

### Тема 1.4.3 Розрахунок гірничого кріплення на міцність

У горизонтальних виробках найбільш часто проявляється вертикальний гірський тиск. Після проведення гірничої виробки над нею утворюється склепіння природної рівноваги (рис.1). На кріплення будуть тиснути породи, що залягають в межах цього склепіння, але з урахуванням кута нахилу виробки. Більш детально гірський тиск та його прояви в гірничих виробках будуть розглянуті в наступних лекціях (Тема 1.5).

⇒ Розрахунок арки на міцність виконується, починаючи з визначення припущеної висоти склепіння природної рівноваги за формулою:

$$b = \frac{l}{f}, \text{ м} \quad (1)$$

де  $l$  – ширина виробки в проходці, м;

$f$  – коефіцієнт міцності порід покрівлі по шкалі проф. М.М. Протодьяконова.

⇒ Інтенсивність навантаження на арку (рис.1) визначається за формулою:

$$q = b \cdot L \cdot \gamma, \text{ т/м} \quad (2)$$

де  $L$  – відстань між арками, м;

$\gamma$  – щільність порід покрівлі, т/м<sup>3</sup>.

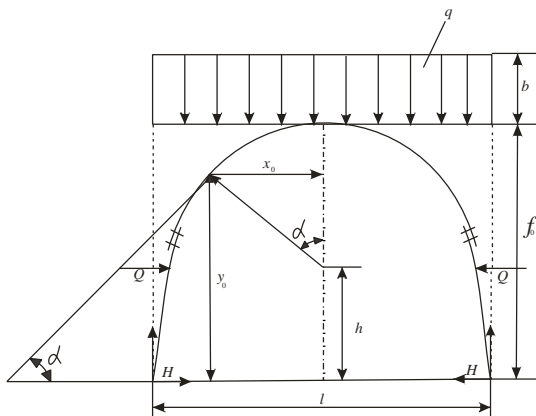


Рис. 1 - Схема до визначення інтенсивності навантаження на арку

⇒ Величина пружного опору бокових порід визначається за формулою:

$$Q_y = \kappa \frac{q}{100}, \text{ т} \quad (3)$$

де  $\kappa$  – коефіцієнт пружного опору, дорівнює шести-семикратній площі поперечного перерізу у світлу ( $\kappa = (6 \div 7) S_{\text{св}}$ ).

⇒ Горизонтальний розпір визначається за формулою:

$$H = \frac{q \cdot l^2}{8f_0} - \frac{Q_y \cdot r}{f_0}, \text{ т} \quad (4)$$

де  $r$  – радіус осьової дуги, м;

$f_0$  – висота виробки в проходці, м.

⇒ Реакція опор розраховується за формулою:

$$A = B = \frac{q \cdot l}{2}, \text{ Т} \quad (5)$$

⇒ Координати небезпечного перерізу визначаються за формулами:

абсциса: 
$$x_0 = \sqrt{r^2 - \frac{(H + Q_y)^2}{q^2}}, \text{ м} \quad (6)$$

ордината: 
$$y_0 = \sqrt{r^2 - x_0^2} + h, \text{ м} \quad (7)$$

де  $h$  – відстань від підшви виробки до центра радіуса осової дуги, визначають за формулою:

$$h = f_0 - r \quad (8)$$

⇒ Момент опору визначається за формулою:

$$W = \frac{M_{\max}}{[\sigma_n]}, \text{ см}^3 \quad (9)$$

де  $[\sigma_n]$  – допустиме напруження, для сталі марки Ст.5 приймається  $[\sigma_n] = 1600 \text{ кг/см}^2$ ;  $M_{\max}$  – максимальний згинальний момент при податливому кріпленні, визначається за формулою:

$$M_{\max} = A \cdot \left(\frac{l}{2} - x_0\right) - \frac{q}{2} \left(\frac{l}{2} - x_0\right)^2 - H \cdot y_0 - Q_y \cdot (y_0 - h), \text{ Т·м} \quad (10)$$

За визначеним моментом опору ( $W$ ) згідно таблиці 1 обирається спеціальний взаємозамінний профіль з відповідним моментом опору  $W_1$  ( $\text{см}^3$ ) та площею поперечного перерізу  $F_1$  ( $\text{см}^2$ ).

Таблиця 1 - Характеристика спецпрофілів

Показники	СВП-19	СВП-22	СВП-27	СВП-33
Вага 1 м спецпрофілю, кг	19,2	21,9	27,0	33,39
Висота профілю, мм	102,0	110,0	123,0	137,0
Момент опору, $\text{см}^3$	61,3	74,8	100,2	133,5
Площа перерізу профілю, $\text{м}^2$	24,44	27,91	34,37	42,53

⇒ Вибраний взаємозамінний профіль необхідно перевірити на загальне напруження в небезпечному перерізі за формулою:

$$\sigma_0 = \frac{M_{\max}}{W_1} + \frac{N_{x.o.}}{F_1}, \text{ кг/см}^2 \quad (11)$$

де  $W_1$  – момент опору,  $\text{см}^3$ ;

$F_1$  – площа перерізу профілю,  $\text{см}^2$ ;

$N_{x.o.}$  – сила осового стискання, кг.

⇒ Силу осового стискання розраховують за формулою:

$$N_{x.o.} = A \frac{x_0}{r} + q \left(\frac{l}{2} - x_0\right) \frac{x_0}{r} - H \frac{y_0 - h}{r} - Q_y \frac{y_0 - h}{r}, \text{ Т} \quad (12)$$

Якщо  $[\sigma_0] < [\sigma_n]$ , то для кріплення виробки прийняте кріплення з відповідного спецпрофілю СВП та з відстанню між арками  $L$  буде міцним.

Якщо  $[\sigma_0] > [\sigma_n]$ , то прийнята арка не буде міцною, необхідно зменшити відстань між арками, або вибрати більш важкий профіль.

### Питання для самоконтролю



1. Наведіть основні положення розрахунку металевих аркових податливих кріплень.
2. Назвіть допустиме напруження для сталі марки Ст.5.
3. Скажіть, що означає умова  $[\sigma_0] < [\sigma_n]$ ?

4. Скажіть, які міри необхідно прийняти, якщо загальне напруження в небезпечному перерізі  $[\sigma_0]$  в результаті розрахунку вийшло більше, ніж значення допустимого напруження  $[\sigma_n]$ ?