

## УРОКИ 13-14 Б-1(30.09.2021) Будівельна механіка

### ТЕМА : РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ

Одна із основних задач опору матеріалів полягає в забезпеченні надійних розмірів поперечних перерізів елементів конструкцій, що знаходиться під дією заданого навантаження. Такі розміри визначаються в першу чергу із розрахунку на міцність, а інколи і на жорсткість. Іноді треба визначити величину допустимих навантажень при заданих розмірах поперечних перерізів.

Небезпека руйнування залежить не тільки від внутрішніх сил, що виникають в поперечних перерізах елементів конструкцій (які є інтегральними характеристиками), але й від значень нормальніх і дотичних напружень та їх комбінацій, що виникають в небезпечних точках перерізів. Очевидно, що як завгодно великих напружень матеріал витримати не в змозі. Тому для забезпечення міцності найбільші напруження або їх певні комбінації слід обмежити деякими допустимими значеннями, що називають допустимими напруженнями. Величина допустимих напружень буде в значній мірі залежати від механічних характеристик матеріалу, в першу чергу від таких, як границя текучості матеріалу  $\sigma_m$ , або границя міцності  $\sigma_{mp}$ .

При розтягу чи стиску в поперечних перерізах виникають тільки нормальні напруження  $\sigma$ , та умова міцності має вигляд

$$\sigma_{max} \leq [\sigma] \quad (2.15)$$

де  $\sigma_{max} = \max \left| \frac{N}{A} \right|$  - найбільше напруження в найбільш небезпечному перерізі стержня ;

$[\sigma]$  - допустиме напруження.

Допустиме напруження визначається із співвідношення

$$[\sigma] = \begin{cases} \frac{\sigma_m}{k_m} & \text{для пластичних матеріалів;} \\ \frac{\sigma_{mp}}{k_{mp}} & \text{для крихких матеріалів;} \end{cases}$$

де:  $\sigma_m$ ,  $\sigma_{mp}$  - границя текучості і границя міцності матеріалу;  $k_m$ ,  $k_{mp}$  - коєфіцієнти запасу відносно відповідно границі текучості чи границі міцності.

Величини коєфіцієнтів запасу задаються. Вони залежать від цілої низки обставин, які треба враховувати. Чим краще відомі властивості матеріалу, його механічні характеристики, чим точніше відповідають умови роботи конструкції вибраній розрахунковій схемі, чим точніші методи розрахунку, тим меншим може бути коєфіцієнт запасу.

Для пластичних матеріалів звичайно береться  $k_m = 1.2 \div 2.5$ . Для крихких матеріалів  $k_{mp} = 2.5 \div 9$ , в залежності від різних факторів.

Умову міцності (2.15) можна записати у вигляді

$$\max \left| \frac{N}{A} \right| \leq [\sigma] \quad (2.16)$$

Якщо площа поперечного перерізу  $A$  стержня є постійною, то умова набирає вигляд

$$\frac{N_{max}}{A} \leq [\sigma] \quad (2.17)$$

Умова міцності (2.16) або (2.17) служать для розв'язування трьох основних типів задач розрахунку на міцність:

1. При відомому навантаженні (відоме  $N$ ) і для заданого матеріалу (відоме  $[\sigma]$ ) підібрати розміри поперечних перерізів:

$$A \geq \frac{N_{max}}{[\sigma]} \quad (2.18)$$

- При відомих розмірах поперечних перерізів (відомі  $A$ ) і для заданого матеріалу (відоме  $[\sigma]$ ) підібрати допустиму повздовжню силу  $[N]_{\text{don}} = A \cdot [\sigma]$ , а, отже, і допустиме навантаження на стержень;
- При відомих розмірах поперечних перерізів  $A$ , для матеріалу з заданим  $[\sigma]$  і відомому навантаженню перевірити міцність стержнів.

$$\sigma_{\max} = \max \left| \frac{N}{A} \right| \leq [\sigma] \quad (2.19)$$

Зауважимо, що у звичайних інженерних розрахунках дозволяється перевищення  $[\sigma]$ , але не більше ніж на 5%.

**Приклад 2.3:** Для показаного на рис. 2.11 ступінчастого стержня підібрати необхідні площини поперечних перерізів його окремих ділянок, якщо  $[\sigma] = 4 \text{ кН} / \text{см}^2$ .

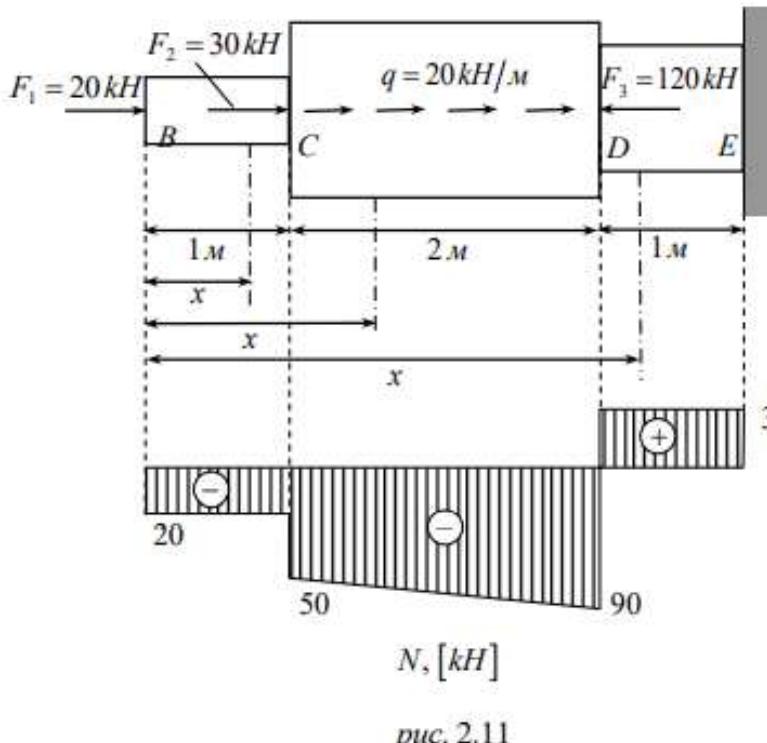


рис. 2.11

Значення повздовжніх сил на ділянках стержня:

Ділянка  $BC$ :  $N = -F_1 = -20 \text{ кН}$ ;

Ділянка  $CD$ : ( $1 \text{ м} \leq x \leq 3 \text{ м}$ ):

$$N(x) = -F_1 - F_2 - g \cdot (x - 1) = -50 - 20 \cdot (x - 1);$$

$$N(1) = -50 \text{ кН};$$

$$N(3) = -90 \text{ кН};$$

Ділянка  $DE$  ( $3 \text{ м} \leq x \leq 4 \text{ м}$ ):

$$N = -F_1 - F_2 - g \cdot 2 + F_3 = 30 \text{ кН}.$$

За цими даними побудована епюра  $N$ . Необхідні площини поперечних перерізів окремих ділянок стержня знаходяться із умо-

ви міцності (2.18):

$$A_{BC} \geq \frac{N_{\max}^{BC}}{[\sigma]}; \quad A_{BC} \geq \frac{20 \text{ кН}}{4 \text{ кН} / \text{см}^2}; \quad A_{BC} \geq 5 \text{ см}^2;$$

$$A_{CD} \geq \frac{N_{\max}^{CD}}{[\sigma]}; \quad A_{CD} \geq \frac{90 \text{ кН}}{4 \text{ кН} / \text{см}^2}; \quad A_{CD} \geq 22.5 \text{ см}^2;$$

$$A_{DE} \geq \frac{N_{\max}^{DE}}{[\sigma]}; \quad A_{DE} \geq \frac{30 \text{ кН}}{4 \text{ кН} / \text{см}^2}; \quad A_{DE} \geq 7.5 \text{ см}^2.$$

## **Розрахунок на міцність статично визначених стержневих систем**

Як елементи конструкцій , що працюють при розтягу або стиску, дуже часто зустрічаються не окремі стержні, а стержні, що з'єднані між собою в системи за допомогою шарнірних з'єднань. Такі системи називаються стержневими системами. В залежності від кількості стержнів в системі, способу їх з'єднання, системи можуть бути статично визначені або статично невизначені. Якщо система така, що невідомі повздовжні сили в стержнях можна визначити, використавши лише рівняння статики, то вона є статично визначна. Для визначення невідомих повздовжніх сил в стержнях такої системи використовують метод перерізів. Розрахунок на міцність здійснюють, використавши умову міцності (2.17).

Зазначимо, що в залежності від конструкції системи і кількості стержнів, для визначення зусиль  $N$  в усіх стержнях системи потрібно здійснювати один або більше перерізів.