

Практична робота № 6

Тема: Визначення міцності рудних та штучних ціликів

Мета роботи: Надбання умінь розрахунку прогнозних даних з визначення раціональних параметрів камерних систем розробки із закладенням виробленого простору.

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням **наступних задач:**

1. Визначити параметри склепіння нестійкої рівноваги над покладом, що відпрацьовується [10, с. 160].
2. Визначити напружений стан масиву руди, порід і закладки.
3. Визначити гранично-припустимі напруги, що діють у ціликах.

Хід роботи:

1. Еквівалентна довжина склепіння нестійкої рівноваги:

$$L = m + (h_n + h_3) \cdot \left(\operatorname{ctg} \frac{90^\circ + j_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{90^\circ + j_2}{2} \right), \quad (6.1)$$

де m – потужність рудного покладу, м; приймається з ПР №2;

h_n – висота панелі, що відпрацьовується м; визначена у ПР № 3;

$h_3 = 0,8 \dots 1,2 h_n$ – висота цілика (панелі), м;

φ_1 і φ_2 – кути зрушення порід у висячому та лежачому боках рудного покладу, град; приймаються з табл. 6.1.

2. Еквівалентна напруга в рудному цілику складає:

$$s_p = \left(\frac{2 \cdot B \cdot g_3 \cdot h_{np}}{B - \epsilon} + 0,5 \cdot g_p \cdot h_n \right) \cdot 10^{-3}, \quad (6.2)$$

де B – ширина цілика (панелі), що відпрацьовується, м (див. ПР № 3);

γ_3 – питома вага закладки, кН/м³ (з табл. 6.1). Для переведення т/м³ у Н/м³ треба вихідне табличне значення помножити на прискорення вільного падіння $g = 9,81$ м/с², що відповідає стандартам СІ;

h_{np} – приведена висота навантаження на цілик:

$$h_{np} = \frac{g_n \cdot h_{об} + g_3 \cdot h_3}{g_3}, \quad (6.3)$$

де γ_n – питома вага масиву порід, Н/м³; приймається з табл. 6.1.

Для переведення т/м³ у Н/м³ треба вихідне табличне значення помножити на прискорення вільного падіння $g = 9,81$ м/с², що відповідає стандартам СІ;

$h_{об}$ – висота склепіння нестійкої рівноваги з урахуванням гірського тиску на контурі покладу, м:

$$h_{об} = h \cdot \left(1 - \frac{1,1 \cdot P}{g_n \cdot H} \right), \quad (6.4)$$

де h – висота склепіння нестійкої рівноваги, яке розширюється над рудним покладом, м:

$$h = 0,25 \cdot L, \quad (6.5)$$

P – тиск на контурі з боку закладеного масиву, МПа:

$$P = 0,5 \cdot \sigma_{cm}, \quad (6.6)$$

де σ_{cm} – межа порід на одноосовий стиск, тобто коефіцієнт міцності помножений на 10 (табл. 3.1. міцність руди f , МПа);

H – глибина проведення гірничих робіт, м; приймається з табл. 6.1;

$b = 3,0$ – ширина бурової виробки, м;

γ_p – питома вага руди, кН/м^3 з табл. 6.1. Для переведення т/м^3 у Н/м^3 потрібно вихідне табличне значення помножити на прискорення вільного падіння $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, що відповідає стандартам СІ;

h_n – висота панелі, що відпрацьовується, м; (ПР № 3).

3. Напруга, що діє в масиві штучного цілика, МПа:

$$\sigma_3 = (g_3 \cdot h_{np} + 0,5 \cdot g_3 \cdot h_n) \cdot 10^{-3}. \quad (6.7)$$

4. Гранично-припустима напруга для рудного і штучного ціликів:

$$\sigma_R = 0,15 \cdot \sigma_{cm} \cdot K_{cn}, \quad (6.8)$$

де $K_{cn} = 0,33$ – коефіцієнт структурного послаблення масиву.

5. Запас міцності, який закладений у цілик:

$$n = \frac{\sigma_R}{\sigma_3}. \quad (6.9)$$

Рациональний запас міцності, що закладається в рудний або штучний цілики, має перевищувати 3 рази [2, 1].

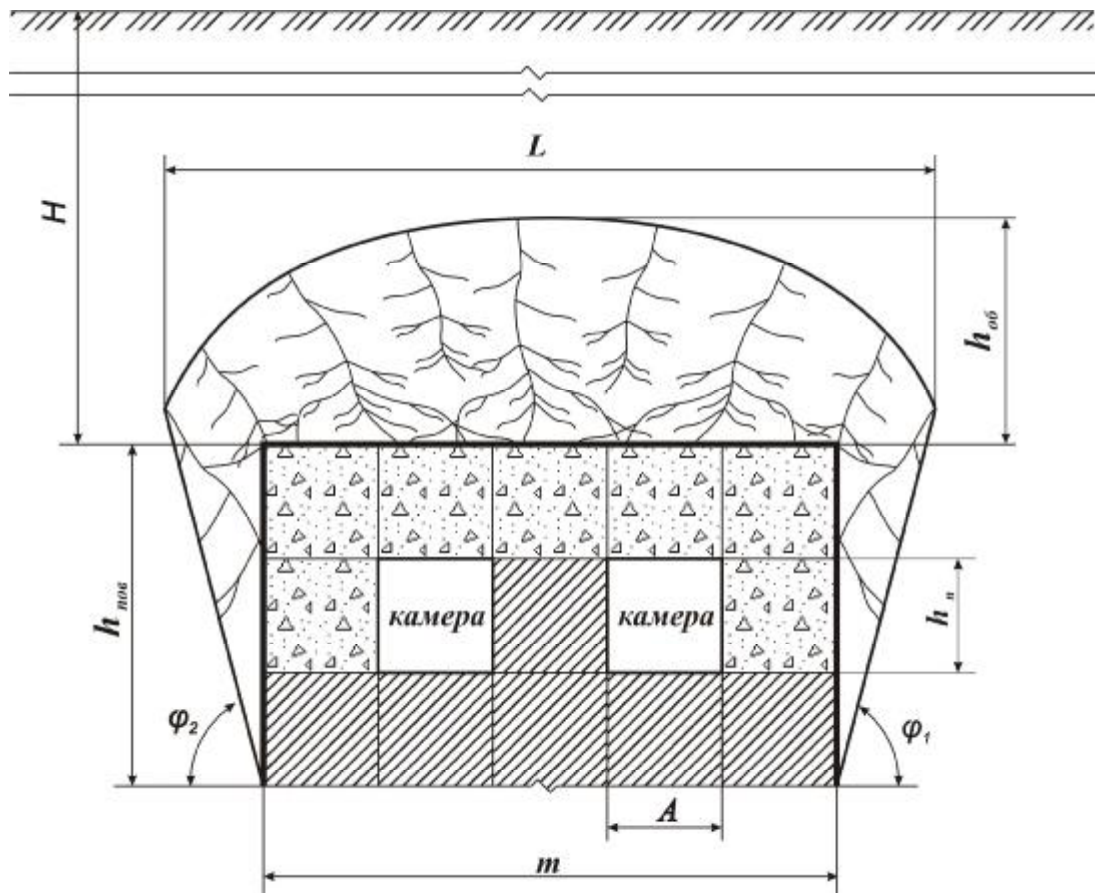


Рис. 6.1. Розрахункова схема для рудних та штучних ціликів

Приклад рішення

1. Визначимо еквівалентну довжину склепіння нестійкої рівноваги за формулою (6.1):

$$\begin{aligned} L &= m + (h_n + h_3) \cdot \left(\operatorname{ctg} \frac{90^\circ + j_1}{2} + \operatorname{ctg} \frac{90^\circ + j_2}{2} \right) = \\ &= 40 + (27 + 27) \cdot \left(\operatorname{ctg} \frac{90^\circ + 50^\circ}{2} + \operatorname{ctg} \frac{90^\circ + 50^\circ}{2} \right) = 79,3 \text{ м.} \end{aligned}$$

2. Далі знайдемо висоту склепіння нестійкої рівноваги $h_{об}$ з урахуванням гірського тиску на контурі покладу за формулою (6.4):

$$h_{об} = h \cdot \left(1 - \frac{1,1 \cdot P}{g_n \cdot g \cdot H} \right) = 19,8 \cdot \left(1 - \frac{1,1 \cdot 5000000}{2000 \cdot 9,81 \cdot 500} \right) = 8,7 \text{ м,}$$

де h – висота склепіння нестійкої рівноваги, яке розширюється над рудним покладом і визначається за формулою (6.5):

$$h = 0,25 \cdot L = 0,25 \cdot 79,3 = 19,8 \text{ м,}$$

де P – тиск на контурі з боку закладеного масиву за формулою (6.6):

$$P = 0,5 \cdot \sigma_{cm} = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ МПа.}$$

Далі знаходимо еквівалентну напругу в рудному цілику за формулою (6.2), але для її розрахунку потрібно знайти приведену висоту навантаження на цілик h_{np} за формулою (6.3):

$$\begin{aligned} h_{np} &= \frac{g_n \cdot h_{об} + g_3 \cdot h_3}{g_3} = \frac{2 \cdot 8,7 + 2 \cdot 27}{2} = 35,7 \text{ м,} \\ s_p &= \left(\frac{2 \cdot B \cdot g_3 \cdot h_{np}}{B - \epsilon} + 0,5 \cdot g_p \cdot h_n \right) \cdot 10^{-3} = \left(\frac{2 \cdot 30 \cdot 2 \cdot 35,7}{30 - 3} + 0,5 \cdot 3 \cdot 27 \right) \cdot 0,001 = 0,2 \text{ МПа.} \end{aligned}$$

3. Визначимо за формулою (6.7) напругу, що діє в масиві штучного цілика:

$$s_3 = (g_3 \cdot h_{np} + 0,5 \cdot g_3 \cdot h_n) \cdot 10^{-3} = (2 \cdot 35,7 + 0,5 \cdot 2 \cdot 27) \cdot 0,001 = 0,098 \text{ МПа.}$$

4. Гранично-припустима напруга для рудного і штучного ціликів за формулою (6.8):

$$s_R = 0,15 \cdot s_{сж} \cdot K_{co} = 0,15 \cdot 10 \cdot 0,33 = 0,495 \text{ МПа.}$$

5. Отримаємо за формулою (6.9) запаси міцності, які закладені у рудний та штучний цілики:

$$n_p = \frac{s_R}{s_p} = \frac{0,495}{0,2} = 2,48 \approx 2 \text{ рази, } n_3 = \frac{s_R}{s_3} = \frac{0,495}{0,098} = 5,06 \approx 5 \text{ разів.}$$

Раціональний запас міцності, що закладається в рудний або штучний цілики, має бути більше 3 разів. У разі невиконання цієї умови змінюють геометричні розміри ціликів та виконують повторні розрахунки.

Таблиця 6.1

Вихідні дані
для визначення одиночних ціликів на міцність

| № варіанта | Кут зрушення | | Об'ємна маса | | | Глибина ведення гірничих робіт, H , м |
|------------|---|---|-------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| | порід висячого боку покладу, φ_1 , градус | порід лежачого боку покладу, φ_2 , градус | руди, γ_p , т/м ³ | порід, γ_n , т/м ³ | Закладки, γ_z , т/м ³ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 50 | 50 | 3 | 2 | 2 | 500 |
| 1 | 54 | 55 | 3,0 | 2,0 | 2,1 | 520 |
| 2 | 51 | 51 | 3,2 | 2,2 | 2,1 | 550 |
| 3 | 52 | 52 | 3,4 | 2,4 | 2,2 | 600 |
| 4 | 53 | 53 | 3,6 | 2,6 | 2,3 | 650 |
| 5 | 54 | 54 | 3,8 | 2,8 | 2,4 | 700 |
| 6 | 55 | 55 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 750 |
| 7 | 56 | 56 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 800 |
| 8 | 57 | 57 | 3,2 | 2,2 | 2,1 | 850 |
| 9 | 58 | 58 | 3,4 | 2,4 | 2,2 | 900 |
| 10 | 59 | 59 | 3,6 | 2,6 | 2,3 | 950 |
| 11 | 60 | 60 | 3,8 | 2,8 | 2,4 | 1000 |
| 12 | 61 | 61 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 950 |
| 13 | 62 | 62 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 900 |
| 14 | 63 | 63 | 3,2 | 2,2 | 2,1 | 850 |
| 15 | 64 | 64 | 3,4 | 2,4 | 2,2 | 800 |
| 16 | 65 | 65 | 3,6 | 2,6 | 2,3 | 750 |
| 17 | 66 | 66 | 3,8 | 2,8 | 2,4 | 700 |
| 18 | 67 | 67 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 650 |
| 19 | 68 | 68 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 600 |
| 20 | 69 | 69 | 3,2 | 2,2 | 2,1 | 550 |
| 21 | 70 | 70 | 3,4 | 2,4 | 2,2 | 500 |
| 22 | 71 | 71 | 3,6 | 2,6 | 2,3 | 550 |
| 23 | 72 | 72 | 3,8 | 2,8 | 2,4 | 600 |
| 24 | 73 | 73 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 650 |
| 25 | 74 | 74 | 3,0 | 2,0 | 2,0 | 700 |
| 26 | 75 | 75 | 3,2 | 2,2 | 2,1 | 750 |
| 27 | 76 | 76 | 3,4 | 2,4 | 2,2 | 800 |
| 28 | 77 | 77 | 3,6 | 2,6 | 2,3 | 850 |
| 29 | 78 | 78 | 3,8 | 2,8 | 2,4 | 900 |
| 30 | 79 | 79 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 950 |