

УДК 622. 271

Г.Д. Пчолкін, к.т.н., проф.
Альтіті Аввад, аспір.
Національний гірничий університет
О.А. Бубнова, інж.
Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова, НАН України

ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СТУПЕНЯ ДРІБНЕННЯ ПОРІД ВИБУХОМ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЦИКЛІЧНО-ПОТОКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НА РОДОВИЩІ ЕЛЬ-ЛАЖУН (ЙОРДАНІЯ)

Розглянуто вплив крупності порід на технологічні процеси видобутку і переробки пального сланцю. Визначено зміну питомої енергоємності технологічних процесів від крупності шматків сланцю. Прийнято оптимальний ступінь дроблення порід вибухом.

Одним з найважливіших параметрів, що впливає на всі технологічні процеси видобутку і переробки пального сланцю, є шматкуватість порід, що утвориться при їхньому вибуховому руйнуванні. Оптимальний ступінь дрібнення порід вибухом у більшості випадків визначають виходячи із залежності ефективності технологічних процесів від шматкуватості гірської маси на підставі вартісних показників. В умовах розробки родовища пального сланцю Ель-Лажун вартісні показники встановити не є можливим. Для визначення оптимального ступеня дрібнення порід вибухом скористаємося питомою енергоємністю технологічних процесів. Середнє її значення встановлене для шматкуватості гірської маси із середнім розміром шматків $d_{cp} = 250$ мм [1]. Оскільки вплив шматкуватості гірської маси на технологічні процеси виявляється шляхом зміни їхньої продуктивності, то надалі будемо припускати, що питома енергоємність змінюється пропорційно продуктивності.

Розглянемо вплив інтенсивності дрібнення порід на зміну технологічних параметрів розробки.

Буропідривні роботи. Основним фактором, що впливає на шматкуватість гірської маси, є ступінь енергонасиченості масиву, тобто кількістю питомої витрати вибухової речовини.

Залежність ступеня дрібнення порід вибухом d_{cp} від витрати вибухової речовини і міцності порід можна встановити за залежністю, наведеною в роботі [1]:

$$d_{cp} = K'_s f - A_1 + \frac{K''_s + B_1}{q},$$

де f – міцність порід за шкалою Протодьяконова;

q – питома витрата ВВ, кг/м³;

K'_s, K''_s, A_1, B_1 – коефіцієнти, що відповідно дорівнюють 6,526; 4,579; 30,737; 58,289.

Збільшення питомої витрати ВВ призводить до підвищення якості дроблення порід.

Екскавація. Ефективність екскаваційних робіт істотно залежить від якості дрібнення порід вибухом. Незадовільне дрібнення порід вибухом призводить до зниження продуктивності екскаватора. Це обумовлено збільшенням тривалості робочого циклу, підвищенням зносу устаткування, зменшенням коефіцієнта екскавації. Так, наприклад, зі збільшенням середнього розміру шматків від 100 до 564 мм час копання в циклі екскавації зростає з 6,92 до 14,02 с, тобто більше ніж у два рази, і складає 35 % тривалості циклу [1]. Залежність продуктивності екскаватора (годинна) від середнього розміру шматків може бути встановлена за виразом, наведеним в роботі [1]:

$$Q_e = \frac{1}{a_e + v_e d_{cp}}, \text{ м}^3/\text{год},$$

де a_e, v_e – коефіцієнти, рівні відповідно 0,00146 і 0,00924.

Автомобільний транспорт. При підвищенні якості дрібнення порід вибухом підвищується продуктивність автотранспорту за рахунок скорочення часу простоїв під навантаженням і

збільшенні кількості рейсів. Отже підвищення якості дрібнення порід вибухом сприяє зниженню енергоємності при автоперевезеннях.

Механічне дрібнення. Питома вага енергоємності механічного дроблення в загальній сумі технологічних процесів сягає 40–60 %. При зниженні якості дрібнення порід вибухом істотно знижується продуктивність дробарок великого дрібнення. Так, при зміні середнього розміру шматків від 100 до 400 мм продуктивність дробарки знижується майже на 40 %, а при збільшенні d_{cp} до 500 мм – більше ніж у два рази. Продуктивність дробарки, залежно від шматкуватості гірської маси, що надходить, можна визначити за виразом, наведеним в роботі [1]:

$$Q_d = A_1 - B_1 d_{cp} \text{ т/год.}$$

де A_1 , B_1 – коефіцієнти, рівні відповідно 4250 і 4620.

Конвеєрний транспорт. Вплив якості дрібнення порід вибухом виявляється побічно. З погіршенням якості дрібнення порід вибухом збільшується шматкуватість дробленої гірської маси після великого механічного дрібнення. Вона надходить на конвеєр. Зі збільшенням крупності шматків, що транспортуються конвеєром, підвищується знос конвеєрної стрічки.

Таким чином, ефективність технологічних процесів: екскавація, автомобільний транспорт, конвеєрний транспорт, крупне механічне дрібнення зі збільшенням шматкуватості порід знижується, а буропідривної роботи – підвищується. З цього випливає, що можна визначити оптимальний ступінь дрібнення порід вибухом для умов розробки родовища Ель-Лажун.

Згідно з даними роботи [2] питома енергоємність вищенаведених технологічних процесів при шматкуватості гірської маси $d_{cp} = 250$ мм складає:

- 1) буропідривні роботи – 6,5 МДж;
- 2) механічне дрібнення – 14,3 МДж;
- 3) екскавація – 0,684 МДж;
- 4) автотранспорт – 0,07 МДж;
- 5) конвеєрний транспорт – 0,022 МДж.

Використовуючи значення питомої енергоємності технологічних процесів, а також вище наведені залежності їхньої продуктивності від шматкуватості гірської маси визначена зміна питомої енергоємності й процесів від крупності шматків (рис. 1). Як видно з графіків, найбільшу питому енергоємність мають буропідривні роботи і крупне механічне дрібнення: з підвищенням шматкуватості висадженого пального сланцю питома енергоємність буропідривної роботи знижується, а механічного дрібнення – підвищується. Питома енергоємність процесів: автомобільний транспорт, конвеєрний транспорт, екскавація не істотно залежать від шматкуватості висадженої гірської маси і зосереджена в одній області не > 3 МДж. У той же час оптимальне значення питомої енергоємності за сумою всіх технологічних процесів велике і складає 23,0 МДж. Це оптимальне значення досягається при шматкуватості висадженої гірської маси $d_{cp} = 350$ мм.

Варто враховувати те, що в технологічних процесах використовують різні види енергії: теплову, електричну і хімічну. Хімічну – при буропідривних роботах, теплову – при використанні автомобільного транспорту. В інших технологічних процесах використовується електрична енергія.

Вартість видів енергії в різних країнах різна. У загальних випадках згідно з роботою [2] можна застосовувати такі вартісні показники:

- електрична енергія – 0,09 дол/МДж;
- теплова енергія – 0,03 дол/МДж;
- хімічна енергія – 0,08 дол/МДж.

Як впливає з наведених даних, найменшу вартість має електрична енергія. Співвідношення у вартісних показниках цих видів енергії таке 1:3,3:8,9. Використовуючи ці співвідношення, зведемо питому енергоємність усіх технологічних процесів до одного виду енергії, а саме – до електричної. На рис. 1 представлені графіки зміни питомої енергоємності процесів від шматкуватості гірської маси з урахуванням наведення до одного виду енергії. У зв'язку з великою вартістю хімічної енергії оптимальне значення питомої енергоємності за сумою всіх технологічних процесів істотно вище, ніж без обліку різниці у вартості видів енергії, і складає 44,3 МДж. Це оптимальне значення досягається при шматкуватості висадженої маси

$d_{cp} = 450$ мм. Звідси випливає, що при проведенні буропідривних робіт необхідно використовувати найпростіші ВВ, вартість яких мінімальна.

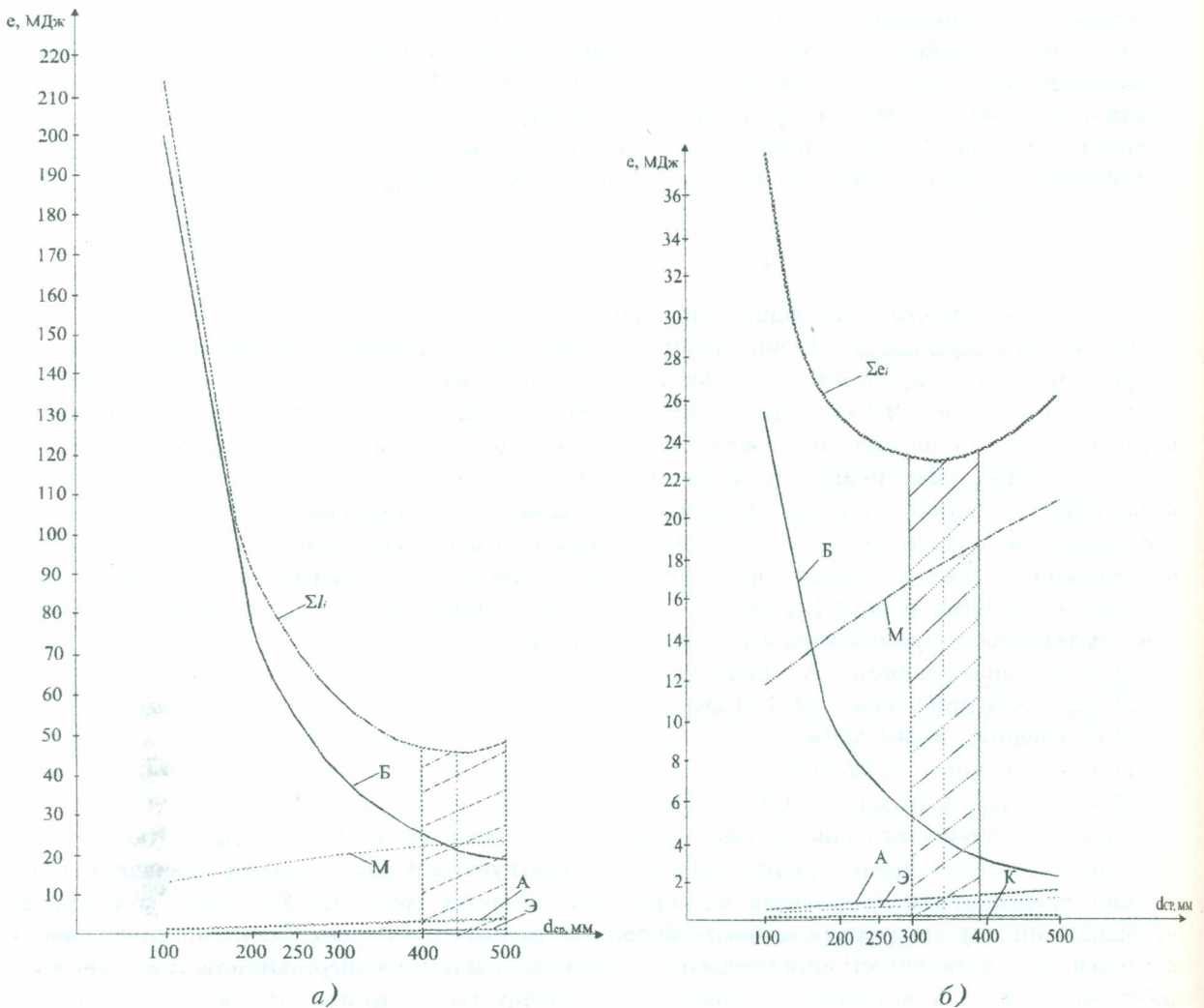


Рис. 1. Залежності питомої енергоємності технологічних процесів від шматкуватості вивадженого пального сланцю (а); з урахуванням різної вартості видів енергії (б)

Б – буропідривні роботи; М – механічне дроблення; А – автотранспорт; Э – екскавція; ДО – конвеєрний транспорт; li – сумарна за всіма технологічними процесами.

На підставі проведених досліджень зміни питомої енергоємності всіх процесів без врахування різниці у вартісних значеннях видів енергії і з їхнім врахуванням приймаємо оптимальний ступінь дрібнення порід вибухом в умовах родовища Ель-Лажун у межах $d_{cp} = 350-450$ мм.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Друкованый М.Ф., Тартаковский Б.Н., Вишняков В.С., Ефремов Э.И. Влияние дробления пород на эффективность технологических процессов открытой разработки. – К.: Наукова думка, 1974. – 290 с.
2. Темченко А.Г. Ресурсозберігаючі технології гірничого виробництва. – Кривий Ріг: Мінерал, 2000. – 216 с.

ПЧОЛКІН Георгій Дмитрович – кандидат технічних наук, професор кафедри відкритих гірничих робіт Національного гірничого університету України.

Наукові інтереси:

- відкриті гірничі роботи;
- вибухові роботи.

АЛЬТІТІ Аввад – аспірант кафедри відкритих гірничих робіт Національного гірничого університету України.

Наукові інтереси:

- відкриті гірничі роботи;
- вибухові роботи.

БУБНОВА Олена Анатоліївна – інженер Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова, НАН України.

Наукові інтереси:

- відкриті гірничі роботи.

Подано 24.06.2004