

Alfred TRONT
Politechnika Śląska, Gliwice

BADANIA ROZEZNAWCZE KORELACJI WSKAŹNIKÓW ZWIĘZŁOŚCI (f) I ZIARNOWOŚCI (α)

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych kruszalności węgla przeprowadzonych w KWK „Zofiówka” i na ich podstawie określono wartości wskaźników: zwięzłości (f) i ziarnowości (α). Następnie opracowano w formie graficznej związki korelacyjne wskaźników (f) i (α) oraz sformułowano stwierdzenia i wnioski końcowe z przeprowadzonej analizy.

IDENTIFICATION TESTS OF THE CORRELATION OF ROCK-HARDNESS RATIO (f) AND GRAIN SIZE RATIO (α)

Summary. The paper presents results of the laboratory tests on grindability of coals from the „Zofiówka” Coal Mine on the basis of which values of the rock-hardness ratio (f) and grain size ratio (α) have been determined. Then the correlation between the ratios (f) and (α) has been graphically elaborated and statements and final conclusions resulting from the carried out analysis have been given.

1. Wstęp

W prognozowaniu efektywności i urabiania w przodkach ścianowych (w tym: energochłonności urabiania, ziarnowości urobku) stosowane są metody wykorzystujące między innymi wskaźniki zwięzłości (f) i ziarnowości (α). Wspólną cechą sposobów określania tych wskaźników jest podobieństwo metod badań węgla prowadzących do ustalenia wielkości tych wskaźników. Podobieństwo to polega na sposobie niszczenia struktury próbek węgla (poprzez zderzenia sprężyste - to jest zderzenia twardego i sztywnego ciała z porcją ziarn minerału w przypadku badań wskaźnika (f) lub zderzenia pojedynczego ziarna minerału z twardą i sztywną przeszkodą w przypadku badań wskaźnika (α)). Podobieństwo to było podstawą podjęcia w IMG (Instytucie Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej) badań nad ustaleniem ewentualnych związków korelacyjnych pomiędzy wskaźnikami (f) i (α), co w znaczącym stopniu uprościłoby metodykę prognozowania efektywności urabiania kombajnami w przodkach ścianowych i zmniejszyłoby koszty badań w zakresie zasygnalizowanego problemu. W tym artykule przedstawiono wyniki i wnioski z badań rozeznawczych nad

związkami korelacyjnymi wskaźników (f) i (α) w aspekcie badań laboratoryjnych kruszalności węgla KWK „Zofiówka”.

2. Badania laboratoryjne kruszalności węgla w KWK „Zofiówka”

2.1. Zakres badań

Badania laboratoryjne kruszalności węgla KWK „Zofiówka” przeprowadzono dwoma metodami:

- metodą tłuczenia (Protodiakonowa),
- metodą zderzania pojedynczych ziaren urobku ze sztywnym i twardym podłożem.

Szczegółowy opis tych metod badań podano w pracach [1, 2, 3] i w pkt. 2.

Próbki do badań pobrano z następujących przodków ścianowych KWK „Zofiówka”:

- pokład 412, ściana C-2,
- pokład 401/2, ściana F-15,
- pokład 404/2, ściana B-3.

Próbki pobrano w trzech różnych miejscach na długości każdej z ww. ścian.

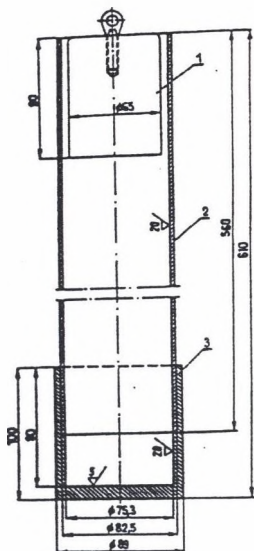
2.2. Parametry geologiczno-górnictwa i technologiczne badanych pokładów

Najważniejsze z punktu widzenia prowadzonych analiz dane i parametry badanych pokładów zestawiono w tablicy 1.

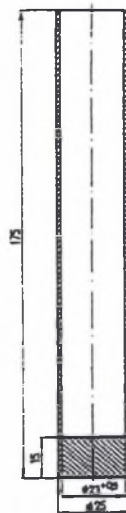
2.3. Metodyka i wyniki badań wskaźnika (f)

Próbki do badań pobrano ze ścian (pkt. 2.1) w trzech różnych miejscach na długości każdej ze ścian w ilości po 6 kawałków wielkości ok. 10 cm, które stanowiły tzw. próbkę pierwotną. Następnie próbki pierwotne rozbito młotkiem tak, by uzyskać możliwie jak najwięcej ziaren o wielkości 10 do 20 mm. Z tak uzyskanego produktu pokruszenia poprzez przesianie przez sita o oczkach wielkości 10 i 20 mm wyodrębniono tzw. próbki analityczne do dalszych badań. Badania nad ustaleniem wskaźnika (f) przeprowadzono zgodnie z normą BN-77/8704-12. W badaniach zastosowano następujące przyrządy:

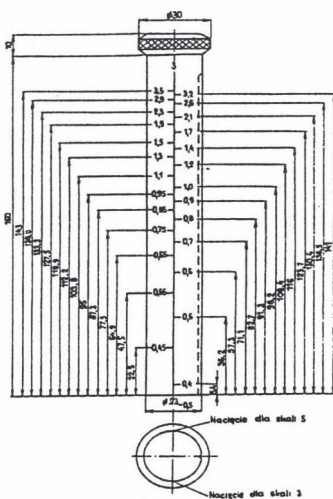
- przyrząd do tłuczenia (rys. 1) złożonego ze stalowego bijaka (1) o masie 2,35 kg, rury stalowej (2) oraz zbiornika stalowego (3),
- objętościomierz (rys. 2) złożony z mosiężnej rury, tłoczka pomiarowego stalowego zaopatrzonego w dwie skale (3 i 5) jak na rysunkach 3 i 5,
- sita tkane ogólnego przeznaczenia z oczkami kwadratowymi o boku 10 i 20 mm,
- sita tkane kontrolne okrągłe o średnicy ok. 180 mm z oczkami kwadratowymi o boku 0,5 mm umieszczone w oprawce.



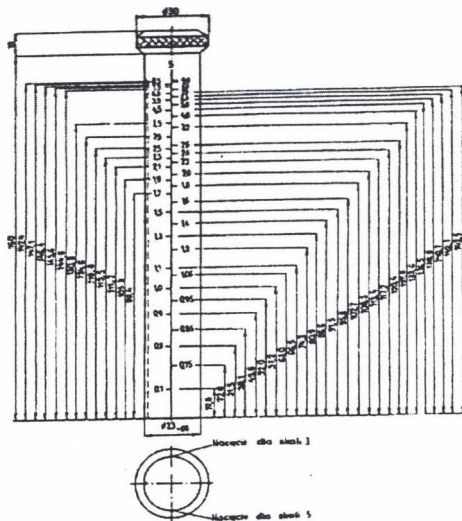
Rys.1. Przyrząd do tuczenia
Fig.1. Facility for breaking



Rys.2. Objętościomierz
Fig.2. Volumeter



Rys.3. Tłoczek pomiarowy, skala 3
Fig.3. Measuring piston, scale 3



Rys.4. Tłoczek pomiarowy, skala 5
Fig.4. Measuring piston, scale 5

Tabela 1

Parametry geologiczno-górnice oraz technologiczne badanych pokładów

Parametry	Pokład 412, śc. C-2	Pokład 401/2, śc. F-15	Pokład 404, śc. B-3
1	2	3	4
Urządzenia wchodzące w skład wyposażenia ściany: - kombajn - przenośnik - obudowa	KSW-475/2 BPH 4 HB 260/D FAZOS-17/37-Oz	JOX 4LS-3-1000 V 4 HB 260/D SATO-15/35-POz	Elektra 550/1000, KSG345 N/2BP/02 4HB 260/E Pioma-Jankowice 19/32,8-Oz II
Zagrożenie naturalne: - metanowe - pyłowe - tapaniem - wodne	IV kategoria klasa B brak zagrożenia I stopień	IV kategoria klasa B brak zagrożenia I stopień	IV kategoria klasa B brak zagrożenia I stopień
Dane mierniczo-geologiczne	Ściana umiejscowiona powyżej poziomu 830 [m] na północ od przekopu C830. Pokład w obrębie ściany wykazuje bardzo dużą miąższość, która w rejonie pochylni C-2 osiąga grubość 4,45 m, w części środkowej 3,4 m, w dowerzchni 3,6 m. Strop bezpośredni stanowią łupki ilaste zapiaszczone. Typ węgla 35.2A i 35.2	Ściana umiejscowiona w rejonie F powyżej poziomu 705 m. Na wysokości 15 m powyżej pokładu 401/2 za-legają zroby ściany F-17 i F-19 pokładu 401/1. W ścianie F-15 pokład przedzielony warstwą 0,5 m łupku z wtrąceniami węgla. Strop bezpośredni stanowią 0,2 m warstwa łupku kruchoego i 2,5 m warstwa łupku piaszczystego	Ściana umiejscowiona w rejonie B i D powyżej poziomu 900 m. Pokład wykazuje skłonność do wyrzutów metanu i skał. Spąg pokładu to łupek ilasty z laminami węgla grubości 0,3 m. Strop bezpośredni stanowi 1,4 m warstwa łupku ilastego zwięzłego, powyżej zalega łupek piaszczysty o miąższości 2,5 m. Węgiel tego pokładu zawiera 3,51 do 11,6% popiołu, typ węgla 35.1

Wskaźnik (f_{sr}) wyznaczono jako średnią arytmetyczną wartości odczytów na skali 3 i 5, uzyskanych z badań dla trzech części określonej próbki analitycznej (część I, II i III).

Z badań wskaźnika (f) uzyskano następujące wyniki:

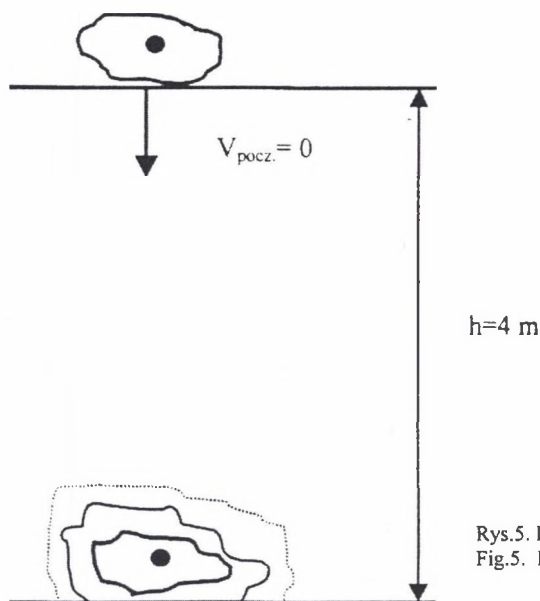
- pokład 412, ściana C-2 $f_{sr} = 0,50$
- pokład 401/2, ściana F-15 $f_{sr} = 0,52$
- pokład 404/2, ściana B-3 $f_{sr} = 0,44$

2.4. Metodyka, zakres i wyniki badań wskaźnika (α)

b) wskaźnik (α) z badań kruszalności dynamicznej

Badania kruszalności dynamicznej przeprowadzono dla próbek węglowych pobranych w tych samych miejscach pokładów jak dla badań wskaźnika (f). Do badań pobrano ziarna o nieregularnych kształtach, o średnicy ok. 50 mm w ilości po 10 sztuk dla każdego miejsca pomiarowego. Kruszeniu poprzez swobodny spadek pojedynczych ziaren próbki na twarde i sztywne podłoże poddano kolejno wszystkie ziarna określonej próbki.

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym (rys. 5) wyposażonym w podest na wysokości 4 m nad płytą stalową z osłonami bocznymi, zabezpieczającymi przed rozpryskiwaniem produktu pokruszenia, przesiewarki z zestawem sit z oczkami kwadratowymi oraz z wagi laboratoryjnej.



Rys.5. Kruszenie dynamiczne
Fig.5. Dynamic crushing

Produkty pokruszenia poszczególnych próbek poddano rozdzielaniu na klasy ziarnowe na stosie sit o wymiarach oczek 3,2, 10, 20 i 30 mm. W tabelicy 2 zestawiono uzyskane z badań kruszalności dynamicznej udziały procentowe poszczególnych klas ziarnowych w łącznej masie produktu pokruszenia próbki.

- b) wskaźnik (α) produktu pokruszenia próbek analitycznych uzyskanego w badaniach wskaźnika (f)

Produkty pokruszenia próbek analitycznych w przyrządzie do tłuczenia uzyskane w badaniach wskaźnika (f) pkt. 2.2 poddano również analizie sitowej i na tej podstawie określono udziały procentowe poszczególnych klas ziarnowych w ogólnej masie produktu dla danej próbki. Uzyskane wyniki zestawiono w tabelicy 3. Następnie wyniki z badań pkt. 2.3 poddano analizie statystycznej i na tej podstawie określono parametry λ , m funkcji Weibulla, opisujące skład ziarnowy produktu pokruszenia określonej próbki. Ustalone wartości parametrów λ , m posłużyły do obliczenia wskaźnika (α). Metodę i przykład obliczenia wskaźnika (α) podano w opracowaniu (4). Wartości parametrów λ , m oraz wskaźników (α) zestawiono dla odpowiednich etapów badań w tablicach 2 i 3.

Tabela 2
Wyniki analizy sitowej produktu pokruszenia z próby swobodnego spadku ziarn węgla w pokładach 412, 401/2, 404/2 KWK „Zofiówka”

Lp.	Miejsce pomiaru	Nr prób.	Wypad klasy ziarnowej [%] Wielkość ziarn d (mm)					Parametry funkcji Weibulla		Wskaźnik ziarnowości	
			< 3,6	< 10	< 20	< 30	< 60	λ	m	α	$\alpha_{sr. Prot}$
1	Ściana C-2 Pokład 412	I	4,53 (0,254)	9,32 ((3,654)	20,5 (20,498)	51,53 (48,571)	99,9 (92,12)	0,0000881	2,625	35,044	38,65
		II	7,12 (0,526)	11,85 (4,542)	18,4 (18,399)	24,37 (38,249)	99,96 (76,076)	0,0003454	2,129	42,263	
2	Ściana F-15 Pokład 401/2	I	8,16 (0,865)	15,27 (6,792)	26,27 (25,212)	38,05 (48,627)	99,97 (84,959)	0,0006322	2,046	35,590	35,70
		II	7,44 (0,842)	14,24 (6,994)	26,77 (26,769)	54,35 (51,857)	99,98 (88,241)	0,0005716	2,103	34,819	
3	Ściana B-3 Pokład 404/2	I	9,89 (1,361)	17,89 (10,027)	35,7 (35,675)	70,39 (63,309)	99,98 (94,040)	0,001025	2,024	29,947	34,60
		II	8,54 (0,708)	14,36 (5,725)	21,93 (21,928)	32,56 (43,618)	99,97 (80,788)	0,0005018	2,070	39,258	

Tabela 3
Wyniki analizy sitowej produktu pokruszenia z próby swobodnego spadku ziarn węgla w pokładach 412, 401/2, 404/2 KWK „Zofiówka”

Lp.	Miejsce pomiaru	Nr prób.	Wypad klasy ziarnowej [%] Wielkość ziarn d (mm)					Parametry funkcji Weibulla		Wskaźnik ziarnowości		
			< 0,5	< 1	< 3,2	< 6,3	< 10	< 20	λ	m	α	$\alpha_{sr. Prot}$
1	Ściana C-2 Pokład 412	III	9,4 (3,902)	16,93 (8,276)	37,18 (27,175)	49,15 (49,150)	66,82 (67,813)	99,98 (91,460)	0,08639	1,118	8,9389	8,93
			8,26 (3,096)	14,92 (6,921)	35,53 (24,884)	47,3 (47,298)	63,61 (67,036)	99,97 (92,043)				
2	Ściana F-15 Pokład 401/2	III	12,95 (6,075)	21,26 (12,241)	46,33 (36,079)	60,03 (60,028)	73,94 (77,592)	99,98 (95,568)	0,13058	1,058	6,8369	6,83
			8,26 (3,096)	14,92 (6,921)	35,53 (24,884)	47,3 (47,298)	63,61 (67,036)	99,97 (92,043)				

3. Związki korelacyjne wskaźników (f) i (α)

Dla przeprowadzonych badań w zakresie podanym w pkt. 2 oraz uzyskanych wyników tych badań i zestawionych w tablicach 2 i 3 opracowano i przedstawiono na rys. 6 do 8 graficzny obraz współzależności wskaźników:

$$\alpha_{sr. dyn.} = \alpha_{sr. dyn.} (\alpha_{sr. Prot}), \alpha_{sr. Prot} = \alpha_{sr. Prot} (f_{sr.})$$

oraz

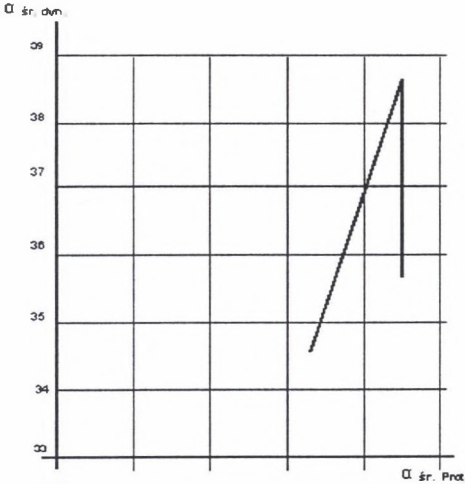
$$\alpha_{sr. dyn.} = \alpha_{sr. dyn.} (f_{sr.}),$$

gdzie :

$\alpha_{sr\ dyn.}$ - wskaźnik ziarnowości średni produktu pokruszenia próbek z badań kruszalności dynamicznej (zderzenie pojedynczych ziarn węgla z twardą i sztywną przeszkodą),

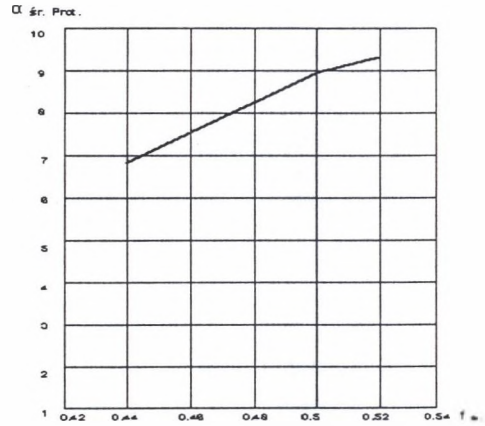
$\alpha_{sr\ Prot.}$ - wskaźnik ziarnowości średni produktu pokruszenia próbki węgla w przyrządzie tłuczenia wg metody Protodiakonowa,

$f_{sr.}$ - wskaźnik zwięzłości średni wg metody tłuczenia.



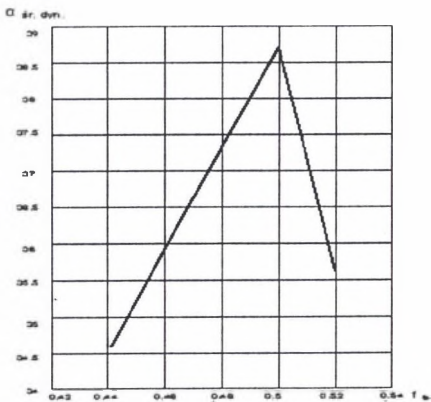
Rys.6. Wykres zależności $\alpha_{sr\ dyn.}$ do $\alpha_{sr\ Prot.}$ dla pokładów 412, 401/2, 404/4

Fig.6. Diagram of dependence of $\alpha_{sr\ dyn.}$ on $\alpha_{sr\ Prot.}$ for seams 412, 401/2, 404/2



Rys.7. Wykres zależności $f_{sr.}$ do $\alpha_{sr\ Prot.}$ dla pokładów 412, 401/2, 404/2

Fig.7. Diagram of dependence of $f_{sr.}$ on $\alpha_{sr\ Prot.}$ for seams 412, 401/2, 404/2



Rys.8. Wykres zależności $\alpha_{sr\ dyn.}$ do $f_{sr.}$ dla pokładów 412, 401/2, 404/2

Fig.8. Diagram of dependence of $\alpha_{sr\ dyn.}$ on $f_{sr.}$ for seams 412, 401/2, 404/2

4. Podsumowanie i wnioski końcowe

Przeprowadzone badania oraz analiza porównawcza uzyskanych wyników badań i analiz w zakresie podanym w pkt. 2 i 3 wykazały, co następuje:

1. Pomiędzy wskaźnikami: (f) z badań metodą tłuczenia a wskaźnikiem (α) z badań kruszalności dynamicznej nie uzyskano korelacji jednoznacznej. Rzeczywisty uzyskany obraz zależności tych wskaźników przedstawiono na rys. 6.
2. Pomiędzy wskaźnikami: (α) określonym z badań kruszalności dynamicznej a wskaźnikiem (α) określonym z badań produktu pokruszenia próbek analitycznych w przyrządzie do tłuczenia wg metody Protodiakonowa nie uzyskano korelacji jednoznacznej. Rzeczywisty, uzyskany obraz zależności tych wskaźników przedstawiono na rys. 8.
3. Pomiędzy wskaźnikami: (f) z badań metodą tłuczenia wg Protodiakonowa a wskaźnikiem (α) określonym dla produktu pokruszenia próbki analitycznej w przyrządzie do tłuczenia wg metody Protodiakonowa uzyskano korelację jednoznaczną, to znaczy wzrostowi wskaźnika (α) towarzyszy odpowiedni (jak na rys. 7) wzrost wskaźnika (f) i na odwrót. Określenie funkcji tej korelacji wymaga prowadzenia dalszych badań.

LITERATURA

1. Antoniak J., Opolski T.: Maszyny Górnicze cz.II. „Śląsk”, Katowice 1979
2. Jaszczuk M., Chodura J., Siwiec J.: Obliczanie parametrów pracy ścianowych maszyn urabiających, Skrypt Pol.Śl., Gliwice 1993
3. Tront A.: Badania wpływu prędkości postępu przodka ścianowego na skład ziarnowy urobku z pokładów Kopalni „Kazimierz-Juliusz”, Przegląd Górniczy nr 9 /1998
4. Tront A.: Ocena kruszenia się urobku na górnictwowych środkach transportu za pomocą wskaźnika ziarnowości (α) , Międzynarodowa Konferencja, Pol.Śl., Ustroń 1999
5. Norma branżowa BN-77/8704-12

Recenzent: Prof.dr inż. Włodzimierz Sikora

Abstract

The paper presents results of the laboratory tests on grindability of coals from the „Zofiówka” Coal Mine on the basis of which values of the rock-hardness ratio (f) and grain size ratio (α) have been determined. Then the correlation between the ratios (f) and (α) has been graphically elaborated and statements and final conclusions resulting from the carried out analysis have been given. The laboratory test of grindability of coals have been performed by means of the breaking method (Protodiakonow’s method) and by means of a method consisting in collisions of particular grains of the run-of-mine material with the rigid and hard base. There is not any explicit correlation between the ratio (f) obtained from tests done by the breaking method and the ratio (α) obtained from test of dynamic grindability. No correlation has ensued between the ratio (α) by means of tests of dynamic grindability and the ratio (α) determined by the Protodiakonow’s method. An explicit correlation between the ratios (f) and (α) determined by the Protodiakonow’s method has been obtained.