

УДК 622.274.5

Кивлига Є.В., заст. нач. гірничого відділу ДП “ДПІ Кривбаспроект”, Кривий Ріг, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОХОДКИ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ТА РОЗМІРІВ БЛОКУ ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ ПОТУЖНИХ ПОКЛАДІВ НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ

Гірничі підприємства Кривого Рогу з підземним способом видобутку, поступово збільшуючи глибину відробки, сьогодні вже наблизилися до таких її значень, які за попередніми дослідженнями потребують переходу на другу чергу підйому. Невисока економічна ефективність підприємств з підземним видобутком вимагає шукати шляхи вдосконалення всього ланцюга технологічних процесів. Передумовами досягнення успіхів у даному напрямку є виявлення процесів, питома вага яких у собівартості є найбільш значною, та встановлення основних чинників, які суттєво впливають на ефективність даних процесів.

Значну частку собівартості складають такі процеси, як проходка виробок, а також безпосередньо видобуток руди у блоці (система розробки).

Загальновідомим фактом є вплив глибини шпурів на ефективність буро-вибухових робіт та тривалість прохідницького циклу, що врешті визначає техніко-економічні показники проведення виробок.

Тож вкрай необхідним є визначення саме оптимальних параметрів глибини шпура в кожному окремому випадку за для забезпечення найбільшої ефективності буровибухових робіт.

В своїй роботі проф. Н.М. Покровський [1] пропонує визначати глибину шпура враховуючи організацію робіт прохідницького циклу:

$$l_{ш} = \frac{T_{ц} - (t_3 + t_6 + \sum t_{нз})}{\frac{N}{n_{б} P_{б}} + \frac{\eta \mu S_{вч}}{n_n P_n} \varphi_n + \frac{\eta H_{ек}}{l_k n_k} \varphi_k}, \quad (1)$$

де $l_{ш}$ - глибина шпурів, м; $T_{ц}$ - тривалість прохідницького циклу, г; t_3 - тривалість заряджання комплексу, г; t_6 - час провітрювання виробки після підривання заряду ВР, г; $\sum t_{нз}$ - тривалість підготовчо-завершальних робіт при вибуруванні шпурів та завантаженні породи; N - кількість шпурів; $n_{б}$, $P_{б}$ - відповідно кількість бурових машин та їх експлуатаційна потужність; η - коефіцієнт використання шпура; μ - коефіцієнт надлишку перетину; $S_{вч}$ - площа поперечного перетину виробки вчорні, м²; n_n , P_n - відповідно кількість та виробнича потужність навантажувальних машин в масиві; φ_n - коефіцієнт, що враховує можливе суміщення в часі бурових та навантажувальних робіт; $H_{ек}$ - норма часу на зведення одиниці кріплення; l_k - відстань між рамами кріплення, ширина тьюбінга n_k - кількість прохідників, що їх задіяно для зведення кріплення; φ_k - коефіцієнт, що враховує можливе суміщення в часі робіт зі зведення кріплення з вибуруванням шпурів та погрузкою породи.

Значення продуктивності бурового та навантажувального обладнання, що їх приведено в формулі (1), не завжди бувають відомими. Однак їх можна визначити з відповідного значення технічної продуктивності.

Експлуатаційна продуктивність буріння шпурів перфораторами залежить від кількості бурових машин, міцності порід та діаметра шпурів. За умови буріння перфораторами в породах з міцністю $f = 5-16$ експлуатаційна продуктивність буріння складе [1]:

$$P_{б} = nk_n k_o k_{\delta} k_n / (0,15 + a_c f) \quad (2)$$

де P_{δ} – експлуатаційна продуктивність буріння, м/ч; n – кількість бурових машин; $k_n = 0,8-0,9$ - коефіцієнт надійності; $k_o = 0,8-0,9$ - коефіцієнт одночасної роботи бурових машин; k_{δ} – коефіцієнт, що враховує діаметр шпура (для шпурів діаметром 32-36 мм $k_{\delta} = 1$, для шпурів діаметром 45 мм $k_{\delta} = 0,7-0,72$); k_n - коефіцієнт, що враховує тип перфоратора; a_c - коефіцієнт, що враховує зміну швидкості буріння в різних породах (в породах с $f=5-10$ $a_c=0,02$, с $f>10$ $a_c=0,03$); f – коефіцієнт міцності породи за шкалою проф. М. М. Протождяконова.

Продуктивність буріння установками (м/г), згідно [2], залежить від міцності порід та типу обладнання:

$$P_{\delta} = 60nk_o k_n v_M / (1 + v_M \Sigma t_{\delta c}) \quad (3)$$

де n – кількість бурових машин на установці, $n=1$ або 2; v_M – механічна (машинна) швидкість буріння шпурів, м/хв; $\Sigma t_{\delta c} = 1-1,4$ хв/м – тривалість допоміжних робіт.

Експлуатаційна продуктивність навантажувальної машини (P_n), м³/г згідно [2], складе:

$$P_n = \frac{1}{\varphi_{n3} \alpha \left(\frac{1}{P_m} + \frac{t_{3m}}{V_{\delta} k_3} \right) + \frac{(1-\alpha)\beta\varphi_{n3}}{n_{p\delta} P_{p\delta}}}, \quad (4)$$

де $\varphi_{n3} = 1,15-1,2$ – коефіцієнт підготовчо-завершальних робіт; α - доля обсягу породи першої фази; P_m – технічна виробнича продуктивність навантажувальної машини, м³/г; t_{3m} – час заміни повної вагонетки на порожню; V_{δ} – об’єм вагонетки; $k_3 = 0,9$ – коефіцієнт заповнення вагонетки; $\beta = 0,6-1$ – коефіцієнт суміщення підсіпки з роботою машини; $n_{p\delta} = 2-4$ – кількість робітників зайнятих на підсіпці; $P_{p\delta}$ - продуктивність робітника на підсіпці породи.

При будівництві виробок із заданою місячною швидкістю має місце наступна залежність.

$$v = l_{ui} \eta T_{mic} / T_y, \quad (5)$$

де T_{mic} – тривалість робіт з будівництва виробки г/міс.

Перетворенням формул (1-4) к.т.н. Харін С.А. [6] склав математичну модель наступного вигляду:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_y = l_{ui} \frac{N}{60n_{\delta} k_o k_n v_M / (1 + v_M \Sigma t_{\delta c})} + l_{ui} \frac{\eta \mu S_{\delta c} \left[\varphi_{n3} \alpha \left(\frac{1}{P_m} + \frac{t_{3m}}{V_{\delta} k_3} \right) + \frac{(1-\alpha)\beta\varphi_{n3}}{n_{p\delta} P_{p\delta}} \right]}{n_n} \varphi_n + \\ + l_{ui} \eta \left(\frac{N_a}{P_a} + \frac{N_{ya}}{P_{ya}} + \frac{W_{n\delta}}{P_{n\delta}} \right) \varphi_k + t_3 + t_{\delta} + \Sigma t_{n3} \\ T_y = n t_{cm}, n - \text{целое число} \\ v = l_{ui} \eta T_{мес} / T_y \\ l_{ui}^{\min} \leq l_{ui} \leq l_{ui}^{\max} \\ v_M^{\min} \leq v_M \leq v_M^{\max} \\ P_m^{\min} \leq P_m \leq P_m^{\max} \\ P_a^{\min} \leq P_a \leq P_a^{\max} \\ P_{ya}^{\min} \leq P_{ya} \leq P_{ya}^{\max} \\ P_{n\delta}^{\min} \leq P_{n\delta} \leq P_{n\delta}^{\max} \end{array} \right., \quad (6)$$

де $T_{ц}$ - тривалість прохідницького циклу, год; N_a, P_a - відповідно обсяг робіт і годинна норма вироблення при бурінні шпурів під анкери, N_{ya}, P_{ya} - відповідно обсяг робіт і годинна норма вироблення при установці анкерів, $W_{нб}, P_{нб}$ - відповідно обсяг робіт і годинна норма виробітку при кріпленні набризкбетоном; $l_{ш}^{min}, l_{ш}^{max}$ - відповідно мінімальна та максимальна глибина шпурів в забої виробки; v_m^{min}, v_m^{max} - відповідно мінімальна та максимальна машинна швидкість буріння; P_m^{min}, P_m^{max} - відповідно мінімальна та максимальна технічна продуктивність навантажувальної машини; P_a^{min}, P_a^{max} - відповідно мінімальна та максимальна норма вироблення при бурінні шпурів під анкери; $P_{ya}^{min}, P_{ya}^{max}$ - відповідно мінімальна та максимальна норма вироблення при установці анкерів.

Ця модель відображає залежність тривалості прохідницького циклу від технологічних показників при бурінні шпурів в забої буровими установками. Складена на її основі програма може бути використана для пошуку необхідних параметрів будівництва виробок.

Попередні дослідження ясно свідчать про значне покращення показників випуску подрібненої рудної маси з блоку при підвищенні висоти шару руди, яка випускається.

Розглянемо ситуацію на графічному прикладі:

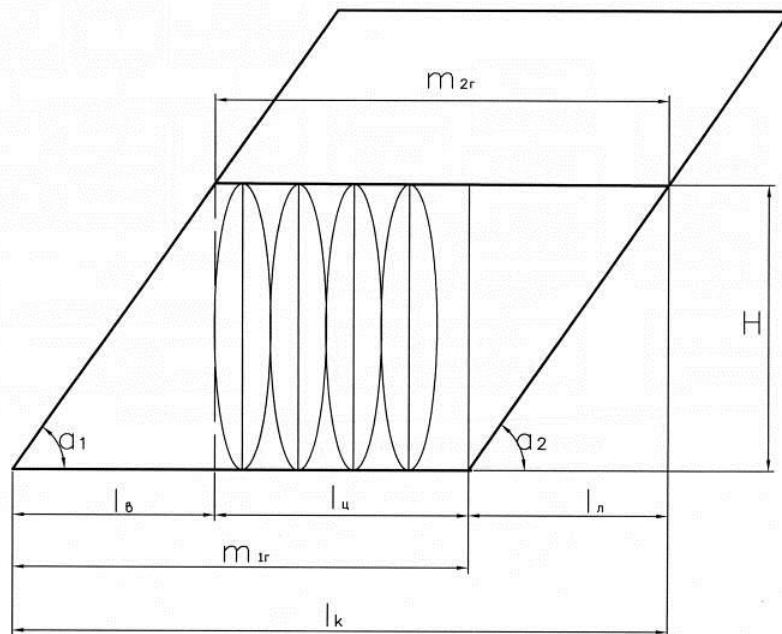


Рисунок 1 – Схема визначення основних геометричних параметрів блоку

де l_k – корисна потужність покладу, м; l_b – довжина висячої частини покладу, м; l_l – довжина лежачої частини покладу, м; m_{2r} – потужність покладу по верхній його частині, м; m_{1r} – потужність покладу по нижній його частині, м;

Нескладно геометрично визначити залежності даних параметрів:

$$l_k = l_b + l_{ц} + l_l; \quad (7)$$

$$l_b = h / \operatorname{tg} \alpha_b; \quad (8)$$

$$l_l = h / \operatorname{tg} \alpha_l; \quad (9)$$

$$m_{1r} = l_b + l_{ц}; \quad (10)$$

$$m_{2r} = l_l + l_{ц}; \quad (11)$$

Принципово можна представити спрощений випадок, коли поклад витриманої потужності має однакові кути нахилу контактів лежачого та висячого боків з вміщувачими породами:

$$m_{1r} = m_{2r}; \quad (12)$$

$$\alpha_b = \alpha_n = \alpha \approx 60^\circ; \quad (13)$$

$$l_b = l_n \quad (14)$$

При застосуванні скреперної лебідки для доставки рудної маси оптимальна довжина блоку (вертикальної частини покладу) дорівнює:

$$l_n \approx 20 \dots 25 \text{ м};$$

тоді, перетворивши формулу корисної довжини покладу (7), маємо

$$l_k = l_n + 2h/\operatorname{tg} \alpha. \quad (15)$$

Шляхом перетворень з формули (15) виділимо значення висоти блоку

$$h = (l_k - l_n) \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} \quad (16)$$

З формули (10) маємо:

$$l_b = m_{1r} - l_n; \quad (17)$$

тоді отримаємо

$$h = \operatorname{tg} \alpha \cdot l_b. \quad (18)$$

Підставивши в формулу (18) значення l_b , отримаємо

$$h = (m_{1r} - l_n) \operatorname{tg} \alpha. \quad (19)$$

Значення висоти блоку, що отримано з формули (19) в даному випадку і буде оптимальним з точки зору якості руди, що випускається.

При реконструкції залізрудних шахт оптимізація основних технологічних параметрів дозволить забезпечити своєчасне введення виробничих потужностей та стабілізацію обсягів видобутку корисних копалин.

Приведені розрахунки потребують подальших досліджень, експериментального підтвердження, а також підкріплення з боку класичних теорій, але мають практичну цінність, оскільки питання визначення геометричних параметрів систем розробки для глибоких горизонтів не переглядалися вже досить тривалий час, і раніше виведені закономірності потребують корегування.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Смирняков В.В., Вихарев В.И., Очкуров В.И. Технология строительства горных предприятий. – М.: Недра, 1989. – 573 с.
2. Вьяльцев М.М. Технология строительства горных предприятий в примерах и задачах. – М.: Недра, 1989. – 238 с.
3. Малахов Г.М., Безух В.Р., Петренко П.Д. Теория и практика выпуска обрушенной руды. – М.: Недра, 1968.-311 с.
4. Чернокур В.Р., Шкробко Г.С., Шелегеда В.И. Добыча руд с подэтажным обрушением. – М.: Недра, 1992. -271 с.
5. Агошков М.И., Малахов Г.М. Подземная разработка рудных месторождений. – М.: Недра, 1966.- 663 с.
6. Харин С.А. Определение технологических параметров при строительстве протяженных выработок горизонтов // Науковий вісник НГУ. – 2006. - № 2. – С. 22-24.