

**УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ГІРСЬКОГО МАСИВУ:
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ
ТА ІНДИВІДУАЛЬНИХ РОБІТ**

*Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 6 від « 4 » липня 2023 р.)
Обов'язково до розміщення в репозиторії*

Запоріжжя 2023



Управління станом гірського масиву: методичні вказівки до виконання практичних та індивідуальних робіт (для студентів спеціальності 184 Гірництво усіх форм навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти) / Уклад. І.Г. Сахно, С.В. Сахно. Запоріжжя: ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2023. 65 с.

Методичні вказівки включають методичні пояснення до виконання практичних та індивідуальних робіт з варіантами для кожного здобувача; вимоги до їх оформлення, зразок титульної сторінки, список використаних джерел.

Рекомендовано для студентів спеціальності 184 Гірництво другого (магістерського) рівня освіти, які вивчають дисципліну «Управління станом гірського масиву».

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Затверджено на засіданні кафедри
гірничої справи
Протокол № 3 від «22» червня 2023 р.

Узгоджено: Секретар Редакційної
ради

Христина МАЛІЙ
«26» червня 2023 р.

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА», 2023



ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 4 |
| ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Визначення коефіцієнта стійкості гірничої виробки | 6 |
| ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Визначення мінімально необхідних розмірів гірничої виробки | 10 |
| ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Розрахунок середньозваженої міцності порід | 24 |
| ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Розрахунок параметрів арочного металевого кріплення (виробка, що підтримується в масиві) | 31 |
| ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Розрахунок параметрів анкерного (рамно-анкерного) кріплення штреку, що проведений і підтримується в масиві | 42 |
| ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Вивчення технології нагнітання скріплюючих сумішей | 55 |
| ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА 1. Вибір і обґрунтування параметрів кріплення гірничої виробки | 61 |
| ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА 2. Обґрунтування технологічних заходів з забезпечення стійкості гірничої виробки в складних гірничо-геологічних умовах | 62 |
| ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНИХ (ІНДИВІДУАЛЬНИХ) РОБІТ | 63 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 64 |
| ДОДАТОК А. Приклад оформлення титульної сторінки практичної (індивідуальної) роботи | 65 |



ВСТУП

Дисципліна «Управління станом гірського масиву» викладається здобувачам вищої освіти, що навчаються за спеціальністю 184 Гірництво на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

Наведені в методичних вказівках практичні роботи виконуються паралельно з вивченням курсу. Метою є практичне закріплення теоретичних знань, отриманих під час навчання і формування системи підходів до ефективного управління станом гірського масиву з врахуванням взаємного впливу геомеханічних процесів масиву і режимів роботи кріплення гірничих виробок.

Завдання, які поставлені в методичних вказівках:

- формування навичок аналізу стійкості гірничих виробок експрес методами, використовуючи різні показники стійкості;
- формування навичок вибору раціональної технології управління напружено-деформованим станом гірських порід і визначення її параметрів;
- практичне закріплення методик розрахунку параметрів кріплення гірничих виробок різного технологічного призначення з врахуванням сучасних трендів.

Наведені роботи є методами активного навчання і відповідно до існуючих вимог є практичним додатком.

До «Методичних вказівок.....» увійшли наступні роботи: «Визначення коефіцієнта стійкості гірничої виробки» (практична робота 1); «Визначення мінімально необхідних розмірів гірничої виробки» (практична робота 2); «Розрахунок середньозваженої міцності порід» (практична робота 3); «Розрахунок параметрів аркового металевого кріплення (виробка, що підтримується в масиві)» (практична робота 4); «Розрахунок параметрів анкерного (рамно-анкерного) кріплення штреку, що проведений і підтримується в масиві» (практична робота 5);



«Вивчення технології нагнітання скріплюючих сумішей» (практична робота 6); «Вибір і обґрунтування параметрів кріплення гірничої виробки» (індивідуальна робота 1); «Обґрунтування технологічних заходів з забезпечення стійкості гірничої виробки в складних гірничо-геологічних умовах» (індивідуальна робота 2).

Роботи виконуються самостійно (за необхідності передбачена консультація викладача). Під самостійною роботою розуміється самостійне вивчення окремих питань згідно робочої програми дисципліни (тематика яких встановлюється лектором, який викладає дисципліну).



ПРАКТИЧНА РОБОТА 1 ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА СТІЙКОСТІ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

Робота виконується протягом 2 годин.

Мета роботи: отримання практичних навичок визначення коефіцієнта стійкості гірничої виробки за величиною критерія напруженості незакріпленої гірничої виробки.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з теоретичною частиною роботи.

Стійкість виробки визначається виходячи з умови міцності вмщуючих виробку порід як:

$$\frac{\gamma H}{R_{ст.}} \cdot \frac{k_3 k_2}{\eta \xi} < 1 \quad (1.1)$$

де γ – об'ємна вага вмщуючих порід, кН/м³;

$R_{ст.}$ – міцність порід на одновісне стискання, кПа;

H – глибина розміщення виробки, м;

k_2 – коефіцієнт зміни напружень в результаті впливу інших виробок (при відстані до виробок більше 15 м; 15-10 м; 10-5 м і менше 5 м дорівнює, відповідно, 1; 1,5; 2,0 и 2,5);

k_3 – коефіцієнт концентрації напружень в результаті проведення даної виробки (для виробок круглої і склепінної форм поперечного перетину 2,75; для трапецієподібної і прямокутної – 3,0);

η – коефіцієнт структурного ослаблення порід, що характеризує відношення зчеплення по контактам природних тріщин до зчеплення в монолітній породі і залежить від ступеня порушення масиву (при



відношенні $l_T/L=0,5-0,2$ $\eta = 0,8\div 0,4$, а при $l_T/L=0,2-0,07$ – $\eta = 0,4\div 0,1$, де l_T – відстань між тріщинами, м, а L – ширина виробки, м);

ξ – коефіцієнт тривалої міцності (для кварцитів, гранітів, міцних піщаників, вапняків та ін. ($R_{ст} > 50$) $\xi = 1,0\div 0,9$; для аргілітів, алевролітів, вугілля та ін. ($R_{ст} = 50\div 10$) $\xi = 0,8\div 0,6$; для мергелів і глин ($R_{ст} < 10$) $\xi = 0,6\div 0,4$).

Якщо умова міцності (відсутність руйнувань або істотних пластичних деформацій в елементах незакріпленої виробки) забезпечується, то вона буде стійкою, як правило, без несучого кріплення. Якщо умови міцності не дотримано, то для забезпечення стійкості гірничої виробки необхідне застосування несучого кріплення, зміцнення масиву порід або їх комбінація.

Стан оголень порід у виробках, коли ліва частина умови становить $1\div 1,5$, можна оцінити як середньостійкий, при $1,5\div 3$ – як нестійкий і більше 3 вельми нестійкий.

2. Для заданих у табл. 1.1 вихідних умов визначити стан оголення порід у виробці.

3. На підставі знань, отриманих при вивченні курсів присвячених будівництву гірничих виробок запропонувати заходи щодо забезпечення стійкості гірничої виробки.




Таблиця 1.1– Варіанти для виконання практичної роботи

| Найменування показників | Значення показників за варіантами | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------|------------------|---------------------|-----------|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Найменування виробки | гол. відк. штрек (двоколії-ний) | вент. квершлаг (одноколії-ний) | гол. штрек (одноколії-ний) | похил | гол. вент. штрек | конвеєрний квершлаг | бремсберг | конв. похил | вент. квершлаг (одноколії-ний) | гол. вент. квершлаг (одноколії-ний) |
| Форма виробки | арка | круг | трапеція | арка | арка | трапеція | арка | арка | круг | арка |
| Висота виробки, м | 2,76 | 3,2 | 4,0 | 3,12 | 3,2 | 3,44 | 4,0 | 5,12 | 3,0 | 3,55 |
| Ширина виробки, м | 3,27 | 5,0 | 5,0 | 3,5 | 5,2 | 4,75 | 5,8 | 5,12 | 4,0 | 5,20 |
| Міцність на однісіне стискання $R_{ст.}$, МПа | 32 | 45 | 63 | 32 | 22 | 51 | 42 | 17 | 26 | 31 |



Продовження табл. 1.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--|---------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| Гірські породи, що вміщують виробку (їх щільність γ , кН/м ³) | Аргіліт, алевроліт (25,3) | Алевроліт, пісковик (27,0) | Пісковик (28,0) | Аргіліт, алевроліт (25,3) | Алевроліт, аргіліт (27,0) | Пісковик (28,0) | Аргіліт, алевроліт (24,3) | Алевроліт (27,0) | Пісковик (28,0) | Вапняк (25,3) |
| Запланована (середня) глибина розміщення виробки H , м | 800 | 1000 | 1150 | 600 | 900 | 270 | 1000 | 650 | 500 | 800 |
| Відстань від виробки, що проектується до інших (суміжних) виробок, м | 27 | 12 | 45 | 5 | 21 | 14 | 26 | 7 | 16 | 28 |
| Відстань між тріщинами, м | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 0,3 | 0,65 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 1,2 |
| Термін служби виробки, років | 8 | 16 | 17 | 10 | 17 | 8 | 12 | 20 | 12 | 9 |



ПРАКТИЧНА РОБОТА 2

ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНО НЕОБХІДНИХ РОЗМІРІВ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: отримання практичних навичок розрахунку ширини виробки і вибору мінімального поперечного перетину.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з теоретичною частиною роботи.

Форму поперечного перерізу виробки вибирають з урахуванням:

- властивостей порід,
- величини та характеру проявів гірського тиску,
- прийнятої конструкції кріплення,
- призначення та строку служби виробки,
- способу її проведення.

В Україні більше 75% підземних гірничих виробок мають склепінну форму. Це пояснюється сприятливим для стійкості вміщуючих порід розподілом напружень на контурі виробок. Виробки з прямою покрівлею (трапецієподібні і прямокутні) використовуються у випадках, коли породи покрівлі представлені міцними монолітними породами (вапняками, пісковиками), що тривалий термін можуть зберігати стійкість.

В нестійких породах форму виробки, як правило обирають склепінною, шатровою або підковоподібною. В таких випадках значну роль у збереженні перетину виробки грають підпорні кріпильні системи. При середньо стійких породах і породах низької стійкості при виборі форми виробки враховують тип кріплення і режим його роботи. Найкращій ефект в цьому випадку мають кріплення, що працюють сумісно з



породами, утворюючи єдину систему «кріплення-породний масив». В міцних породах значну долю навантаження сприймають самі породи, їх стійкістю і керуються при виборі доцільної форми виробки. В таких породах ефективно працюють системи кріплення, що підвищують несучу здатність порід і зменшують їх розшарування і тріщиноутворення (анкерне кріплення, торкретування).

Розміри і площа перетину виробки визначаються як технологічними вимогами до виробки, так і геомеханічними умовами її підтримання. До перших насамперед відносяться необхідні габарити з точки зору транспорту і площа перетину, що задовольняє вимогам провітрювання. Геомеханічні умови підтримання впливають на втрату поперечного перетину виробки з часом, вид деформацій контуру виробки і необхідність виконання в ній ремонтних робіт. В цій практичній роботі розглядається технологічна складова вибору розмірів і поперечного перетину виробок. Урахуванню геомеханічних факторів і типу кріплення будуть присвячені практичні роботи 4 і 5.

Двома основними технологічними факторами, що визначають мінімально необхідну площу перетину S_{min} є провітрювання і транспорт. Таким чином:

$$S_{min} \geq (S_{\text{пров}}; S_{\text{тр}}), \text{ м}^2 \quad (2.1)$$

де $S_{\text{пров}}$ – мінімальна площа перетину виробки по умовам провітрювання, м^2 ;

$S_{\text{тр}}$ – мінімальна площа перетину виробки по умовам транспорту, м^2 .

$$S_{\text{пров}} = \frac{Q}{60v_{\text{max}}}, \text{ м}^2 \quad (2.2)$$



де Q – витрати повітря в виробці, тобто кількість повітря, що проходить через перетин виробки в одиницю часу, $\text{м}^3/\text{хв}$. В реальних умовах витрати повітря визначаються розрахунком вентиляційної мережі (на етапі проєктування), або вимірами (під час експлуатації);

v_{max} – максимально допустима «Правилами безпеки ...» [3] швидкість руху повітря у виробці, $\text{м}/\text{с}$ (для квершлагів, головних транспортних та вентиляційних виробок, бремсбергів і похилів $v_{max}= 8 \text{ м}/\text{с}$, для інших виробок – $v_{max}= 6 \text{ м}/\text{с}$).

Для визначення $S_{\text{тр}}$ використовується непрямий метод. Спочатку розраховується необхідна ширина виробки з врахуванням транспортного обладнання і зазорів, визначених «Правилами безпеки...» [3], після чого по таблицям поперечних перетинів кріплення (альбому типових перетинів) визначається найближча більша площа виробки, що відповідає розрахованій ширині.

Ширина виробки в залежності від типу застосовуваного транспортного устаткування визначається по формулі (див. рис. 2.1):

$$B = a + b + c + d + e + 2(1800 + h_6)ctg\alpha, \text{ м} \quad (2.3)$$

де a – зазор між кріпленням і транспортним обладнанням встановленим поряд з кріпленням, регламентований «Правилами безпеки...» [3], мм ;

b – ширина транспортного обладнання, встановленого з боку кріплення, мм ;

c – зазор між транспортним обладнанням встановленим поряд з кріпленням, і транспортним обладнанням (при наявності) встановленим в центрі виробки, регламентований «Правилами безпеки...» [3, 4], мм ;

d – ширина транспортного обладнання, встановленого встановленим в центрі виробки, мм ;

e – ширина вільного проходу для людей, регламентована «Правилами безпеки...» [3], мм. ($e = 700$ мм, на висоті 1800 мм);

h_6 – висота баласту в виробці, мм; ($h_6 = 190$ мм);

α – кут нахилу ніжок кріплення, град., (при трапецієподібному кріпленні (КПО) доцільно приймати $\alpha = 85^\circ$, арочному (АП, КМП) – $\alpha = 77^\circ$, шатровому (КПШУ) – $\alpha = 82^\circ$, прямокутному – $\alpha = 90^\circ$).

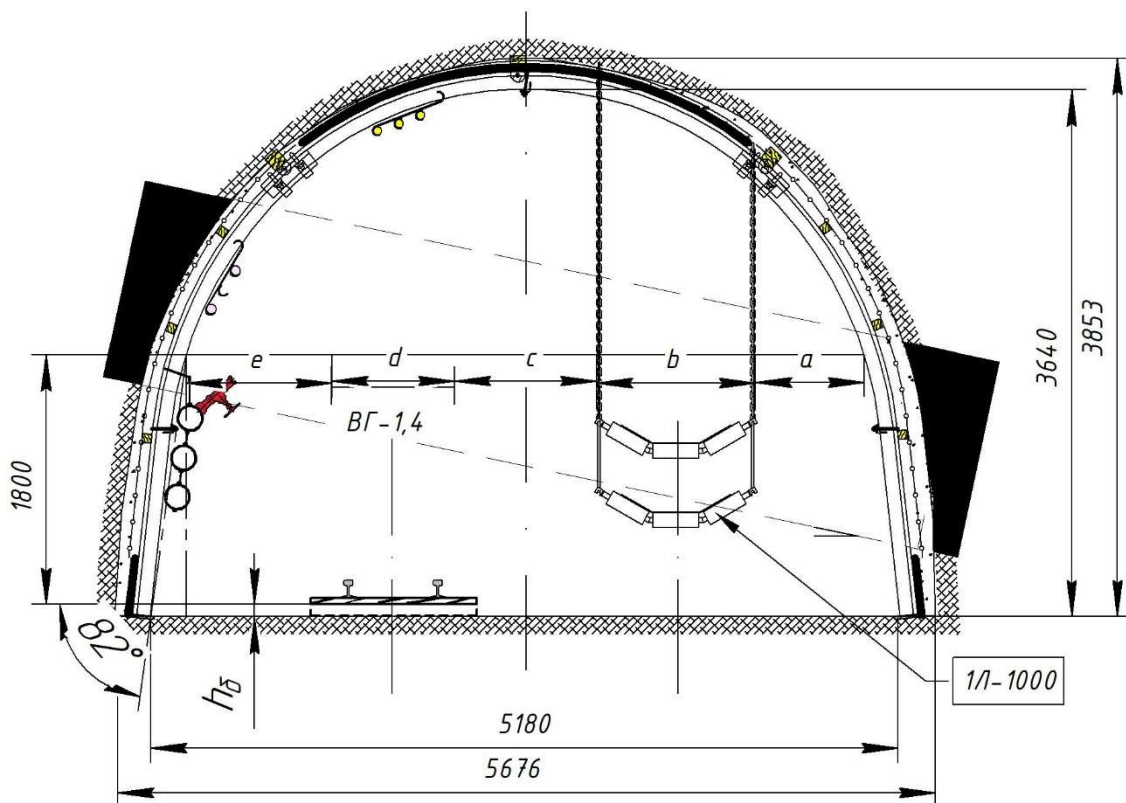


Рисунок 2.1 – Схема розрахунку ширини виробки

2. Для заданих у табл. 2.1 вихідних умов виконати наступні завдання.

2.1 Розрахувати мінімально необхідну площу перетину виробки по умовам провітрювання, за формулою (2.2).



2.2 Накреслити схему виробки з вказівкою габаритів транспортного обладнання і зазорів, визначених «Правилами безпеки...» [3].

2.3 Розрахувати мінімальну ширину виробки по умовам транспорту за формулою (2.3).

2.4 Визначити мінімальну площу поперечного перетину виробки, користуючись таблицями поперечних перетинів кріплення (табл. 2.1-2.4) або альбомом типових перетинів.

2.5 Встановити площу перетину виробки в просвіті за технологічними факторами.

3. Провести порівняння отриманих результатів розрахунків з перетинами виробок у відповідних варіантах, заданими табл. 2.5. Зробити висновок по роботі.



Таблиця 2.1 - Параметри кріплення АПЗ (КМП-АЗПС)

| Профіль | Переріз кріплення у просвіті до осідання, м ² | Висота кріплення у просвіті, мм | Ширина кріплення у просвіті, мм | Конструктивна піддатливість, мм | Робочий опір арки, кН. не менше ніж | | | Несуча здатність арки, кН |
|---------|--|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|
| | | | | | із замками АПЗ 030 | із замками 33Д | із замками КМП-АЗПС.030 | |
| СВП17 | 7,9 | 2760 | 3270 | 300 | 140 | 180 | - | 297 |
| СВП19 | 9,2 | 3010 | 3570 | | 150 | 200 | 200 | 330 |
| СВП22 | 11,2 | 3130 | 4180 | | 180 | 220 | 220 | 333 |
| СВП27 | 13,8 | 3440 | 4750 | | 200 | 250 | 250 | 406 |
| СВП33 | 15,5 | 3550 | 5200 | | - | 310 | 310 | 505 |
| СВП33 | 18,3 | 3960 | 5440 | | - | 310 | 310 | 485 |



Таблиця 2.2 - Параметри кріплення АП5 (КМП-А5ПС)

| Профіль | Переріз кріплення у провіті до осідання, м ² | Висота кріплення у провіті, мм | Ширина кріплення у провіті, мм | Конструктивна піддатливість, мм | Робочий опір арки. кН. не менше НІЖ | Несуча здатність арки, кН, не менше ніж |
|----------|---|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| СВП17 | 8,9 | 3060 | 3270 | 600 | 180 | 297 |
| СВП19 | 9,5 | 3260 | 3570 | 800 | 200 | 330 |
| СВП22 | 10,2 | 3460 | 4180 | 1000 | 200 | 333 |
| СВП27 | 10,2 | 3310 | 4750 | 600 | 250 | 406 |
| СВП33 | 10,9 | 3510 | 5200 | 800 | 310 | 505 |
| СВП33 | 11,6 | 3710 | 5440 | 1000 | 310 | 485 |
| | 12,5 | 3430 | | 600 | | |
| | 13,4 | 3630 | | 800 | | |
| | 14,2 | 3830 | | 1000 | | |
| | 15,2 | 3740 | | 600 | | |



Продовження табл. 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 16,2 | 3940 | | 800 | | |
| | 17,1 | 4140 | | 1000 | | |
| | 17,2 | 3850 | | 600 | | |
| | 18,2 | 4050 | | 800 | | |
| | 19,3 | 4250 | | 1000 | | |
| | 19,9 | 4260 | | 600 | | |
| | 21,0 | 4460 | | 800 | | |
| | 22,1 | 4660 | | 1000 | | |



Таблиця 2.3 - Параметри кріплення КПШУ

| Профіль | Переріз кріплення у просвіті до осідання, м ² | Висота кріплення у просвіті, мм | Ширина кріплення у просвіті, мм | Конструктивна піддатливість, мм, не більше ніж | Робочий опір арки, кН, не менше ніж | Несуча здатність арки, кН, не менше ніж |
|----------|--|---------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| СВП22 | 9,5 | 3040 | 3880 | 300 | 250 | 443 |
| СВП27 | | | | | 270 | 330 |
| СВП22 | 10,5 | 3300 | 4050 | | 230 | 455 |
| СВП27 | | | | | 270 | 600 |
| СВП22 | 11,0 | 3090 | 4470 | | 250 | 407 |
| СВП27 | | | | | 270 | 552 |
| СВП22 | 11,7 | 3440 | 4050 | | 250 | 421 |
| СВП27 | | | | | 270 | 589 |
| СВП22 | 12,1 | 3440 | 4410 | | 250 | 421 |
| СВП27 | | | | | 270 | 564 |
| СВП22 | 13,6 | 3460 | 4940 | | 250 | 367 |



Продовження табл. 2.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| СВП27 | | | | | 270 | 497 |
| СВП33 | | | | | 300 | 669 |
| СВП27 | 14,4 | 3880 | 4730 | | 270 | 550 |
| СВП33 | | | | | 300 | 700 |
| СВП27 | 15,0 | 3640 | 5180 | | 270 | 478 |
| СВП33 | | | | | 300 | 643 |
| СВП22 | 17,7 | 4190 | 5360 | | 270 | 500 |
| СВП27 | | | | | 300 | 650 |
| СВП22 | 20,2 | 4420 | 5700 | | 270 | 428 |
| СВП27 | | | | | 300 | 578 |



Таблиця 2.4 Параметри кріплення КПО

| Переріз кріплення у просвіті до осідання, м ² | Профіль | Розміри, мм | | | Конструктивна піддатливість, не більше ніж, мм | Вид бокових стояків | Сумарний робочий опір стояків (СВП22-СВП27), кН |
|--|----------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|--|---------------------|---|
| | | Висота до осідання, мм | Ширина у просвіті понизу, мм | Ширина у просвіті поверху, мм | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 8,8 | СВП22 | 2600 | 3800 | 2600 | 700 | кривол. | 160-240 360-490* |
| 9,8 | СВП22 | | 4200 | 3000 | | | |
| 9,8 | СВП27 | | 4200 | 3000 | | | |
| 10,9 | СВП22 | | 4600 | 3400 | | | |
| 10,9 | СВП27 | | 4600 | 3400 | | | |
| 11,9 | СВП27 | | 5000 | 3800 | | | |



Продовження табл. 2.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|
| 8,3 | СВП22 | 2600 | 3800 | 2600 | 700 | прямом. | 160-240 360-490* |
| 9,4 | СВП22 | | 4200 | 3000 | | | |
| 9,4 | СВП27 | | 4200 | 3000 | | | |
| 10,4 | СВП22 | | 4600 | 3400 | | | |
| 10,4 | СВП27 | | 4600 | 3400 | | | |
| 11,4 | СВП27 | | 5000 | 3800 | | | |
| 10,2 | СВП22 | 3200 | 3800 | 2600 | 1300 | кривол. | 160-240 360-490* |
| 11,5 | СВП22 | | 4200 | 3000 | | | |
| 11,5 | СВП27 | | 4200 | 3000 | | | |
| 12,8 | СВП22 | | 4600 | 3400 | | | |
| 12,8 | СВП27 | | 4600 | 3400 | | | |
| 14,1 | СВП27 | | 5000 | 3800 | | | |
| 15,4** | СВП27 | 3200 | 5400 | 1300 | 1300 | кривол. | 560-620 |



Таблиця 2.5– Варіанти для виконання практичної роботи

| Найменування показників | Значення показників за варіантами | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------|------------------|---------------------|-----------|------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Найменування виробки | гол. відк. штрек (двоколіійний) | вент. квершлаг (одноколіійний) | гол. штрек (одноколіійний) | похил | гол. вент. штрек | конвеєрний квершлаг | бремсберг | КОНВ.ПОХИЛ | вент. квершлаг (одноколіійний) | гол.вент.квершлаг (одноколіійний) |
| Форма виробки | арка | трапеція | арка | трапеція | арка | трапеція | арка | арка | трапеція | арка |
| Витрати повітря, м ³ /хв | 3500 | 1100 | 2100 | 1900 | 3200 | 2300 | 1100 | 1050 | 1950 | 2000 |
| Ширина електровоза/ вагона, мм | 1340 | 1340 | 1340 | - | 1340 | 1340 | | | 1040 | 1040 |



Продовження табл. 2.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Ширина стрічкового конвеєра, мм | - | - | - | 1100 | - | 1300 | 1100 | 13000 | - | - |
| Запланована глибина розміщення виробки <i>H</i> , м | 800 | 1000 | 1150 | 600 | 900 | 320 | 1000 | 650 | 500 | 800 |
| Термін служби виробки, років | 8 | 16 | 17 | 10 | 17 | 8 | 12 | 20 | 12 | 9 |



ПРАКТИЧНА РОБОТА 3 РОЗРАХУНОК СЕРЕДНЬОЗВАЖЕНОЇ МІЦНОСТІ ПОРІД

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: знайомство з стандартною методикою розрахунку середньозваженої міцності порід.

Порядок виконання роботи

1. Розрахунок середньозваженої міцності порід згідно СОУ 10.1.00185790.011:2007.

Середню міцність порід R в мегапаскалях розраховують згідно з формулою:

$$R = \frac{R_{кр} + R_{п}}{2}, \quad (3.1)$$

де $R_{кр}$, $R_{п}$ – міцності покрівлі і підшви відповідно, МПа.

Міцності покрівлі $R_{кр}$ і підшви $R_{п}$ в мегапаскалях розраховують згідно з формулою:

$$R_{кр} = \frac{R_1 m_1 k_1 + R_2 m_2 k_2 + \dots + R_i m_i k_i}{m_1 k_1 + m_2 k_2 + \dots + m_i k_i}, \quad (3.2)$$

де R_1, R_2, \dots, R_i – значення міцності окремих шарів порід, МПа;

m_1, m_2, \dots, m_i – товщина шарів порід, м;

k_1, k_2, \dots, k_i – коефіцієнти впливу шарів порід на визначувану міцність, розраховуються згідно з формулою:



$$K_i = \exp \left[-\alpha \left(\ell_i - \frac{h}{2} \right) \right], \quad (3.3)$$

де a – емпіричний коефіцієнт, визначається згідно з таблицею 3.1;
 ℓ_i – відстань від середини виробки в проходці до середині визначеного шару порід, м;
 h – висота виробки у проходці, м.

Таблиця 3.1 – Значення емпіричних коефіцієнтів

| Вид підтримання підготовчої виробки | Значення коефіцієнта α |
|--|-------------------------------|
| 1 | 2 |
| 1. Підтримання підготовчої виробки у різні проведення: | |
| - у масиві вугілля або порід; | 0,50 |
| - під виробленим простором; | 0,50 |
| - по обвалених породах виробленого простору; | 0,50 |
| - за очисним вибоєм з двостороннім боковим боковим виробленим простором; | 0,40 |
| - за очисним вибоєм у суцільному виробленому просторі; | 0,35 |
| - за очисним вибоєм по межі масиву вугілля; | 0,30 |
| - вприсічку до виробленого простору; | |
| - біля вугільного цілика шириною $h_{ц} > 10\text{м}$ | 0,25 |
| | $0,11 + 0,004h_{ц}$ |



Продовження табл. 3.1

| 1 | 2 |
|---|---------------------|
| 2. Підтримання підготовчої виробки у разі експлуатації: | |
| - у надробленій товщі у разі відробки суміжних лав; | 0,40 |
| - у виробленому просторі у разі відробки суміжних лав; | 0,35 |
| - у разі подальшої надробки; | 0,25 |
| - вприсічку до виробленого простору у разі відробки лав; | 0,20 |
| - у масиві вугілля або порід попереду першого очисного вибою; | 0,18 |
| - за першим очисним вибоєм; | 0,15 |
| - попереду першого очисного вибою; | 0,13 |
| - за другим очисним вибоєм; | 0,12 |
| - біля вугільного цілика шириною $h_{ц} > 10\text{м}$ | $0,05 + 0,005h_{ц}$ |

Вплив шарів порід треба враховувати на висоту не менше ніж 20 м від середини виробки у покрівлі і підшві. При цьому шари порід значної поділяти товщини треба на окремі шари товщиною не більше ніж 5 м.

Породи, що залягають вище середини виробки треба відносити до покрівлі, нижче - до підшви.

Міцності шарів порід R_i в мегапаскалях треба визначати з урахуванням порушеності породного масиву згідно з формулою:

$$R_i = R_o * K_c , \quad (3.4)$$



де R_0 – опір порід одновісьовому стисненню. МПа;
 K_c – коефіцієнт, що враховує порушеність породного масиву.
 $K_c = 1,0$ для непорушеного породного масиву;
 $K_c = 0,7$ у разі значної кількості порушень;
 $K_c = 0,4$ у зонах дроблення, зминання, замках складок.
У разі обводнення виробок опір порід зменшують на:
20% у пісковиках,
30% у вапняках,
40% в алевролітах,
50% в аргілітах.

2. Розрахувати середньозважену міцність порід, відповідно до методики, наведеної в пункті 1.

Вихідна інформація для виконання роботи береться відповідно до варіанту, виданого викладачем. Якщо даних для виконання роботи не вистачає, їх слід прийняти самостійно.

Глибина розробки H , м; потужність пласта m , м; міцність вугілля R_v , МПа; кріплення металеве аркове АПЗ перерізом S , м²; ширина виробки в просвіті B , м; висота $H_{пр}$, м в просвіті та $H_ч$, м начорно; об'ємна вага порід $\gamma = 25$ кН/м².

Покрівля (по мірі віддалення від пласта):

аргіліт – m_1 , м міцністю $R_1 = 30$ МПа;

аргіліт – m_2 , м, R_2 , МПа;

алевроліт m_3 , м, R_3 , МПа;

алевроліт m_4 , м, R_4 , МПа;

пісковик m_5 , м, R_5 , МПа;

пісковик m_6 , м, R_6 , МПа.

Підшва (по мірі віддалення від пласта):

пісковик m_7 , м, R_7 , МПа;

пісковик m_8 , м, R_8 , МПа;



алевроліт m_9 , м. R_9 , МПа;
алевроліт m_{10} , м, R_{10} , МПа;
алевроліт m_{11} , м; R_{11} , МПа;
Підривання порід - верхнє.
Кут падіння порід – 0 градусів.

Таблиця 3.2 Вихідні данні

| Таблиця вихідних даних за варіантами | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|----------------------|-------------------|------|-----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| № вар-ту | H, м | m, м | R _в , МПа | Данні виробки, м | | | | Потужність шарів порід, м | | | | | | | | | | | Міцність шарів порід, МПа | | | | | | | | | | | Обводненість порід | Порушеність масиву |
| | | | | S, м ² | B | H _{пр} | H _ч | m ₁ | m ₂ | m ₃ | m ₄ | m ₅ | m ₆ | m ₇ | m ₈ | m ₉ | m ₁₀ | m ₁₁ | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₈ | R ₉ | R ₁₀ | R ₁₁ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 0 | 1000 | 1,7 | 1,8 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 6,0 | 6,0 | 4,0 | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 4,0 | 7,0 | 7,0 | 5,0 | 30 | 31 | 47 | 44 | 65 | 77 | 73 | 95 | 46 | 59 | 61 | ні | слабка |
| 1 | 960 | 1,2 | 1,7 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 8,0 | 3,0 | 22 | 34 | 50 | 58 | 79 | 80 | 61 | 94 | 45 | 43 | 52 | так | не порушений |
| 2 | 920 | 1,3 | 1,5 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 5,0 | 3,0 | 7,0 | 6,0 | 10,0 | 1,0 | 5,0 | 6,0 | 4,0 | 9,0 | 3,0 | 30 | 38 | 48 | 58 | 63 | 87 | 61 | 99 | 40 | 41 | 53 | ні | слабка |
| 3 | 880 | 1,7 | 1,6 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 22 | 39 | 43 | 49 | 66 | 70 | 63 | 76 | 46 | 42 | 47 | так | не порушений |
| 4 | 840 | 1,3 | 1,7 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 5,0 | 5,0 | 8,0 | 4,0 | 2,0 | 5,0 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 3,0 | 26 | 34 | 40 | 44 | 77 | 71 | 65 | 94 | 47 | 57 | 60 | ні | слабка |
| 5 | 800 | 1,7 | 1,8 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 4,0 | 6,0 | 6,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 9,0 | 2,0 | 21 | 34 | 42 | 55 | 72 | 76 | 80 | 98 | 47 | 40 | 48 | так | не порушений |
| 6 | 760 | 1,0 | 1,4 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 8,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 30 | 39 | 42 | 59 | 70 | 67 | 69 | 60 | 40 | 48 | 42 | ні | слабка |



Продовження табл. 3.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
|----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|--------------|
| 7 | 720 | 1,4 | 1,3 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | 4,0 | 10,0 | 4,0 | 23 | 35 | 43 | 56 | 79 | 100 | 68 | 68 | 49 | 46 | 42 | так | не порушений |
| 8 | 680 | 1,1 | 1,6 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 7,0 | 8,0 | 1,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 30 | 36 | 43 | 47 | 71 | 97 | 67 | 74 | 44 | 49 | 56 | ні | слабка |
| 9 | 640 | 1,6 | 1,1 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 5,0 | 2,0 | 3,0 | 8,0 | 8,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 23 | 32 | 48 | 47 | 75 | 91 | 61 | 60 | 40 | 41 | 41 | так | не порушений |
| 10 | 600 | 1,3 | 1,1 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 4,0 | 6,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 | 2,0 | 2,0 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 5,0 | 28 | 37 | 49 | 43 | 79 | 67 | 70 | 91 | 45 | 58 | 57 | ні | слабка |



ПРАКТИЧНА РОБОТА 4 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ АРОЧНОГО МЕТАЛЕВОГО КРІПЛЕННЯ (ВИРОБКА, ЩО ПІДТРИМУЄТЬСЯ В МАСИВІ)

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: знайомство з методикою вибору і розрахунку параметрів кріплення гірничої виробки за СОУ 10.1.00185790.011:2007.

Порядок виконання роботи

1. Загальні відомості.

1.1 Визначення загальних коефіцієнтів.

Вибір кріплення, способів і засобів охорони підготовчих виробок здійснюється технологічною службою шахти на підставі:

а) аналізу даних інженерно-геологічних і гідрогеологічних досліджень;

б) визначення величини зміщень порід та закономірностей процесу їх розвитку;

в) визначення впливу на зміщення порід геометричних розмірів виробки, стійкості гірських порід, динамічного проявлення гірничого тиску;

г) визначення навантаження на кріплення.

Аналіз даних інженерно-геологічних і гідрогеологічних досліджень дозволяє прийняти раціональне розташування кожної підготовчої виробки та засіб її охорони від впливу очисних робіт.

Для обґрунтованого вибору типу кріплення підготовчих виробок потрібне визначення впливу:

а) геометричних розмірів виробки:

б) стійкості гірських порід;

в) динамічного проявлення гірничого тиску.



Вплив геометричних розмірів підготовчої виробки на вибір кріплення характеризується коефіцієнтом K_S , що розраховується згідно з формулою:

$$K_S = 0,2(B_{\text{пр}} - 1) \quad (4.1)$$

де $B_{\text{пр}}$ – ширина виробки в проходці, м, розраховується згідно з формулою:

$$B_{\text{пр}} = 1,1B + B_d, \quad (4.2)$$

де B – ширина виробки у простві з урахуванням профілю кріплення і затяжки, м;

B_d – додаткова ширина, залежно від технології проведення виробки, м.

$B_d = 0$ у разі тампонажу простору за кріпленням;

$B_d < 0.4$ м у разі проведення підготовчої виробки у масиві вугілля або порід (дорівнює подвійному перебору порід: технологічно дозволена величина перебору порід 0.2 м);

B_d дорівнює сумі відстаней від кріплення до засобів охорони з обох боків виробки у разі проведення підготовчих виробок за очисним вибоєм.

Вплив стійкості гірських порід на вибір кріплення характеризується коефіцієнтом K_y , що розраховується згідно з формулою:

$$K_y = 1,64 - 0,016R, \quad (4.3)$$

де R – середня міцність порід. МПа.

Вплив динамічного прояву гірничого тиску характеризується коефіцієнтом динамічності K_d , який визначають згідно з таблицею 4.1.



Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнта динамічності K_d

| | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Зазор між кріпленням та покрівлею. мм | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 500 |
| Значення коефіцієнта динамічності K_d | 2,0 | 2,2 | 2,4 | 2.6 | 2,8 | 3,0 |

На підставі розрахунку величин зміщень порід, які визначають диференційовано в покрівлі, підшві і боках підготовчої виробки, а також закономірностей зміни зміщень у конкретних умовах визначаються:

- тип кріплення та щільність його установки;
- спосіб і засіб охорони;
- оптимальний час і очікувані обсяги проведення ремонтних робіт у підготовчій виробці.

1.2 Розрахунок очікуваних максимальних зміщень порід на контурі виробки

Проектні рішення з вибору способів і засобів підтримання підготовчих виробок треба приймати за величиною очікуваних максимальних зміщень порід на контурі поперечного перерізу, що визначають диференційовано в покрівлі, підшві і боках виробки.

Зміщення порід у підготовчих виробках, що проводять в геологічних порушеннях, або які попадають під час проведення в зону підвищеного гірничого тиску, визначають залежно від конкретних гірничотехнічних ситуацій.

Зміщення покрівлі $U_{кр}$ в міліметрах розраховують згідно з формулою:


$$U_{кр} = UK_{кр} \quad (4.4)$$

де U – зміщення покрівлі і підшви (далі - сумарне зміщення порід) у певний період підтримання підготовчої виробки, мм;

$K_{кр}$ – коефіцієнт, що характеризує частку зміщень покрівлі у загальних зміщеннях покрівлі і підшви, розраховують згідно з формулою:

$$K_{кр} = R_{п}K_{н}/(R_{кр}+R_{п}) \quad (4.5)$$

де $R_{кр}$, $R_{п}$ – міцності покрівлі і підшви, МПа;

$K_{н}$ – коефіцієнт впливу глибини розробки H м, який залежить від способу підтримання виробок.

Для виробок, які проводять в масиві вугілля або порід, біля вугільних ціликів, по виробленому простору, у попередньо надробленій товщі порід, а також тих, що підтримують біля вугільних ціликів і у виробленому просторі, $K_{н}$ розраховують згідно з формулою:

$$K_{н} = 1,2 - 0,0004H . \quad (4.6)$$

Для виробок, які підтримують попереду і позаду очисних вибоїв, а також при подальшій надробці, $K_{н}$ розраховують згідно з формулою:

$$K_{н} = 1,14 - 0,00052H . \quad (4.7)$$

Для виробок, які проводять за лавою по межі масиву вугілля, широким ходом і у суцільному виробленому просторі, $K_{н}$ розраховують згідно з формулою:

$$K_{н} = 1.48 - 0,00031H \quad (4.8)$$



Для виробок, які проводять вприсічку до виробленого простору, K_H розраховують згідно з формулою:

$$K_H = 0,88 - 0,00031H \quad (4.9)$$

Величину зміщень боків U_b в міліметрах розраховують згідно з формулою:

$$U_b = UK_b \quad (4.10)$$

де U – згідно з формулою (4.11);

K_b – коефіцієнт, що характеризує зміщення боків виробки U_b по відношенню до сумарного зміщення порід U . Значення коефіцієнта K_b відповідно до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти, що характеризують зміщення боків виробки по відношенню до сумарного зміщення порід

| Вид підтримання підготовчих виробок | Значення коефіцієнтів K_b |
|--|-----------------------------|
| 1 | 2 |
| 1. Підтримання підготовчої виробки у разі проведення: - у масиві вугілля і порід - вприсічку до виробленого простору - біля вугільних ціликів | 0,20 1,15 0.65 |



Продовження табл. 4.2

| 1 | 2 |
|--|----------|
| - за очисним вибоєм по межі масиву вугілля або порід | 0.41 |
| - за очисним вибоєм широким вибоєм | 0.30 |
| - у попередньо надробленому масиві вугілля | 0.10 |
| - по виробленому простору | 1,00 |
| 2.Підтримання підготовчої виробки у разі експлуатації: | |
| - попереду першого очисного вибою | 0.39 |
| - за першим очисним вибоєм | 0,65 |
| - попереду другого очисного вибою | 0,51 |
| - за другим очисним вибоєм | 0,56 |
| - вприсічку до виробленого простору | 0,82 |
| - біля вугільних ціликів | 0,82 |
| - при подальшій надробці | 0.38 |
| - попередньо надроблених | 0.48 |
| - проведених по виробленому простору | 1.00 |

Сумарне зміщення порід у виробках, які підтримують при проведенні у масиві вугілля або порід поза зонами впливу очисних робіт, U в міліметрах розраховують згідно з формулою:

$$U = 1,5 H K_s K_y, \quad (4.11)$$

Величину зміщень покрівлі $U_{кр}$ розраховують згідно з формулою (4.4), боків U_6 – згідно з формулою (4.10).



1.3 Розрахунок параметрів кріплення

Тип кріплення підготовчих виробок та щільність його встановлення вибирають на підставі розрахунку очікуваних зміщень порід покрівлі у відповідний період їх проведення та підтримання.

Спочатку розраховують висоту склепіння порід, що розшарувалися, h_c в метрах, згідно з формулою:

$$h_c = \frac{U_{кр}}{\alpha}, \quad (4.12)$$

де $U_{кр}$ - згідно з формулою (4.4);

α - відповідно до таблиці 4.1.

При значеннях $\frac{U_{кр}}{\alpha}$ менше ніж 0,2 $V_{пр}$ приймають $h_c = 0,2 V_{пр}$ ($V_{пр}$ - згідно з формулою 4.2);

Розраховують вагу порід P в кілоньютонах, що формують навантаження на кріплення 1 м підготовчої виробки, згідно з формулою:

$$P = \frac{2}{3} V_{пр} \gamma h_c, \quad (4.13)$$

де $V_{пр}$ – згідно з формулою (4.2);

γ – об'ємна вага порід, кН/м^3 ;

h_c – згідно з формулою (4.12);

Необхідну кількість рам n на 1 м виробки встановлюють згідно з формулою:

$$n = \frac{P}{P_{кр}}, \quad (4.14)$$

де P – згідно з формулою (4.13);



$R_{кр}$ – робочий опір кріплення, кН.

Робочий опір кріплення $R_{кр}$ визначають відповідно до нормативної характеристики конструкції, піддатливості і несучої здатності кріплення.

Мінімально необхідну кількість рам за весь термін служби виробки визначають, виходячи з максимальної ваги порід над виробкою, яка створюється в один з періодів її підтримання (переважно в останній).

Паспортну щільність зведення кріплення приймають за найближчим значенням n у ряду: 1,0; 1,25; 1,5; 2,0; 2,5; 3.

Якщо одержана величина n менше ніж 1,0 рама/м або більше ніж 3 рами/м, треба передбачати інший тип кріплення, що має відповідно менший або більший опір, наприклад, металеве кріплення з більш легкого або більш важкого спецпрофілю або кріплення іншої конструкції. Величина n більше ніж 3 рами/м при застосуванні кріплення з найважчого спецпрофілю згідно з ГОСТ 18662 означає, що в даних умовах підтримання виробки тільки за допомогою кріплення неможливе і потрібні додаткові заходи, що сприятимуть зменшенню зміщень порід. До них відносять: зміцнення порід, розвантаження масиву, що вмішує виробку, від підвищеного гірничого тиску, зменшення перерізу гірничої виробки, проведення виробок у більш міцних породах, застосування раціональних видів примикання до очисного вибою та ін.

2. Розрахувати очікувані зміщення і параметри кріплення, відповідно до методики, наведеної в пункті 1. Середньозважену міцність порід в розрахунках треба прийняти за розрахунками практичної роботи №3.

Вихідна інформація для виконання роботи береться відповідно до варіанту, виданого викладачем. Якщо даних для виконання роботи не вистачає, їх слід прийняти самостійно.

Глибина розробки H , м; потужність пласта m , м; міцність вугілля R_v , МПа; кріплення металеве аркове АПЗ перерізом S , м²; ширина виробки в просвіті B , м; висота $H_{пр}$, м в просвіті та $H_ч$, м начорно; об'ємна вага порід $\gamma = 25$ кН/м².



Покрівля (по мірі віддалення від пласта):

аргіліт – m_1 , м міцністю $R_1 = 30$ МПа;

аргіліт – m_2 , м, R_2 , МПа;

алевроліт m_3 , м, R_3 , МПа;

алевроліт m_4 , м, R_4 , МПа;

пісковик m_5 , м, R_5 , МПа;

пісковик m_6 , м, R_6 , МПа.

Підшва (по мірі віддалення від пласта);

пісковик m_7 , м, R_7 , МПа;

пісковик m_8 , м, R_8 , МПа;

алевроліт m_9 , м, R_9 , МПа;

алевроліт m_{10} , м, R_{10} , МПа;

алевроліт m_{11} , м; R_{11} , МПа;

Підривання порід - верхнє.

Кут падіння порід – 0 градусів.

Таблиця 4.3 Вихідні данні

| Таблиця вихідних даних за варіантами | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|----------------------|-------------------|------|-----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| № вар-ту | H, м | m, м | R _в , МПа | Данні виробки, м | | | | Потужність шарів порід, м | | | | | | | | | | | Міцність шарів порід, МПа | | | | | | | | | | | Обводненість порід | Порушеність масиву |
| | | | | S, м ² | B | H _{пр} | H _ч | m ₁ | m ₂ | m ₃ | m ₄ | m ₅ | m ₆ | m ₇ | m ₈ | m ₉ | m ₁₀ | m ₁₁ | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₈ | R ₉ | R ₁₀ | R ₁₁ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 0 | 1000 | 1,7 | 1,8 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 6,0 | 6,0 | 4,0 | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 4,0 | 7,0 | 7,0 | 5,0 | 30 | 31 | 47 | 44 | 65 | 77 | 73 | 95 | 46 | 59 | 61 | ні | слабка |
| 1 | 960 | 1,2 | 1,7 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 8,0 | 3,0 | 22 | 34 | 50 | 58 | 79 | 80 | 61 | 94 | 45 | 43 | 52 | так | не порушений |
| 2 | 920 | 1,3 | 1,5 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 5,0 | 3,0 | 7,0 | 6,0 | 10,0 | 1,0 | 5,0 | 6,0 | 4,0 | 9,0 | 3,0 | 30 | 38 | 48 | 58 | 63 | 87 | 61 | 99 | 40 | 41 | 53 | ні | слабка |
| 3 | 880 | 1,7 | 1,6 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 22 | 39 | 43 | 49 | 66 | 70 | 63 | 76 | 46 | 42 | 47 | так | не порушений |
| 4 | 840 | 1,3 | 1,7 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 5,0 | 5,0 | 8,0 | 4,0 | 2,0 | 5,0 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 3,0 | 26 | 34 | 40 | 44 | 77 | 71 | 65 | 94 | 47 | 57 | 60 | ні | слабка |
| 5 | 800 | 1,7 | 1,8 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 4,0 | 6,0 | 6,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 9,0 | 2,0 | 21 | 34 | 42 | 55 | 72 | 76 | 80 | 98 | 47 | 40 | 48 | так | не порушений |
| 6 | 760 | 1,0 | 1,4 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 8,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 30 | 39 | 42 | 59 | 70 | 67 | 69 | 60 | 40 | 48 | 42 | ні | слабка |



Продовження табл. 4.3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
|----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|--------------|
| 7 | 720 | 1,4 | 1,3 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | 4,0 | 10,0 | 4,0 | 23 | 35 | 43 | 56 | 79 | 100 | 68 | 68 | 49 | 46 | 42 | так | не порушений |
| 8 | 680 | 1,1 | 1,6 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 7,0 | 8,0 | 1,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 30 | 36 | 43 | 47 | 71 | 97 | 67 | 74 | 44 | 49 | 56 | ні | слабка |
| 9 | 640 | 1,6 | 1,1 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 5,0 | 2,0 | 3,0 | 8,0 | 8,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 23 | 32 | 48 | 47 | 75 | 91 | 61 | 60 | 40 | 41 | 41 | так | не порушений |
| 10 | 600 | 1,3 | 1,1 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 4,0 | 6,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 | 2,0 | 2,0 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 5,0 | 28 | 37 | 49 | 43 | 79 | 67 | 70 | 91 | 45 | 58 | 57 | ні | слабка |



ПРАКТИЧНА РОБОТА 5

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ АНКЕРНОГО (РАМНО-АНКЕРНОГО) КРІПЛЕННЯ ШТРЕКУ, ЩО ПРОВЕДЕНИЙ І ПІДТРИМУЄТЬСЯ В МАСИВІ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: знайомство з методикою вибору і розрахунку параметрів анкерного кріплення гірничої виробки за СОУ 10.1.05411357.010:2014.

Порядок виконання роботи

1. Визначення зміщення порід

1.1. Проектні рішення щодо вибору параметрів і схем установки анкерного кріплення для підтримки гірничих виробок слід приймати за величиною очікуваних максимальних зміщень порід на контурі поперечного перерізу, які визначають диференційовано в покрівлі, підосві та боках виробки.

1.2. Для гірничих виробок і їх пересічень розрахунок рівня вільних зміщень на контурі поперечного перерізу здійснюють за діючим галузевим нормативним документом.

1.3. Величину зміщення в горизонтальних і похилих протяжних виробках, розташованих *поза зоною впливу очисних робіт*, слід визначати за формулою:

$$U = k_{\alpha} k_{\theta} k_S k_B k_t U_T, \quad (5.1)$$

де k_{α} – коефіцієнт впливу кута залягання порід і напрямку проходки виробки відносно простягання порід, який визначають за табл. 5.1;



k_{θ} – коефіцієнт напрямку зміщення порід, при визначенні зміщень з боку покрівлі або підшви (у вертикальному напрямку $k_{\theta} = 1$; при розрахунку бічних зміщень порід (в горизонтальному напрямку) k_{θ} визначають за табл. 5.1

Таблиця 5.1 Значення коефіцієнтів k_{α} і k_{θ}

| Напрямок проходки виробки | Коефіцієнти k_{α} і k_{θ} при кутах залягання порід α , град. | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | До 20 | | 30 | | 40 | | 50 | | 60 | | Більше 70 | |
| | k_{α} | k_{θ} | k_{α} | k_{θ} | k_{α} | k_{θ} | k_{α} | k_{θ} | k_{α} | k_{θ} | k_{α} | k_{θ} |
| За простяганням | 1 | 0,35 | 0,95 | 0,55 | 0,80 | 0,80 | 0,65 | 1,2 | 0,6 | 1,70 | 0,60 | 2,25 |
| Вхрест простягання | 0,7 | 0,55 | 0,60 | 0,80 | 0,45 | 0,95 | 0,25 | 0,9 | 0,2 | 0,80 | 0,15 | 0,55 |
| Під кутом до простягання | 0,8 | 0,45 | 0,80 | 0,65 | 0,65 | 0,90 | 0,45 | 1,0 | 0,7 | 1,10 | 0,85 | 0,95 |

k_s – коефіцієнт впливу розміру виробки, що визначають за формулою

$$k_s = k_p (b_{пр} - 1), \quad (5.2)$$

де $b_{пр}$ – ширина виробки в проходці (начорно), м;

k_p – районний коефіцієнт, який дорівнює 0,25 для умов Західного Донбасу та 0,2 для інших умов;



k_s – коефіцієнт впливу розміру виробки, що визначають за формулою:

$$k_s = k_p (b_{пр} - 1), \quad (5.3)$$

де $b_{пр}$ – ширина виробки в проходці (начорно), м;

k_p – районний коефіцієнт, який дорівнює 0,25 для умов Західного Донбасу та 0,2 для інших умов;

k_B – коефіцієнт впливу інших виробок, який приймають: для одиночних виробок і камер рівним 1;

k_t – коефіцієнт впливу часу на зміщення порід (для виробок, термін експлуатації яких більше 15 років $k_t = 1$; при $t < 15$ років k_t визначають за графіком рис. 5.1;

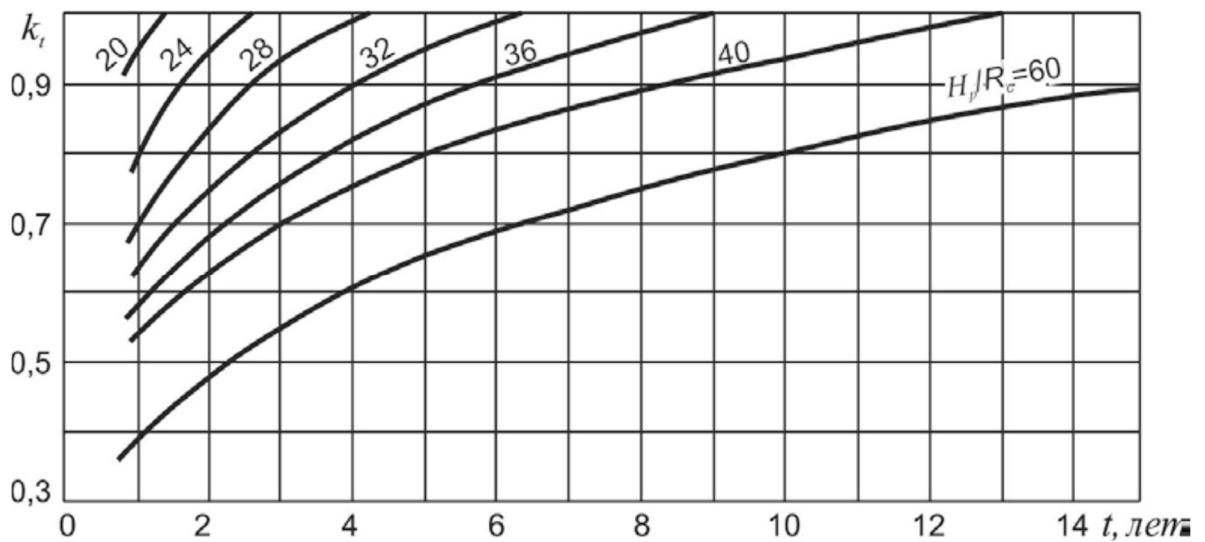


Рисунок 5.1 – Графік для визначення коефіцієнта k_t при t від 1 до 15 років



U_T – зміщення порід, прийняте за типове за графіками рис. 5.2 в залежності від розрахункового опору порід стиску R_c і розрахункової глибини розташування виробки H_p .

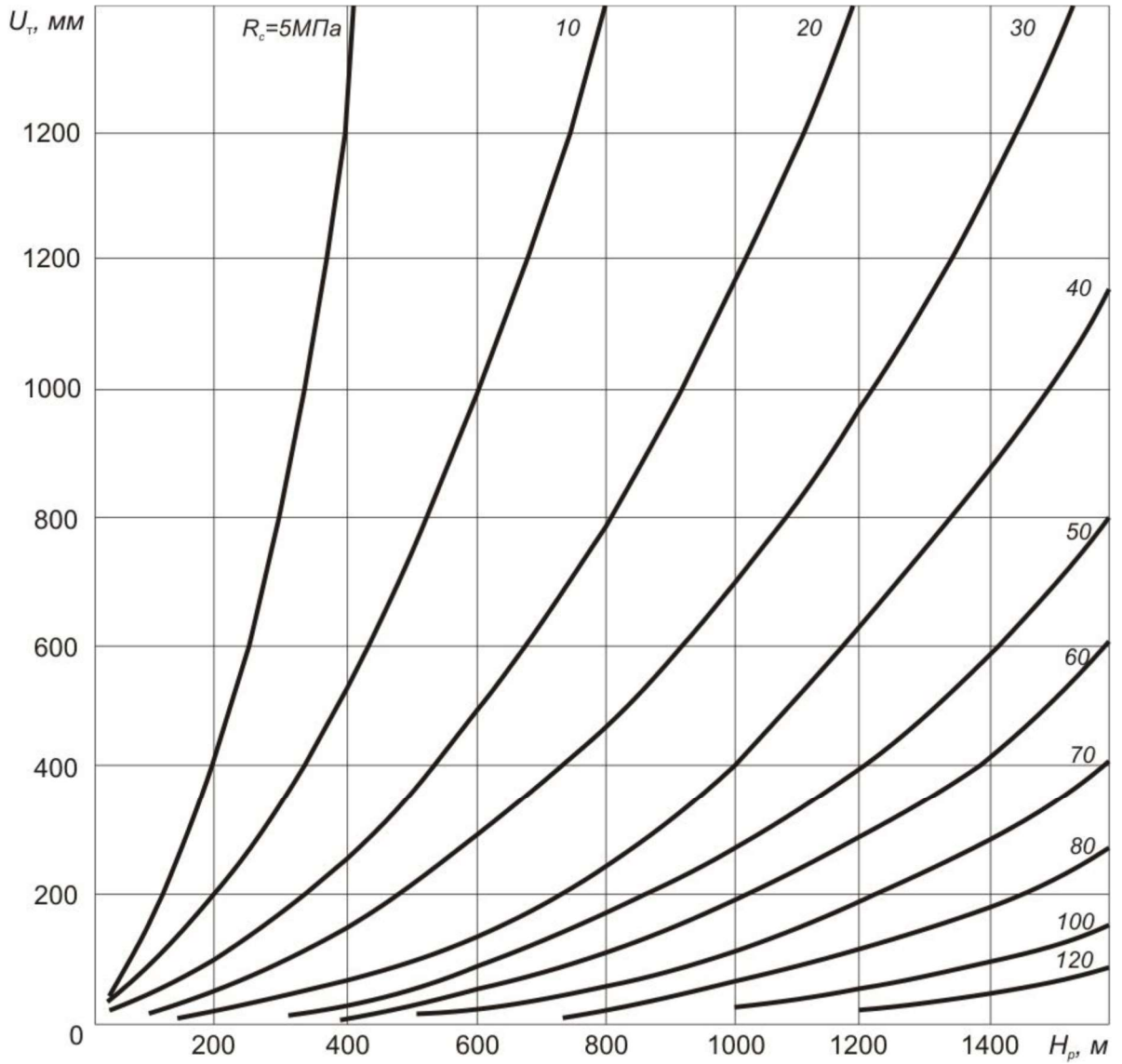


Рисунок 5.2 – Графік для визначення типового зміщення порід U_T



Як критерій визначення категорії стійкості порід слід приймати величину їх вільних зміщень U на контурі поперечного перерізу виробки за весь термін її служби

Таблиця 5.2 Категорії стійкості порід

| Категорія стійкості порід | Оцінка стану стійкості порід | Зміщення U , мм |
|---------------------------|------------------------------|-------------------|
| I | Стійкий | До 50 |
| II | Середнестійкий | З 50 до 200 |
| III | Нестійкий | З 200 до 500 |
| IV | Дуже нестійкий | Більше 500 |

2 Визначення несучої здатності породно-анкерної опори

2.1 Встановлений анкер з полімерним закріпленням в шпурі формує навколо себе породно-анкерну опору. Несуча здатність цієї опори залежить від несучої здатності анкерного стержня, міцності і довжині його закріплення в шпурі, міцності порід на момент установки анкера.

2.2 Несучу здатність породно-анкерної опори, сформованої встановленим в приконтурний породний масив анкером, у складі конструкції породно-анкерного перекриття визначають за формулою:

$$N_{пао} = N_a K_{закр} K_{нн} K_{уст} K_R, \quad (5.3)$$

де N_a – несуча здатність анкерного стержня, кН;

$K_{закр}$ – коефіцієнт якості закріплення анкера в шпурі;

$K_{нн}$ – коефіцієнт початкового натягу анкера при установці;

$K_{уст}$ – коефіцієнт, що враховує умови установки анкера;



K_R – коефіцієнт, що враховує відносну міцність порід;

2.3 Коефіцієнт якості закріплення анкера в шпурі залежить від довжини $l_{зак}$ і міцності закріплення анкера в шпурі:

$K_{закр} = 1$ – при замковому закріпленні або на ділянці $l_{зак} \leq 0,4l_{ш}$ ($l_{ш}$ – глибина шпура, м);

$K_{закр} = 1,0-1,2$ – при $0,4l_{ш} < l_{зак} \leq 0,9l_{ш}$;

$K_{закр} = 1,2$ – при $0,9l_{ш} < l_{зак} \leq l_{ш}$.

Міцність закріплення анкера в шпурі контролюють проведенням періодичних тестів на висмикування анкерів. У разі витягування анкера при навантаженні менше, ніж $0,7Na$ слід приймати до розрахунку несучу здатність породно-анкерної опори, яка дорівнює даному навантаженню.

2.4 Коефіцієнт початкового натягу анкера при установці визначають:

$K_{нн} = 0,8-0,9$ – анкер встановлений без початкового натягу, гайка не підтягнута, прослаблена;

$K_{нн} = 0,95-1,0$ – анкер встановлений без початкового натягу, гайка підтягнута;

$K_{нн} = 1,05-1,1$ – анкер встановлений з початковим натягом, гайка затягнута із зусиллям.

2.5 Коефіцієнт, що враховує умови установки анкера, визначають станом порід:

$K_{усм} = 1,2$ – анкер встановлюють від забою на відстані, що не перевищує кроку чергової заходки;

$K_{усм} = 1,0-1,2$ – анкер встановлюють на відстані до 10 м від вибою;

$K_{усм} = 0,9-1,0$ – анкер встановлюють на відстані 10-50 м від вибою;

$K_{усм} = 0,6-0,9$ – анкер встановлюють в раніше проведеній виробці.

2.6 Коефіцієнт, що враховує відносну міцність порід K_R , визначають за графіком рис. 5.3.



Рисунок 5.3 – Графік для визначення коефіцієнта k_R

При $R_c/\gamma H < 1$ приймається $k_R = 1$, при $R_c/\gamma H > 5$ приймається $k_R = 2$.

3. Визначення навантаження на кріплення

3.1 Розрахункове навантаження на кріплення на 1 погонний метр протяжної гірничої виробки визначають за формулою:

$$P = k_n k_H m_e b_{пр} P^H, \quad (5.4)$$

де k_n – коефіцієнт перевантаження, що приймають за табл. 5.3;

k_H – коефіцієнт надійності, приймають для головних навколоствольних виробок рівним 1,1, а для решти виробок – 1;

m_e – коефіцієнт умов проведення виробок, рівний 1 при буропідривному способі, при комбайновому – за табл. 5.4;



$b_{пр}$ – ширина виробки в проходці.

Таблиця 5.3 - Значення коефіцієнта перевантаження K_n

| Величина зміщення U , мм | Коефіцієнт K_n для виробок | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------|
| | головних розкривальних | магістральних та інших |
| До 50 | 1,25 | 1,1 |
| Від 50 до 200 | 1,1 | 1,05 |
| Від 200 до 500 | 1,05 | 1 |
| Більше 500 | 1 | 1 |

Таблиця 5.4 - Значення коефіцієнта $k_{пр}$

| Відношення H/R_c | До 16 | Від 16 до 20 | Від 20 до 25 | Більше 25 |
|-----------------------|-------|--------------|--------------|-----------|
| Коефіцієнт $k_{пр}$ | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,1 |

P^H – нормативне навантаження на кріплення, що визначають за графіком на рис. 5.4;

3.2 Нормативне навантаження P_n визначають за графіками рис.5.4 залежно від зміщень U з урахуванням зміщень до установки анкерного кріплення U_t , стиску забутовочного матеріалу U_3 і конструктивної податливості кріплення $U_{кр}$.

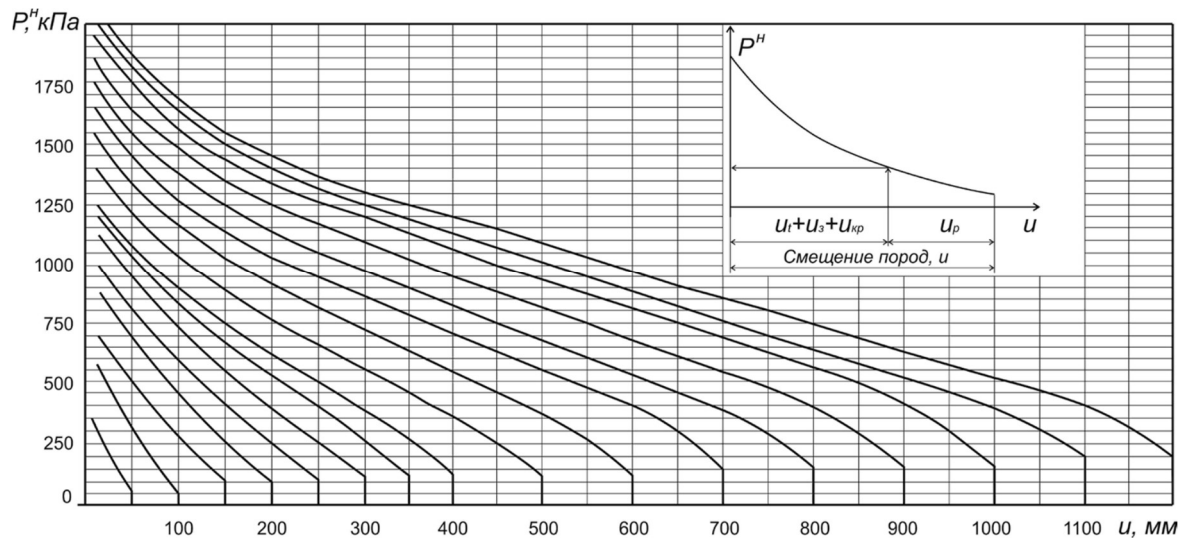


Рисунок 5.4 – Графіки для визначення нормативного навантаження на кріплення

3.3 При застосуванні тільки анкерного кріплення все навантаження, визначене в п. 3.1, сприймають анкери. При застосуванні анкерно-рамного кріплення на анкера доводиться частина навантаження, що дорівнює різниці повного навантаження та несучої здатності рамного кріплення

$$P_a = P - P_{pk} - P_{ka} - P_{yk}, \quad (5.5)$$

де P_a – навантаження, що сприймає анкерне кріплення;

P_{pk} – навантаження, що сприймає рамне кріплення;

P_{ka} – навантаження, що сприймає канатні анкери глибокого закладання;

P_{yk} – навантаження, що сприймає додаткове підсилююче кріплення (дерев'яні стійки або інші охоронні конструкції).



4 Визначення параметрів анкерного кріплення

4.1 Щільність установки анкерного кріплення визначають за формулою:

$$N_s = P_a / N_{пао}. \quad (5.6)$$

4.2 Кількість анкерів в ряду (у перетині) залежно від кроку установки анкерного кріплення h_a визначають за формулою:

$$n = N_s h_a. \quad (5.7)$$

4.3 По визначеній кількості анкерів n і відповідно до вимог до формування породно-анкерної конструкції розділу 6 СОУ 10.1.05411357.010:2014 формують схему установки анкерів.

5. Розрахувати очікувані зміщення і параметри кріплення, відповідно до методики, наведеної в пунктах 1-4. Середньозважену міцність порід в розрахунках треба прийняти за розрахунками практичної роботи №3.

Вихідна інформація для виконання роботи береться відповідно до варіанту, виданого викладачем (табл. 5.5). Якщо даних для виконання роботи не вистачає, їх слід прийняти самостійно.

Глибина розробки H , м; потужність пласта m , м; міцність вугілля R_b , МПа; кріплення металеве аркове АПЗ перерізом S , м²; ширина виробки в просвіті B , м; висота $H_{пр}$, м в просвіті та $H_ч$, м начорно; об'ємна вага порід $\gamma = 25$ кН/м².

Покрівля (по мірі віддалення від пласта):

аргіліт – m_1 , м міцністю $R_1 = 30$ МПа;

аргіліт – m_2 , м, R_2 , МПа;

алевроліт m_3 , м, R_3 , МПа;

алевроліт m_4 , м, R_4 , МПа;



пісковик m_5 , м, R_5 , МПа;

пісковик m_6 , м, R_6 , МПа.

Підшва (по мірі віддалення від пласта);

пісковик m_7 , м, R_7 , МПа;

пісковик m_8 , м, R_8 , МПа;

алевроліт m_9 , м, R_9 , МПа;

алевроліт m_{10} , м, R_{10} , МПа;

алевроліт m_{11} , м; R_{11} , МПа;

Підривання порід - верхнє.

Кут падіння порід – 0 градусів.

Таблиця 5.5 Вихідні данні

| Таблиця вихідних даних за варіантами | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|------|----------------------|-------------------|------|-----------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| № вар-ту | H, м | m, м | R _в , МПа | Данні виробки, м | | | | Потужність шарів порід, м | | | | | | | | | | | Міцність шарів порід, МПа | | | | | | | | | | | Обводненість порід | Порушеність масиву |
| | | | | S, м ² | B | H _{пр} | H _ч | m ₁ | m ₂ | m ₃ | m ₄ | m ₅ | m ₆ | m ₇ | m ₈ | m ₉ | m ₁₀ | m ₁₁ | R ₁ | R ₂ | R ₃ | R ₄ | R ₅ | R ₆ | R ₇ | R ₈ | R ₉ | R ₁₀ | R ₁₁ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 0 | 1000 | 1,7 | 1,8 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 6,0 | 6,0 | 4,0 | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 4,0 | 7,0 | 7,0 | 5,0 | 30 | 31 | 47 | 44 | 65 | 77 | 73 | 95 | 46 | 59 | 61 | ні | слабка |
| 1 | 960 | 1,2 | 1,7 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 8,0 | 3,0 | 22 | 34 | 50 | 58 | 79 | 80 | 61 | 94 | 45 | 43 | 52 | так | не порушений |
| 2 | 920 | 1,3 | 1,5 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 5,0 | 3,0 | 7,0 | 6,0 | 10,0 | 1,0 | 5,0 | 6,0 | 4,0 | 9,0 | 3,0 | 30 | 38 | 48 | 58 | 63 | 87 | 61 | 99 | 40 | 41 | 53 | ні | слабка |
| 3 | 880 | 1,7 | 1,6 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 6,0 | 5,0 | 5,0 | 22 | 39 | 43 | 49 | 66 | 70 | 63 | 76 | 46 | 42 | 47 | так | не порушений |
| 4 | 840 | 1,3 | 1,7 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 5,0 | 5,0 | 8,0 | 4,0 | 2,0 | 5,0 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 3,0 | 26 | 34 | 40 | 44 | 77 | 71 | 65 | 94 | 47 | 57 | 60 | ні | слабка |
| 5 | 800 | 1,7 | 1,8 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 4,0 | 6,0 | 6,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 3,0 | 9,0 | 2,0 | 21 | 34 | 42 | 55 | 72 | 76 | 80 | 98 | 47 | 40 | 48 | так | не порушений |
| 6 | 760 | 1,0 | 1,4 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 8,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 30 | 39 | 42 | 59 | 70 | 67 | 69 | 60 | 40 | 48 | 42 | ні | слабка |



Продовження табл. 5.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
|----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|--------------|
| 7 | 720 | 1,4 | 1,3 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | 4,0 | 10,0 | 4,0 | 23 | 35 | 43 | 56 | 79 | 100 | 68 | 68 | 49 | 46 | 42 | так | не порушений |
| 8 | 680 | 1,1 | 1,6 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 7,0 | 8,0 | 1,0 | 5,0 | 3,0 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 30 | 36 | 43 | 47 | 71 | 97 | 67 | 74 | 44 | 49 | 56 | ні | слабка |
| 9 | 640 | 1,6 | 1,1 | 18,3 | 5,44 | 3,96 | 4,2 | 5,0 | 2,0 | 3,0 | 8,0 | 8,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 23 | 32 | 48 | 47 | 75 | 91 | 61 | 60 | 40 | 41 | 41 | так | не порушений |
| 10 | 600 | 1,3 | 1,1 | 15,5 | 5,2 | 3,55 | 3,8 | 4,0 | 6,0 | 4,0 | 6,0 | 9,0 | 2,0 | 2,0 | 6,0 | 7,0 | 4,0 | 5,0 | 28 | 37 | 49 | 43 | 79 | 67 | 70 | 91 | 45 | 58 | 57 | ні | слабка |



ПРАКТИЧНА РОБОТА 6

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАГНІТАННЯ СКРІПЛЮЮЧИХ СУМІШЕЙ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: знайомство технологією зміцнення порід покрівлі ін`єктуванням швидкотвердіючих сумішей.

Порядок виконання роботи

1 Ознайомитися з методами вибору способів і параметрів технологічних схем зміцнення порід покрівлі.

1.1 Вибір способу зміцнення порід покрівлі швидкотвердіючими сумішами

1.1.1 Головним критерієм, відповідно до якого вибираються спосіб і параметри технологічної схеми зміцнення порід покрівлі, є їх середня кусковатість порід при обваленнях.

До першого (I) групи відноситься породи, у яких при обваленні переважають шматки з розмірами менш 0,1м, до другого (II) - 0,1...0,3м, до третього (III) - 0,3...0,5м и к четвертої (IV) - більше 0,5м.

1.1.2 Умови, у яких застосування кожного зі способів зміцнення буде найбільш доцільним, наведені в табл. 6.1.



Таблиця 6.1 - Умови застосування способів зміцнення порід покрівлі

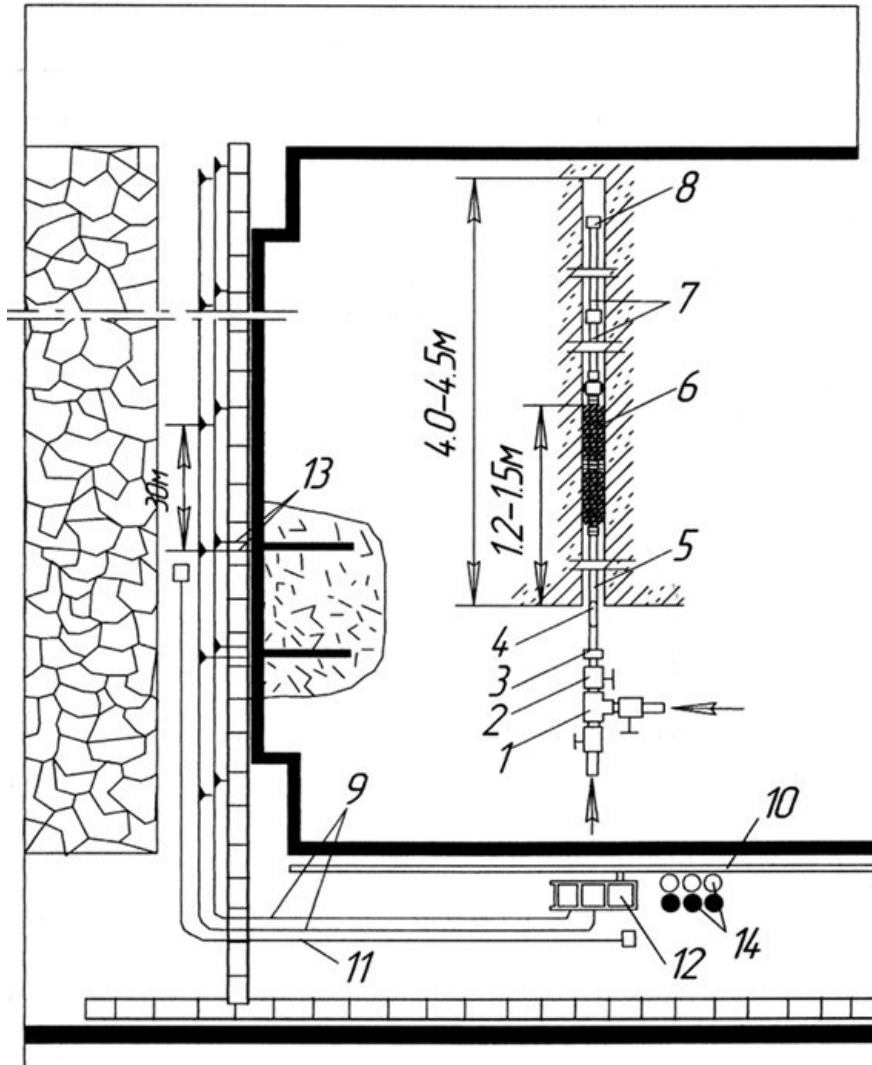
| Властивості порід, що зміцнюються | Доцільні способи зміцнення | |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|
| | Нагнітання швидкотвердіючих сумішей | Анкерування (локальне зміцнення) |
| Потужність обвалення порід $h_{обр}, м$ | Більше 0,8 | Більше 0,4 |
| Група порід по кусковатості | I і II | II, III і IV |

1.2 Технологія зміцнення порід нагнітанням швидкотвердіючих сумішей

1.2.1 Процес нагнітання швидкотвердіючих сумішей (рис. 6.1) містить наступні операції: підготовчі операції (буріння шпурів, монтаж лінії гучномовного або телефонного зв'язку, доставка в лаву запірно-змішувальної арматури, доставка до нагнітальної установки ємностей з компонентами суміші, перевірка працездатності нагнітального встаткування, роботи з нагнітання й заключні операції (демонтаж запорної арматури, збирання засобів буріння, промивання нагнітальної установки, демонтаж лінії зв'язку).

1.2.2 Нагнітання швидкотвердіючих сумішей ведеться через шпури діаметром 42...45 мм і довжиною 4,0...4,5 м. Герметизація їх здійснюється на глибині 1,2...1,5 м. Номінальний тиск нагнітання - 2...5 МПа, темп нагнітання 7...9л/хв.

Кут підйому шпурів для нагнітання, відстань між ними й витрата суміші на один шпур вибираються відповідно до даних табл. 6.2.



1 - трійник; 2 - кульовий кран; 3 - ніпель; 4 - лабіринтовий змішувач;
 5 - завантажувальна трубка; 6 - герметизатор; 7 - подовжувальні трубки; 8
 - зворотний клапан; 9 - високонапірна магістраль; 10 - стиснене повітря;
 11 - телефонний зв'язок; 12 - нагнітальна установка; 13 - відвідні шланги;
 14 - ємності з компонентами.

Рисунок 6.1 – Технологічна схема зміцнення порід покрівлі нагнітанням швидкотвердіючих сумішей



Таблиця 6.2 - Параметри способу зміцнення порід покрівлі нагнітанням швидкотвердіючих сумішей

| Властивості порід, що зміцнюються | | Кут підйому шпурів, град | Відстань між шпурами, м | Витрата складу на шпур, кг |
|---|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Потужність порід, що обвалюються $h_{обр}$, м | Група порід по кусковатості | | | |
| Менш 1,5м | I | 10...15...15 | 2,5...3...3,0 | 100.....140 |
| | II | 10...15...15 | 3,5...4...4,0 | 160.....180 |
| Більше 1,5м | I | 15...20...20 | 3,0...3...3,5 | 160.....200 |
| | II | 15...20...20 | 4,0...5...5,0 | 200.....250 |

Уточнення значень параметрів нагнітання в межах діапазонів, що рекомендуються, здійснюється для конкретних гірничо-геологічних умов за результатами пробних нагнітань.

Повторне виконання робіт з нагнітання швидкотвердіючих сумішей рекомендується робити після посування лави на 3,5...4,0м. Якщо при посуванні лави на 2,0...2,5м спостерігаються значні обвалення порід, нагнітання варто повторити через шпури, пробурені в проміжках між первісними.

1.2.3 На період роботи зі зміцнення порід покрівлі на ділянці рекомендується організувати бригаду в кількості 4 гірників під керівництвом інженерно-технічного працівника. Члени бригади повинні виконувати наступні роботи: один робітник управляє нагнітальною установкою, другий - заливає компоненти складу у видатковій ємності й двоє робітників виконують операції в зоні зміцнення - герметизують шпури, підключають їх до магістралі, здійснюють контроль за ходом зміцнення.

Роботи з буріння й нагнітання можуть проводитися паралельно.



1.2.4 Роботи зі зміцнення порід покрівлі рекомендується виконувати в ремонтно-підготовчу зміну. Площа зони зміцнення може досягати 100...140м² покрівлі в зміну, довжину ділянки нестійкої покрівлі по довжині лави – 20...35...35м, кількість оброблюваних у зміну шпурів - 6...8.

1.3 Заходи безпеки

1.3.1 Всі робітники, що виконують роботи зі зміцнення порід повинні бути забезпечені протипиловими респіраторами, захисними окулярами, гумовими або поліетиленовими рукавичками.

1.3.2 При роботі з компонентами швидкотвердіючих сумішей слід дотримуватися обережності. Брати посудини з компонентами суміші без рукавичок не дозволяється.

2 Відповісти на наступні питання:

2.1 На які групи діляться породи покрівлі по кусковатості?

2.2 У яких випадках доцільно застосовувати зміцнення порід покрівлі нагнітанням швидкотвердіючих сумішей і анкеруванням?

2.3 Намалювати технологічну схему зміцнення порід покрівлі нагнітанням швидкотвердіючих сумішей і описати порядок виконання робіт.

2.4 Які рекомендуються значення параметрів технологічної схеми зміцнення порід покрівлі нагнітанням швидкотвердіючих сумішей (діаметр, довжина й кут підйому шпурів, відстань між шпурами, номінальний тиск і темп нагнітання, витрата складу на один шпур)?

2.5 Який досягається обсяг робіт за зміну по зміцненню порід покрівлі нагнітанням?

3 За даними табл. 6.3 виконати наступну роботу.

3.1 Вибрати спосіб зміцнення порід покрівлі

3.2 Обрати суміш для укріплення порід.

3.3 Установити довжину, діаметр і кут підйому шпурів, а також відстань між шпурами.



Таблиця 6.3 – Вихідні дані

| Найменування й одиниці виміру показників | Значення показників по варіантам | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|------|-----|------|--------|------|---------|------|-----|-----|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X |
| 1. Потужність порід покрівлі, що обвалюються, $h_{обр}$, м | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 0,9 | 1,3 | 1,0 |
| 2. Характеристика поверхні порожнини обвалення порід | Рівна | | | | | | Нерівна | | | |
| 3. Характеристика порід, що залягають вище тих, що руйнуються | Аналогічні тим, що руйнуються | | | | Стійкі | | | | | |
| 4. Середній розмір шматків породи при вивалах | 0,1 | 0,15 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | 0,15 | 0,1 | 0,2 |
| 5. Наявність води в породах, що зміцнюються | так | ні | так | ні | так | ні | так | ні | так | ні |



ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА 1 ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КРІПЛЕННЯ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

Мета роботи: закріплення практичних навичок розрахунку параметрів кріплення гірничої виробки, проведеної в масиві порід.

Порядок виконання роботи

1. В якості вихідної інформації для виконання роботи приймається вкопійювання з плану гірничих виробок, структурна колонка пласта. Варіант завдання видається викладачем відповідно до підприємства з активів Метінвест. Теоретичні і довідкові матеріали для виконання роботи наведені в практичних роботах 3, 4.

2. За наданим варіантом слід визначити гірничо-геологічні умови: глибину ведення робіт, потужність корисної копалини, кут залягання, потужність і міцність шарів порід покрівлі і підшви на двадцятикратну потужності пласта відстань в покрівлю і підшву. Визначити площу поперечного перетину виробки, довжину виробки.


3. Запропонувати доцільну форму виробки і розташування її відносно порід.

4. Розрахувати середньозважену міцність порід покрівлі і підшви.

7. Виконати розрахунок очікуваних зміщень використовуючи методичні матеріали практичної роботи 3.

8. Розрахувати навантаження на кріплення і запропонувати параметри кріплення виробки, використовуючи методичні матеріали практичної роботи 4.

9. Навести характеристику кріплення і його параметри.



ІНДИВІДУАЛЬНА РОБОТА 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ З ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ В СКЛАДНИХ ГІРНИЧО- ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Мета роботи: закріплення практичних навичок вибору і обґрунтування заходів з забезпечення стійкості гірничих виробок, проведених в складних геологічних умовах.

Порядок виконання роботи

1. В якості вихідної інформації для виконання роботи приймається вкопювання з плану гірничих виробок, структурна колонка пласта. Варіант завдання видається викладачем відповідно до підприємства з активів Метінвест. Теоретичні і довідкові матеріали для виконання роботи наведені в практичних роботах 5, 6.

2. За наданим варіантом слід визначити гірничо-геологічні і гірничо-технічні умови: назву виробки в якій необхідно впроваджувати заходи, глибину ведення робіт, потужність порід, схильних до вивалу (або фактичну висоту вивалу), кут залягання, потужність і міцність шарів порід покрівлі, які розташовані вище порід, схильних до вивалів, величину водопритоків в виробку.

3. Вибрати спосіб забезпечення стійкості гірничих виробок (анкерування, нагнітання скріплюючих сумішей, формування протифільтраційних завіс).

4. Обрати інструментарій реалізації способу (обладнання, інструменти, суміші, допоміжні матеріали).

5. Запропонувати параметри (довжину, діаметр і кут підйому шпурів, а також відстань між шпурами) і описати технологію реалізації запропонованого способу.

6. Навести принципову схему реалізації запропонованого способу.



ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ПРАКТИЧНИХ (ІНДИВІДУАЛЬНИХ) РОБІТ

Звіт з практичних (індивідуальних) робіт повинен містити: титульну сторінку, оформлену за зразком (додаток А), опис методики виконання роботи, розрахунки згідно варіанту завдання, креслення і графічні побудови за необхідністю (якщо вони передбачені в практичній (індивідуальній) роботі).

Основний текст звіту з практичної (індивідуальної) роботи оформлюється відповідно до вимог Національного стандарту України «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура та правила оформлювання. ДСТУ 3008:2015».

Звіт готується у друкованому вигляді на аркушах білого паперу формату А4 (210х297мм). Вимоги до оформлення: шрифт Arial, 14 кегль, інтервал – 1,5; береги: верхній, нижній – 2 см, правий – 1,5 см; лівий – 3 см, з абзацним відступом 1,25 см.

Сторінки звіту слід нумерувати арабськими цифрами у правому верхньому куті сторінки, додержуючись наскрізної нумерації. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок звіту, але номер сторінки не проставляють. Графічні додатки та таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок звіту.

Оцінка виставляється згідно з робочою програмою навчальної дисципліни.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила технічної експлуатації вугільних шахт. СОУ 10.1-00185790-002-2005. Стандарт Мінвуглепрому України. Київ, Мінвуглепром України, 2006. 353 с.
2. СОУ 10.1.00185790.011:2007 Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони. Мінвуглепром України, Київ, 2007.
3. НПАОП 10.0-1.01-10. Правила безпеки у вугільних шахтах. Київ, 2010.
4. ДНАОП Керівництво щодо проектування вентиляції вугільних шахт. Київ: Основа. 2011. 494 с.
5. СОУ 10.1.05411357.010:2014 Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги. Мінвуглепром України, Київ, 2014.
6. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура та правила оформлювання. ДСТУ 3008:2015: Національний стандарт України (затверджений наказом ДП «УкрНДНЦ» від 22.06.2015 р. № 61). URL: http://udhtu.edu.ua/public/userfiles/file/dsty_3008_2015.PDF.
7. Інформація та документація. Бібліографічна посилання. Загальні положення та правила складання. ДСТУ 8302:2015 (затверджений наказом ДП «УкрНДНЦ» від 22.06.2015 р. № 61). URL: http://library.nlu.edu.ua/Biblioteka/sait/DSTU_8302-2015.pdf.



ДОДАТОК А

Приклад оформлення титульної сторінки звіту з практичної
(індивідуальної) роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра гірничої справи

ПРАКТИЧНА (ІНДИВІДУАЛЬНА) РОБОТА №__
з дисципліни «Управління станом гірського масиву»

здобувача вищої освіти за освітньо-
професійною програмою «_____»
(спеціальність 184 Гірництво)

(П.І.Б.)

група _____
Керівник

(Вчене звання, посада, П.І.Б.)

Запоріжжя 20__