

WYBRANE METODY BADANIA URABIALNOŚCI WĘGLA

SELECTED METHODS OF MEASURING COAL'S MINEABILITY

W niniejszym opracowaniu scharakteryzowano wybrane metody i sposoby wyznaczania oporów urabiania za pomocą różnych przyrządów. Omówiono zasady ich działania oraz sposób pomiaru oporów urabiania i ich przydatność utylitar-ną w prognozowaniu doboru maszyn urabiających na zasadzie skrawania (ścianowe kombajny bębnowe) do konkretnych warunków górniczo-geologicznych. Przedstawiono ich zalety oraz wady i wskazano na metodę która w najlepszy sposób oddaje ich charakter pracy a tym samym uzyskane tą metodą wyniki mogą być uznane jako reprezentatywne.

This article characterizes several methods and ways of mineability resistance estimation with the use of various devices. Their mode of action and way of mineability resistance measurement were described and their usefulness in proper cutting machines selection to real mining conditions. The good and wrong points of these methods were analyzed and, according to the author, the most representing method was selected which shows the mode of action of the heading machine in a most real way and therefore, the results obtained with this method should be taken as representative.

1. Wprowadzenie

Górnictwo węgla kamiennego, które jest w dalszym ciągu w naszym kraju strategiczną gałęzią przemysłu (szczególnie w regionie górnośląskim) charakteryzuje się złożonością i specyfiką problemów związanych z użytkowaniem w tym przemyśle środków technicznych. Problemy te występują już podczas projektowania, konstruowania oraz wytwarzania maszyn służących do urabiania pokładów węglowych, kumulując się podczas ich użytkowania.

Jednym z bardzo istotnych zagadnień technicznych w górnictwie węgla kamiennego jest taki dobór maszyn (urządzeń) które będą uwzględniać specyficzne (nieporównywalne z innymi gałęziami przemysłu) warunki ich użytkowania. W szczególności dotyczy to doboru i warunków pracy maszyn urabiających węgiel. Najbardziej reprezentatywnym w tej grupie maszyn jest ścianowy kombajn bębnowy pracujący na zasadzie skrawania. Problem doboru kombajnu do konkretnej ściany węglowej z całą specyfiką tego procesu jest niezwykle istotny zwłaszcza przy coraz większej koncentracji wydobywania.

Do podstawowych zagadnień mających istotny wpływ na podejmowanie decyzji w tym zakresie należą:

- warunki górniczo – geologiczne wybieranego pokładu,
- sposób urabiania węgla,
- właściwości calizny węglowej.

Jednym z bardzo istotnych czynników określającym możliwość zastosowania konkretnej maszyny urabiającej w danych warunkach, jak i uzyskanie z góry założonych wyników produkcyjnych przy minimalnych kosztach (efekt ekonomiczny) jest podatność węgla na urabianie, czyli właściwość calizny węglowej [1].

Do oceny prawidłowości pracy maszyn urabiających i procesu urabiania przyjmuje się różnego rodzaju wskaźniki, które w lepszy lub gorszy sposób charakteryzują nam maszynę pod względem użytkowym.

Jednym z podstawowych wskaźników który charakteryzuje nam prawidłowość doboru maszyny do konkretnych warunków jest energochłonność, definiowana jako stosunek siły (pracy) potrzebnej do odspojenia (czyli urabiania) węgla od calizny do objętości urobionego węgla [2, 3, 8, 9]. Określenie wartości energochłonności urabiania ścianowym kombajnem bębnowym w warunkach rzeczywistych oraz wyznaczenie zależności od właściwości calizny węglowej (podatności na urabianie) jest niezbędne w celu doboru maszyn do konkretnych warunków.

2. Przegląd i analiza stosowanych metod badania urabialności na świecie

W celu wyznaczenia właściwości calizny węglowej która określi podatność węgla na urabianie ścianowymi kombajnami bębnowymi pracującymi na zasadzie skrawania, koniecznym jest wprowadzenie takich metod badawczych które ustalą nam sumę oporów stawianych przez urabiany materiał (węgiel) przy oddzielaniu jego części od calizny i określi tzw. urabialność węgla. W procesie urabiania węgla następuje niszczenie ciągłości pokładu, wyrażające się zmianą objętości i kształtu rozdrobnionego węgla. Proces urabiania i rozdrabniania węgla jest związany z dynamicznym działaniem siły, dlatego też sposób wyznaczania urabialności musi zależeć od sposobu pracy maszyny urabiającej oraz musi uwzględniać fakt, że na urabialność węgla w danym miejscu mają istotny wpływ takie właściwości węgla jak [1, 3, 7, 11]:

- rodzaj materiału węglowego (typ węgla),
- stan naprężenia w strefie zabioru pracy organu urabiającego,
- zmienności wartości siły skrawania w granicach grubości pokładu,
- występowanie i usytuowanie płaszczyzn osłabionej spójności,
- przerosty.

W górnictwie światowym stosuje się szereg metod wyznaczania urabialności węgla dla potrzeb mechanizacji urabiania które określane są różnymi sposobami i różnie interpretowane. Wskaźniki te (których ustanowiono wiele) [1, 8] w różny sposób odzwierciedlają właściwości mechaniczne urabianego pokładu węgla i które można podzielić na następujące grupy:

- 1 - metody laboratoryjne wyznaczania urabialności węgla,
- 2 - rejestracja parametrów wierceń w pokładzie,
- 3 - pomiary kruszalności,
- 4 - pomiar sił skrawania nożem lub grupą noży.

W pracy zostały omówione metody, które znalazły najszerze zastosowanie przy doborze i lokalizacji ścianowych maszyn urabiających pracujących na zasadzie skrawania.

Do pierwszej grupy należą:

- metoda wyznaczania wskaźnika urabialności „f” Protodiakono-wa, przez tłuczenie próbek węgla (BN-77/8704-12). Zasada wyznaczenia polega na tłuczeniu w ustalonych warunkach określonej ilości węgla kamiennego, jego przerostów lub skał towarzyszących, a następnie oznaczaniu objętości otrzymanych ziarn o wielkości poniżej 0,5 mm. Na tej podstawie oblicza się wskaźnik urabialności f,
- metoda energetyczna wyznaczania wskaźnika urabialności „U”,

- wytrzymałość węgla na ściskanie R_c (BN-75/8704-07). Metoda określania w laboratorium wytrzymałości na jednoosiowe (jedno-kierunkowe) ściskanie polega na obciążeniu próbki w kształcie walca lub prostopadłościanu wzrastającą siłą aż do momentu zniszczenia wytrzymałościowego. Na wynik badania istotny wpływ ma tzw. smukłość próbki, a także tarcie pomiędzy próbka a płaszczyznami wywołującymi nacisk. Przy badaniach próbek węgla o nieregularnym kształcie proponuje się pomiędzy próbkę a powierzchnie ścisające wkładanie papieru w celu wyznaczenia rzeczywistej powierzchni styku i uwzględnienie tej powierzchni styku przy wyznaczaniu wytrzymałości na ściskanie. Wytrzymałość wyznaczona tym sposobem jest zazwyczaj dwukrotnie większa niż wytrzymałość wyznaczona na próbkach o kształcie regularnym.

Natomiast do drugiej grupy należy metoda przy użyciu przyrządu SDM, stosowana głównie w Rosji. Wskaźnik urabialności w tej metodzie określa się na podstawie wielkości momentu obrotowego na żerdzi w czasie wiercenia otworu w czole wyrobiska. Z uwagi na odmienny charakter i kierunek wykonywania skrawów pomiarowych przyrządem SDM oraz maszyn pracujących na zasadzie skrawania wyniki uzyskane tą metodą nie mogą stanowić podstawy do określenia oporów urabiania ścianowymi kombajnami bębnowymi.

Jedną z szerzej stosowanych metod określania kruszalności węgla, a przez to pośrednio wskaźnika urabialności jest metoda opracowana w Mitsui Miike Machinery Co., Ltd [10]. Próbkę do badań pobiera się z punktów pomiarowych czoła ściany. W każdym punkcie pomiarowym pobiera się dwie próbki węgla z tego samego przekroju stratygraficznego. W następnej kolejności próbki te są rozdrabniane i umieszczone w specjalnej skrzyni nad stalową płytą, gdzie w wyniku nagłego otwarcia dna skrzyni spadają na metalową płytę ulegając rozdrobnieniu. Określany jest udział klas ziarnowych na podstawie których określa się udziały procentowe poszczególnych klas oraz współczynnik odniesienia. Kruszalność oznaczona przez F_D jest wyznaczona jako różnica sumarycznego udziału procentowego oraz sumy iloczynów udziałów procentowych poszczególnych klas i współczynników odniesienia. Metoda ta oddaje właściwości calizny węglowej, jednak nie ma tutaj ścisłego związku między charakterem pracy maszyn urabiających na zasadzie skrawania a podatnością na urabianie. Metoda ta nie uwzględnia takich czynników jak: stan naprężenia w strefie zabioru pracy organu urabiającego, zmienności wartości siły skrawania w granicach grubości pokładu, występowanie i usytuowanie płaszczyzn osłabionej spójności i przerostów.

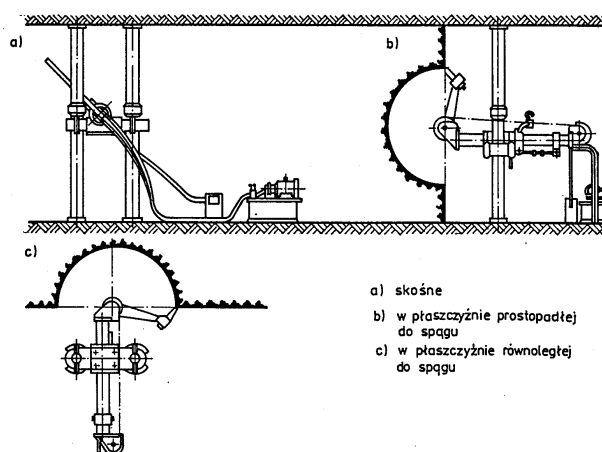
Pomiar sił skrawania za pomocą noża (lub grupy noży – czwarta grupa) wykonuje się przy zastosowaniu specjalnych przyrządów:

- PKS, DKS, Lubimowa (Rosja) [1, 8]. Wszystkie tu wymienione przyrządy cechuje złożoność konstrukcji przyrządów, pracochłonność wykonania pomiarów a także konieczność wykonania specjalnych wnęk czy otworów. Możliwe jest prowadzenie pomiarów oporów urabiania wyłącznie w płaszczyźnie równoległej do spągu, co nie odpowiada charakterowi pracy ścianowego kombajnu bębnowego.
- DMT opracowany w Deutsche Montan Technologie w Essen (Niemcy) [10] przyrząd który stosuje się głównie w celu lokalizacji strugów węglowych. Zasada pomiaru polega na rejestrowaniu siły skrawania wzorcowym nożem umieszczonym na strugowej głowicy pomiarowej w trakcie wykonywania skrawu o głębokości 2 cm. Dlatego też nie można tej metody stosować przy lokalizacji ścianowych kombajnów bębnowych których charakter pracy jest odmienny.
- IN-SEAM TESTER (USA) [8] który działa na zasadzie tensometrycznego pomiaru sił działających na nóż skrawający. Pomiar prowadzone przy użyciu tego przyrządu są bardzo pracochłonne, wyniki natomiast dość dokładnie oddają nam właściwości urabianej calizny węglowej.

- CERCHAR (Francja) [10]. Jednym z etapów tej metody opracowanej w Ośrodku Cerchar przy współpracy ze Szkołą Górniczą w Paryżu jest pomiar sił skrawania pojedynczym nożem w warunkach laboratoryjnych. Pomiar sił skrawania prowadzono na modelach głowic urabiających w skali 1 : 6, a następnie 1 : 1, a także na obiektach rzeczywistych w kopalniach Zagłębia Lotaryńskiego. Dokonywany był pomiar składowych sił wywieranych na urabianą skałę a mianowicie: składową styczną nazwaną siłą skrawania F_s oraz normalną F_d zwaną siłą docisku. Na podstawie tych pomiarów wyznaczono siłę skrawania która charakteryzuje nam urabialność węgla.
- ZP-1 (Czechy) [1]. Metoda ta polega na pomiarze siły skrawania nożem próbnym w konkretnym miejscu wyrobiska i określenie na tej podstawie podatności węgla na urabianie, który jest reprezentowany przez wskaźnik urabialności B. Charakter pracy urządzenia ZP-1 odpowiada charakterowi pracy struga i dlatego otrzymane wyniki mogą służyć jedynie do lokalizacji strugów. Brak możliwości prowadzenia tym przyrządem skrawów pionowych uniemożliwia stosowanie tej metody przy atestacji ścianowych kombajnów bębnowych.

3. Metody badania urabialności stosowane w polsce

W Polsce, do wyznaczania oporów skrawania służy powszechnie stosowany przyrząd POS-1 [1, 8, 10] konstrukcji CMG „KOMAG” (rys. 1). Wskaźnik urabialności wyznaczony tym przyrządem okre-



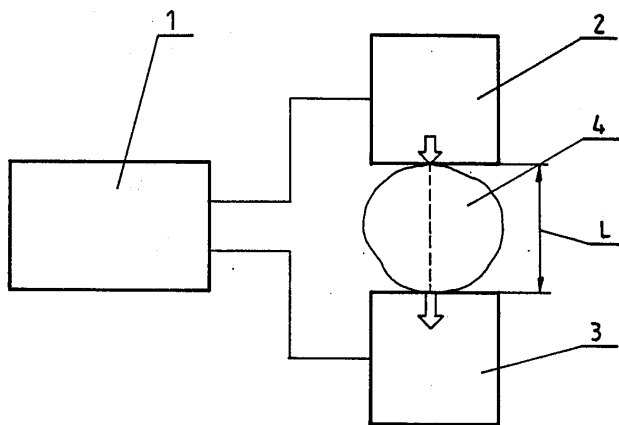
Rys. 1. Przyrząd POS-1 do wyznaczania oporów urabiania

śla się jako stosunek średniej siły skrawania do grubości (głębokości) skrawu i oznacza przez A . Uwzględniając rzeczywisty przekrój skrawu pomiarowego (czyli również kąt bocznego rozkruszenia ψ) wskaźnik ten oznaczamy przez A_ψ [4] – którego wartość wynosi:

$$A_\psi = \frac{P_{sr}}{g \left(1 + \frac{g}{b} \operatorname{tg} \psi\right)} \left[\frac{\text{kN}}{\text{cm}} \right] \quad (1)$$

Wyznaczona tym przyrządem wartość wskaźnika A_ψ pozwala sklasyfikować węgle wg. trudności urabiania. Przyrząd ten swoją techniką urabiania odpowiada sposobom pracy noży ścianowych kombajnów bębnowych oraz odwzorowuje sposób pracy narzędzi rzeczywistych instalowanych w głowicach urabiających przy czym główny kierunek i zwrot urabiania jest ten sam. Ponadto przyrząd POS-1 umożliwia wykonywanie skrawów pomiarowych tak w warunkach laboratoryjnych jak i rzeczywistych. Daje możliwość prowadzenia badań dla dowolnego kierunku i zwrotu, możliwość prowadzenia skrawów grubych a także ostrzem o geometrii identycznej

lub zbliżonej do noży instalowanych w głowicach urabiających (promieniowe, styczne, styczne-obrotowe) oraz uwzględnia wszystkie możliwe składowe stanu naprężenia. Drugim dość powszechnie stosowanym w Polsce sposobem określania urabialności węgla jest wyznaczanie wytrzymałości na jednoosiowe (jednokierunkowe) ściskanie. Analiza sposobów wyznaczania R_c (pkt. 2) wykazała, że wyniki mogą się znacznie różnić od siebie w zależności od tego czy próby wykonujemy na próbkach regularnych czy też o dowolnych kształtach.



Rys. 2. Schemat ideowy stanowiska do pomiarów prędkości przechodzenia fali ultradźwiękowej przez próbki skal

W badaniach przeprowadzonych w CMG „KOMAG” [8] zaproponowano w miejsce tradycyjnego sposobu wyznaczenia wartości R_c , wyznaczenie go sposobem ultradźwiękowym. Pomiar przeprowadzono na stanowisku badawczym (rys. 2) zgodnie z Normą Zakładową NZ-OBRTG-21. Czujnik 1 rejestrujący czas przejścia fali połączony jest z parą głowic ultradźwiękowych: nadawczą 2 i odbiorczą 3 za pomocą przewodów koncentrycznych. Głowica nadawcza emituje falę ultradźwiękową o częstotliwości 0,04 MHz, która przechodzi przez badaną próbkę i jest odbierana przez głowicę odbiorczą. Czas przejścia przez badaną próbkę t_p [4] mierzony jest z dokładnością 0,1 s, natomiast droga przejścia L mierzona jest z dokładnością do 0,1 mm w kierunku prostopadłym do uwarstwienia węgla. Prędkość V_L wyznaczona jest z zależności [5, 6]:

$$V_L = \frac{L}{t_p} \left[\frac{m}{s} \right] \quad (2)$$

Wytrzymałość na ściskanie określa się przyjmując że:

$$R_c = f(\rho, V_L, V_T) \quad (3)$$

gdzie: ρ – gęstość pozorna próbki [kg/m^3], V_L – prędkość fali podłużnej [m/s], V_T – prędkość fali poprzecznej [m/s].

Uwzględniając, że moduł akustyczny H został zdefiniowany jako iloczyn

$$H = \rho V_L V_T \text{ [MPa]} \quad (4)$$

i wprowadzając założenie, że stosunek prędkości fali podłużnej do poprzecznej jest wielkością praktycznie stałą (zmieniającą się w niewielkim zakresie), moduł akustyczny a tym samym wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie R_c możemy wg. [5, 6] napisać:

$$R_c = \frac{M}{N - H} \text{ [MPa]} \quad (5)$$

gdzie: M – stała złożowa [MPa^2], N – stała złożowa [MPa].

4. Kryteria dobóru optymalnej metody

W celu określenia właściwości pokładu węglowego w procesie mechanicznego urabiania ścianowymi kombajnami bębnowymi, konieczna jest znajomość takich wielkości jak:

- wskaźnik urabialności,
- kąt bocznego rozkruszenia,
- współczynnik nierównomierności sił skrawania,
- wpływ geometrii i kształtu noża,
- stan naprężenia i odkształcenia w strefie zabioru organu urabiającego.

Metoda określania oporów urabiania calizny węglowej wyrażona za pomocą wskaźnika urabialności musi uwzględniać właściwości pokładu węglowego (opisane w pkt. 2), a także mieć możliwość:

- odwzorowania rzeczywistego charakteru pracy maszyny urabiającej,
- prowadzenia skrawów grubych,
- wykonywania skrawów we wszystkich możliwych stanach naprężenia i odkształcenia,
- prowadzenia skrawów pomiarowych dla dowolnego kierunku i zwrotu urabiania,
- prowadzenia skrawów ostrzem rzeczywistym, lub o geometrii zbliżonej do rzeczywistej w celu pominięcia wpływu geometrii noża na wyniki,
- wykonywania skrawów pomiarowych w warunkach laboratoryjnych oraz „in situ”.

Prawidłowo wyznaczony wskaźnik urabialności powinien umożliwić przy zastosowaniu odpowiedniej metodyki obliczeń:

- określenie energochłonności procesu urabiania (a tym samym prognozować moc maszyn urabiających),
- prowadzenie atestacji maszyn.

5. Wybór optymalnej metody

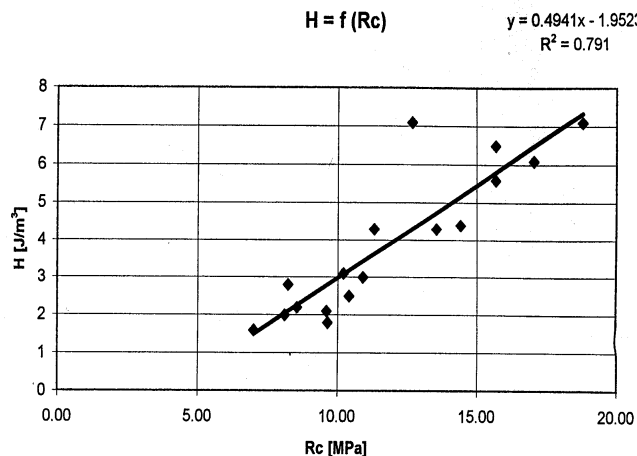
Spośród przedstawionych metod określania oporów urabiania które odzwierciedlają nam właściwości mechaniczne urabianego pokładu węglowego, kryteria które zostały postawione w pkt. 4 spełnia metoda opracowana w CMG „KOMAG” oraz metoda CERCHAR.

Metoda określenia wskaźnika urabialności węgla A_ψ [4] (uwzględniającego rzeczywisty kształt przekroju bruzdy skrawu pomiarowego) za pomocą przyrządu POS-1 jest szeroko opisana w wielu publikacjach między innymi [1, 8, 10]. Metoda ta pomimo pewnych wad (duża pracochłonność wykonywania badań, specjalne przygotowanie próbek, wykonywanie skrawów wyrównawczych) spełnia dobrze swe zadanie, gdyż na podstawie pomiarów oporów urabiania i wyznaczeniu na tej podstawie wartości wskaźnika urabialności A_ψ oraz kąta bocznego rozkruszenia ψ przy użyciu przyrządu POS-1, prawidłowo lokalizowane są maszyny urabiające pracujące na zasadzie skrawania w konkretnych ścianach i uzyskiwanie są bardzo dobre wyniki produkcyjne. Dotyczy to tak ściany urabianej strugiem jak i ściany w której urabiano kombajnem bębnowym [12] osiągając wysokie dobowe wydobyte (w przypadku kombajnu średnio dobowe wydobyte wynosiło ponad 7000 ton/dobę).

Natomiast metoda CERCHAR (zdaniem autora) może służyć do wyznaczania wartości energochłonności procesu urabiania na etapie projektowania maszyn urabiających do konkretnych warunków górniczo-geologicznych po uwzględnieniu pewnych współczynników opisujących i uwzględniających warunki zalegania złóż. Główną zaletą tej metody są uproszczenia oraz prostota obliczeń, a także to, że podstawowe parametry niezbędne do jej wykorzystania są wyzna-

czane przy określaniu wartości opisujących właściwości mechaniczne calizny węglowej (siła skrawania P , kąt bocznego rozkruszenia ψ oraz wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie R_c).

Metodą która pozwala szybko i dokładnie wyznaczyć wartość R_c jest metoda wykorzystująca moduł akustyczny [8] wyznaczony poprzez pomiar prędkości przechodzenia fali ultradźwiękowej przez próbkę, opracowana i stosowana przez CMG „KOMAG”. Wyznaczając moduł akustyczny dla danego rodzaju skały można określić wytrzymałość na ściskanie R_c , która wyznaczana jest w formie zależności $H = f(R_c)$ jako zależność liniowa [8] (rys. 3).



Rys. 3. Funkcja regresji $H = f(R_c)$

6. Podsumowanie

Do oceny przydatności maszyn oraz procesów urabiania calizny węglowej przyjęto wskaźniki mające charakteryzować maszyny pod względem użytkowym.

Podstawowym wskaźnikiem opisującym zapotrzebowanie na moc potrzebną do urabiania w konkretnych warunkach górniczo-geologicznych jest energochłonność, definiowana jako stosunek siły (pracy) potrzebnej na odspojenie węgla od calizny do jego objętości.

Energochłonność może być wyznaczona w warunkach rzeczywistych pracy ścianowego kombajnu bębnowego, lub na podstawie obliczeń teoretycznych. Energochłonność która jest wyznaczona w warunkach rzeczywistych uwzględnia wszystkie złożone warunki pracy i jest możliwa do określenia tylko w wyniku pomiarów. Natomiast energochłonność tzw. teoretyczną wyznacza się na podstawie pewnych wskaźników które charakteryzują właściwości urabianej calizny węglowej. Jeżeli wskaźniki na podstawie których określono teoretyczną energochłonność oddają w sposób jak najbardziej zbliżony do rzeczywistego właściwości urabianej calizny oraz charakter pracy maszyny urabiającej, tym dokładniejsze jest prognozowanie zapotrzebowania mocy, by móc efektywnie urabiać (w konkretnych warunkach górniczo-geologicznych).

Wyniki dotychczasowych prac prowadzonych w IMG Politechniki Śląskiej, CMG „KOMAG” oraz na świecie, wykazały celowość wyznaczania energochłonności urabiania jako podstawowego parametru warunkującego poprawny dobór ścianowego kombajnu bębnowego dla konkretnych warunków górniczo-geologicznych (w wyniku którego uzyskamy wysoką wydajność). W celu uzyskania maksymalnej ilości informacji o układzie maszyna-ściana węglowa na energochłonność procesu urabiania, konieczne jest prowadzenie pomiarów poboru mocy z równoczesnym wyznaczaniem wartości określonych parametrów, które nam w sposób jednoznaczny określają właściwości mechaniczne calizny węglowej (opory urabiania reprezentowane przez wskaźnik urabialności A_ψ , kąt bocznego rozkruszenia ψ oraz wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie R_c).

Wyznaczenie wartości energochłonności procesu urabiania ścianowego kombajnu bębnowego w warunkach rzeczywistych oraz określenie współzależności z właściwościami mechanicznymi urabianej calizny węglowej (reprezentowanej przez wskaźnik urabialności A_ψ , kąt bocznego rozkruszenia ψ oraz wytrzymałość na ściskanie R_c) pozwoli na właściwy dobór maszyn do określonych warunków górniczo-geologicznych, a w dalszej kolejności może posłużyć do prognozowania trwałości poszczególnych elementów maszyny i całej maszyny a tym samym uzyskać optymalny efekt ekonomiczny.

W wyniku przeprowadzonej dotąd analizy wydaje się, że na podstawie wskaźników opisujących właściwości mechaniczne calizny węglowej metoda CERCHAR może być stosowana także w Polsce. Parametry niezbędne do zastosowania tej metody w Polsce i tak są wyznaczane: wartość siły skrawania P , kąt bocznego rozkruszenia ψ są wyznaczane za pomocą przyrządu POS-1, natomiast wytrzymałość na ściskanie R_c jest wyznaczana metodą pośrednią z zależności $H = f(R_c)$ (rys. 3).

Wstępne porównania wyników mocy kombajnu otrzymanych z pomiarów dołowych oraz z obliczeń teoretycznych wykonanych za pomocą metodyki CERCHAR dały wyraźne rozbieżności. Błąd może wynikać z faktu, że wytrzymałość węgla na ściskanie R_c nie została wyznaczona doświadczalnie lecz została wyznaczona ze wskaźnika Protodiakonowa.

Chcąc stosować do określania energochłonności procesu urabiania metodą CERCHAR należy precyzyjnie wyznaczać wielkości które mają wpływ na uzyskane wyniki.

Wytrzymałość na jednokierunkowe ściskanie R_c wyznaczana metodą pośrednią przy pomocy pomiaru prędkości przechodzenia fali ultradźwiękowej jako funkcja modułu akustycznego jest metodą na tyle dokładną, że wartości otrzymane tą metodą można uznać za reprezentatywne. Natomiast wskaźnik urabialności A wyznaczony tą pośrednią metodą jako funkcja $A = f(R_c)$ nie uwzględnia wszystkich tych czynników które mają na jego wartość istotny wpływ (pkt. 2). Ponadto wskaźnik wyznaczony tą metodą nie uwzględnia rzeczywistego przekroju bruzdy skrawu pomiarowego w związku z czym otrzymujemy zawyżone wartości wskaźnika A .

7. Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonej analizy znanych i stosowanych metod i sposobów wyznaczania oporów urabiania, które w sposób jak najbardziej zbliżony do rzeczywistego oddają nam właściwości urabianej calizny węglowej, jednocześnie oddają (w sposób rzeczywisty) charakter pracy ścianowych kombajnów bębnowych jest wskaźnik urabialności A_ψ który uwzględnia rzeczywisty przekrój skrawu pomiarowego. Poprawność otrzymanych tą metodą wyników potwierdzają wyniki produkcyjne uzyskane w konkretnych warunkach górniczo-geologicznych w oparciu o wskaźniki wyznaczane za pomocą przyrządu POS-1 [12].
2. Wytrzymałość na jednokierunkowe ściskanie węgla R_c wyznaczona metodą pośrednią za pomocą modułu akustycznego H (będącego symptomem R_c) w sposób dokładny oddaje tą zależność. Metoda ta pozwala na wyznaczenie wartości R_c na próbkach nieforemnych, co jest dużym udogodnieniem w porównaniu z metodami laboratoryjnymi które charakteryzują się dużą pracochłonnością przygotowania, zwłaszcza próbek foremnych, a tym samym są kosztowne.
3. Zastosowanie metody CERCHAR w celu wyznaczenia potrzebnej mocy ścianowego kombajnu bębnowego jest (zdaniem autora) możliwe do zastosowania w warunkach polskich (wszystkie parametry które są niezbędne aby tą metodą zastosować, są w Polsce wyznaczane).

8. Literatura

- [1] BIAŁY W.: *Wpływ stanu naprężenia w strefie zabioru kombajnów ścianowych na urabialność mierzoną wskaźnikiem urabialności A*. Praca doktorska, Politechnika Śląska Gliwice 1982 (Praca niepublikowana).
- [2] BIAŁY W.: *Wpływ usytuowania płaszczyzn osłabionej spójności na warunki skrawania oraz energochłonność procesu urabiania*. I Międzynarodowa Konferencja „TECHNIKI URABIANIA 2001” Kraków-Krynica 2001.
- [3] BIAŁY W.: *Estimation of the value of energy consumption in the digging process based upon the measurements of cutting power of a single knife*. Międzynarodowa Konferencja “DIAGO 2001” Ostrava 2001 (Czechy).
- [4] BIAŁY W.: *Wskaźnik urabialności A_{ψ} węgla (skal) w funkcji składowej pionowej stanu naprężenia σ_z przy uwzględnieniu kierunku i zwrotu urabiania*. VIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Górnictwo surowców skalnych w gospodarce u progu XXI wieku”. Górnictwo odkrywkowe z.5 Wrocław 2001.
- [5] CHRZAN T.: *Moduł akustyczny – względny wskaźnik energochłonności procesu niszczenia spistości ośrodka skalnego*. Górnictwo i Geologia. Wrocław 1992.
- [6] CHRZAN T.: *Fizyko – techniczne podstawy i opracowanie kompleksowej oceny maszyn górniczych*. Rozprawa habilitacyjna. Instytut Górnictwa. Wrocław – Moskwa 1989.
- [7] KLICH A., LOSIAK S., PTAK J.: *Możliwości wpływania na efektywność urabiania węgla kamiennego kształtowaniem ciśnienia eksploatacyjnego*. I Międzynarodowa Konferencja „TECHNIKI URABIANIA 2001”, Kraków-Krynica 2001
- [8] KOZIEŁ A.: *Przewidywanie energochłonności urabiania na podstawie określenia wybranych parametrów skal*. Praca doktorska, Politechnika Śląska Gliwice 1996 (Praca niepublikowana).
- [9] JASZCZUK M.: *Wpływ stanu obciążenia kombajnu ścianowego dużej mocy na możliwość uzyskania wysokiej koncentracji wydobywania*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Górnictwo z. 240 Gliwice 1999.
- [10] JASZCZUK M.: *Obliczanie parametrów pracy ścianowych maszyn urabiających*. Skrypt uczelniany Politechniki Śląskiej nr 1785 Gliwice 1993.
- [11] SIKORA W., SKOCZYŃSKI W.: *Wpływ wzmożonych ciśnień górotworu na urabialność węgla*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej Górnictwo z.145 Gliwice 1988.
- [12] SURMA A.: *Dobór maszyn i technologii urabiania węgla trudnoskrawalnych na bazie doświadczeń ruchowych KWK „Wesoła”*. I Międzynarodowa Konferencja „TECHNIKI URABIANIA 2001” Kraków-Krynica 2001.