

Лекція 7. Розрахунок елементів, що згинаються за похилим перерізом. Тріщиноутворення

П л а н

- 7.1. Задача №1: визначення площі поперечних стержнів “ A_{sw} ”.
- 7.2. Задача №2: визначення кроку поперечних стержнів “ S ”.
- 7.3. Задача №3: визначення площі відігнутих стержнів “ $A_{s.ins}, n_{s.ins}$ ”
- 7.4. Епюра матеріалів залізобетонних конструкцій.

В практиці проектування залізобетонних елементів за похилими перерізами зустрічаються три типи задач.

- 7.1. Задача №1: визначення площі поперечних стержнів “ A_{sw} ”.

План розрахунків. При відомих вихідних даних: Q_d^{\max} (на опорі), $b, h, R_e, R_{ef}, R_{sw}$, визначити A_{sw} -?

Розрахунки ведуть у такому порядку:

1. Проводять першу перевірку – на правильність заданих розмірів:

$$Q_d \leq 0,3R_e b h_0 \varphi_{w1} \varphi_{e1}.$$

Якщо умова виконується, розміри елемента нас задовольняють.

2. Проводимо другу перевірку – на необхідність розрахунку за поперечними перерізами:

$$Q_d \leq \frac{\varphi_{e3} (1 + \varphi_n) R_{ef} b h_0^2}{C}.$$

Якщо перевірка не виконується, то необхідно вести розрахунок за перерізуючою силою.

3. Припустимо, що $Q_d = Q_{we}$, тоді можна записати:

$$Q_d = 2\sqrt{\varphi_{e2} R_{ef} b h_0^2} q_{sw},$$

звідси:

$$q_{sw} = \frac{Q_d^2}{4\varphi_{e2} R_{ef} b h_0^2}.$$

4. Визначаємо крок поперечної арматури:

а) $S = 500 \text{ мм}$;

б) $S \rightarrow h$

на приопорних ділянках, при $h < 450 \text{ мм}$ $S = \frac{h}{2}$, але не більше, ніж 150 мм ,

при $h > 450 \text{ мм}$ $S = \frac{h}{3}$, але не більше, ніж 150 мм ,

в середній частині при $h > 300\text{мм}$ $S = \frac{3}{4}h$, але не більше, ніж 500мм .

$$в) S_{\max} = \frac{0,75\varphi_{e2}R_{ef}bh_0^2}{Q}$$

З трьох значень S візьмемо для подальшого розрахунку S_{\min} .

5. З розрахунку та конструювання елемента за нормальними перерізами (по M) визначаємо n_w .

6. Визначаємо площу поперечних стрижнів за формулою:

$$A_{sw} = \frac{q_{sw}S_{\min}}{R_{sw}n_w}$$

7. За таблицями по A_{sw} визначаємо діаметр поперечної арматури.

7.2. Задача №2: визначення кроку поперечних стержнів “ S ”.

План розрахунків. За відомими вихідними даними: Q_d (на опорі), b, h, R_e, R_{ef} , визначити S -?

1. Проводять першу перевірку – на правильність заданих розмірів:

$$Q_d \leq 0,3R_ebh_0\varphi_{w1}\varphi_{e1}$$

2. Проводять другу перевірку – на необхідність розрахунку за поперечними перерізами:

$$Q_d \leq \frac{\varphi_{e3}(1 + \varphi_n)R_{ef}bh_0^2}{C}$$

3. Задаємо діаметр поперечної арматури d_w з умови, що $d_w \geq 0,25d$, і за таблицями визначаємо A_{sw} , де d - діаметр поздовжньої арматури елемента, визначений при розрахунках по M .

4. Визначаємо кількість поперечних стержнів у одній площині перерізу n_w за розрахунками по M .

5. Визначаємо q_{sw} за умовою, що $Q_d = Q_{we}$,

$$q_{sw} = \frac{Q_d^2}{4R_{ef}bh_0^2\varphi_{e2}}$$

6. Визначаємо крок поперечної арматури

$$S = \frac{R_{sw}A_{sw}n_w}{q_{sw}}$$

$$S_{\max} = \frac{0,75\varphi_{e2}R_{ef}bh_0^2}{Q}$$

$$S \rightarrow h$$

та приймаємо мінімальну величину S_{\min} із всіх значень S .

7.3. Задача №3: визначення площі відігнутих стержнів “ $A_{s.ins}$, $n_{s.ins}$ ”

План розрахунків. За відомими вихідними даними: Q_d (на опорі), b , h , R_e , R_{ef} , визначити $A_{s.ins}$ -?

1. Робимо дві перевірки – на правильність заданих розмірів та необхідність розрахунку за похилими перерізами.

2. Задаємо діаметр поперечної арматури d_w з умови $d_w \geq 0,25d$ та визначаємо A_{sw} за таблицями.

3. Визначаємо кількість поперечних стержнів у одній площині перерізу n_w .

4. Визначаємо крок поперечної арматури S :

$$S_{\max} = \frac{0,75\varphi_{e2} R_{ef} b h_0^2}{Q},$$
$$S \rightarrow h$$

та приймаємо мінімальну величину з цих значень.

5. Визначаємо q_{sw}

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} A_{sw} n_w}{S_{\min}}.$$

6. Визначаємо Q_{we}

$$Q_{we} = 2\sqrt{\varphi_{e3} R_{ef} b h_0^2 q_{sw}}.$$

7. Порівнюємо задану перерізуючу силу з силою, яка сприймається бетоном та поперечними стержнями, якщо $Q_d < Q_{we}$, то на цьому розрахунок закінчуємо, якщо $Q_d > Q_{we}$, необхідне використання відігнутої арматури.

8. Призначаємо діаметр відігнутої арматури у залежності від діаметра поздовжньої арматури $d_{s.inc} = d$.

9. Визначаємо кількість відігнутої арматури $n_{s.inc}$

$$n_{s.inc} = \frac{Q_d - Q_{we}}{R_{sw} A_{sinc} \sin \theta}.$$

На цьому розрахунок закінчується.

7.4. Епюра матеріалів залізобетонних конструкцій

Епюра матеріалів залізобетонних конструкцій будується на епюрі фактично сприйнятих моментів, та характеризує економічні витрати сталі при армуванні елементів. Від епюри матеріалів повністю залежить конструювання залізобетонних елементів. Епюру матеріалів рекомендується виконувати у такій послідовності (рис.21).

1. За прийнятим перерізом арматури визначають фактичний додатний чи

від'ємний максимальний момент, який може сприймати елемент:

$$M_{\text{факт}} = A_s^{\text{факт}} R_s \left(h_0 - \frac{X}{2} \right)$$

або

$$M_{\text{факт}} = A_s^{\text{факт}} R_s h_0 \eta.$$

2. Визначають одиничні згинальні моменти, які сприймаються одним поздовжнім стержнем. Коли поздовжні стержні у перерізі елемента мають різний діаметр, одиничні моменти визначають для кожного діаметра окремо:

$$M_{oq} = A_s^{oq} R_s \left(h_0 - \frac{X}{2} \right),$$

де A_s^{oq} - площа одного стержня.

Якщо всі стержні мають однаковий діаметр та розташовані не більше, ніж у два ряди по висоті, то виникає можливість спростити ці розрахунки:

$$A_s^{oq} = \frac{A_s^{\text{факт}}}{n} \quad \text{та} \quad M_{oq} = \frac{M^{\text{факт}}}{n},$$

де n - кількість робочих розтягнутих стержнів по перерізу.

3. Одержані значення одиничних моментів слід відкласти у масштабі на

епюрі моментів (рис.21). Згідно з конструктивними вимогами не менше 50% площі робочих стержнів нижньої (прогінної) арматури або не менше двох стержнів повинно бути доведено до опор. Точка перетину координатних моментів решти стержнів з кривою епюрою моментів визначає місце теоретичного обриву стержнів.

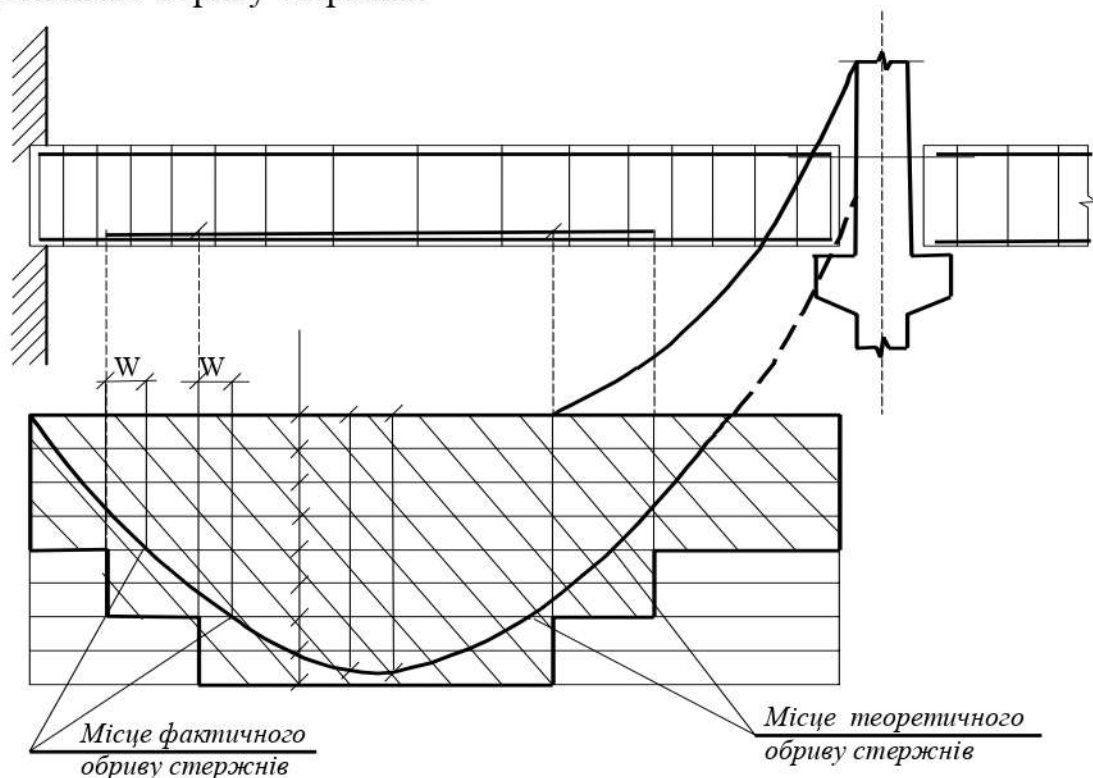


Рис. 21. Епюра матеріалів для нижньої (прогинної) поздовжньої робочої арматури.

Обірвані стержні повинні бути заведені за місця свого теоретичного обриву на деяку довжину ℓ_{sn} . Ненапружену арматуру періодичного профілю заводять на величину зони анкерування.

$$\ell_{sn} = \left[W_{sn} \frac{R_s}{R_e} + \Delta\lambda_{sn} \right] d,$$

але не менше $\ell_{sn} = \Delta\lambda_{sn} d$.

За конструктивними вимогами величина анкерування у всіх випадках повинна бути не меншою $\ell_{sn} = 20d$, де d - діаметр обірваного стержня.

W_{sn} та $\Delta\lambda_{sn}$ - коефіцієнти, які визначаються за таблицями у залежності від того, як працює елемент.

При виконанні графічних робіт і побудові епюри матеріалів слід викреслювати необхідну кількість (не менш трьох) поперечних перерізів залізобетонного елемента з вказівками номерів каркасів або окремих стержнів. Відстань між каркасами та окремими стержнями слід витримувати, згідно з конструктивними вимогами.

Далі за епюрою матеріалів необхідно конструювати каркаси та виносити їх або окремі стержні з усіма розмірами та перерізами окремо за епюрами додатних та від'ємних моментів.

Запитання для самоперевірки.

1. Що таке епюра матеріалів?
2. Як визначаються фактичні згинаючі моменти?
3. Що значить одиничні згинаючі моменти?
4. Як визначається теоретична точка обриву стержнів?
5. Як визначається фактична точка обриву стержнів?
6. Куди заводяться при побудові стержні та як вони встановлюються?