

METODA WYZNACZANIA DLA MAŁYCH KOPALŃ MINIMALNEGO I OPLACALNEGO WYDOBYCIA KOPALIN STAŁYCH

UKD 622.34/.37.003.12(083.3):658.155(430)

W dziedzinie górnictwa zajmuje Polska szóste miejsce w świecie (2), a trzecie w Europie (bez ZSRR). Średnie dobowe wydobywanie z jednej kopalni — w skali całego przemysłu węglowego w Polsce (3) wynosiło w 1964 r. — 4634 t/dobę. Daje to przy 300 dniach roboczych średnie roczne wydobywanie kopalni węgla kamiennego równe około 1,39 mln t/rok.

W związku z rekonstrukcją starych kopalń czynnych, jak i z budową nowych kopalń moc produkcyjna kopalń przemysłu węglowego ciągle wzrasta w oparciu o realizowaną zasadę koncentracji produkcji.

Zupełnie odmienne warunki w zakresie wielkości wydobywania panują jednak w górnictwie innych kopalni pozawęglowych, np. niektórych surowców chemicznych (baryt, piryt i inne surowce) oraz surowców ceramicznych i ogniotrwałych, jak np. glinki ceramiczne i ogniotrwałe, których eksploatacja prowadzona jest za pomocą małych kopalń o wydobywaniu dobowym rzędu kilkudziesięciu lub kilkuset np. 100—300 t kwp., a rocznym np. 10 000—60 000—100 000 t.

Górnictwo niewęglowe kopalni nie posiada tak bogatej literatury, jaka dysponuje przemysł węglowy, a warunki eksploatacji ich złóż są często specyficzne, odmienne, tak że wymagają często odmiennych rozwiązań niż w górnictwie węglowym.

Niniejsze opracowanie zajmuje się zagadnieniem wielkości wydobywania kopalni w jednostce czasu i na podstawie metodyki wyznaczania kryteriów bilansowości złóż kopalni stałych, gdyż ta wielkość wydobywania stanowi również jedno z wymienionych kryteriów. Ze względu na dwa sposoby eksploatacji górniczej kopalni stałych metoda wyznaczania wielkości wydobywania w jednostce czasu omówiona jest: a) dla eksploatacji podziemnej i b) dla eksploatacji naziemnej odkrywkowej.

A. EKSPLOATACJA GÓRNICZA PODZIEMNA

Eksploatację górnictwa można uznać jeszcze za opłacalną, jeśli spełniony jest podstawowy warunek, by koszt eksploatacji K był nie większy od utargu U czyli

$$K \leq U \quad [1]$$

Przy założeniu dalszym, że wysokość wyrobiska eksploatacyjnego tzw. furty h jest nie mniejsza od grubości pokładu z , czyli

$$h \geq z \quad [2]$$

można wyznaczyć minimalną grubość (miąższość) pokładu opłacalną do eksploatacji podziemnej w następujący sposób,

Przyjmując do rozważań koszty i utarg związane z eksploatacją złóż kopaliny jednorodnej pokładu poziomego o grubości z i zawartego na 1 m^2 powierzchni terenu złożoności, wymagającą prowadzenia wyrobisk eksploatacyjnych o wysokości h , przy czym np. $h > z$ można podstawić następujące wielkości:

$$K = (h - z) K_0 + z \cdot K_z$$

$$U = z \cdot \delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1$$

a wobec tego:

$$(h - z) K_s + z \cdot K_z \leq z \cdot \delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1$$

a stąd

$$z \geq \frac{h \cdot K_s}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z + K_s} \quad [3]$$

gdzie $z = z_{\min}$

$$z_{\min} = \frac{h \cdot K_s}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z + K_s} \quad [4]$$

Znaczenie podanych symboli jest następujące:

z = grubość pokładu w m,

h = wysokość wyrobiska eksploatacyjnego w metrach,

K_0 = koszt własny wydobywania i ulokowania na dole lub na zwale na powierzchni 1 m^3 skały płonnej z przybierki — w zł/ m^3 ,

K_z = koszt własny wydobywania, przeróbki oraz zbytu 1 m^3 kopaliny użytecznej w zł/ m^3 ,

δ_1 = ciężar objętościowy kopaliny użytecznej w T/m^3 ,

φ = współczynnik wykorzystania złoża, charakteryzujący straty złożowe i przerobcze $0 < \varphi \leq 1,0$,

W_1 = obowiązująca, wg zatwierdzonych cenników, cena zbytu 1 t produktu handlowego kopaliny w zł/t,

K_1 = koszt własny 1 t kopaliny w zł/t,

η = wydajność kopaliny z 1 m^2 powierzchni terenu złożoności w t/m^2 .

W przypadku, gdy $K_z = K_0$ wzór powyższy [2] ulega uproszczeniu i otrzymuje postać [5]:

$$z_{\min} = \frac{h \cdot K_x}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1} \quad \text{a ponieważ:} \quad \frac{K_x}{\delta_1} = K_1$$

$$z_{\min} = \frac{h \cdot K_1}{\varphi \cdot W_1} \quad \dots \quad [5]$$

Według wzoru w postaci ogólnej [4] lub gdy istnieją warunki i możliwość korzystania z wzoru [5] — można wyznaczyć minimalną grubość pokładu, dla której eksploatacja podziemna złoża jest jeszcze opłacalna.

Aby wyznaczyć minimalne wydobycie roczne, spełniające również warunek opłacalności w ramach przyjętych do rozważań założeń, można jako podstawę wyjściową przyjąć zasoby przemysłowe złoża, które można obliczyć przy znajomości powierzchni terenu złożoności P i wydajności kopaliny z 1 m² tejże powierzchni $\eta = z \cdot \delta_1$

$$Q_p = P \cdot \eta$$

$$\eta = z \cdot \delta_1$$

$$Q_p = P \cdot \delta_1 \cdot z \quad \dots \quad [6]$$

Q_p = zasoby przemysłowe złoża w t,
 P = powierzchnia terenu złożoności w m²,
 z = grubość złoża pokładowego poziomo zalegającego minimalna, a zarazem opłacalna w metrach,
 T_r = wydobycie roczne kopalni netto w t/rok,
 n = ilość lat żywotności kopalni (wyczerpanie zasobów),
 α = współczynnik jednorodności $0 < \alpha \leq 1,0$

Zasoby przemysłowe spełniać powinny również warunki równania:

$$Q_p = T_r \cdot n \quad \dots \quad [7]$$

Zasoby obliczone według wzoru [6] jak i [7] są sobie równe, wobec tego można napisać:

$$T_r \cdot n = P \cdot \delta_1 \cdot z$$

Opłacalna grubość pokładu powinna spełniać nierówność [3]:

$$z \geq \frac{h \cdot K_x}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_x + K_s}$$

Jeśli obie strony nierówności pomnożymy przez iloczyn ($P \cdot \delta_1$) otrzymujemy:

$$P \cdot \delta_1 \cdot z \geq \frac{P \cdot \delta_1 \cdot h \cdot K_x}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_x + K_s}$$

a ponieważ $P \cdot \delta_1 \cdot z = T_r \cdot n$ wobec tego

$$T_r \geq \frac{P \cdot \delta_1 \cdot h \cdot K_x}{n(\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_x + K_s)} \quad \dots \quad [8]$$

a gdy

$$T_r = T_{r\min} = \frac{P \cdot \delta_1 \cdot h \cdot K_x}{n(\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_x + K_s)} \quad [9]$$

a dla $K_x = K_2 + \frac{K^2}{\delta_1} = K_1$ otrzymuje się wzór uproszczony

$$T_{r\min} = \frac{P \cdot \delta_1 \cdot h \cdot K_1}{n \cdot \varphi \cdot W_1} \quad \dots \quad [10]$$

Powyzsze wzory odnoszą się do kopalni jednorodnych, których współczynnik jednorodności $\alpha = 1,0$.

Dla złóż niejednorodnych kopalni, których $\alpha < 1,0$, a których cena W_1 odnosi się do kopaliny przy $\alpha = 1,0$ — wzory [9] i [10] powinny mieć wprowadzony jeszcze symbol α , wobec czego otrzymują postać:

$$T_{r\min} = \frac{P \cdot \delta_1 \cdot h \cdot K_x}{n(\delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1 - K_x + K_s)} \quad [11]$$

a wzór uproszczony

$$T_{r\min} = \frac{P \cdot \delta_1 \cdot h \cdot K_1}{n \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1} \quad \dots \quad [12]$$

W zależności od rodzaju kopaliny stałej, np. jednorodnej można obliczyć wielkość minimalnego wydobycia rocznego według wzorów [9] lub [10], a dla kopaliny niejednorodnej według wzorów [11] lub [12].

Dla zilustrowania przytoczonych wzorów podaje się następujący przykład. Dane jest złożo glinek ceramicznych, dla którego określone są następujące parametry:

$$P = 0,6 \text{ km}^2 \text{ — powierzchnia terenu złożoności}$$

$$\delta_1 = 2,0 \text{ T/m}^3$$

$$h = 0,8 \text{ m}$$

$$K_1 = 400 \text{ zł/t}$$

$$n = 20 \text{ lat}$$

$$\varphi = 0,8$$

$$W_1 = 550 \text{ zł/t}$$

$$T_{r\min} = ?$$

Wyznaczyć roczne wydobycie kopalni minimalne, a zarazem opłacalne

$$T_{r\min} = \frac{600\,000 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 400}{20 \cdot 0,8 \cdot 550} = 43\,636 \text{ t/r}$$

Wydobycie minimalne kopalni glinek ceramicznych powinno być w danym przypadku nie mniejsze od $T_{r\min} = 43\,636 \text{ t/r}$, dobowe zaś wydobycie $T_{dz} =$

$$\frac{43636}{300} = 145 \text{ t/doba.}$$

Przytoczone w niniejszym opracowaniu wzory mogą być przydatne szczególnie dla małych kopalń o wydobyciu dobowym niewielkim, a zwłaszcza dla kopalni glinek ceramicznych, ogniotrwałych, niektórych surowców chemicznych, rud itp. eksploatowanych przez kopalnie podziemne.

B. EKSPLOATACJA GÓRNICZA NAZIEMNA-ODKRYWKOWA

Dla eksploatacji górniczej odkrywkowej podstawowym warunkiem opłacalności eksploatacji złoża jest również fakt, by koszt własny eksploatacji K był nie większy od utargu U , czyli

$$K \leq U$$

przy czym symbole K i U można zastąpić wielkościami:

$$K = n \cdot K_0 + z \cdot K_x$$

$$n = z \cdot \delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1$$

$$n \cdot K_0 + z \cdot K_x \leq z \cdot \delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1$$

a stąd dla kopalni stałych

$$z \geq \frac{n \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1 - K_x} \quad \dots \quad [13]$$

gdy $z = z_{\min}$

$$z_{\min} = \frac{n \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1 - K_z} \quad [14]$$

Oznaczenia:

- n = grubość nadkładu skał płonnych w m,
- K_0 = koszt zdjęcia 1 m³ nadkładu w zł/m³,
- K_z = koszt wydobycia łącznie z przeróbką i zbytem 1 m³ kopaliny w zł/m³,
- δ_1 = ciężar objętościowy kopaliny w T/m³,
- φ = współczynnik wykorzystania złoża o zawartości:

$$0 < \varphi \leq 1,0$$

- α = współczynnik jednorodności kopaliny charakteryzujący zawartość w niej składnika użytecznego

$$0 < \alpha \leq 1,0$$

- W_1 = cena zbytu zł/t za produkt handlowy kopaliny przy $\alpha = 1,0$,
- T_r = wydobycie roczne kopalni w t/rok,
- n = ilość lat istnienia kopalni,
- P = powierzchnia terenu złożoności w m².

$$z \geq \frac{n \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1 - K_z}$$

Mnożąc obie strony równania przez $P \cdot \delta_1$ otrzymamy

$$P \cdot \delta_1 \cdot z \geq \frac{P \cdot \delta_1 \cdot n \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1 - K_z}$$

a ponieważ $P \cdot \delta_1 \cdot z = T_r \cdot n$

$$T_r \cdot n \geq \frac{P \cdot \delta_1 \cdot n \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1 - K_z}$$

$$T_r = T_{r\min}$$

$$T_{r\min} = \frac{P \cdot \delta_1 \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot W_1 - K_z} \quad [16]$$

Na podstawie wzoru 16 można określić wielkość minimalną wydobycia kopalni, opłacalną przy eksploatacji złoża sposobem naziemnym, odkrywkowym, jeśli znane są wielkości parametrów oznaczonych symbolami we wzorze. Z tego wzoru można wyprowadzić dalsze wzory dla zbadania wielkości każdego z poszczególnych innych parametrów, jeśli pozostałe są wielkościami znanymi.

LITERATURA

1. Bednarski M. — Zasobność złoża gliniek ceramicznych jako jedno z kryteriów bilansowości złóż ilastych ceramiki szlachetnej. Pr. geol. 1963, n. 8.
2. Górnictwo polskie w Święto Odrodzenia. A.L. Wiad. gór. 1965, nr 7—8.
3. Miłtręga J. — Kierunki rozwoju techniki w górnictwie węglowym. Ibidem.