ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1987

Seria: GÓRNICTWO z. 154 Nr kol. 1020

Witold BIAŁY
Walery SZUŚCIK
Instytut Mechanizacji Górnictwa
Politechnika Śląska, Gliwice

ANALIZA ZASTOSOWANIA WSKAŹNIKA URABIALNOŚCI WĘGLA W ŚWIETLE BADAŃ LABORATORYJNYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych urabialności węgla w funkcji składowych stanu naprężenia na stanowisku badawczym.

Badania przeprowadzono na próbkach węgla pobranych z dwu różnych kopalń i pokładów. Na podstawie uzyskanych wykresów, obrazujących przebiegi zmienności oporów urabiania próbek węgla w funkcji drogi noża, wyznaczono wartości wskaźników urabialności A i A_ϕ, korzystając z odpowiednich wzorów.

Z uzyskanych wyników pomiarów zostały opracowane krzywe, które są zapisane w postaci funkcji kwadratowej.

Przedstawiono krzywe obrazujące przebiegi zmienności wskaźnika urabialności A i A_ϕ w funkcji składowych stanu naprężenia.

Badania przeprowadzono dla skrawów poziomych (równoległych do stropu i spągu) dla obydwu zwrotów urabiania.

1. WPROWADZENIE

Proces mechanicznego urabiania pokładów węglowych i towarzyszący temu ciągły rozwój wdrażanych do ruchu maszyn i systemów mechanicznego urabiania węgla wymaga stosowania dokładniejszych metod badania urabialności węgla, uwzględniających zastosowaną technikę (sposób) urabiania oraz naturalne warunki w przodkach eksploatacyjnych.

W świetle dotychczasowych przeprowadzonych badań, ustalonych założeń oraz kryteriów doboru optymalnej metody badania urabialności w ścianowych przodkach eksploatacyjnych najbardziej przydatny ze stosowanych do tej pory sposobów pomiaru jest wskaźnik urabialności A, określany za pomocą przyrządu POS-1 [1].

Wskaźnik urabialności A jest wobec tego reprezentowany dla ustalenia podatności węgla na urabianie ścianowymi maszynami pracującymi na zasadzie skrawania (kombajny bębnowe, strugi statyczne).

Podatność pokładu węglowego na urabianie (reprezentowana przyjętym wskaźnikiem A) w znacznym stopniu zależy od czynników górniczo-geologicznych oraz zastosowanej technologii wybierania pokładu.

Przyjęty wskaźnik urabialności A jest więc elementem pośrednim pomiędzy własnościami mechanicznymi węgla "in situ" a pracą i parametrami organów rzeczywistych maszyn urabiających (kombajny bębnowe, strugi statyczne).

2. BADANIA PRÓBEK WĘGLA

Badaniu poddano próbki węglowe pobrane z następujących kopalń:

- KWK "Staszic" pokład 501,
- KWK "Powstańców Śląskich" pokład 507.

Próbki do badań laboratoryjnych pobrano i przygotowano zgodnie z opisem podanym w pracach [2, 3].
Badania laboratoryjne wpływu dwukierunkowego stanu naprężenia i odkształcenia na urabialność przeprowadzono w KOMAG-u na stanowisku zaprojektowanym i zmontowanym w KOMAG-u w Gliwicach. Badania były prowadzone zgodnie z metodyką podaną w pracy [2]. Skrawy pomiarowe prowadzone były przy stałej głębokości skrawu g = 10 mm w zakresie obciążeń próbek węglowych od zera aż do ich rozkruszenia (zniszczenia wytrzymałościowego bloku węglowego). Dla próbek węgla pobranych z KWK "Powstańców Śląskich" prowadzono skrawy poziome (równoległe do stropu i spągu) dla obydwu zwrotów urabiania i na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyznaczono wskaźniki A oraz A_ϕ. Natomiast dla próbek pobranych z KWK "Staszic" prowadzone były skrawy poziome o jednym zwrocie urabiania, w zakresie od zera do zniszczenia wytrzymałościowego próbki oraz na "zniszczonej strukturze" i na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyznaczono wskaźnik urabialności A.
Z przeprowadzonych badań laboratoryjnych wpływu stanu naprężenia na wskaźnik urabialności uzyskano wykresy obrazujące przebiegi zmienności oporów urabiania próbek węgla w funkcji drogi noża przyrządu POS-1 dla różnych wartości składowych stanu naprężenia.
Na podstawie pomierzonych wartości wyznaczono wartość wskaźnika urabialności A, korzystając ze wzoru:

$$A = \frac{P_{śr}}{g}, \tag{1}$$

gdzie wartość $P_{śr}$ została wyznaczona w następujący sposób:

$$P_{śr} = F_z \cdot \frac{R_k}{R} \cdot P_{śr} \cdot 9 \cdot 10 \ [N]. \tag{2}$$

Po podstawieniu odpowiednich wartości wzór (1) przybierze postać:

$$A = 45 \cdot P_{śr} \left[\frac{N}{cm}\right]. \tag{3}$$

Wartość A_ψ została wyznaczona zgodnie ze wzorem:

$$A_\psi = \frac{A}{1 + \frac{g}{b}\,tg\psi}. \tag{4}$$

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW BADAŃ LABORATORYJNYCH PRÓBEK WĘGLA POBRANYCH Z KWK "STASZIC" POKŁAD 501

Z przeprowadzonych badań laboratoryjnych wpływu stanu naprężenia na wskaźnik urabialności próbek węgla pobranych z KWK "Staszic" pokład 501 i uzyskanych wyników pomiarów zostały opracowane krzywe, które są zapisane w następujący sposób:

$$A = -10{,}8\,\sigma_z^2 + 12{,}7\,\sigma_z + 264{,}2, \tag{5}$$

dla której współczynnik korelacji $r = 0{,}4$.
Krzywa uzyskana w trakcie prowadzenia badań na "zniszczonej strukturze" zapisana jest w następujący sposób:

$$A^1 = 197{,}5\,\sigma_z^2 - 502{,}1\,\sigma_z + 478{,}7 \tag{6}$$

Skrawy pomiarowe prowadzone na próbkach węgla pobranych z KWK "Staszic" były o jednym zwrocie urabiania - ze strony lewej do prawej (L ⟶ P). Krzywe uzyskane z równań (5) i (6) zostały przedstawione na wykresie (rys. 1).

3.1. Opracowanie wyników badań laboratoryjnych próbek węgla pobranych z KWK "Powstańców Śląskich" pokład 507

Z przeprowadzonych badań laboratoryjnych próbek węgla pobranych z KWK "Powstańców Śląskich" pokład 507 uzyskano następujące krzywe:

$$A = -46{,}4\,\sigma_z^2 + 131{,}8\,\sigma_z + 175{,}6 \tag{7}$$

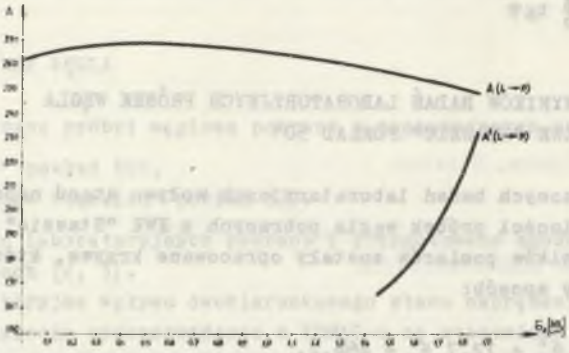
$r = 0{,}7$

$$A_\psi = -31{,}4\,\sigma_z^2 + 83{,}4\,\sigma_z + 114{,}1 \tag{8}$$

$r = 0{,}6$

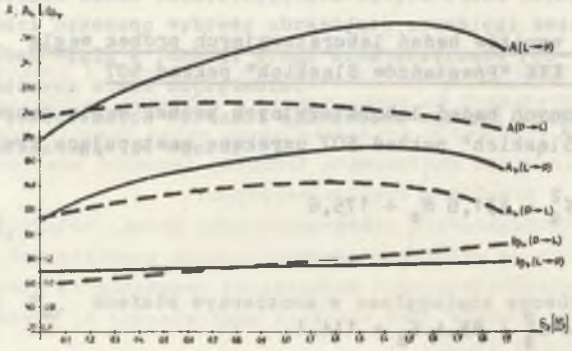
$$tg\psi = 0{,}06\sigma_z + 1{,}08 \tag{9}$$

$r = 0{,}3$



Rys. 1. Wykresy funkcji A i A^1 dla KWK "STASZIC", pokład 501

Fig. 1. Diagrams of functions A and A^1 for the coal mine "STASZIC", bed 501



Rys. 2. Wykresy funkcji A, Aφ, tgφ dla KWK "POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH", pokład 507

Fig. 2. Diagrams of functions A and Aφ for the coal mine "POWSTAŃCÓW ŚLĄSKICH", pokład 507

Krzywe (7), (8), (9) dotyczą skrawów poziomych przy zwrocie urabiania ze strony lewej do prawej (L ⟶ P).
Natomiast krzywe uzyskane przy skrawach poziomych o zwrocie urabiania ze strony prawej do lewej (P ⟶ L) zapisane są w następujący sposób:

$$A = -5,7\,\sigma_z^2 + 10,9\sigma_z + 197,4 \qquad (10)$$

$$r = 0,3$$

$$A\psi = -32,5\,\sigma_z^2 + 54,9\,\sigma_z + 140,9 \qquad (11)$$

$$r = 0,3$$

$$tg\psi = 0,18\,\sigma_z + 0,95 \qquad (12)$$

$$r = 0,3$$

Krzywe uzyskane z równań (7), (8), (9), (10), (11), (12) przedstawione są na wykresie (rys. 2).
Różnice w przebiegu krzywych, przy różnych zwrotach urabiania, potwierdza nam praktyka dołowa, a także wyrywkowe badania przeprowadzone w różnych ośrodkach badawczych [4, 5].

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ LABORATORYJNYCH

Wykresy zależności wskaźników urabiania A i $A\psi$, jako funkcji składowej pionowej stanu naprężenia σ_z, przedstawiają krzywe w początkowej fazie wzrostu naprężenia rosnące, a w dalszej fazie jako krzywe malejące. Swiadczy to o wpływie na wartość wskaźników urabialności A i $A\psi$ dwu głównych czynników:

- wytężenia materiału węglowego (charakteryzowanego przez naprężenia zredukowane),
- wpływu zagęszczenia i innych czynników w miarę wzrostu składowych głównych stanu naprężenia, spowodowanego likwidacją porów oraz odkształcalnością materiału węglowego.

Pierwszy z czynników wpływa na zmniejszenie wartości wskaźnika urabialności A i $A\psi$ w miarę wzrostu naprężenia zredukowanego. Drugi z czynników wpływa na wzrost wartości wskaźnika urabialności A i $A\psi$ w miarę wzrostu składowych głównych stanu naprężenia.
Jak wykazały badania, wartości kąta bocznego rozkruszenia ψ maleją wraz ze wzrostem składowych głównych stanu naprężenia. Potwierdza to występowanie zjawiska zmiany gęstości.

Materiał węglowy jest materiałem o niesymetrycznej wytrzymałości ($\varkappa$ jest rzędu parędziesiąt) i wymaga zastosowania hipotezy wytężeniowej uwzględniającej ten fakt.
Taką hipotezą uwzględniającą niesymetrię wytrzymałości materiału jest hipoteza niezmienników Burzyńskiego [6].
Dla wartości składowych głównych stanu naprężenia, występujących w strefie zabioru organów maszyn urabiających, hipoteza ta daje wyniki proporcjonalne do wyników uzyskanych z hipotezy energii odkształcenia postaciowego (Hubera-Misesa-Hencky). Ze względu na to, że wartości składowej głównej poziomej σ_x stanu naprężenia są stosunkowo małe, naprężenie zredukowane σ_{red} niewiele różni się od wartości składowej głównej pionowej σ_z.
Dla pokazania wpływu naprężenia zredukowanego (praktycznie równego σ_z) oraz wpływu innych czynników, uzyskane funkcje A i A_ψ można przedstawić w postaci:

$$A = a_1(\sigma_z + b_1)\ (c_1 - \sigma_z) \tag{13}$$

$$A = a_2(\sigma_z\ 5\ b_2)\ (c_2 - \sigma_z) \tag{14}$$

Człony $(c_1 - \sigma_z)$ oraz $(c_2 - \sigma_z)$ przedstawiają zmniejszający wpływ naprężenia zredukowanego na urabialność.
Odbieganie wartości c_1 i c_2 od spodziewanej wartości wytrzymałości na ściskanie R_m bloku węglowego w dwukierunkowym stanie naprężenia i odkształcenia prawdopodobnie spowodowane jest tym, że materiał węglowy (jak to wynika z badań) jest o trzynastu stałych sprężystych (wg B. Radzika) i o różnym $\varkappa$ w zależności od kierunku, a także różnych wartości wytrzymałościowych zależnych od kierunku.
Człony $(\sigma_z + b_1)$ oraz $(\sigma_z + b_2)$ przedstawiają wpływ zagęszczenia i innych czynników na urabialność.
Wyrażenia a_1 i a_2 charakteryzują nam własności mechaniczne węgla zalegającego w konkretnych pokładach.

5. WNIOSKI

1. Znajomość funkcji wskaźnika urabialności $A = A(\sigma_z)$ lub $A_\psi = A_\psi(\sigma_z)$ pozwoli (przy znajomości zależności mocy maszyn urabiających od A) na stwierdzenie, czy dana maszyna będzie mogła pracować poprawnie w danej ścianie bez względu na warunki eksploatacyjne, czy też przy pewnych warunkach lub nie będzie pracowała w ogóle.

2. Poprzez znajomość funkcji wskaźnika urabialności $A = A(\sigma_z)$ lub $A_\psi = A_\psi(\sigma_z)$ dla danego pokładu, przy znajomości wskaźnika urabialności

A lub A_ψ w danych warunkach ścianowych można określić celowość zmiany warunków (zmiana podporności obudowy, postępu itp.) dla obniżenia wartości wskaźnika urabialności A lub A_ψ.

3. Znajomość funkcji wskaźnika urabialności $A = A(\sigma_z)$ lub $A_\psi = A_\psi(\sigma_z)$ dla pokładów danego rejonu górniczego pozwoli (przy znajomości zależności mocy maszyn urabiających od A) odpowiedzieć, jaka powinna być moc produkowanych czy też konstruowanych kombajnów (strugów).

4. Badania przeprowadzono przy wszystkich możliwych składowych stanu naprężenia i odkształcenia, jakie mogą wystąpić w strefie zabioru ścianowych maszyn urabiających.

LITERATURA

[1] Biały W.: Dobór metody badania urabialności w aspekcie stosowania kombajnów ścianowych. Materiały IV Konferencji Naukowo-Technicznej. "Mechanizacja procesów urabiania i ładowania". Wrocław 1984.

[2] Biały W.: Wpływ stanu naprężenia w strefie zabioru kombajnów ścianowych na urabialność, mierzoną wskaźnikiem urabialności A. Praca doktorska. Biblioteka Politechniki Śląskiej. Gliwice 1982.

[3] Biały W.: Modelowanie na stanowisku badawczym stanów naprężenia i odkształcenia występujących w ociosie wyrobiska ścianowego. XX Sympozjon "Modelowanie w mechanice" PTMTiS Gliwice. Zbiór referatów nr 46, Wisła 1981.

[4] Pomeroy C.D.: Breakage of Coal by wedge action. Coal Guard 1964.

[5] Sikora W., Fels M., Sołtysek K.: Strugalność węgla. Prace GIG. Komunikat nr 687, Katowice 1978.

[6] Szuścik W., Kuczyński J.: Wytrzymałość materiałów cz. I. Ośrodek metodyczny studiów dla pracujących. Gliwice 1979.

Recenzent: Doc. dr inż. Leonard PLUTA

Wpłynęło do Redakcji w styczniu 1987 r.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ДОБЫВАЕМОСТИ УГЛЯ В СВЕТЕ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Р е з ю м е

В работе представлены результаты лабораторных исследований добываемости угля для функций составляющих состояние напряжения на лабораторном стенде.

Исследования проводились на образцах угля, взятых в двух различных шахтах и пластах. На основании полученных графиков, представляющих ход изменения сопротивления добычи образцов угля в функции шага ножа, определены величины коэффициентов добываемости A и A_ψ, используя соответствующие формулы.

Из полученных результатов были определены кривые, которые были записаны в виде квадратной функции.

Представлены кривые, показывающие изменение коэффициента добываемости A и Aф в функции составляющих состояния напряжения.

Исследования проводились для горизонтальных срезов (параллельных кровле и почве) для обеих ходов отработки.

THE ANALYSIS OF THE COAL GETTABILITY COEFFICIENT
IN THE LIGHT OF THE LABORATORY STUDIES

S u m m a r y

The paper presents the results of the laboratory studies on coal gettability in the function of components of the stress state at the investigation stand.

The studies were carried out on the coal samples taken from two different mines and beds.

Values of gettability coefficients A and Aф using adequate formulas were obtained on the basis of diagrams showing the courses of variations of coal samples mining resistance in the function of cutter way.

The measurements results helped to work out the curves that are presented as quadratic function.

The paper presents also the curves showing the courses of variatious of mining coefficient A and Aф in the function of components of the stress state.

The studies were carried out for horizontal cutting (parallel to floor) for both mining directions.