

Додаток 3
до Інструкції з забезпечення стійкості
дільничних виробок для повторного
використання на вугільних шахтах
(пункт 3 глави III)

Приклад розрахунку комбінованої
охоронної конструкції, призначеної для повторного використання

Таблиця 1. Геометричні параметри виробки

Параметр	Позначення	Розмірність	Значення
Глибина розміщення виробки	H	м	600
Площа поперечного перерізу до осадки	S	м ²	15,0
Ширина виробки	b	м	5,18
Висота виробки	h	м	3,64
Потужність вугільного пласта	m	м	1,0

Таблиця 2. Показники міцності R порід на одновісний стиск покрівлі та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки

Положення шару	Номер шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	6	Пісковик	3,1	62
	5	Пісковик	5,3	68
	4	Аргіліт	2,6	35
	3	Алевроліт	5,0	42
	2	Аргіліт	3,0	35
	1	Аргіліт	1,0	32
Середина висоти виробки				
Підшва	1	Вугілля	1,0	20
	2	Алевроліт	3,1	39
	3	Пісковик	5,1	62
	4	Алевроліт	4,0	41
	5	Алевроліт	2,0	44
	6	Пісковик	2,3	56
	7	Пісковик	2,5	56

Додаткові дані:

спосіб проведення виробки – комбайновий;

підривання порід – верхнє;

тип рамного кріплення – рама КШПУ перерізом 15,0 м² із спецпрофілю СВІ-27;

погашення виробки – після проходу другої лави;

умови експлуатації – середні;

покрівля пласта – легкообвалювана.

Продовження додатка 3

Значення емпіричного коефіцієнта визначається згідно з таблицею 6 Інструкції - Величина параметра α для різних варіантів підтримання дільничної виробки на етапі експлуатації.

Розрахунок коефіцієнтів впливу породних шарів на визначення міцності порід по мірі їх віддалення від середини виробки ведуть згідно з виразом (1). Результати розрахунку наведено в таблиці 3.

Таблиця 3. Розрахунок коефіцієнтів впливу положення породних шарів на їх міцність

Положення шару	Номер шару	Відстань від середини шару до центру виробки, м	Коефіцієнт впливу k_i			
			$\alpha = 0,5$	$\alpha = 0,18$	$\alpha = 0,15$	$\alpha = 0,13$
Покрівля	6	18,45	0,000	0,050	0,083	0,115
	5	14,25	0,002	0,107	0,155	0,199
	4	10,30	0,014	0,217	0,280	0,332
	3	6,50	0,096	0,431	0,496	0,544
	2	2,50	0,712	0,885	0,903	0,915
	1	0,50	1,935	1,268	1,219	1,187
Середина висоти виробки						
Підощва	1	0,50	1,935	1,268	1,219	1,187
	2	2,55	0,694	0,877	0,896	0,909
	3	6,65	0,089	0,419	0,485	0,534
	4	11,20	0,009	0,185	0,245	0,295
	5	14,20	0,002	0,108	0,156	0,200
	6	16,35	0,001	0,073	0,113	0,151
	7	18,75	0,000	0,047	0,079	0,111

Середньозважену міцність порід покрівлі та підощви визначають згідно з виразом (2), а середню (3). Результати підрахунку представлено в таблиці 4.

Таблиця 4. Результати розрахунку середньозваженої міцності порід покрівлі та підощви виробки

Етап експлуатації виробки	Емпіричний коефіцієнт α	Середньозважена міцність порід покрівлі виробки, R, МПа	Середньозважена міцність порід підощви виробки, R, МПа	Середня міцність порід навколо виробки, R, МПа
При проведенні виробки	0,5	34,5	33,3	33,9
При підході першої лави	0,18	39,6	43,4	41,5
При підтриманні за першою лавою	0,15	40,8	44,4	42,6
При підході другої лави	0,13	41,7	45,1	43,4

Продовження додатка 3

Визначають коефіцієнти, що характеризують умови експлуатації згідно з таблицею 5.

Таблиця 5. Визначення коефіцієнтів, що характеризують умови експлуатації виробки

Назва коефіцієнта	Позначення	Посилання	Значення
Стійкості	K_y	формула (4)	1,1 при проведенні 0,98 при підході 1 лави 0,96 при підтр. за 1 лавою 0,95 при підході 2 лави
Впливу ширини виробки	K_s	формула (5)	1,02
Впливу глибини	K_H	формула (6)	0,828
Впливу охоронної смуги	K_o	таблиця 5	1,30

Визначають вертикальні зміщення виробки згідно з таблицею 6.

Таблиця 6. Визначення вертикальних зміщень виробки

Етап і вид деформації	Символ	Посилання	Значення, м
При проведенні виробки	$U_{пр}$	формула (7)	1,01
При підході першої лави	U_1	формула (8)	1,43
При підтриманні за першою лавою	$U_{1л}$	формула (9)	1,17
При підході другої лави	U_2	формула (10)	1,16
Сумарні зміщення	$U_{п}$	формула (11)	4,77
Покрівлі після проведення і підходу першої лави	$U_{1пк}$	формула (12)	1,09
Підошви після проведення і підходу першої лави	$U_{1пд}$	формула (13)	1,35
Покрівлі при підтриманні за першою лавою	$U_{1лпк}$	формула (12)	1,60
Підошви при підтриманні за першою лавою	$U_{1лпд}$	формула (13)	2,01
Сумарні зміщення покрівлі за всі етапи	$U_{пк}$	формула (12)	2,10
Сумарні зміщення підошви за всі етапи	$U_{пд}$	формула (13)	2,67

Розраховують висоту склепіння $h_{ск}$ при підтриманні виробки за першою лавою згідно з виразом (15). Вона становить 9,88 м.

Усереднена об'ємна вага (Н/м^3) масиву підроблених порід, приймається рівним 26 кН/м^3 .

Навантаження P_1 на погонний метр виробки обчислюють за виразом (18). Його значення дорівнює 1044 кН/м .

Розраховують крок s установки рамного кріплення згідно виразу (18) з врахуванням того, що гранична несуча здатність рами КШПУ-15,0 із спецпрофілю СВП-27 становить 478 кН/м . Розрахунковий крок становить $0,41 \text{ м}$. Для рами КШПУ-15,0 із спецпрофілю СВП-33 несуча здатність становить 643 кН/м , розрахунковий крок становить $0,55 \text{ м}$.

Для збільшення кроку встановлення рамного кріплення необхідно застосування анкерного кріплення. Попередньо вибрано використання металополімерного анкера довжиною $2,4 \text{ м}$ та діаметром 22 мм з експериментально визначеною несучою здатністю 250 кН . Щільність установки анкерів приймаємо $- 1,5 \text{ анк/м}^2$.

Продовження додатка 3

Користуючись графіком Інструкції (малюнок 5), визначають числове значення коефіцієнта зміцнення – $K_3 = 2,6$. Аналогічно з використанням графіка (малюнок 6), визначають коефіцієнт впливу довжини анкера – $K_d = 1,0$. Знаходимо, згідно з виразом (20), еквівалентне значення міцності для шарів порід, які закріплені анкерами. В даному випадку скоригованими будуть два перші шара порід покрівлі.

Таблиця 7. Показники міцності R порід на одновісний стиск покрівлі та підшви виробки в порядку віддалення від середини висоти виробки

Положення шару	Номер шару	Тип породи	Потужність m , м	Міцність R , МПа
Покрівля	6	Пісковик	3,1	62
	5	Пісковик	5,3	68
	4	Аргіліт	2,6	31
	3	Алевроліт	5,0	42
	2	Аргіліт	3,0	91
	1	Аргіліт	1,0	83,2
Середина висоти виробки				
Підшва	1	Вугілля	1,0	15
	2	Алевроліт	3,1	39
	3	Пісковик	5,1	62
	4	Алевроліт	4,0	41
	5	Алевроліт	2,0	44
	6	Пісковик	2,3	56
	7	Пісковик	2,5	56

Результати підрахунку скоригованої середньозваженої міцності порід покрівлі та середньої міцності порід навколо виробки представлено в таблиці 8.

Таблиця 8. Результати розрахунку середньозваженої міцності порід покрівлі та підшви виробки

Етап експлуатації виробки	Емпіричний коефіцієнт α	Середньозважена міцність порід покрівлі виробки, R , МПа	Середньозважена міцність порід підшви виробки, R , МПа	Середня міцність порід навколо виробки, R , МПа
При проведенні виробки	0,5	82,1	33,3	57,7
При підході першої лави	0,18	68,6	43,4	56,0
При підтриманні за першою лавою	0,15	66,9	44,5	55,7
При підході другої лави	0,13	65,7	45,1	55,4

За формулою (4) визначають новий коефіцієнт стійкості для кожного етапу експлуатації виробки.

Повторюють повний цикл розрахунків для визначення деформацій, замінивши відповідні параметри міцності на їх нові значення. Результати розрахунку представлено в таблиці 9.

Продовження додатка 3

Таблиця 9. Розрахунок скоригованих значень вертикальних зміщень виробки після анкерування приконтурних гірських порід

Етап і вид деформації	Символ	Посилання	Значення, м
При проведенні виробки	$U_{пр}^a$	формула (7)	0,66
При підході першої лави	U_1^a	формула (8)	1,09
При підтриманні за першою лавою	$U_{1л}^a$	формула (9)	0,92
При підході другої лави	U_2^a	формула (10)	0,92
Сумарні зміщення	$U_{п}^a$	формула (11)	3,59
Покрівлі після проведення і підходу першої лави	$U_{1пк}^a$	формула (12)	0,53
Підшви після проведення і підходу першої лави	$U_{1пд}^a$	формула (13)	1,22
Покрівлі при підтриманні за першою лавою	$U_{1лпк}^a$	формула (12)	0,83
Підшви при підтриманні за першою лавою	$U_{1лпд}^a$	формула (13)	1,84
Сумарні зміщення покрівлі за всі етапи	$U_{пк}^a$	формула (12)	1,14
Сумарні зміщення підшви за всі етапи	$U_{пд}^a$	формула (13)	2,45

Повторно розраховують висоту склепіння $h_{ск}$ при підтриманні виробки за першою лавою згідно з виразом (16). Вона становить 5,09 м.

Виконують перерахунок навантаження P_1 на погонний метр виробки за виразом (17). Його значення дорівнює 537 кН/м.

Повторно розраховують крок s установки рамного кріплення згідно виразу (18). Розрахунковий крок становить 0,801 м. Приймають значення кроку $s = 0,8$ м.

Відстань g між анкерами в площині поперечного перерізу виробки розраховують по формулі (21). Вона дорівнює 0,8 м.

При заданих геометричних параметрах виробки з врахуванням берми, висота якої прийнята 0,8 м та потужності вугільного пласта $m = 1,0$ м над ним з кроком $g = 0,8$ м можна встановити 7 анкерів: один по центру склепіння і по три симетрично відносно вертикальної осі виробки.

В підшві вугільного пласта залягає алевроліт, міцність якого при зволоженні у відповідності з таблиці 2 та з врахуванням структурного послаблення порід в при контурній зоні (таблиця 1) може знизитись до значення $R_b = 39 \text{ МПа} \times 0,7 \times 0,9 = 24,6 \text{ МПа}$.

Склад комбінованої охоронної системи, представлений на малюнку 11 Інструкції, окрім рамно-анкерного кріплення включає:

один ряд металополімерних анкерів в бермову частину виробки з боку відпрацьованого простору;

один ряд канатних анкерів довжиною 8 м з підхопленням із спецпрофілю з боку відпрацьованого простору;

накатна смуга шириною 1,0 м з дерев'яного бруса;

один ряд дерев'яних стояків на межі виробки з відпрацьованим простором;

один ряд дерев'яних стояків між верхняком рам та підшвою виробки.