 9314-59.

Протягом останніх десятиліть у світі спостерігається стрімке зростання інтенсивності дорожнього руху та навантаження на вісь транспортних засобів: із 6-10 до 11,5-13 т для одиночних осей, із 14-16 до 18-22 т для здвоєних осей та з 20-22 до 26-30 т – для строєних. Крім цього, загальна маса транспортних засобів часто перевищує 40-60 т.

Вантажні автомобілі (3 осі)



Вантажні автомобілі (4 осі)








Вантажні автомобілі (5 осей)






Вантажний автомобіль (6 осей)



Нормативи навантаження в країнах ЄС

Вагові параметри транспортного засобу	Умовна схема автомобіля
Навантаження на вісь, т:	
- ведучу 11,5	
- підтримуючу (неведучу) 10	
- здвоєну 16-19	
- строєну 21-24	
Повна маса автомобіля, т:	
- двовісного 18	 6,5 т 11,5 т
- тривісного 25	 7 т 18 т
- тривісного (пневмопідвіска задніх коліс) 26	 7 т 19 т
- чотиривісного 32	 7 т 7 т 18 т
- чотиривісного (пневмопідвіска задніх коліс) 32	 7 т 7 т 18 т

Продовження таблиці

Повна маса причепа, т:	
- двовісного	18
- тривісного	24
Повна маса автопоїзда, т:	
- тривісного	28
	 6,5 т 11,5 т 10 т
- чотиривісного	36
	 6,5 т 11,5 т 18 т 6 т 11 т 19 т
- чотиривісного (пневмопідвіска задніх коліс)	38
	 6,5 т 11,5 т 20 т
- п'ятивісного	40
- шестиосного	40
Повна маса сидельного автопоїзда для перевезення 40- і 45-футових (12,2 м і 13,73 м) контейнерів	44

МАЗ-500

КрАЗ-257 Б1

50 кН

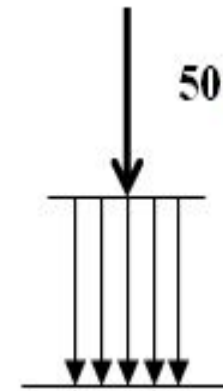
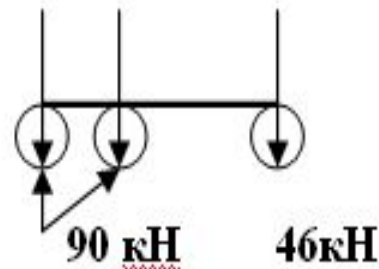
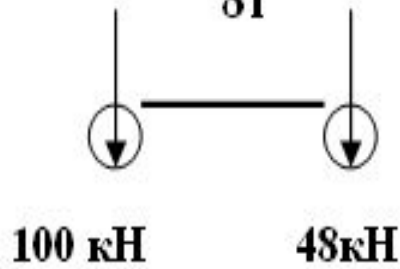
Катег.
дороги

гр. А

8Т

12Т

I-III



ПК

ЗИЛ-130

КаМАЗ-5320

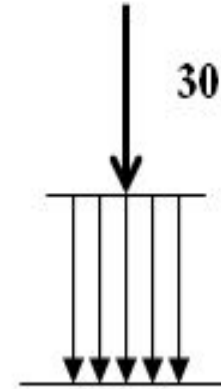
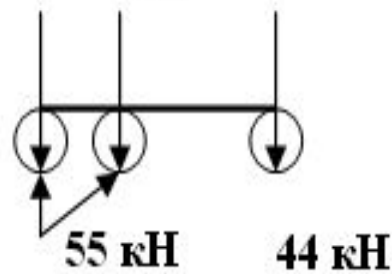
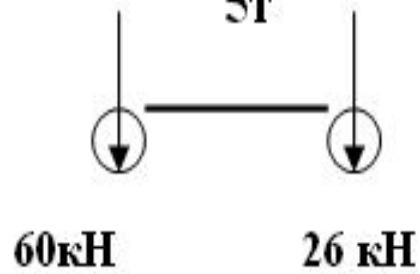
30 кН

IV-V

гр. Б

5Т

8Т



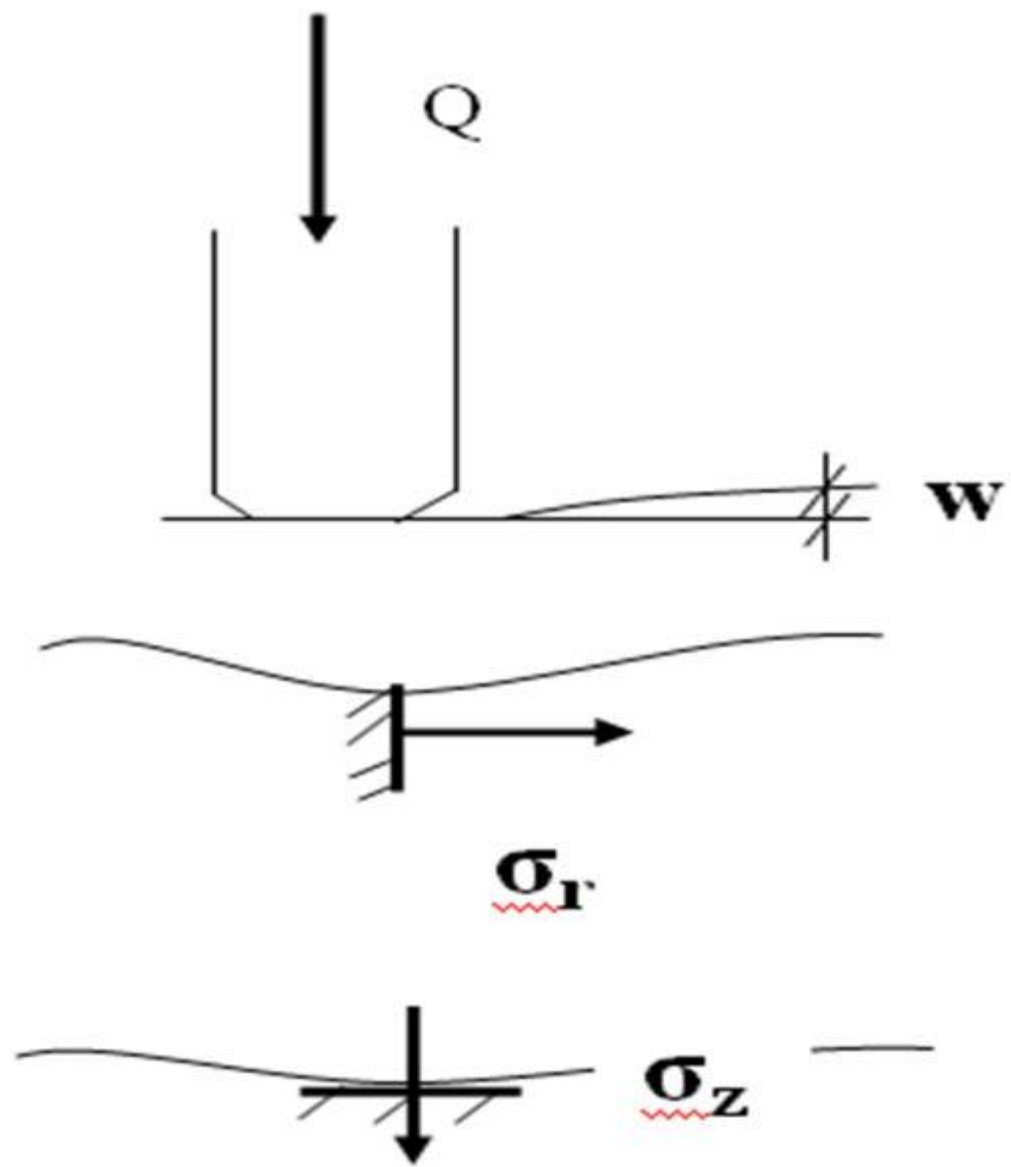
Тим самим була створена можливість забезпечити відповідність товщини дорожніх одягів навантаженням від автотранспортних засобів. Скасування цього ДЕРЖСТАНДАРТУ (ГОСТу) у 1979 році призвело до збільшення появи на автомобільних дорогах понаднормативних великовантажних транспортних засобів як вітчизняних так і зарубіжних власників.

1 Вплив величини навантаження на строк служби дорожнього одягу

Розрахунки та випробування дорожніх одягів показали, що напруження

$$\sigma_r, \varepsilon_r, w, \sigma_z \sim C Q^\alpha \quad (1)$$

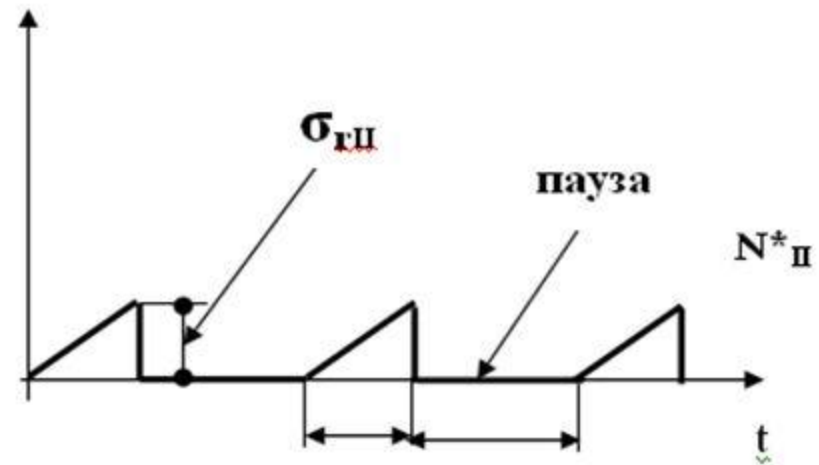
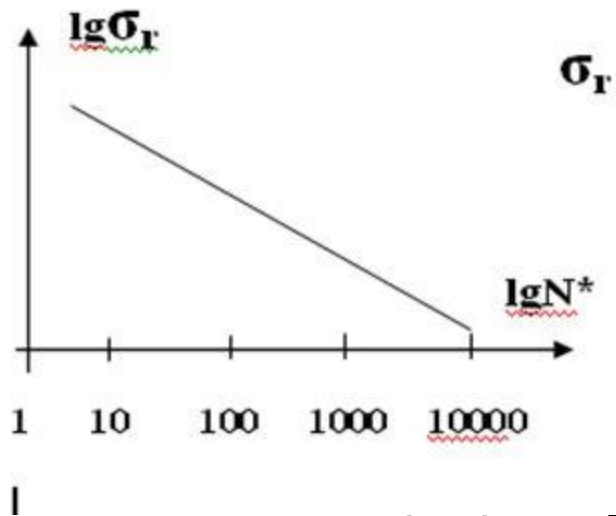
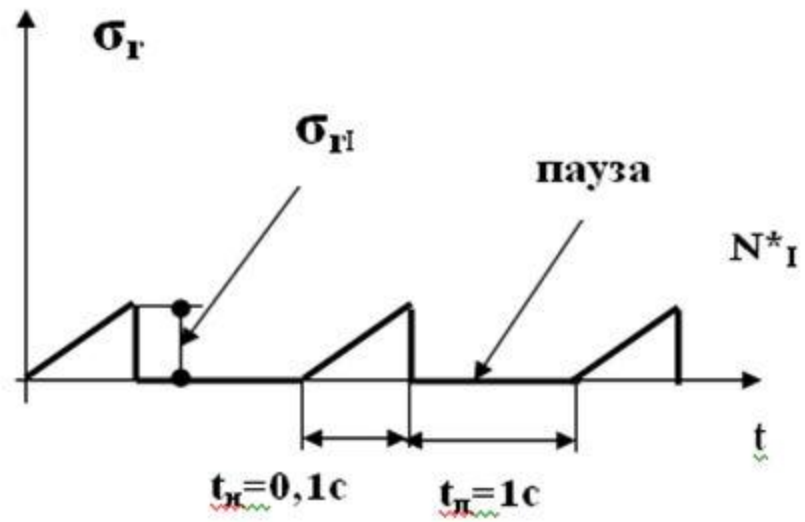
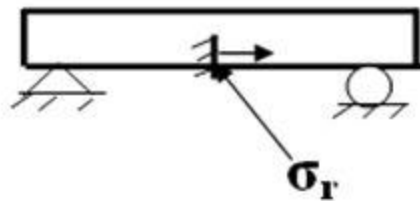
σ_r, ε_r - горизонтальне нормальне напруження і відносна деформація від розтягів при згині, w - прогин поверхні покриття, σ_z - максимальна вертикальна напруга стиску (стискуюча напруга) в земляному полотні, Q - вертикальне нормальне навантаження, яке передається колесом на



C - залежить від товщини шарів та їх механічних характеристик, а також від того, яка з характеристик НДС розглядається (σ_r , ε_r , w , σ_z).

Показник ступеня $0,5 < \alpha < 1$, причому для σ_z , у ґрунті і w у покритті $\alpha = 1$.

Оцінимо вплив навантаження Q на строк служби покриття. Залежність згинаючої напруги σ залежить від кількості циклів повторних напружень N^* до руйнування матеріалу. Тоді будемо мати зв'язок $N^*(Q) = N^*(\sigma_r(Q))$. Зв'язок $N^*(\sigma)$ встановлюють випробуванням зразків ДБМ на втому.



$$N^* \approx (\sigma_{rI} / \sigma_r)^a \quad (2)$$

σ_{r1} – напруження, яке зразок витримує тільки один раз (міцність при згині);

σ_r – те напруження, при якому проводиться випробування;

a – 5,0 - 6,2 для асфальтобетонів на в'язких бітумах. Наприклад, в одному із дослідів (Шелл) при $+10^{\circ}\text{C}$ і частоті навантажень 1000 Гц для щільного гарячого асфальтобетону було отримано $\sigma_{r1}=9,6$ МПа і при $\sigma_r=1,05$ МПа зразок витримав $N^*=64000$, тоді:

$$a = \lg^* / \lg(\sigma_{r1} / \sigma_r) = \lg 64000 / \lg(9,6 / 1,05) = 5.$$

Таким чином, якщо є однакові зразки, один із яких випробовують при напруженні σ_I , а другий при напруженні σ_{II} , та середню кількість прикладання повторних навантажень до руйнування можна виразити степеневою залежністю:

$$N_I/N_{II} = (\sigma_I/\sigma_{rI})^a / (\sigma_I/\sigma_{rII})^a = (\sigma_{rII}/\sigma_{rI})^a \quad (3)$$

Розглядаючи тепер замість зразка матеріалу шар дорожнього одягу, скористаємося зв'язком напруження з навантаженням (1). Підставивши в (3), одержимо, що якщо при навантаженні Q_I у шарі виникає напруження σ_I , а при навантаженні Q_{II} - напруження σ_{II} , то між кількістю прикладання (проїздів) цих навантажень до руйнування маємо залежність:

$$N_I/N_{II} = (\sigma_{rII}/\sigma_r)^a = (cQ\alpha_{II}/cQ\alpha_I)^a = (Q_{II}/Q_I)^b \quad (4)$$

де: $b = \alpha * a$.

В середньому для гарячого асфальтобетону $a = 5,5$. Якщо в середньому прийняти $\alpha = 0,8$, то $b = 4,4$ ми одержимо вираз для коефіцієнта приведення:

$$S_i = (Q_i / Q_p)^{4,4} \quad (5)$$

$$S_i = N^*p / N^*i \quad (6)$$

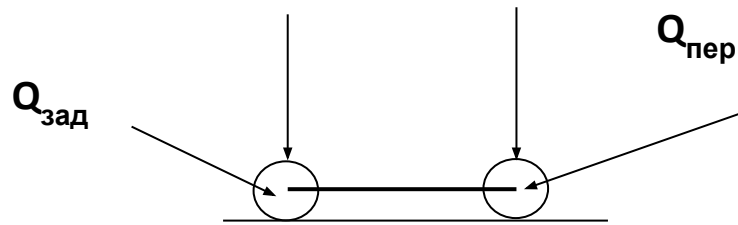
Відношення числа проїздів до руйнування під дією навантаження, прийнятого за розрахункове, до числа проїздів до руйнування під дією довільного навантаження називають коефіцієнтом для приведення до розрахункового навантаження:

де: N^*p - число проїздів до руйнування під дією розрахункового навантаження Q_p , N^*i - те ж під дією довільного навантаження Q_i . Коефіцієнт S_i у даний час обчислюють по формулі (5) з урахуванням (6)

Фактичний “строкатий” транспортний потік із різноманітними колісними навантаженнями замінюють рівноцінним йому по руйнуючій дії числом прикладень розрахункових навантажень

$$N_p = S_i * N_i \quad (7)$$

Наприклад для двохвісного автомобіля



$S_{\text{сум}}$

$$N_p = S_{\text{пер}} N + S_{\text{зад}} N = N(S_{\text{пер}} + S_{\text{зад}})$$

$$S_{\text{сум}} = (Q_{\text{пер}}/Q_p)^b + (Q_{\text{зад}}/Q_p)^b$$

2 Нормування осьового навантаження

Нехай N_i - число проїздів за одиницю часу осей із навантаженням на колесо Q_i ($i=1,2,3,4,\dots,q$), а N_p - рівноцінне по руйнуючій дії на дорожній одяг число проїздів осей із навантаженням, прийнятим за розрахункове при визначенні необхідної товщини шарів дорожнього одягу.

Позначимо N^*p - сумарне число проїздів розрахункових навантажень Q_p до руйнування. Тоді строк служби:

$$T = N^*p / N_p \quad (8)$$

і з урахуванням (7), (5)

$$T = N^*p / (Q_i / Q_p)^b N_i \quad (9)$$

Таким чином, строк служби дорожніх одягів з асфальтобетонними покриттями ($b=4,4$) приблизно обернено пропорційний четвертому ступеню величини осьових навантажень.

Наприклад, якщо всі осьові навантаження Q_i збільшити на 15%, тобто в 1,15 разів, то термін служби між капітальними ремонтами зменшується в $(1,15)^{4,4} = 1,85$ разів, тобто витрати на ремонт зростають майже вдвічі.

Для збереження попереднього міжремонтного строку потрібно збільшити товщину дорожнього одягу, тобто підсилити існуючі дорожні одяги. Оцінимо необхідне підсилення. Прийmemo наближено, що напруження в будь-якій точці дорожнього одягу прямо пропорційне навантаженню від колеса на покриття і обернено пропорційне глибині цієї точки, тобто товщині розташованих над нею шарів. Тоді $\sigma = kQ/H^2$, де k - деякий коефіцієнт пропорційності. Щоб із збільшенням навантаження в n разів напруження не змінилося, товщину потрібно збільшити в $n^{0,5}$ разів, тобто необхідні товщини і навантаження знаходяться в співвідношенні:

$$H_{\text{тр}i}/H_{\text{тр}j} \approx (Q_i/Q_j)^\beta$$

де $\beta = 0,5$. Більш точний аналіз показує, що $\beta = 0,6 - 0,8$, причому менше значення відноситься до більш

Наприклад, при $Q_i/Q_j=1,15$, $N_{\text{трі}}/N_{\text{трj}}=1,150,5=1,072$, тобто товщина дорожнього одягу для забезпечення старого міжремонтного строку повинна із збільшенням навантажень на 15% зрости на 7,2%.

Наприклад, існуючі дорожні одяги товщиною 70 см. повинні бути доведені до товщини 75 см. - підсилені одним шаром асфальтобетону товщиною 5 см.

До 1988 р. у Німеччині (ФРН) максимальне осьове навантаження складало 100 кН на вісь. З 1988 р. у країнах ЄЕС встановлене допустиме навантаження 115 кН на вісь. За оцінками спеціалістів це потребує збільшення товщини дорожніх одягів, що проектуються, з асфальтобетонним покриттям на 4 см із

У більшості країн світу максимальні осьові навантаження регламентовані національними автомобільними стандартами і дорожнім законодавством виходячи зі ступеню капітальності дорожніх одягів існуючої мережі і необхідності запобігти надмірним витратам на їх підсилення або ремонт.

Автомобілебудівники намагаються підвищувати вантажопідйомність шляхом збільшення осьового навантаження або збільшенням числа осей. Так, у США до 1941 р. 72,6 кН/вісь, під час війни

Але на ці навантаження для цілорічного проїзду розраховані тільки дороги високої категорії, кількість яких складає приблизно 2 % від загального обсягу мережі. Навесні при чутливих до вологості пілуватоглинистих ґрунтах земляного полотна допустиме навантаження зменшують на 40 - 50%.

3 Штрафи і тарифи за проїзд

В Німеччині контрольні зважування показали, що приблизно 50% автомобілів передають на покриття осьове навантаження більше допустимого. При збиранні цукрового буряка в Україні маса вантажу перевищує вантажопідйомність автомобіля на 25 - 30%, тобто осьове навантаження на 15 - 20%.

В Німеччині власника автомобіля штрафують відповідно до формули:

$$\Delta = 250DM[(Q/Q_p)^{4,4} - 1],$$

а водія:

$$\Delta = 250DM[(Q/Q_p)^{4,4} - 1,05].$$

Наприклад при $Q/Q_p = 1,20$: - штраф для власника $250DM$

($L = 500\text{км}$) – штраф водія $200DM$.