ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1972

Seria: GÓRNICTWO z. 52 Nr kol. 332

Jerzy Martyniak

MASA PRÓBKI WĘGLA ZANIECZYSZCZONEGO PIASKIEM JAKO FUNKCJA PROCENTOWEJ ILOŚCI PIASKU

Streszczenie. Wyprowadzono teoretyczny wzór (7) określający zawartość Z ($0 \leq Z \leq 100\%$) piasku podsadzkowego w węglu, jako funkcję zmiennej wartości liczbowej M masy jednostki objętości próbki węgla z piaskiem oraz stałych wartości liczbowych m_{min} i m_{max} mas tej samej objętości próbek węgla i piasku. Wykres funkcji określonej wzorem (7) i obliczonej na podstawie spotykanych w praktyce, stałych wartości liczbowych m_{min} i m_{max}, przedstawiono na rysunku.

1. Wstęp

Potrzeby praktyczne powodują konieczność oceny zawartości piasku podsadzkowego w węglu. W związku z tym celowym jest podejmowanie prób, które mają za zadanie analizę i wyjaśnienie tego problemu.

W wielu przypadkach, gdy nie wymaga się dużej dokładności oceny lub kiedy jej celem jest jedynie stwierdzenie tendencji spadku czy wzrostu zawartości piasku bądź przekroczeń umownie ustalonej wartości - wystarczy przyjąć, że masa jednostki objętości węgla zanieczyszczonego piaskiem jest prostoliniową funkcją procentowej zawartości w nim piasku. Przy dokładniejszych badaniach założenie o prostoliniowości tej funkcji okazuje się już niewystarczające i pytanie jaki ma ona kształt, staje się zagadnieniem teoretycznie interesującym.

2. Masa jednostki objętości mieszaniny węgla i piasku jako funkcja procentowej zawartości w niej piasku

Oznaczenia stosowanych symboli:

a. Symbole wielkości stałych

c_p - ciężar nasypowy piasku,

c_w - ciężar nasypowy węgla,

m_{max} - masa piasku zajmującego w stanie sypkim objętość v, wg pomiaru wagowego,

m_{min} - masa węgla zajmującego w stanie sypkim objętość v, wg pomiaru wagowego,

v - jednostka objętości (objętość naczynia pomiarowego).

b. Symbole wielkości zmiennych

M - masa mieszaniny węgla i piasku zajmującej w stanie sypkim objętość piasku w mieszaninie węgla i piasku zajmującego objętość v,

V_p - objętość piasku w mieszaninie węgla i piasku zajmującej objętość v

V_w - objętość węgla w mieszaninie węgla i piasku zajmującej objętość v

Z - procentowa zawartość piasku w mieszaninie węgla i piasku (zmienna niezależna).

Z przyjętych oznaczeń oraz znanych określeń wielkości wynika, że:

$$V_w + V_p = v, \tag{1}$$

$$c_p = \frac{m_{max}}{v}, \tag{2}$$

$$c_w = \frac{m_{min}}{v} \tag{3}$$

Masa M mieszaniny węgla i piasku, której składniki mają ciężary nasypowe c_w i c_p, zajmującej objętość v, jest równa

$$M = V_w c_w + V_p c_p. \tag{4}$$

Aby masę M wyrazić jako funkcję zawartości piasku w mieszaninie, należy zauważyć, że

$$V_p = 0{,}01\,\frac{ZM}{c_p}. \tag{5}$$

Następnie trzeba wyeliminować zmienną V_w z równania (4), uwzględniając równanie (1), co prowadzi do następującego związku

$$M = (v - V_p)\,c_w + V_p c_p,$$

w którym podstawia się w miejsce V_p, c_p i c_w prawe strony równań (5), (2) i (3) i otrzymuje się

$$M = \left(v - \frac{0{,}01ZM}{\frac{m_{max}}{v}}\right)\frac{m_{min}}{v} + \frac{0{,}01ZM}{\frac{m_{max}}{v}}\,\frac{m_{max}}{v}.$$

Po wykonaniu działań wyrażenie to przybiera następującą postać jako funkcja Z(M)

$$Z = 100 \frac{(M - m_{min})\, m_{max}}{M(m_{max} - m_{min})}. \tag{6}$$

Powyższy wzór można sprowadzić do prostszej postaci przez następujące przekształcenie

$$Z = 100 \frac{m_{max}}{m_{max} - m_{min}} - 100 \frac{m_{max}}{m_{max} - m_{min}} \frac{m_{min}}{M}$$

i przez podstawienie w nim

$$100 \frac{m_{max}}{m_{max} - m_{min}} = a,$$

co ostatecznie daje funkcję Z(M) w postaci

$$Z = a\left(1 - \frac{m_{min}}{M}\right). \tag{7}$$

3. Własności funkcji Z(M)

Obliczając pochodną ze wzoru (7) otrzymuje się

$$Z' = \frac{a m_{min}}{M^2}. \tag{8}$$

Z analizy prawej strony tego równania wynika, że zawsze jest $Z' \geqslant 0$ i że wraz ze wzrostem M - maleje. Prowadzi to do wniosku, że funkcja Z(M) jest rosnąca o malejącym nachyleniu do osi M w miarę wzrostu wartości tej zmiennej.

Funkcja Z(M) jest określona w przedziale $m_{min} \leqslant M \leqslant m_{max}$. W punkcie początkowym - m_{min}, Z = 0, a w punkcie końcowym - m_{max}, Z = 100%.

Dla określenia jak przebiega krzywa (7) w stosunku do prostej przechodzącej przez punkty skrajne (m_{min}, 0) i (m_{max}, 100), należy obliczyć różnicę między krzywą i prostą w punkcie pośrednim - M_o, należącym do przedziału, w którym funkcja Z(M) jest określona. Różnica ta jest równa

$$r = a\left(1 - \frac{m_{min}}{M_o}\right) - 100 \frac{M_o - m_{min}}{m_{max} - m_{min}}. \tag{9}$$

a) Jeśli $M_o = m_{min}$, to $r = 0$.

b) Jeśli $M_o = m_{max}$, to $r = 0$.

c) Jeśli $m_{min} < M_o < m_{max}$, to wykonanie działań w równaniu (9) prowadzi do następującego wzoru

$$r = 100 \frac{(m_{max} - M_o)(M_o - m_{min})}{(m_{max} - m_{min}) M_o} \tag{10}$$

Z przyjętych założeń wynika, że wszystkie czynniki występujące po prawej stronie są dodatnie, a więc w tym przypadku $r > 0$.

Wobec tego poza punktami skrajnymi krzywa wszędzie przebiega ponad prostą.

Interesującym jest także, w którym punkcie różnica r osiąga wartość maksymalną i o jakiej wielkości. Dla wyjaśnienia tej sprawy trzeba obliczyć pochodną r'. W tym celu wygodniej jest posłużyć się wzorem (9), z którego wynika, że

$$r' = \frac{am_{min}}{M_o^2} - \frac{100}{m_{max} - m_{min}}. \tag{11}$$

Następnie należy prawą stronę otrzymanego wzoru przyrównać do zera i obliczyć wartość zmiennej M_o:

$$M_o = (m_{min}\, m_{max})^{\frac{1}{2}} \tag{12}$$

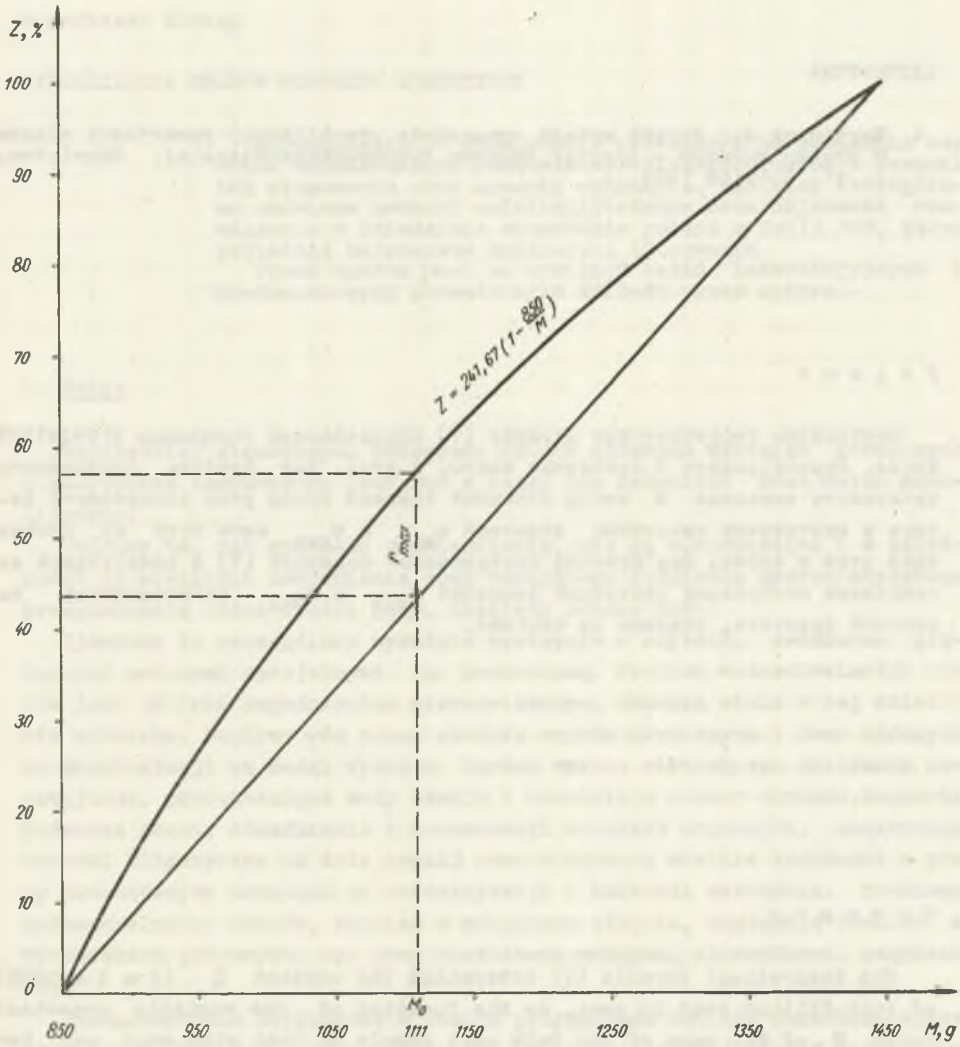
A więc maksymalna różnica między krzywą i prostą istnieje w punkcie M_o o wartości równej średniej geometrycznej z wartości skrajnych. Podstawiając tę wartość do wzoru (10) otrzymuje się wzór na wielkość różnicy:

$$r_{max} = \frac{\left[(m_{max})^{\frac{1}{2}} - (m_{min})^{\frac{1}{2}}\right]^2}{m_{max} - m_{min}} 100. \tag{13}$$

W celu graficznego przedstawienia otrzymanych wyników zamieszczono rysunek z wykresem funkcji $Z(M)$. Do obliczeń przyjęto następujące, spotykane w praktyce wartości:

- masę węgla o uziarnieniu 6-0 mm i o odmierzonej objętości 1000 cm^3, $m_{min} = 850$ g,
- masę piasku podsadzkowego o odmierzonej objętości 1000 cm^3, $m_{max} = 1450$ g.

Przy takich wartościach skrajnych największa różnica między rzędnymi krzywej i prostej występuje w punkcie $M_o = 1111$ g, a jej wartość wynosi - 13,27%.



Rys. 1. Wykres zależności Z od M

W tym punkcie zawartość piasku w próbce zanieczyszczonego węgla wg krzywej jest równa - 56,77%, a wg prostej - 43,50%.

LITERATURA

1. Martyniak J.: Szybka metoda oznaczania przybliżonej zawartości piasku w urobku surowym - Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo, z. 41, Gliwice 1969.

Р е з ю м е

Составлено теоретическую формулу (7) определяющую содержание Z(0≤Z≤100% песка, происходящего с крепления шахты, в угле, как функцию переменного численного значения M массы объёмной единицы пробы угля засоренного песком и постоянных численных значений m_{min} и m_{max} масс того же объёма проб угля и песка. Вид функции определенной формулой (7) и вычисленной на основании постоянных численных значений m_{min} и m_{max} встречающихся на опытной практике, указано на чертеже.

S u m m a r y

The theoretical formula (7) determined the content Z (0 ≤ Z ≤ 100%) of back-filling sand in coal, as the function of one variable numerical value M of the mass of the bulk unit sample of coal with sand and two constantes numericales values m_{min} and m_{max} of the masses of the some bulk sample of coal and sand, is drawn. The graph of the function determined according to the formula (7) and conted on the basis of both the constantes values m_{min} and m_{max} got from experimental practice, is presented on the design.