

Ступнік М.І., к.т.н., професор (Криворізький технічний університет, м. Кривий Ріг), Маланчук Є.З., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗОН ЗСУВУ І ОБВАЛЕННЯ НАНОСНИХ ГЛИНИСТИХ ПОРІД ПРИ ПІДЗЕМНІЙ РОЗРОБЦІ РУДНИХ РОДОВИЩ

Визначено розмір зони зсування та обвалення вміщуючих порід на земній поверхні нахрест простягання покладу при досягненні очисними роботами критичної глибини розробки родовища. Встановлено залежності розмірів зони зсування та обвалення вміщуючих порід на шахтах Кривбасу від довжини рудного покладу в межах критичної глибини від кута падіння покладу і кута зсування порід висячого і лежачого боків.

Определено размер зоны сдвига и обрушения вмещающих пород на земной поверхности крест-накрест протягивание залежи при достижении очистительными работами критической глубины разработки месторождения. Установлено зависимости размеров зоны сдвига и обрушения вмещающих пород на шахтах Кривбаса от длины рудной залежи в пределах критической глубины от угла падения залежи и угла сдвига пород висячего и лежащего боков.

Failure and subsidence areas dimension of bearing strata of the surface across the strike of the deposits at reaching faces the critical depth are defined. Dependences of rock failure and subsidence areas size in Kryvbass mines of ore body critical depth limits from the angle of the deep of hanging wall and foot wall are determined.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Підземна розробка залізрудних покладів значного простягання системами з обваленням руди та вміщуючих порід призводить не тільки до створення зони обвалення вміщуючих скальних порід, а й до зсування наносних глинистих порід у значних об'ємах у цю зону. Процес фільтрації обводнених глинистих порід крізь обвалені вміщуючі скельні породи може призвести до непередбачених катастрофічних наслідків, при яких видобуток руди із очисних блоків стає технологічно неможливим, що призводить до значних втрат уже підготовленої до очисного виймання багатой руди [1].

Для прогнозування можливих обсягів проривів глинистих порід у вироблений простір необхідно визначити параметри зони зсування глинистих порід по відкоосу воронки обвалення, а також параметри воронки обвалення.

Аналіз досліджень і публікацій. Призма зсування глинистих порід буде знаходитися у стані рівноваги за умови, коли сума проєкцій сил буде рівною нулю [2, 3, 4]. Знаючи найбільшу ймовірність кута зсування призми глинистих порід, можна знайти мінімальну товщину шару, який розміститься на дні воронки обвалення.

Найбільший розмір зони зсування та обвалення на земній поверхні на вхрест простягання покладу, контур якої наближається до еліптичної кривої, визначається за умови формування цих зон за рекомендованими кутами відповідно до критичної глибини розробки рудного покладу [5].

В той же час, практично не визначені залежності розмірів зони зсування та обвалення вміщуючих порід від довжини рудного покладу в межах критичної глибини при збільшенні кута падіння покладу з урахуванням фізико-механічних характеристик порід висячого і лежачого боків.

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження геометричних параметрів зони зсування та обвалення вміщуючих порід з метою прогнозування обсягів обвалення наносних глиновмісних порід залежно від довжини рудного покладу в межах критичної глибини та кута падіння покладу і кута зсування порід висячого і лежачого боків.

Викладення матеріалу та результати. Величина зони зсування B_z визначається за формулою

$$B_z = (H_{кр} - h_n) \frac{\sin(\beta + \gamma)}{\sin \beta \cdot \sin \gamma} + M + \frac{2h_n}{tg \varphi}, \quad (1)$$

де $H_{кр}$ – критична глибина підземної розробки рудного покладу, нижче якої процес зсування та обвалення вміщуючих порід з виходом на земну поверхню припиняється, м;

β, γ – кути зсування скельних порід відповідно висячого та лежачого боків, градуси; h_n – потужність наносних глинистих порід, м; φ – кут зсування глинистих порід, град.

Найбільший розмір зони обвалення вміщуючих порід на поверхні B_o визначається за формулою

$$B_o = \frac{(H_{кр} - h_n) \sin(\gamma + \beta'') \sin \beta - (H_{кр} - h_n) \sin(\beta - \beta'') \sin \gamma}{\sin \beta \sin \gamma \sin \beta''} + \frac{h_n}{2tg \varphi - tg \beta} + M + M_c, \quad (2)$$

де M_c – потужність скупчення глинистих порід, м.

Унаслідок впливу торцевого розпору, що збільшується з глибиною розробки, зсування порід висячого боку відбувається тільки до критичної глибини $H_{кр}$, на якій кути зсування порід висячого боку β приймають найменше зна-

чення ($\beta = \beta_{min}$), а процес зсування порід всіячого боку з виходом на земну поверхню припиняється.

На критичній глибині активна довжина рудного покладу L_a приймає мінімальне значення, яке можна розрахувати за формулою

$$L_a = L - 2H_{кр} \operatorname{ctg} \delta, \text{ м}, \quad (3)$$

де L – довжина рудного покладу в межах критичної глибини, яка приймається на основі геологічних даних, м;

δ – кут зсування порід за простяганням рудного покладу від нижньої границі очисних робіт на критичній глибині, град.

Критичну глибину рекомендується розрахувати за формулою

$$H_{кр} = kL, \text{ м}, \quad (4)$$

де k – емпіричний коефіцієнт, який враховує довжину, потужність, кут падіння рудного покладу та стійкість вмшуючих порід. Величина коефіцієнта змінюється від 0,90 для шахт південної групи (ш. ім. Артема №1) до 0,75 – для шахт рудників північної групи (ш. “Гвардійська”, ш. ім. Леніна).

Важливим для практичних розрахунків параметрів процесу зсування вмшуючих порід є відношення B_3/L . Знаючи величину відношення B_3/L і довжину плаstopодібного рудного покладу L , для практичних цілей можна розрахувати величину B_3 за формулою

$$B_3 = bL, \text{ м}, \quad (5)$$

де b – величина відношення B_3/L .

Як показали аналітичні дослідження, величина відношення зменшується від максимального значення для ш. ім. Артема №1 до мінімального значення для ш. ім. Леніна.

У таблиці наведені розрахункові параметри процесу зсування та обвалення вмшуючих порід і земної поверхні при розробці плаstopодібних рудних покладів у Криворізькому залізорудному басейні.

Як видно з табл. 1, величина відношення B_3/L змінюється від 1,97 для гірничогеологічних умов ш. ім. Артема до 0,84 – ш. ім. Леніна. Відношення B_3/L змінюється обернено пропорційно куту зсування порід всіячого боку β .

Як видно з рис. 1, зі збільшенням кутів падіння покладу α і зсування порід всіячого боку β відношення B_3/L різко зменшується. На його зменшення також впливають збільшення міцності вмшуючих пустих порід і торцевого розпору.

Особливе значення в даному випадку має встановлення закономірності зміни відношення B_3/L від кута зсування порід всіячого боку β . Для розв’язання цієї задачі була використана експоненціальна апроксимація, яка дала змогу отримати залежність у вигляді експоненціальної функції

$$B_3/L = 8,87e^{-0,037\beta}. \quad (6)$$

Таблиця

Розрахункові параметри процесу зсування вмішаних порід і земної поверхні при розробці пластоподібних рудних покладів (Ш групи за класифікацією ВНДМІ)

Шахта	Поклад	Кут падіння покладу, град.	Довжина покладу L_n , м	Горизонтальна потужність покладу M , м	Потужність напосів h_n , м	Кути зсування та обвалення (за даними ВННДМІ [23])					Критична глибина розробки покладу $H_{кр}^{**}$, м	Найбільший розмір зони зсування на земній поверхні B_z , м	Відношення B_z/L , част.од.
						висячого боку		лежачого боку		нано-сів			
						β	β''	γ	γ''				
ім. Артема	об'єднаний	35-45	950	70-90	28-30	45-50	45-50	45	45	45	902	1780	1,97
“Батьківщина”	основний №95	35-45	720	20-30	25-30	45-50	50	45	45	45	612	1106	1,54
“Октябрська”	основний	50-55	800	25-40	25-30	50	50	50	55	45	640	1113	1,39
“Ювілейна”	група покладів	55-60	850*	20-40	30-32	50-55	50-55	55	60	45	680	1070	1,26
ім. Фрунзе	група покладів	50-70	760*	30-40	28-32	55	60	60	60	45	570	962	1,03
“Гвардійська”	група покладів	55-65	800*	24-40	30-32	60	60	60	65	45	600	720	0,9
ім. Леніна	група покладів	60-65	870*	20-35	33	60-65	60-65	65	65	45	653	732	0,84

Примітка. *За умови, що буде здійснено суцільне відроблення рудних покладів природно багатих руд і розділяючих магнетитових кварцитів у межах п'ятого (sx^{15}) і шостого (sx^{16}) залізистих горизонтів.

**Критична глибина розробки пластоподібного покладу визначалась за формулою $H_{кр} = k \cdot L_n$ (2.20). Рекомендується приймати його значення для шахти ім. Артема №1 – 0,90; шахти “Батьківщина” – 0,85; шахти “Октябрська” – 0,8; шахти “Ювілейна” – 0,8; шахти “Гвардійська” – 0,75; шахти ім. Фрунзе – 0,75; шахти ім. Леніна – 0,75.

