

Alfred TRONT

## METODA OKREŚLANIA CHARAKTERYSTYK PRACY ORGANÓW URABIAJĄCYCH ŚCIANOWYCH KOMBAJNÓW BĘBNOWYCH I STRUGÓW STATYCZNYCH W ASPEKCIE BADAŃ "URABIALNOŚCI"

**Streszczenie.** W pracy ustalono wpływ głównych czynników górniczych i technologicznych na urabialność pokładów węglowych w przodkach ścianowych. Na podstawie analizy wyników dotychczasowych badań nad urabialnością węgla i pokładów, uzyskanych przez różne ośrodki badawcze w kraju i w świecie oraz badań uzupełniających autora opracowano metodę prognozowania ruchowych charakterystyk pracy ścianowych kombajnów bębnowych i strugów statycznych do naturalnych warunków górniczych panujących w określonym miejscu urabianego pokładu.

### 1. WPROWADZENIE

Dążenie do uzyskiwania coraz większych wydajności w wydobywaniu węgla kamiennego wymaga ustawicznego doskonalenia techniki urabiania pokładów węglowych i środków mechanizacyjnych instalowanych w przodkach wydobywczych. W zakresie mechanizacji urabiania w przodkach ścianowych (z których pochodzi prawie całe wydobywanie kopalni) zadanie to jest realizowane z powodzeniem, czego wyrazem są produkowane w kraju nowoczesne kombajny bębnowe i strugi statyczne o coraz większych wydajnościach i mocach dyspozycyjnych. Wydajność tych maszyn, zainstalowanych w określonych przodkach ścianowych, zależy jednak w dużej mierze od tzw. urabialności pokładu<sup>x)</sup>. Problem urabialności w przodkach ścianowych z punktu widzenia mechanizacji urabiania z zastosowaniem maszyn z organami urabiającymi skrawaniem (jakimi są kombajny bębnowe i strugi statyczne) nie jest dotychczas w zadowalającym stopniu rozwiązany. Szczególnie ważny dla mechanizatorów górniczych staje się problem właściwej oceny przydatności i efektywności pracy określonych organów urabiających maszyn jeszcze przed ich zainstalowaniem w warunkach konkretnego wyrobiska ścianowego.

x) Przez urabialność pokładu rozumie się sumę oporów, na jakie natrafi organ urabiający maszyny podczas oddzielania cząstek pokładu (urabiania) od jego calizny.

Wobec znacznej liczby czynników mających wpływ na urabialność, ich nie określonej bliżej współzależności i zmienności w poszczególnych odcinkach frontów eksploatacyjnych - urabialności nie można wyrazić za pomocą jednej liczby lub prostego wzoru syntetycznego, gdyż nie znajduje tu zastosowania zasada superpozycji. Dlatego też stosowane dotychczas metody oceny urabialności na podstawie wskaźników urabialności:  $f$  - Protodiakonowa,  $U$  - wskaźnika energetycznego, są dalece intuicyjne i zawodne z tego powodu, że nie uwzględniają one rzeczywistych warunków pracy organów urabiających, a jedynie pewne cechy mechaniczne węgli.

Wynikiem poszukiwań optymalnych ocen własności mechanicznych pokładu (z punktu widzenia urabiania skrawaniem) jest wprowadzenie do górnictwa technologicznego wskaźnika skrawalności "A", określanego z badań różnego rodzaju aparatami (organami modelowymi jednostrzowymi), jak np. DKS (radziecki), ZP-1 (czechosłowacki), POS-1 (polski) i inne. Dotychczasowa praktyka wykorzystania wskaźnika "A" potwierdza jego wiarygodność i przydatność do oceny własności mechanicznych pokładu z punktu widzenia potrzeb mechanizacji urabiania skrawaniem w przodkach ścianowych, dlatego też słuszne wydaje się posługiwanie nim w dalszych badaniach urabialności pokładów.

## 2. PRZYJĘCIE METODY BADAŃ URABIALNOŚCI W PRZODKACH ŚCIANOWYCH

Organy urabiające prawie wszystkich aktualnie produkowanych i stosowanych ścianowych maszyn urabiających spełniają jednocześnie rolę elementu urabiającego pokład i podającego urobek na przenośnik ścianowy. Energia dostarczona do organu urabiającego rozdysponowana jest więc po części do urabiania pokładu i przekazywania na przenośnik urobku oraz związane z tym dodatkowe rozkruszanie urobku. Wielkość ww. części wydatkowanej energii zależne są zatem od parametrów urabiania współpracującego układu pokład-organ urabiający, a więc od parametrów opisujących stan własności mechanicznych pokładu w miejscu urabiania jak i parametrów konstrukcyjno-roboczych zastosowanego organu. Zmiana jednego lub kilku jednocześnie parametrów (co ma miejsce w procesie urabiania pokładu) musi mieć również wpływ na wielkość wydatkowanej energii. Dokładne zbadanie charakteru i wielkości tych zmian energii w naturalnych warunkach pokładu jest trudne do zrealizowania albo wręcz niemożliwe z powodu braku możliwości dowolnego stymulowania parametrów wpływu w pełnym zakresie ich możliwych zmian na odcinku frontu eksploatacyjnego, w którym prowadzony jest pomiar. W tej sytuacji słuszne wydaje się przyjęcie dwustopniowej metody badań urabialności (I i II) przy jednoczesnym założeniu wzajemnej i pełnej korelacji uzyskanych wielkości mierzonych, co można osiągnąć poprzez:

- I - pomiar oporów urabiania organem modelowym (o niezmiennych parametrach konstrukcyjno-ruchowych) w warunkach zmieniających się własności mechanicznych pokładu w strefie urabiania, spowodowanych zmianą określonych parametrów wpływu (czynników górniczo-technologicznych),
- II - pomiar oporów urabiania organem rzeczywistym (przy stosowaniu różnych parametrów konstrukcyjno-ruchowych organu) w warunkach ustalonych pokładu w strefie urabiania, zdeterminowanych z badań I (wyżej).

Badania I mogą być przeprowadzone w pewnym zakresie (w zakresie wpływu stanu naprężenia i kierunku skrawania względem płaszczyzn o osłabionej spoiistości węgla na własności mechaniczne urabianej calizny węglowej) w laboratorium na stanowisku badawczym, umożliwiającym modelowanie dwuosiowego stanu naprężenia w poddanym skrawaniu organem modelowym bloku węglowym.

### 3. WYBÓR MODELOWEGO ORGANU URABIAJĄCEGO .SFORMUŁOWANIE WSKAŹNIKA "A"

Wobec istotnego wpływu na urabialność zastosowanej techniki urabiania oraz parametrów konstrukcyjno-ruchowych zastosowanych do urabiania pokładu organu przyjęty do badań organ modelowy powinien być w maksymalnym stopniu zbliżony do organu rzeczywistego (ale umożliwiający przeprowadzenie skrawania calizny węglowej na etapie przygotowywania pokładu węglowego do eksploatacji). Z dotychczasowych rozwiązań w tym zakresie na uwagę zasługują organy modelowe pracujące techniką skrawania. Są to aparaty DKS, ZP-1, POS-1. Z uwagi na dodatkowe zalety aparatu POS-1 względem pozostałych ww., jak: możliwość skrawania w dowolnie wybranym kierunku w płaszczyźnie skrawania, sztywna i zwarta konstrukcja, zastosowanie ostrza urabiającego o kształcie i wymiarach zbliżonych do ostrzy instalowanych ww organach rzeczywistych - aparat ten jest w najwyższym stopniu (spośród znanych i stosowanych dotychczas) przydatny do badań nad urabialnością węgla (pokładów węglowych) w aspekcie potrzeb mechanizacji urabiania w wyrobiskach ścianowych.

Badania "KOMAGU" [10] nad skrawalnością węgla upoważniają do przyjęcia liniowej zależności sił skrawania od głębokości otwierającego skrawu pomiarowego (w zakresie głębokości skrawu  $g = 10$  do  $50$  mm). Na tej podstawie przyjęto wskaźnik skrawalności A w postaci

$$A = \frac{P_{\text{śr}}}{g} \quad \text{KN/m} \quad \dots\dots\dots, \quad (3.1)$$

gdzie:

$P_{\text{śr}}$  - średnia siła skrawania aparatem POS-1.

#### 4. CZYNNIKI DETERMINUJĄCE STAN WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH POKŁADU W STREFIE PRZYPRZODKOWEJ WYROBISKA ŚCIANOWEGO. ZALEŻNOŚĆ WSKAŹNIKA A

Stan pokładu w miejscu urabiania jest określony parametrami geologicznymi (struktura i budowa petrograficzna pokładu i skał otaczających, skłonność pokładu do dezintegracji, głębokość zalegania i miąższość pokładu itd.) oraz górnictwo-technologicznymi (kształt i rozmiary wyrobiska, sposób podparcia i prowadzenia stropu, stopień zruszenia górotworu w wyniku wcześniejszej działalności górniczej itd.). Czynniki te bezpośrednio lub pośrednio wpływają na wytworzenie się określonego stanu własności mechanicznych pokładu w strefie przyprzodkowej wyrobiska. Stan ten może być wyrażony wskaźnikiem A [8].

##### 4.1. Stan naprężenia i odkształcenia pokładu

O wyężeniu materiału (węgiła)  $\sigma_{red}$  w określonym obszarze pokładu decydują wartości składowych głównych stanu naprężenia. Dla górotworu nienaruszonego składowe te (rys. 4.1) mogą być określone [1] w postaci:

$$\sigma_z = \gamma \cdot z \quad (4.1)$$

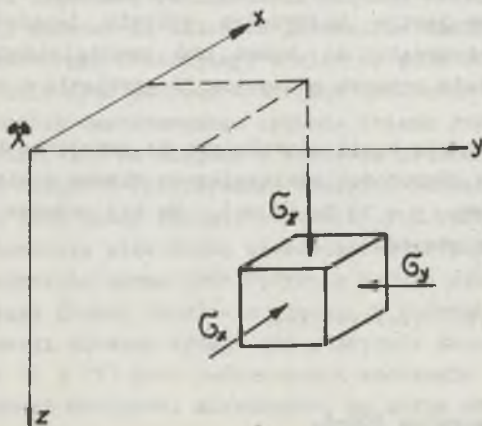
$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z \frac{\nu}{1-\nu} \quad (4.2)$$

gdzie:

$\gamma$  - ciężar właściwy skał,

$\nu$  - liczba Poissona.

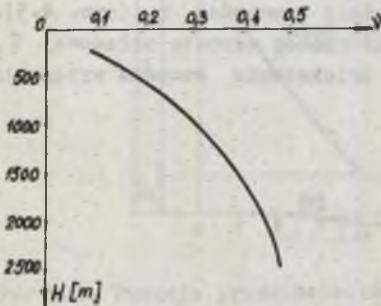
Ze wzrostem współrzędnej z (głębokości zalegania pokładu) i odpowiednio



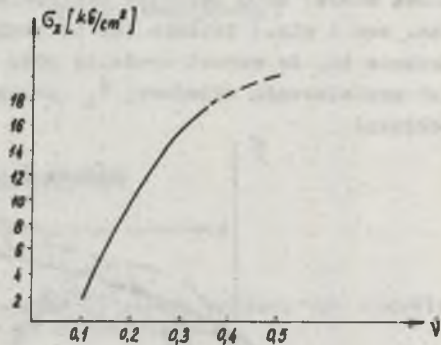
Rys. 4.1. Składowe główne stanu naprężenia górotworu nienaruszonego

do wyrażenia 4.1 składowej  $\sigma_z$  liczba Poissona rośnie (rys. 4.2 i 4.3) i dla dużych głębokości zalegania jest bliska wartości  $\nu=0,5$ , zaś stan naprężenia przechodzi w stan hydrostatyczny o składowych  $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z$ . Z chwilą wykonania wyrobiska naprężenia powodują określone przemieszczenia górotworu w sąsiedztwie wyrobiska (czoło pokładu ulega przemieszczeniu w kierunku przestrzeni wybranej). Proces ten zachodzi z wpływem

czasu, zaś wielkość przemieszczeń zależna jest od budowy i struktury pokładu, rodzaju i stanu skał otaczających pokład, wielkości naprężeń związanych z ciśnieniem skał nadległych, kształtu i wymiarów wyrobiska, sposobu podparcia stropu i charakterystyki podpornościowej obudowy, sposobu prowadzenia stropu (na zawał, z podsadzaniem) itd.

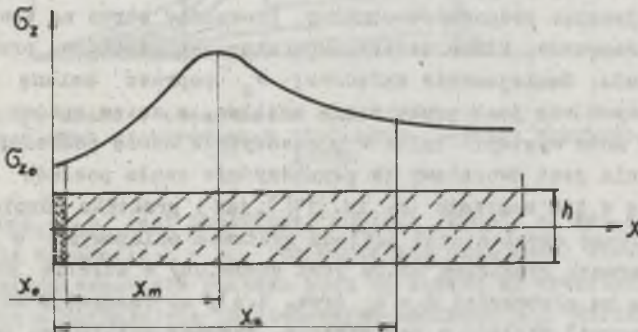


Rys. 4.2. Zależność liczby Poissona od głębokości zalegania pokładu wg [4]



Rys. 4.3. Zależność liczby Poissona od składowej  $\sigma_z$  wg [9]

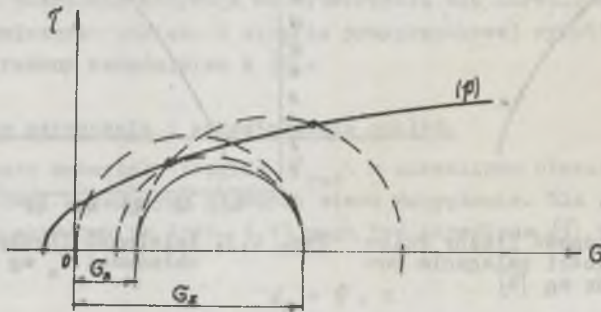
Z upływem czasu przemieszczenia osiągają wartości maksymalne, a górotwór w otoczeniu wyrobiska stabilizuje się i osiąga ponownie stan równowagi przy innych niż poprzednio składowych stanu naprężenia. Składowe te zmieniają się wraz z odległością w głąb pokładu jak na rys. 4.4.



Rys. 4.4. Zmiana składowej  $\sigma_z$  stanu naprężenia górotworu w bezpośrednim sąsiedztwie wyrobiska ścianowego

Z dotychczasowych badań w tym zakresie (m.in. [5], [9]) ustalono, że zmiana nacisku górotworu rozpoczyna się w odległości  $x_u = 30$  do 170 m i w miarę zbliżania się w kierunku czoła pokładu rośnie i w zależności od warunków geologiczno-górnictwowych osiąga max w odległości  $x_m = (2 \text{ do } 5)h$ , po czym maleje do  $\sigma_{z0}$  w czole pokładu.

Strefa przyprzodkowa pokładu na głębokość  $x_0 = (0,5 \text{ do } 0,7)h$  ulega zwykle dezintegracji, wobec czego funkcja  $\sigma_x = \sigma_x(x)$  w tej strefie nie jest bliżej określona. Zmiana składowej  $\sigma_z$  w przyprzodkowej strefie pokładu (rys. 4.4) powoduje określoną zmianę pozostałych składowych stanu naprężenia i tym samym stopnia wyęteżenia pokładu w tej strefie. Stan graniczny naprężenia będzie osiągnięty wówczas, jeżeli (zgodnie z hipotezą wyęteżeniową Mohra) koło naprężeń (wykreślone dla składowych naprężeń skrajnych, tzn. max i min.) dotknie lub przetnie obwiednię graniczną  $p$  (rys. 4.5). Oznacza to, że wzrost średnicy koła Mohra na skutek wzrostu składowej  $\sigma_z$  lub zmniejszenia składowej  $\sigma_x$  prowadzi do zwiększenia stopnia wyęteżenia pokładu.



Rys. 4.5. Warunek stanu granicznego Mohra

W określonych warunkach górniczych wyrobiska ścianowego wzrost składowej  $\sigma_z$  może być osiągnięty poprzez zmianę parametrów technologicznych procesu eksploatacji (np. zwiększając szerokość przestrzeni wolnej wyrobiska, zmniejszając podporność obudowy, prowadząc strop na zawał itp.), to jest tych parametrów, które determinują stan naprężenia w przyprzodkowej strefie pokładu. Zmniejszenie składowej  $\sigma_x$  poprzez zmianę parametrów technologicznych nie jest praktycznie możliwe, a zatem spadek jej wartości lub zanik może wystąpić tylko w płaszczyźnie czoła pokładu, w której stan naprężenia jest dwuosiowy (w płaszczyźnie czoła pokładu  $\sigma_x = 0$ ). Zarówno badania w tym zakresie (m. in. [11]), jak i praktyka górnicza potwierdzają, że podczas eksploatacji pokładu systemem ścianowym w większości przypadków warunek graniczny Mohra jest spełniony w strefie przyprzodkowej wyrobiska na głębokości  $x = x_0$  (rys. 4.4), co obserwuje się w postaci uszkodzeń (spękań) pokładu w tej strefie. Warunek możliwości zainicjowania strefy uszkodzeń pokładu można najogólniej zapisać w postaci:

$$\sigma_{red} = \sigma_{red_n} = R_{mc} \dots \dots \dots (4.3)$$

Rzeczywisty rozwój strefy uszkodzeń pokładu zachodzi w określonym czasie i powoduje w konsekwencji konwergencję stropu oraz przesunięcie się czoła pokładu do przestrzeni wolnej wyrobiska. Badania [3] wykazują znaczną konwergencję stropu i od-



#### 4.2. Zmiana własności mechanicznych pokładu spowodowana zmianą stanu naprężenia i cdkształcenia

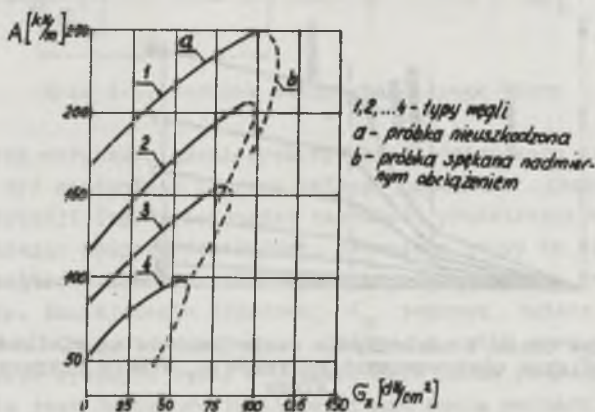
Stan wyętnienia pokładu powoduje określony jego stan własności mechanicznych, reprezentowanych przyjętym wskaźnikiem skrawalności A. Stwierdzenie to wynika z dotychczasowych badań laboratoryjnych i "in situ", jakie w tym zakresie przeprowadzono.

##### a) Badania laboratoryjne

Z pomiarów sił skrawania organem urabiającym modelowym (aparatem POS-1) bloków węglowych w dwuosłowym stanie naprężenia ustalono, że pomiędzy wskaźnikiem A i naprężeniem bloku istnieje określona współzależność (rys. 4.8), przy czym wpływ ten jest różny w zależności od kierunku skrawania względem płaszczyzn osłatkowanej spoiistości węgla (rys.4.9).

##### b) Badania dołowe ("in situ")

Masowe badania oporów skrawania aparatem DKS-4 w kilkuset pokładach węglowych przeprowadzono w ZSRR. Z badań tych ustalono, że w miarę wzrostu naprężenia pokładu wskaźnik skrawalności A wzrasta w sposób jak na rys. 4.10.

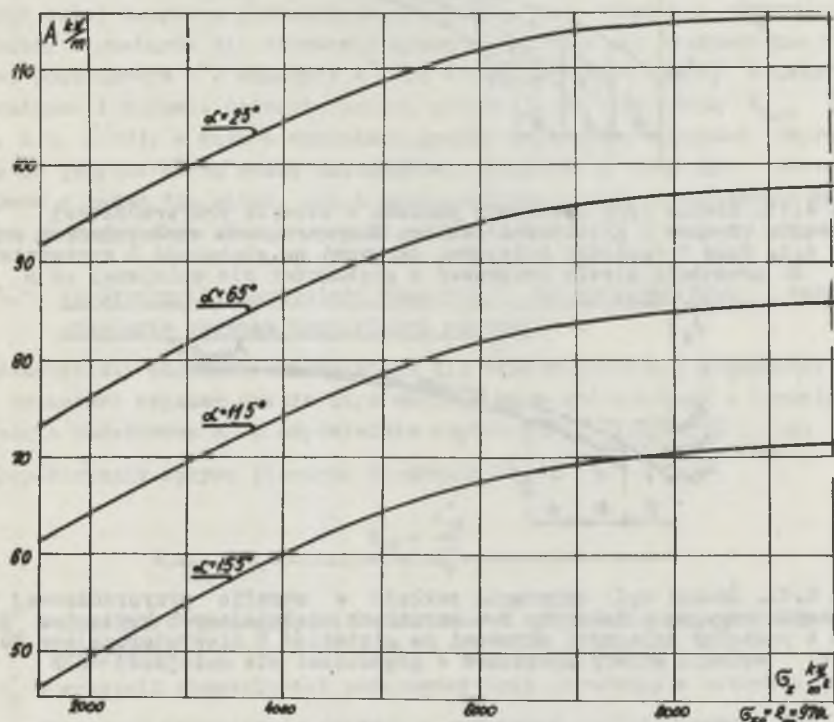


Rys. 4.8. Wpływ składowej  $G_x$  naprężenia bloku węglowego na wskaźnik skrawalności A wg badań [6]

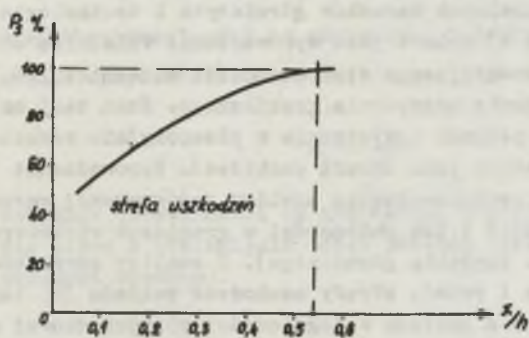
Z przytoczonych wyników badań laboratoryjnych i dołowych wynika jednoznacznie, że stan własności mechanicznych pokładu zależy w dużej mierze od stopnia jego wyętnienia i przyjętego kierunku skrawania oraz że stan własności mechanicznych pokładu może być wyrażony wskaźnikiem skrawalności A. Zmiana stanu własności mechanicznych pokładu (zanotowana odpowiednią zmianą wskaźnika A) realizowana jest w czasie, jaki upływa pomiędzy kolejnymi skrawaniami organem urabiającym. Na rys. 4.11 i 4.12 pokazano wpływ czasu odsłonięcia czoła pokładu na stopień realizacji strefy uszkodzeń pokładu o



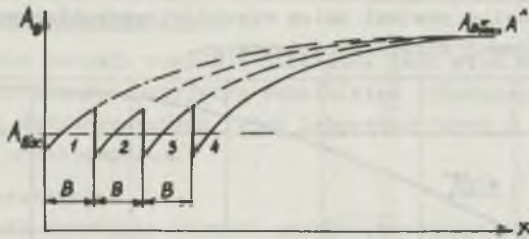
głębokości równej zabiorowi B organem urabiającym, powodującej określony wskaźnikiem A skutek w postaci zmian własności mechanicznych pokładu w strefie przyzrodkowej wyrobiska ścianowego.



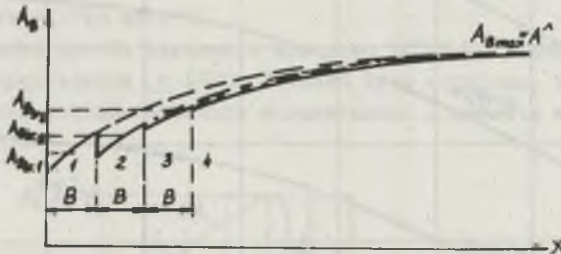
Rys. 4.9. Wpływ składowej  $G_2$  naprężenia bloku węglowego na wskaźnik skrawalności A w zależności od kierunku skrawania względem płaszczyzn osłabionej spoiwości węgla wg badań [8]



Rys. 4.10. Wpływ stanu naprężenia pokładu w miejscu urabiania na opór skrawania aparatem DKS-4 wg badań [2]



Rys. 4.11. Średni opór skrawania pokładu w strefie przyprzodkowej przy skrawaniu organem o głębokości zaboru B w warunkach spełniających kryterium 4.3. Czas  $t$  pomiędzy kolejnymi skrawami na głębokość B wystarczający do powstania strefy uszkodzeń o głębokości nie mniejszej od B



Rys. 4.12. Średni opór skrawania pokładu w strefie przyprzodkowej przy skrawaniu organem z zabiorem B w warunkach spełniających kryterium 4.3. Czas  $t$  pomiędzy kolejnymi skrawami na głębokość B niewystarczający do powstania strefy uszkodzeń o głębokości nie mniejszej od B

## 5. BADANIA MODELWOWE WSKAŹNIKÓW PODSTAWOWYCH $A^*$ . KOREKCJA WSKAŹNIKA A

Wobec zmienności wskaźnika skrawalności A w przyprzodkowej strefie pokładu zależnie od naturalnych warunków górniczych i technologicznych (scharakteryzowanych w pkt. 4) celowe jest wprowadzenie wskaźnika skrawalności podstawowego  $A^*$ , reprezentującego stan własności mechanicznych pokładu (węgla), będącego w stanie naprężenia granicznego. Stan taki ma miejsce w warunkach naturalnych pokładu i występuje w płaszczyźnie równoległej do czoła pokładu bezpośrednio poza strefą uszkodzeń. Wprowadzenie wskaźnika  $A^*$  jest niezbędne dla przeprowadzenia analizy porównawczej warunków urabiania pokładu (pokładów) i ich zmienności w granicach większego obszaru wydobywanego węgla (np. zagłębia górniczego). Z analizy czynników powodujących zapoczątkowanie i rozwój strefy uszkodzeń pokładu [8] (oraz pkt.4) wynika, że do uszkodzenia pokładu w jego części przyprzodkowej dochodzi w warunkach dwuosiowego stanu naprężenia i że proces dezintegracji w tej części pokładu po pewnym czasie się stabilizuje. Na granicy styku strefy uszkodzeń z pokładem istnieje więc płaszczyzna nieuszkodzona, w której stan

naprężenia jest dwuosiowy i bliski granicznemu, a do jej uszkodzenia dochodzi natychmiast po usunięciu części poprzedzającej ją strefy uszkodzeń, hamującej proces postępowania uszkodzeń w głąb pokładu. Płaszczyzna ta będzie dalej nazywana płaszczyzną graniczną, zaś wskaźnik skrawalności — ustalony z pomiarów sił skrawania aparatem POS-1 w tej płaszczyźnie wskaźnikiem podstawowym  $\hat{A}$ . Wskaźnik  $\hat{A}$  dla danego pokładu (węgla) o ustalonej strukturze i budowie petrograficznej przyjmuje wartość równą  $A_{\max}$  (rys. 4.8, 4.9, 4.10), a więc w warunkach granicznego stanu naprężeń reprezentuje on jedynie pewną stałą materiałową. Wskaźnik  $\hat{A}$  może być określony zarówno z badań "in situ", jak i laboratoryjnych przy zastosowaniu do skrawania próbnego tego samego organu modelowego.

### 5.1. Współczynniki korygujące wskaźnik $\hat{A}$ do rzeczywistych warunków urabiania organem urabiającym maszyny

Rzeczywisty wskaźnik skrawalności dla strefy pokładu o głębokości równej zabiorowi organem urabiającym maszyny może być ustalony w oparciu o wskaźnik podstawowy  $\hat{A}$  i odpowiednie współczynniki wpływu [8], jak:

a) współczynnik wpływu kierunku skrawania  $K_{\alpha}$

$$K_{\alpha} = \frac{\hat{A}_{\alpha}}{\hat{A}_0} \quad (5.1)$$

$\hat{A}_{\alpha}$  - wskaźnik skrawalności podstawowy przy skrawaniu w kierunku  $\alpha$  (rys. 4.9),

$\hat{A}_0$  - wskaźnik skrawalności podstawowy przy skrawaniu w kierunku  $\alpha = 0^\circ$ ,

b) współczynnik uszkodzenia pokładu w granicach zabioru organem ( $K_d$ )

$$K_d = \frac{A_x}{\hat{A}} \quad (5.2)$$

$A_x$  - wskaźnik skrawalności na głębokości  $x$  pokładu (rys. 4.4),

c) współczynnik wpływu czasu odsłonięcia czoła pokładu  $K_t$

$$K_t = \frac{A_{tx}}{\hat{A}} \quad (5.3)$$

$A_{tx}$  - wskaźnik skrawalności na głębokości  $x$  pokładu (rys. 4.4) po upływie czasu  $t$  odsłonięcia czoła pokładu (czasu pomiędzy kolejnymi skrawaniami organem).

### 5.2. Współczynniki zmienności wskaźników skrawalności w strefie pracy organu urabiającego

Zmienność własności mechanicznych pokładu (reprezentowanych wskaźnikiem skrawalności) w strefie pracy organu urabiającego maszyny może być uwzględniona odpowiednimi współczynnikami zmienności w postaci:

a) współczynnik zmienności w kierunku  $x$  (rys. 4.4) - w głąb pokładu

$$K_x = \frac{A_x}{A_{\text{śr}}(x=x_0)} \quad (5.4)$$

lub

$$K_{x\text{śr}}(x=B) = \frac{\int_0^B A_x dx}{A_{\text{śr}} \int_0^B dx} \quad (5.5)$$

gdzie:

$$A_{\text{śr}}(x=x_0) = \frac{\int_0^x A_x dx}{A_{\text{śr}} x_0} \quad (5.6)$$

$K_{x\text{śr}}$  - średni współczynnik zmienności w kierunku  $x$  w strefie o głębokości równej zabiorowi  $B$  organem,

$A_{\text{śr}}(x=x_0)$  - średni wskaźnik skrawalności w strefie uszkodzeń

$$A_x = -k^0 (x - x_0)^2 + A^{\wedge} \quad (5.7)$$

$k$  - parametr stały,

b) współczynnik zmienności w kierunku  $y$  (wzdłuż wyrobiska)

$$K_L = \frac{A_i}{A_{\text{śr}}} \quad (5.8)$$

gdzie:

$A_i$  - wskaźnik skrawalności  $i$ -tego miejsca pomiarowego na długości  $L$  wyrobiska

$$A_{\text{śr}} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad (5.9)$$

$l_i$  - długość  $i$ -tego odcinka pomiarowego, na którym określono  $A_i$ ,

c) współczynnik zmienności w kierunku z (na wysokości pokładu)

$$K_h = \frac{A_{1h}}{A_{\text{sr}}(h)} \quad (5.10)$$

gdzie:

$A_{1h}$  - wskaźnik skrawalności i-tego miejsca pomiarowego na wysokości h pokładu,

$$A_{\text{sr}}(h) = \frac{\sum_{i=1}^n A_{1h} h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \quad (5.11)$$

$h_i$  - grubość warstwy, dla której ustalono  $A_{1h}$ .

### 5.3. Współczynnik rodzaju węgla

Badania skrawalności węgla organami modelowymi (m.in. badania [8] wykazują, że kształt przekroju bruzdy skrawu pomiarowego otwierającego ma związek z rodzajem skrawanego materiału (węgla). Wykorzystując to stwierdzenie, można na tej podstawie ustalić współczynnik rodzaju materiału (węgla)  $K_w$ , pomocny do scharakteryzowania występujących w pokładach węgla ze względu na sposób niszczenia struktury calizny pokładu podczas jego skrawania.

Wprowadzając energetyczny wskaźnik skrawania  $k_s$  w postaci

$$k_s = \frac{U}{V} = \frac{P \cdot L}{S \cdot L} = \frac{P}{S}, \quad (5.12)$$

gdzie:

- U - praca skrawania na odcinku l skrawu pomiarowego,
- $P_s$  - średnia siła skrawania,
- S - powierzchnia przekroju poprzecznego skrawu próbnego.

Po uwzględnieniu (3.1) oraz po wyliczeniu S (rys. 5.1) będzie

$$k_s = \frac{\hat{A}}{b + g t_{\beta}^{\psi}} \quad (5.13)$$

Oznaczając

$$k_s(\psi = 0) = k_{s0} = \frac{\hat{A}_0}{b} \quad (5.14)$$

oraz po wprowadzeniu (5.13) do (5.14) będzie

$$A_o^{\wedge} = A^{\wedge} \frac{b}{b + g \operatorname{tg} \psi} = \frac{A^{\wedge}}{K_W}, \quad (1.15)$$

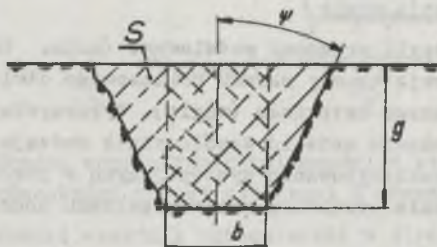
gdzie:

$$K_W = \frac{b + g \operatorname{tg} \psi}{b} - \text{współczynnik rodzaju węgla,}$$

$A_o^{\wedge}$  - wskaźnik skrawalności podstawowy odniesiony do skrawu wzorcowego, to jest skrawu o przekroju prostokątnym i wymiarach  $b \times h$ .

W przypadku stosowania w badaniach skrawalności aparatu POS-1, którego parametry skrawania są:  $b = 20 \text{ mm}$ ,  $g = 10 \text{ mm}$ , zależność (5.15) przyjmie postać:

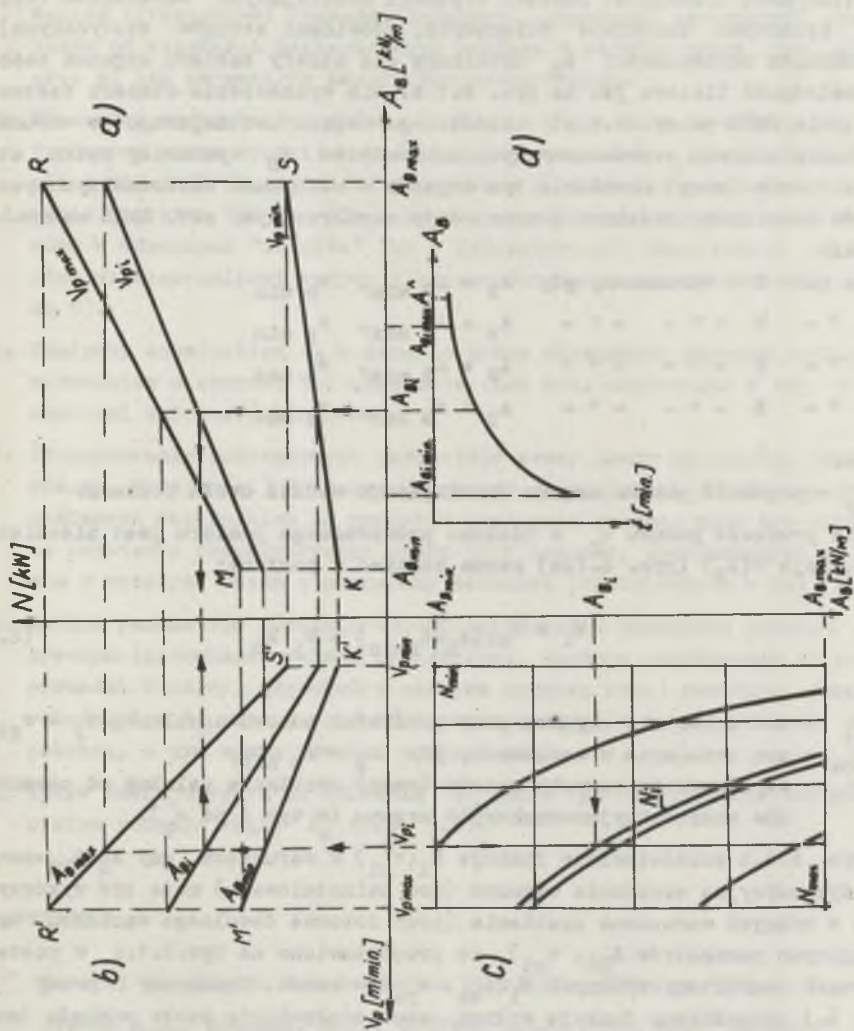
$$A_o^{\wedge} = \frac{A^{\wedge}}{1 + 0,5 \operatorname{tg} \psi} \quad (5.16)$$



Rys. 5.1. Przekrój poprzeczny skrawu próbnego otwierającego

## 6. TRANSFORMACJA SIŁ SKRAWANIA ORGANEM MODELOWYM I ORGANAMI SKRAWAJĄCYMI RZECZYWISTYMI. CHARAKTERYSTYKI PRACY ŚCIANOWYCH ORGANÓW BĘBNOWYCH I GŁOWIC STRUGÓW STATYCZNYCH

Drugą grupę czynników wpływu na urabialność pokładu organami urabiającymi skrawaniem (poza czynnikami wpływu na własności mechaniczne pokładu przedstawionymi wcześniej) stanowią czynniki związane z konstrukcją, kinematyką i dynamiką określonego organu urabiającego. Dla potrzeb prognozowania poprawnej lokalizacji i charakterystyk pracy dysponowanych organów urabiających do naturalnych warunków określonego wyrobiska ścianowego (i przy założonej technologii wybierania pokładu oraz utrzymania wyrobiska) istotna jest znajomość funkcji współpracy układu pokład-organ urabiający. Dlatego też dokładna analiza wpływu poszczególnych parametrów maszyny i organu urabiającego na urabialność nie będzie tutaj przeprowadzona, a jedynie wpływ całego zespołu parametrów wpływu maszyny na urabialność.



Rys. 6.1. Nomogramy wzorcowe [8] pracy ściennowych organów urabiających skrawaniem

Energia (lub moc) dyspozycyjna organu urabiającego do określonych warunków urabiania pokładu jest ściśle związana z własnościami mechanicznymi pokładu, reprezentowanymi przyjętym wcześniej wskaźnikiem skrawalności. Według badań autora, przedstawionych w pracy [8], pomiędzy oporami urabiania (lub mocą urabiania) pokładu organami urabiającymi skrawaniem (organami bębnowymi kombajnów ścianowych, głowicami strugów statycznych) a wskaźnikiem skrawalności  $A_B$  ustalonym dla strefy zabioru organem zachodzi zależność liniowa jak na rys. 6.1.a. Dla wyznaczenia obszaru zastosowań (pole KMRS na rys.6.1.a) określonego organu urabiającego do warunków urabiania pokładu reprezentowanych wskaźnikiem  $A_B$  wystarczy zatem zbadanie oporów (mocy) urabiania tym organem w warunkach ekstremalnych parametrów urabiania, będącymi jednocześnie współrzędnymi pkt. KMRS na rys.6.1a, i tak:

- dla pkt. K w warunkach, gdy  $A_B = A_B \text{ min}'$ ,  $v_p \text{ min}$
- " " M " " " "  $A_B = A_B \text{ max}'$ ,  $v_p \text{ min}$
- " " R " " " "  $A_B = A_B \text{ min}'$ ,  $v_p \text{ max}$
- " " S " " " "  $A_B = A_B \text{ max}'$ ,  $v_p \text{ max}$

gdzie:

$v_p$  - prędkość posuwu organu urabiającego wzdłuż czoła pokładu.

Jeżeli prędkość posuwu  $v_p$  w odcinku prowadzonego pomiaru jest niezmienna, to funkcja  $N(A_B)$  (rys. 6.1.a) można zapisać w postaci:

$$N_i = N_{oi}(A_B = A_{B \text{ min}}) + \beta_1 A_B \quad (6.1)$$

gdzie:

- $N_i$  - moc urabiania organem przy prędkości posuwu ustalonej  $v_p = v_{pi}$ ,
- $N_{oi}$  - moc urabiania w warunkach, gdy  $A_B = A_B \text{ min}'$ ,
- $\beta_1$  - współczynnik wzrostu oporów (mocy) urabiania zależny od parametrów konstrukcyjno-ruchowych organu (w tym i od  $v_p$ ).

Na rys. 6.1.b przedstawiono funkcję  $N_i(v_{pi})$  w warunkach, gdy  $A_B = A_{Bi} = \text{const}$ . Moc dyspozycyjna urabiania organem (moc zainstalowana) może być wykorzystana w różnych warunkach urabiania (przy doborze dowolnego wariantu występujących parametrów  $A_{Bi}$ ,  $v_{pi}$ ), co przedstawiono na rys.6.1.c w postaci krzywych charakterystycznych  $N_i(A_{Bi}, v_{pi}) = \text{const}$ . Nomogramy pracy na rys. 6.1 uzupełniono funkcją wpływu czasu odsłonięcia czoła pokładu (czasu przerw pomiędzy kolejnymi skrawami organem) na wartość wskaźnika skrawalności  $A_B$  (rys. 6.1.d). Funkcja ta dla przyjętych warunków górniczych wyrobiska ścianowego może być ustalona z odpowiednich badań "in situ" aparatem POS-1.



## 7. WNIOSKI KOŃCOWE

1. "Urabialność" pokładu węglowego ścianowymi organami urabiającymi skrawaniem (frezującymi organami bębnowymi, głowicami strugowymi) jest zależna od własności mechanicznych pokładu w strefie pracy tych organów oraz od ich parametrów konstrukcyjno-ruchowych.
2. Własności mechaniczne pokładu w strefie pracy ścianowych organów urabiających można wyrazić wskaźnikiem skrawalności  $A_B$ , ustalonym w oparciu o wskaźnik skrawalności podstawowy  $A^{\wedge}$  (określony z badań sił skrawania aparatem POS-1 w płaszczyźnie granicznych naprężeń stanu dwuosiowego w warunkach "in situ" lub w laboratorium), skorelowany odpowiednimi współczynnikami wpływu i zmienności (scharakteryzowanymi w pkt. 3 do 5).
3. Pomiedzy wskaźnikiem  $A_B$  w strefie pracy ścianowych organów urabiających skrawaniem a oporami ich urabiania (lub mocą urabiania) w tej strefie zachodzi zależność liniowa.
4. Prognozowanie podstawowych parametrów pracy (mocy urabiania, prędkości posuwu, wydajności) ścianowych organów urabiających skrawaniem do określonych wskaźnikiem  $A_B$  warunków urabiania pokładu może być określone na podstawie charakterystyk pracy tych organów, sporządzonych w oparciu o metodykę badań i nomogramy wzorcowe przedstawione w pkt. 6.
5. Zmiana parametrów górniczo-technologicznych w ścianowym przodku wydobywczym (szerokości wolnej przestrzeni, sposobu prowadzenia stopu, podporności obudowy, głębokości zabioru organem itp.) powoduje określoną wskaźnikiem  $A_B$  zmianę własności mechanicznych w przyprzodkowej części pokładu, a tym samym również urabialności.
6. Wpływ rodzaju węgla na wskaźnik  $A_B$  może być uwzględniony współczynnikiem rodzaju węgla  $K_w$  (pkt. 5.3).

## LITERATURA

- [1] Borecki M., Chudek M.: Mechanika górotworu. Gliwice 1973.
- [2] Bieron A.J., Kazanski A.S., Liejbow B.M., Pozin E.Z.: Rezanje uгля. Gosgortiechizdat IGD, Moskwa 1962.
- [3] Hoffman H.: Der Gebirgsdruck als Freund und Feind des Bergmanes. Bergfreiheit z.2, 1952.
- [4] Mikeska J., Riman A., Vavro M.: Mechanika hornin II, SNTL, Praha 1970.
- [5] Pietjuchow J.M.: Gornyje udary i borba s nimi., Permskoje kniznoje izdawatelstwo, 1969.

- [6] Sikora W., Fels M., Bołtysek K.: Strugalność węgla. Komunikat GIG Nr 687, Katowice 1978.
- [7] Szuścik W., Tront A., Biały W.: Optymalny dobór parametrów urabiania w oparciu o wyniki badań skrawalności węgla. Prace IMG Pol. Śl. 1976 do 1980 r. (niepublikowane).
- [8] Tront A.: Badania nad stosowaniem wskaźnika skrawalności dla potrzeb lokalizacji i prognozowania parametrów ścianowych maszyn urabiających w Zagłębiu Górnos Śląskim. Praca doktorska, Gliwice 1978.
- [9] Vašek J.: Vliv projevu horských šlaků na pluhovatelnost uhelne hmoty. Zprava č 105, 1972.
- [10] Wstępne wyniki badań nad urabialnością węgla dla potrzeb mechanizacji górnictwa. Sprawozdanie ZKMPW 1973 (niepublikowane).
- [11] Wyniki badań wskaźnika skrawalności w pokładach Zagłębia Górnos Śląskiego, KOMAG, Gliwice 1978 (niepublikowane).

Wpłynęło do Redakcji 22.06.1982 r. Recenzent: Doc. dr inż. Karol Reich

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ОТБОЧНЫХ ОРГАНОВ СТЕНОВЫХ БАРАБАННЫХ КОМБАЙНОВ И СТАТИЧЕСКИХ СТРУГОВ В АСПЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЙ "ЗАРУБАЕМОСТИ"

Р е з ю м е

В работе было определено влияние основных горнопромышленных и технологических факторов на зарубаемость каменноугольных пластов в сплошных забоях. На основе анализа результатов проведенных до сих пор исследований зарубаемости угля и пластов, полученных разными отечественными и зарубежными исследовательскими центрами и дополнительных исследований автора был разработан метод прогнозирования мобильных характеристик работы стеновых комбайнов и статических стругов для естественных горных условий выступающих в определенном месте отбиваемого пласта.

THE METHOD OF DETERMINING PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF MINING ORGANS OF DERDS AND STATIC PLOUGHS IN THE ASPECT OF INVESTIGATING WORKABILITY

S u m m a r y

The paper establishes the influence of the main mining and technological factors on the workability of coal beds in longwalls. In virtue of the analysis concerning the results of investigating coal workability and beds, obtained by various research centres at home and abroad as well as by

supplementary investigations of the author, a method was worked out dealing with forecasting of performance characteristic of DERDS and static ploughs to natural mining conditions which are in a particular place of a mined bed.