

**МОДЕЛЮВАННЯ ВИПУСКУ ВІДБИТОЇ РУДИ ПІД
ПЕРЕУЩІЛЬНЕНИМ ШАРОМ В ЗОНІ МОЖЛИВОГО ПРОРИВУ
ГЛИНИСТИХ ПОРІД**

Лабораторным моделюванням на еквівалентних матеріалах встановлено залежності зменшення втрат руди та засорення руди в процесі її випуску з застосуванням в верхній частині та з боку висячого боку переуплотненого шару руди.

**MODELLING OF BROKEN ORE DRAWING UNDER RECOMPRESSED
LAYER IN THE ZONE OF POSSIBLE CLAY ORE BREAKTHROUGH.**

Laboratory simulation modeling on equivalent materials has determined the dependence of ore lost and reduction in ore production through its applying at the top and the hanging layer side of the over compressed layers.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. При дослідженні фізичних процесів гірничого виробництва, в тому числі випуску руди із обвалених блоків, який розглядається в даній роботі, широко застосовують моделювання як засіб адекватного відтворення дійсності, необхідний для вирішення подальших практичних і інженерних завдань. Використання методів моделювання, заснованих на подібності фізичних процесів, що відбуваються в моделі й на натурних об'єктах для пошуку шляхів зменшення втрат і засмічення руди є, безумовно, актуальним.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз методів моделювання, заснованих на теорії подібності [1-7], обумовлює параметри моделювання випуску руди на статичних моделях, передусім масштаб моделювання [8, 9, 10]. Розміри досліджуваної системи в натурі трансформуються у її розміри в моделі шляхом зменшення у певну кількість разів.

Для дослідження процесів випуску руди із обвалених блоків застосовуються стаціонарні моделі, лінійні розміри яких по відношенню до розмірів природи зменшені згідно масштабу моделювання.

У процесі моделювання дотримання всіх критеріїв подібності, що забезпечують подібність механічних процесів, неможливо, тому необхідно виділити й забезпечити пропорційність фізичних констант, що мають вирішальне значення у досліджуваному явищі.

Слід зазначити, що моделювання випуску руди під переущільненим шаром відбитої руди практично не виконувалось. Таким чином виконані лабораторні дослідження є актуальними.

Постановка завдання. Метою моделювання є встановлення відповідності теоретичного опису процесів, що відбуваються при випуску обваленої руди із блоків під захисною подушкою переущільненої руди у зоні впливу глинистих порід, а також визначення області застосування відомих та розробка нових методик по випуску руди.

Викладення матеріалу та результати. Розв'язання завдання моделюван-

ня й установлення закономірностей випуску обваленої руди з одного або системи випускних отворів пов'язане з дотриманням початкового стану системи й подібності умов на границях.

Перше (початковий стан системи) досягається дотриманням масштабу моделювання, коефіцієнта розпушення матеріалу моделі й натури.

Друге (умова подоби на границях) – дотриманням коефіцієнта тертя на контактах матеріалу зі стінками моделі. Для цього збільшують шорсткість стінок моделі. Кращим способом досягти відповідності граничних умов є наклеювання матеріалу, що моделюється, на стінки моделі.

Для визначення зсуву порід, а так само навантажень, що виникають у процесі переміщення глинистих часток, необхідно дотримуватись динамічної подібності. При цьому повинна бути дотримана умова:

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tg} \rho + \tilde{n}, \quad (1)$$

де τ – дотичне напруження на заданій площині, т/м²; σ_n – нормальне напруження на заданій площині, т/м²; ρ – кут внутрішнього тертя подрібненої корисної копалини, град.; c – зчеплення порід.

Гранулометричний склад сумішей оцінюється за величиною діаметра середнього куска

$$d_{cp} = \frac{\sum d_i \gamma_{\phi}}{100}, \quad (2)$$

де d_{cp} – середньозважений діаметр куск, мм; d_i – діаметр фракції, мм; γ_{ϕ} – процентний вміст фракції, %.

Необхідна кількість експериментів розраховується за критерієм Стьюдента. Функція розподілу коефіцієнта Стьюдента визначається за формулою

$$t_p = \frac{\bar{\varphi} \sqrt{n}}{S_x}, \quad (3)$$

де $\bar{\varphi}$ – середнє значення кута опору руху, град; n – кількість виконаних експериментів; t_p – розрахункове значення критерію Стьюдента; S_x – вибіркова дисперсія.

Вибіркова дисперсія визначається із виразу

$$S_x^2 = \frac{\sum (\varphi - \bar{\varphi})^2}{n - 1}. \quad (4)$$

При проведенні експериментів значення t_p визначали після кожної серії дослідів. У серію входило від 3-5 до 7-12 експериментів. Розрахункове значення t_p порівнювали із критичним t_{kp} по спеціальним таблицям [11]. Якщо розрахункове значення було більше критичного, досліди повторювалися до забезпечення збіжності результатів на 85-95%. При виконанні цих умов дослід припинявся.

В процесі випуску обваленої руди з одиночного випускного отвору під переущільненим шаром було встановлено закономірності формування фігур випуску за різного ступеню ущільнення матеріалу (коефіцієнта первинного розпушення).

Для моделювання ущільнення матеріалу руда в модель засипалася на висоту 40 см горизонтальними шарами по 5 см., після чого вона ущільнювалася для створення необхідного коефіцієнта первинного розпушення (близького до фактичного в умовах шахти). Вихідні дані для виконання лабораторних експериментів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 - Вихідні дані для моделювання випуску обваленої руди

№ п/п	Маса руди, що засипається в модель, $Q_{обц}$, г	Об'єм моделі $V_{обц}$, см ³	Коефіцієнт первинного розпушення K_p	Висота засипаного шару руди в модель $h_{сл}$, см
1.	25050,0	13200,0	1,39	40,0
2.	31195,0	13200,0	1,43	40,0
3.	31400,0	13200,0	1,50	40,0

Руда з моделі випускалася із центрального випускного отвору, розташованого безпосередньо біля скла. Випуск виконувався до досягнення еліпсоїдом випуску переущільненого шару. При цьому фіксувалися параметри еліпсоїда випуску (мала піввісь, кількість випущеної руди), його відхилення від вертикальної осі, розташованої над випускним отвором, рисунку 1.

Результати вимірів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Результати моделювання першої стадії випуску обваленої рудиз одиночного випускного отвору

№ п/п	Коефіцієнт первинного розпушення	Висота еліпсоїда випуску, $h_{вип}$, см	Мала піввісь еліпсоїда випуску, $b_{вип}$, см	Кількість випущеної руди з моделі Q , г
1	1,39	40,0	4,9	270,0
2	1,43	40,0	5,5	255,0
3	1,50	40,0	6,3	390,0

Порівнюючи результати моделювання (див. табл. 2) з даними, отриманими іншими авторами, видно, що отримані результати відрізняються не більше ніж на 5-7%, що підтверджує їхню вірогідність і достатню збіжність із теоретичними дослідженнями.

Далі руда з моделі випускалася рівними дозами по 150-200 г, при цьому фіксувалися параметри еліпсоїда випуску на висотах через кожні 5 см, а також діаметр, глибина й кут утворюючої воронки випуску, яка формується під переущільненим шаром.

Аналіз даних, отриманих в процесі моделювання свідчить, що еліпсоїд випуску в початковий період формується не строго по вертикалі до випускного отвору, а під деяким кутом, в залежності від коефіцієнту первинного розпушення. Це пов'язане з тим, що руда, яка засипається в модель, ущільнена по

вертикалі нерівномірно.

При цьому, параметри еліпсоїду випуску у відбитій рудній масі до досягнення ним переуцільненого шару відповідають аналітичним розрахункам. Таким чином, величина та гранулометричний склад матеріалу, підтверджує аналітичні дослідження, правильність обраного матеріалу та критерії подібності, обрані при моделюванні.

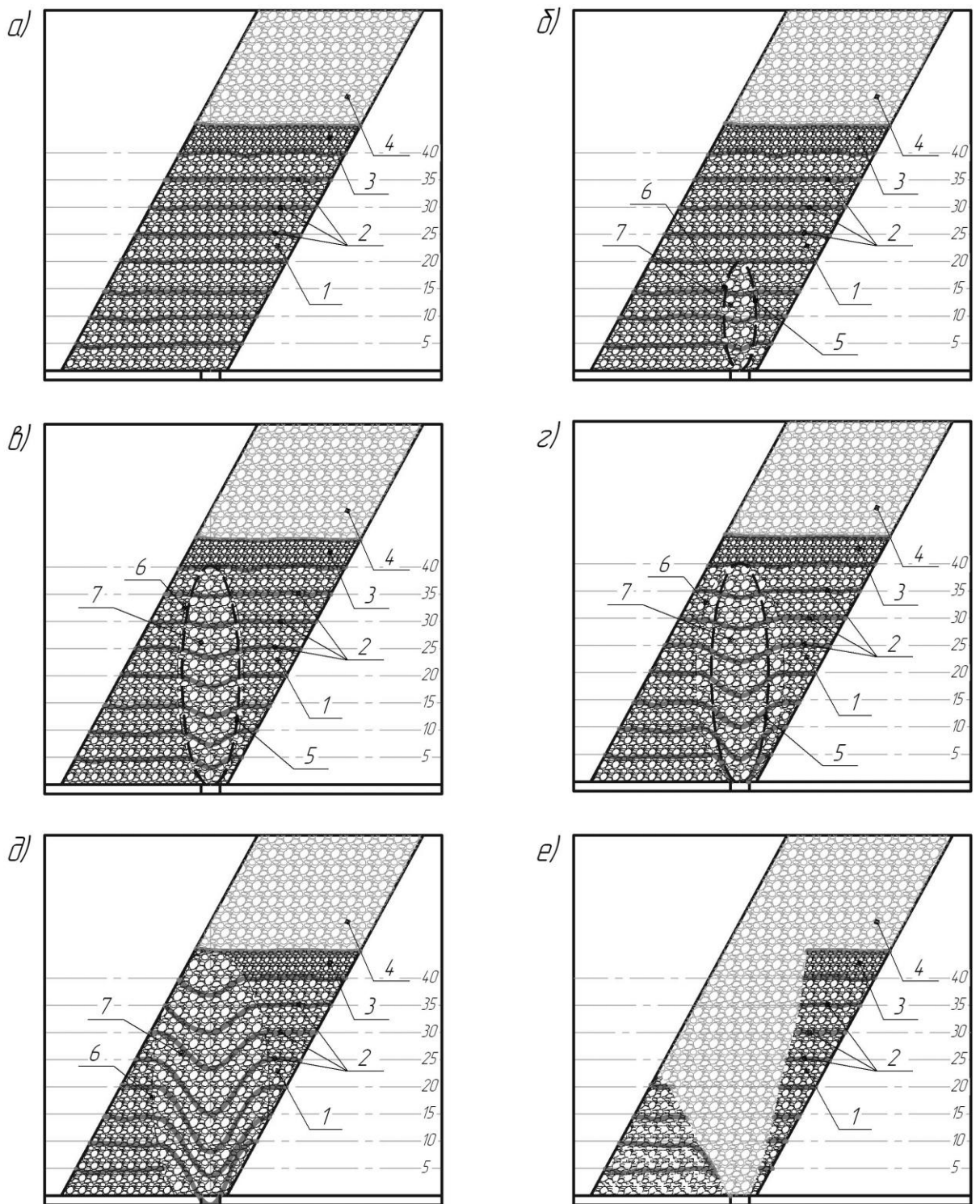
Подальший випуск обваленої руди під переуцільненим шаром збільшує параметри еліпсоїду випуску в 1,2...1,5 рази (рис. 1 з) без проникнення його в переуцільнений шар.

На момент досягнення еліпсоїдом випуску 6 пустих порід 4 мала піввісь в залежності від товщини переуцільненого шару з 5 до 10 см (в натурі 5-10 м) збільшується в 2,0-2,5 рази, що повністю підтверджує теоретичні розрахунки.

Аналогічні дослідження були виконані для випуску руди із системи випускних отворів.

За результатами лабораторних досліджень побудовані залежності втрат та засмічення руди при її випуску під переуцільненим шаром шириною 5, 7,5 та 10 см з коефіцієнтом розпушення 1,1 та 1,2.

Доведено, що зі збільшенням потужності переуцільненого шару з 5 до 10 см, кількість руди, яка випускається з моделі без засмічення пустими породами та глинистими включеннями при коефіцієнті розпушення переуцільненого шару 1,1, збільшується з 20,0 до 30,0 кг, що складає близько 60-80% від загальної кількості руди, яку було завантажено у модель. Загальні втрати руди по моделі зі збільшенням товщини переуцільненого шару з 5 до 10 см зменшуються з 20 до 14%. При цьому зі зменшенням коефіцієнту розпушення переуцільненого шару з 1,2 до 1,1 втрати руди зменшуються з 16,1 до 15,9 при товщині переуцільненого шару 7,5 см.



a, б, в, г, д, e – стадії випуску руди при $K_p = 1,5$; 1, 3, 4 – еквівалентний матеріал, що імітує відповідно обвалену руду, переущільнений шар руди та пусті породи; 2 – крейдові смушки; 5, 6 – контур еліпсоїду випуску відповідно аналітичних розрахунків та лабораторних досліджень, 7 – зона вторинного розпушення

Рис. 1.- Моделювання випуску руди під обваленими породами в залежності від коефіцієнту первинного розпушення

Висновки. Порівнюючи отримані дані з лабораторними дослідженнями при випуску обваленої руди з глинистими включеннями без переущільненого шару, доведено, що застосування захисного шару дозволить суттєво зменши-

ти витрати руди з 50-65% до 14-20%.

Таким чином, застосування даного технологічного рішення, дозволить покращити показники вилучення корисної копалини при мінімальних додаткових витратах на формування захисного шару переуцільненої руди.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горная энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1987., Т.3, с. 372-373.
2. Мартынов В.К., Кудрявцев М.С., Зайцев Н.М. и др. К вопросу о переносе результатов моделирования выпуска руды на натуре // Разраб. рудн. месторождений. – К.: Техніка. – 1970. – Вып. 10. – С. 13.
3. Ржевский В.В. Физико-технические параметры горных пород. – М.: Наука, 1975.
4. Насонов И.Д. Моделирование горных процессов. – М.: Недра, 1978. – 256 с.
5. Изучение проявлений горного давления на моделях / Г.Н.Кузнецов, М.Н.Будько, А.А.Филиппова, М.Ф.Шклярский. – М.: Углетехиздат, 1959. – 283 с.
6. Кирпичев М.В. Моделирование тепловых устройств. – М.: Изв. ЭННИН АН СССР, т. 1, 1933.
7. Кирпичев М.В. Теория подобия. – М.: Академия Наук СССР, 1953. – 95 с.
8. Малахов Г.М., Безух В.Р., Петренко П.Д. Теория и практика обрушенной руды. – М.: Недра, 1968. – 311 с.
9. Куликов В.В. Выпуск руды. – М.: Недра, 1980. – 303 с.
10. Корж В.А. Эквивалентные параметры кусков обрушенной руды в блоке// Разраб. рудн. месторожд. – Кривой Рог: КТУ, 1996. – № 59. – С. 52-59.
11. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. и др. Планирование эксперимента в исследованиях технологических процессов. – М.: Недра, 1977. – 552 с.