

## ZASOBY ZŁOŻA SUROWCÓW CHEMICZNYCH JAKO JEDNO Z KRYTERIÓW BILANSOWOŚCI DLA EKSPLOATACJI ODKRYWKOWEJ

UKD 553.042:622.013.34:553.3/6.003.1:553.91/97.003.1:622.271

Złoża stałych kopaliny użytecznych są przeważnie eksploatowane klasyczną metodą górniczą, tj. za pomocą wyrobisk górniczych szeroko-przekrojowych. Wyrobiska szeroko-przekrojowe mogą być w swoim przekroju poprzecznym albo otwarte, czyli naziemne, inaczej odkrywkowe, albo zamknięte czyli podziemne, otoczone w swoim przekroju poprzecznym ze wszystkich stron skałami. Ze względu na typ wyrobisk stosowanych do eksploatacji złóż kopaliny stałych można w metodzie eksploatacji górniczej wyróżnić dwa jej sposoby: naziemny, czyli odkrywkowy oraz podziemny. Przedmiotem rozważań niniejszego opracowania jest eksploatacja odkrywkowa złoża kopaliny stałej, jednorodnej i ustalenie dla niej minimalnej, a zarazem jeszcze opłacalnej wielkości zasobów złoża.

Aby złożo kopaliny stałej mogło być uznane za nadające się do gospodarczo uzasadnionego wykorzystania, a więc do eksploatacji górniczej, powinno spełniać podstawowy warunek opłacalności (1, 2, 3), które można wyrazić w postaci następującej nierówności:

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

Symbol  $K$  oznacza sumę kosztów związanych z eksploatacją złoża, a symbol  $U$  utarg osiągnięty za wydobytą ze złoża kopalinę. Warunek opłacalności wymaga, by koszt  $K$  był nie większy od utargu  $U$ . Jako granicę opłacalności przyjmuje się przypadek, gdy  $K = U$ . Dla tego więc granicznego przypadku szukamy minimalnej wielkości zasobów złoża, przy której eksploatacja złoża sposobem odkrywkowym spełnia założony warunek opłacalności  $K \leq U$ .

Minimalna wielkość zasobów złoża opłacalnych do eksploatacji górniczej naziemnej stanowi jedno z kryteriów bilansowości, gdyż wielkość zasobów złoża również decyduje o uznaniu go za nadające się do gospodarczo uzasadnionej eksploatacji. W dotychczasowych pracach, dotyczących kryteriów bilansowości zasobów złoża kopaliny stałych (1, 2, 3) zagadnienie minimalnej wielkości zasobów złoża nie było rozpatrywane, ani też nie były podane zasady inwestycji  $E$ . Celem niniejszej pracy jest określenie sposobu wyznaczania tego kryterium bilansowości.

Na podstawie dotychczas stosowanej metody wyznaczania górniczo-hutniczych kryteriów bilansowości zasobów złoża kopaliny stałych (1, 2, 3) można podstawową nierówność [1] rozwinąć, podstawiając w niej

szczegółowe wartości. Znaczenie wprowadzonych symboli jest następujące:

- $K$  — oznacza całkowity koszt w złotych eksploatacji złoża objętego  $1 \text{ m}^2$  powierzchni terenu złożoności. Ze względu na warunki geologiczno-górnicze złożo ma być eksploatowane odkrywkowo. Koszt eksploatacji składa się głównie z dwóch pozycji, tj. z kosztu zdjecia nadkładu oraz z kosztu będącego sumą kosztów wydobycia, przeróbki mechanicznej i zbytu kopaliny.
- $U$  — utarg za finalny produkt kopaliny uzyskany ze złoża objętego  $1 \text{ m}^2$  powierzchni terenu złożoności, w złotych.
- $K_0$  — koszt zdjecia  $1 \text{ m}^2$  nadkładu, w zł/ $\text{m}^2$ .
- $K_z$  — koszt wydobycia + przeróbki + zbytu  $1 \text{ m}^2$  kopaliny, w zł/ $\text{m}^2$ .
- $N$  — grubość nadkładu w m.
- $z$  — miąższość złoża (pokładowego) w m.
- $\delta_1$  — ciężar objętościowy kopaliny, w T/ $\text{m}^3$ .
- $\varphi$  — współczynnik ogólny wykorzystania złoża i kopaliny, spełniający również warunek  $0 < \varphi \leq 1$ .
- $W_1$  — cena zbytu, wg obowiązującego cennika i t produktu finalnego kopaliny, w zł/t.
- $\varepsilon$  — wydajność kopaliny z  $1 \text{ m}^2$  powierzchni terenu złożoności, t/ $\text{m}^2$ .
- $q$  — jednostkowe zasoby bilansowe złoża, w tonach z  $1 \text{ m}^2$ .
- $P$  — powierzchnia terenu złożoności, w  $\text{m}^2$ .
- $Q_b$  — zasoby bilansowe całego złoża, w tonach.
- $n$  — ilość lat eksploatacji złoża.
- $E$  — wskaźnik efektywności inwestycji w zł/t.

Rozpatrując złożo objęte  $1 \text{ m}^2$  powierzchni terenu złożoności można za symbole w nierówności  $K \leq U$  podstawić następujące wartości:

$$K = N \cdot K_0 + z \cdot K_z$$

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

$$NK_0 + z \cdot K_z \leq z \cdot \delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 \dots \quad [2]$$

Z nierówności [2] można dalej wyznaczyć zależność miąższości złoża  $z$  od innych parametrów i przedstawić ją następującym wzorem:

$$z \geq \frac{N \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z} \quad [3]$$

Stąd dalej minimalną miąższość złoża opłacalną do eksploatacji odkrywkowej wyrazi się wzorem:

$$z_{\min} = \frac{N \cdot K_0}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z} \quad [4]$$

Wzór [3] umożliwia również obliczenie jednostkowych zasobów bilansowych złoża ( $q$ ), objętych jednostką powierzchni ( $1 \text{ m}^2$ ) terenu złożoności. W tym celu mnożymy obie strony nierówności [3] przez  $(\delta_1)$  otrzymując wzór [5].

$$z \cdot \delta_1 \geq \frac{N \cdot K_0 \cdot \delta_1}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z} \text{ a ponieważ } z \cdot \delta_1 = q, \text{ to}$$

$$q \geq \frac{N \cdot K_0 \cdot \delta_1}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z} \quad [5]$$

Zasoby bilansowe całego złoża otrzymujemy mnożąc obie strony wzoru [5] przez powierzchnię terenu złożoności  $P$  oraz dzieląc dalej przez  $\delta_1$  uzyskujemy wzór [7].

$$P \cdot q \geq \frac{N \cdot K_0 \cdot \delta_1 \cdot P}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z} \text{ a ponieważ } P \cdot q = Q_b$$

$$Q_b \geq \frac{N \cdot K_0 \cdot \delta_1 \cdot P}{\delta_1 \cdot \varphi \cdot W_1 - K_z} \quad [6]$$

$$Q_b \geq \frac{N \cdot K_0 \cdot P}{\varphi \cdot W_1 - \frac{K_z}{\delta_1}} \quad [7]$$

Iloraz w mianowniku  $\frac{K_z}{\delta_1}$  oznacza część kosztu własnego  $1 \text{ t}$  kopaliny surowej, uwzględniającą koszt: wydobywania + przeróbki mechanicznej i zbytu kopaliny. Ze względu na to, że ocena efektywności inwestycyjnej opiera się na wskaźniku  $E$  wprowadza się go do wzoru [7] w miejsce  $\frac{K_z}{\delta_1}$  lecz tylko tę część  $E$ , której wartość związana jest z wydobywaniem kopaliny, jej przeróbką i zbytem, czyli:

$$\frac{K_z}{\delta_1} = E \cdot \varphi_2 - \frac{N \cdot K_0}{z \cdot \delta_1} \quad [8]$$

Wobec tego wzór [8] przyjmuje postać [9]:

$$Q_b \geq \frac{N \cdot K_0 \cdot P}{\varphi \cdot W_1 - \left( E \cdot \varphi_2 - \frac{N \cdot K_0}{z \cdot \delta_1} \right)} \quad [9]$$

Dla obliczenia więc minimalnych zasobów złoża, opłacalnych dla eksploatacji sposobem odkrywkowym można stosować wzór (10)

$$Q_{b \min} = \frac{N \cdot K_0 \cdot P}{\varphi \cdot W_1 - \left( E \cdot \varphi_2 - \frac{N \cdot K_0}{z \cdot \delta_1} \right)} \quad [10]$$

Przykład: złożo kopaliny stałej, np. ziemia krzemionkowa, eksploatowane jest odkrywkowo. Parametry geologiczne, górnicze i ekonomiczne są następujące:

$N = 11 \text{ m}$  — średnia grubość nadkładu skał płonnych;

$K_0 = 20 \text{ zł/m}^3$  — koszt zdejmowania  $1 \text{ m}^3$  nadkładu;

$P = 100\,000 \text{ m}^2$  — powierzchnia terenu złożoności;

$\varphi = 0,43$  współczynnik ogólny wykorzystania złoża  $0 < \varphi \leq 1,0$ ;

$\varphi_2 = 0,476$  współczynnik przeróbczy wykorzystania złoża  $0 < \varphi \leq 1,0$ ;

$\varphi_1 = 0,9$  współczynnik górniczy wykorzystania złoża  $0 < \varphi \leq 1,0$ ;

$W_1 = 2800 \text{ zł/t}$  — cena zbytu krajowa ziemi krzemionkowej suszonomielonej, I gatunek;

$E = 1845 \text{ zł/t}$  — wskaźnik efektywności inwestycji;

$z = 4 \text{ m}$  — miąższość średnia złoża kopaliny stałej;

$\delta_1 = 1,3 \text{ T/m}^3$  — ciężar objętościowy ziemi krzemionkowej surowej.

$$Q_b = \frac{11 \cdot 20 \cdot 100\,000}{0,43 \cdot 2800 - \left( 1845 \cdot 0,476 - \frac{11 \cdot 20}{4 \cdot 1,3} \right)} = 60\,000 \text{ t}$$

Z przytoczonego przykładu wynika, że minimalne zasoby złoża ziemi krzemionkowej powinny wynosić co najmniej:

$$Q_{b \min} = 60\,000 \text{ t}$$

Wyliczoną wielkość minimalnych zasobów złoża należy jednak w praktyce powiększyć przez uwzględnienie współczynnika pewności  $K$  ze względu na zmienność złoża, nieciągłość itp., aby zapewnić opłacalność eksploatacji. W danym przykładzie przyjmuje się  $K = 3$ , wobec tego zasoby minimalne i opłacalne wynoszą około  $180\,000 \text{ t}$ .

## LITERATURA

1. Adamiakowski L. — Metoda wyznaczania górniczo-technicznych kryteriów bilansowości złóż ilastych ceramiki szlachetnej. Praca dokt. AGH — 1965.
2. Bednarski M. — Zasobność złóż gliniek ceramicznych jako jedno z kryteriów bilansowości złóż ilastych ceramiki szlachetnej. Prz. geol. 1963, nr 8.
3. Bednarski M., Adamiakowski L. — Metodyka wyznaczania górniczo-technicznych kryteriów bilansowości złóż kopaliny stałych. Prz. geol. 1966, nr 9.

## SUMMARY

As concerns type of opencast workings used during exploitation of solid mineral raw materials, two methods are distinguished in mining exploitation: surface and underground methods. The present article deals with the opencast exploitation of a uniform, solid mineral deposit and with the estimation method of minimal, but still payable reserves of a deposit.

## РЕЗЮМЕ

По характеру проходимых выработок при разработке твердых полезных ископаемых различаются два способа горной добычи — открытый и подземный. Статья посвящена рассмотрению открытого способа разработки твердого полезного ископаемого и определению минимальных запасов сырья, при которых добыча является еще рентабельной.