

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

**Тема:** Конструкція і встановлення анкерного кріплення

**Мета:** 1. Закріплення теоретичних знань по темі: «Кріплення гірничих виробок, класифікація та вимоги».

2. Вивчення конструкції анкерного кріплення.

3. Визначення параметрів та розрахунків анкерного кріплення

**Матеріальне забезпечення:** калькулятор, схеми, плакати.

**Література:** 1. Булат А.Ф., Виноградов В.В. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт. Днепропетровск, 2002

2. Гайко Г.І. Конструкції кріплення підземних споруд: Навч.посіб. - Алчевськ: ДонДТУ, 2006. - 133с.

### Зміст роботи

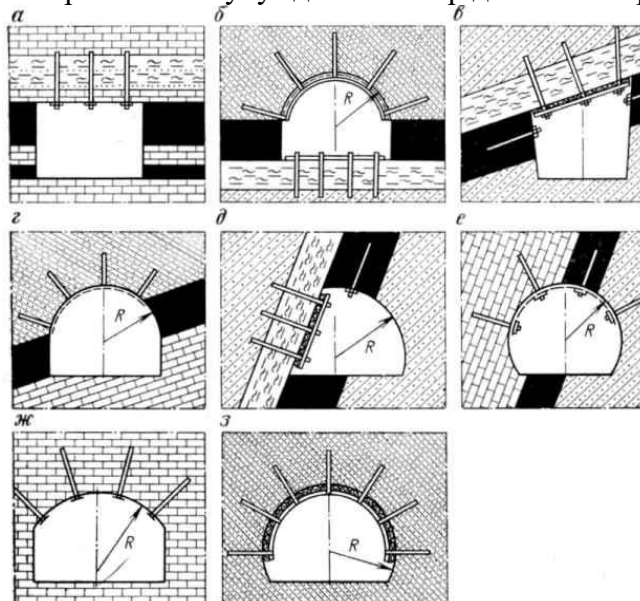
1. Повторити основні теоретичні відомості.
2. Згідно варіанту вибрати початкові дані для розрахунку кріплення (див. табл. 1.2).
3. Виконати розрахунок анкерного кріплення.
4. Зобразити схему розташування анкерів в покрівлі виробки в масштабі 1:50.
5. Відповісти на контрольні питання (див. табл. 1.3).

### Основні теоретичні відомості

**Анкерне (або штангове) кріплення** являє собою систему закріплених у шпурах штанг, розташованих у масиві порід по контурі виробки і призначених разом із підтримуючими елементами (підхопленнями або опорними плитами) для зміцнення породного масиву з метою забезпечення стійкості гірничої виробки (рис. 1.1).

Принципова особливість такого кріплення складається в тому, що штанги (анкери), зміцнюючи масив порід, дозволяють максимально використовувати його власну несучу здатність, завдяки чому в більшості випадків відпадає необхідність у застосуванні звичайних підтримуючих видів кріплення.

Штангове (анкерне) кріплення, при правильному його застосуванні, дозволяє з мінімальними витратами матеріалу і праці забезпечити підтримку виробок у справному стані в різноманітних умовах: при шаруватих і нешаруватих тріщинуватих породах, поза зоною і у зоні впливу очисних робіт, у виробках різноманітних форм поперечного перетину у якості постійного і тимчасового кріплення, самостійно або в сполученні з іншими видами кріплення. У разі, якщо безпосередня покрівля являє собою шаруваті породи невеликої потужності, а основна покрівля – породи середньої міцності і міцні значної потужності, то безпосередню покрівлю «підшивають» анкерами до основної покрівлі. Цю ж покрівлю у вигляді окремих шарів також «зшивають» анкерами в одну плиту, яка здатна сприймати навантаження вище розміщених порід. Отже, анкерне кріплення забезпечує можливість максимально використати несучу здатність порід навколо гірничих виробок.

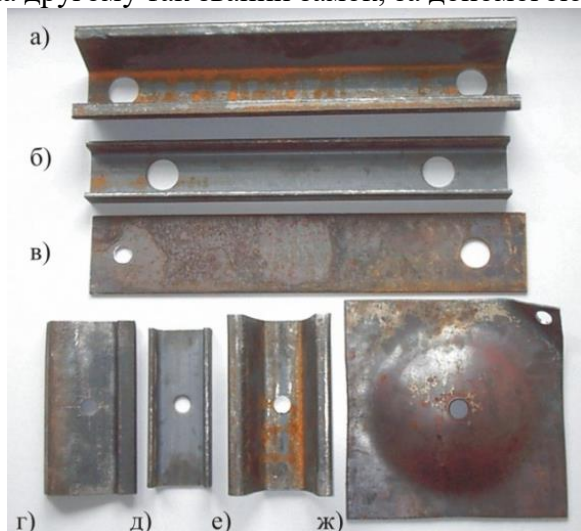


**Рис. 1.1 – Схеми кріплення виробок штангами:**

а, ж – з опорними плитами; в, д – з прямолінійними підхопленнями з дерева або металу з дерев'яною затяжкою;  
б, г, е, з – з арковими сталевими підхопленнями

В даний час застосовують штанги металеві, залізобетонні, дерев'яні і сталеполімерні. За характером закріплення анкерні кріплення розділяють: із закріпленням в одній частині, зазвичай в донній (замкові анкери), та із закріпленням по усій довжині шпuru (без замкові анкери). По конструкції замку анкери розрізняють: клино-щілинні, розпирні, - клинові, розпир - конусні, із закріпленням по усій довжині шпuru.

Найпростіші - клино-щілинні анкери, являють собою металеву штангу або дерев'яний стержень на одному кінці яких є проріз, в який вставляється клин. Закріплення штанги або стержня роблять ударами молотка по іншому кінцю, клин упирається в дно шпuru і заклинює анкер. **Металеві замкові** анкера складаються з круглого стержня, на одному кінці якого є різьблення і гайка, а на другому так званий замок, за допомогою якого штанга закріплюється в шпuru.



**Рис. 1.2 – Конструкції опорно-підтримуючих елементів:** а) підхват зі спецпрофілю; б) підхват зі швелеру; в) металева смужка; г) шайба із різаного спецпрофілю; д) шайба зі швелеру; е) шайба зі спецпрофілю СВП; є) шайба тарілчастої форми із листа №5

**Металевий анкер із закріпленням швидкоотвердіючими хімічними сумішами** складається з металевого або полімерного стержня, ампули (ампул) з хімічним закріплювачем на основі синтетичної смоли, кільця ущільнювача, опорної плити і натяжної гайки. Металеві стержні періодичного профілю виготовляються із сталі діаметром 18-25 мм. На зовнішньому кінці стержня є різьблення під гайку. Кінець стержня, що вводиться в шпур, виконаний у вигляді ластівчиного хвоста, що сприяє розриву оболонки ампули.

В якості **опорно-підтримуючих елементів** (рис. 1.2) на анкерах застосовують сталеві опорні плити, підхвати з прокатних профілів (швелер, спецпрофіль, спарені кутки та ін.) або дерев'яних пластин, а також затяжку (металеву сітчасту або решітчасту, дерев'яну, або з тонких профільованих сталевих листів).

### Розрахунок параметрів анкерного кріплення

#### **1. Розрахункова несуча здатність стержня анкера з умови його міцності на розрив:**

$$R_c = F \cdot R_p \cdot m \quad (1.1)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу стержня,  $\text{м}^2$ :

$$F = \pi \cdot r^2 \quad (1.2)$$

$r$  – радіус стержня, м;

$R_p$  – розрахунковий опір матеріалу стержня (для сталі дорівнює  $270 \text{ МПа} = 270 \times 10^6 \text{ Н/м}^2$ );

$m$  – коефіцієнт умов роботи анкера (приймається 0,5-1).

#### **2. Розрахункова несуча здатність стержня анкера з умови його закріплення в бетоні (полімербетоні):**

$$R_3 = \pi \cdot d_c \cdot \tau_1 \cdot l_3 \cdot k_l \cdot m_1 \quad (1.3)$$

де  $d_c$  – діаметр стержня, м;

$\tau_1$  - питоме зчеплення з розчином (для бетону –  $\tau_1 = 11-12 \text{ МПа}$ ; для полімеру –  $\tau_1 = 11-12 \text{ МПа} = 2,0 \times 10^6 \text{ Н/м}^2$ );

$l_3$  – розрахункова довжина закладення (для бетону – 0,35-0,5 м; для полімеру – мінімум 0,25-0,3м);

$k_l$  - поправочний коефіцієнт на довжину закладення (таблиця 1.1);

$m_1$  – коефіцієнт умов роботи замку (при сухій свердловині 0,8-0,9; при вологій – 0,7-0,6; при капежу 0,5).

Таблиця 1.1 – Величини поправочних коефіцієнтів

Розрахункова довжина закладення $l_3$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4 та більше
$k_l$ – для бетону	1	0,65	0,62	0,58	0,55
$k_l$ – для полімеру	1	0,75	0,72	0,68	0,65

#### **3. Розрахункова несуча здатність стержня анкера з умови здвигу відносно стін шпuru:**

$$R'_3 = \pi \cdot d_{ш} \cdot \tau_2 \cdot l_3 \cdot m_1 \quad (1.4)$$

де  $d_{ш}$  – діаметр шпuru, м;

$\tau_2$  – питоме зчеплення розчину з породою (для бетонного розчину – з вапняками 1 МПа, з горфиритами 1,1 МПа, з гранодіоритами 1,4 МПа, з іншими породами 1 МПа; для полімерного розчину – зчеплення з вапняками 3 МПа, зі сланцями 2-2,5 МПа, зі скальними виверженими породами 3 МПа) – **в розрахунках Па треба перевести в Н/м<sup>2</sup> – наприклад 1МПа=10<sup>6</sup> Н/м<sup>2</sup>;**

$m_1$  – коефіцієнт умов роботи замку (при сухій свердловині 0,8-0,9; при вологій – 0,7-0,6; при капежу зі шпuru – 0,5-0,6).

**В якості несучої здатності анкеру  $R_a$  приймається найменше зі значень  $R_c$ ,  $R_z$  або  $R'_3$ .**

#### 4. Повна довжина анкеру:

$$l_a = b + l_{акт} + l_n \quad (1.5)$$

де  $b$  – висота зони можливого обрушення в покрівлі при стійких боках прямокутної виробки, визначається за формулою професора М.М.Протодьяконова, м:

$$b = \frac{B}{2 \cdot f \cdot \eta} \quad (1.6)$$

$B$  – ширина виробки по покрівлі, м;

$f$  – коефіцієнт міцності порід покрівлі за шкалою професора М.М.Протодьяконова;

$\eta$  – коефіцієнт структурного послаблення порід (0,4-0,9);

$l_{акт}$  – довжина анкера, заглибленого в стійки породи за межею зони можливого обрушення (активна довжина, дорівнює 0,3-0,4 м);

$l_n$  – пасивна довжина анкера (частина анкера, яка виступає в виробку, приймається 0,1-0,4 м).

#### 5. Щільність розстановки анкерів:

$$s = \frac{q_n \cdot n_{п}}{R_a} \quad (1.7)$$

де  $q_n$  – нормативний тиск зі сторони покрівлі, Н/м<sup>2</sup>:

$$q_n = b \cdot \gamma$$

$\gamma$  – щільність порід покрівлі, т/м<sup>3</sup> = 10<sup>4</sup> Н/м<sup>3</sup>;

$n_{п}$  – коефіцієнт перенавантаження (для камер та виробок біля ствольного двору 1,5; для інших виробок – 1,2).

#### 6. Відстань між анкерами:

$$a = \sqrt{\frac{1}{s}} \quad (1.8)$$

#### 7. Кількість анкерів в покрівлі:

$$n = \frac{q_n \cdot n_{п} \cdot B \cdot a}{R_a} \quad (1.9)$$

Вихідні дані для виконання практичної роботи №1 наведені в таблиці 1.2. Номер варіанту відповідає порядковому номеру студента в навчальному журналі групи.

Таблиця 1.2 – Вихідні данні

№	Ширина виробки в проходці по покрівлі, В (м)	Міцність породи покрівлі $f$	Щільність породи покрівлі виробки $\gamma_K$ (т/м <sup>3</sup> )	Діаметр стержня $d_c$ (м)	Діаметр шпuru $d_{ш}$ (м)
1	4,482	4	2,8	0,024	0,028
2	4,327	6	3,2	0,028	0,032
3	4,868	5	2,6	0,028	0,032
4	4,495	4	3,0	0,024	0,028
5	5,713	2	2,2	0,024	0,028
6	5,831	5	3,4	0,028	0,032
7	4,326	3	2,6	0,024	0,028
8	5,831	6	3,3	0,028	0,032
9	6,193	7	3,4	0,028	0,032
10	5,203	4	2,7	0,024	0,028
11	4,774	5	3,1	0,028	0,032
12	4,870	3	2,4	0,024	0,028
13	3,873	4	2,6	0,024	0,028
14	4,028	6	3,3	0,028	0,032
15	4,462	8	3,6	0,028	0,032
16	4,304	4	2,8	0,024	0,028
17	4,400	5	2,9	0,028	0,032
18	4,756	3	2,4	0,024	0,028
19	4,644	2	2,0	0,024	0,028
20	5,217	4	2,3	0,024	0,028
21	5,335	3	2,6	0,024	0,028
22	5,707	3	2,1	0,024	0,028
23	4,870	4	2,7	0,024	0,028
24	4,77	5	2,9	0,028	0,032
25	5,203	6	3,4	0,028	0,032
26	5,831	3	2,8	0,024	0,028
27	6,193	5	3,6	0,028	0,032
28	4,326	4	3,0	0,024	0,028
29	4,482	6	3,2	0,028	0,032
30	4,327	5	3,0	0,028	0,032

**Контрольні питання**

1. Дайте визначення анкерному кріпленню.
2. Опишіть конструкцію сталеполімерного анкера.
3. Поясніть, що таке активна довжина анкера?
4. Поясніть, що таке пасивна довжина анкера?
5. Скажіть, чим закріплюється поверхня виробки при застосуванні анкерного кріплення.
6. Перелічіть, що застосовується в якості опорно-підтримуючих елементів при анкерному кріпленні.
7. Охарактеризуйте переваги анкерного кріплення.
8. Назвіть групи, на які поділяють анкерне кріплення за характером закріплення анкера у шпурі. Коротко поясніть сутність.

Таблиця 1.3 – Таблиця варіантів до контрольних запитань

№ варіанту	№ питання	№ варіанту	№ питання
<b>1, 11, 21</b>	1, 4	<b>6, 16, 26</b>	2, 6
<b>2, 12, 22</b>	2, 5	<b>7, 17, 27</b>	3, 7
<b>3, 13, 23</b>	3, 6	<b>8, 18, 28</b>	5, 8
<b>4, 14, 24</b>	4, 7	<b>9, 19, 29</b>	1, 3
<b>5, 15, 25</b>	1, 8	<b>10, 20, 30</b>	2, 4