ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1987

Seria: GÓRNICTWO z. 154 Nr kol. 1020

Włodzimierz SIKORA, Krzysztof BĄK
Robert KLICH

Instytut Mechanizacji Górnictwa
Politechnika Śląska, Gliwice

KINEMATYKA GŁOWICY URABIAJĄCEJ KOMBAJNU CHODNIKOWEGO TYPU AM-50

Streszczenie. Kinematyka głowicy urabiającej kombajnu chodnikowego typu AM-50 jest bardzo złożona. W pracy głowicy występują różne ruchy, które po złożeniu mogą być ruchami płaskimi lub przestrzennymi. Praca głowicy, w zależności od zastosowanej technologii drążenia, może cechować się ruchem płaskim lub przestrzennym. Ruch przestrzenny złożony jest z ruchu obrotowego głowicy oraz ruchu posuwowego poziomego lub pionowego, ruch płaski zaś z ruchu obrotowego głowicy oraz ruchu posuwowego pionowego. Wyznaczono równania ruchu głowicy w przypadku posuwu pionowego, a następnie posuwu poziomego. Wyznaczono kąt pomiędzy kierunkiem prędkości skrawania a kierunkiem prędkości roboczej. Kąt ten jest w przybliżeniu równy kątowi odchylenia kierunku prędkości skrawania od płaszczyzny symetrii organu urabiającego. Na podstawie wzorów wyznaczono także przebieg zmian prędkości skrawania w zależności od położenia danego noża na głowicy urabiającej. Obliczenia te przeprowadzono dla 2 skrajnych noży. Odpowiednie prędkości wynoszą 1,205 m/s oraz 3,512 m/s. Widać stąd, że różnice są bardzo duże, co rzutuje na pracę tych noży. Stwierdzono, że wartość prędkości skrawania zależy od prędkości posuwu, pozycji noża na głowicy oraz kąta wychylenia wysięgnika. Prędkość posuwu wpływa na głębokość skrawu poszczególnych noży, a co za tym idzie na siły skrawania.

1. WSTĘP

Prędkość skrawania wywiera istotny wpływ na przebieg procesu skrawania. Od prędkości skrawania zależy przede wszystkim wartość oporów skrawania (wydatek energii skrawania). Ponadto prędkość skrawania ma wpływ na przebieg zużycia ostrzy skrawających. Wyniki badań wpływu prędkości skrawania węgla wskazują, że maksymalne wartości wydatku energii skrawania występują przy prędkości skrawania około 3,3 m/s [4]. Dla skał różnych od węgla brak jest podobnych badań. Kombajny chodnikowe urabiają, oprócz węgla, znaczne ilości skał płonnych. W przypadku urabiania skał istotne znaczenie ma zagadnienie określenia zakresu prędkości skrawania zapewniającego minimalne zużycie narzędzi skrawających [2]. Ponadto od prędkości skrawania zależy liczba cykli skrawania, a więc i częstość zmian sił skrawania i sił docisku działających na nóż [2].

2. RUCHY ROBOCZE GŁOWICY URABIAJĄCEJ

W procesie technologicznym głowica urabiająca wykonuje kilka ruchów. W zależności od zastosowanej technologii ruchy te mogą być różne. Mają one na celu spowodowanie procesu skrawania, który jest równoznaczny z procesem urabiania. Aby ten proces mógł zaistnieć, organ urabiający musi wykonać ruch obrotowy oraz ruch posuwowy. Jest to zatem ruch złożony. Rozróżnić można dwa podstawowe rodzaje ruchów złożonych, a mianowicie:

- ruchy płaskie,
- ruchy złożone.

Ruch obrotowy głowicy urabiającej jest to jej ruch wokół osi podłużnej lub poprzecznej.

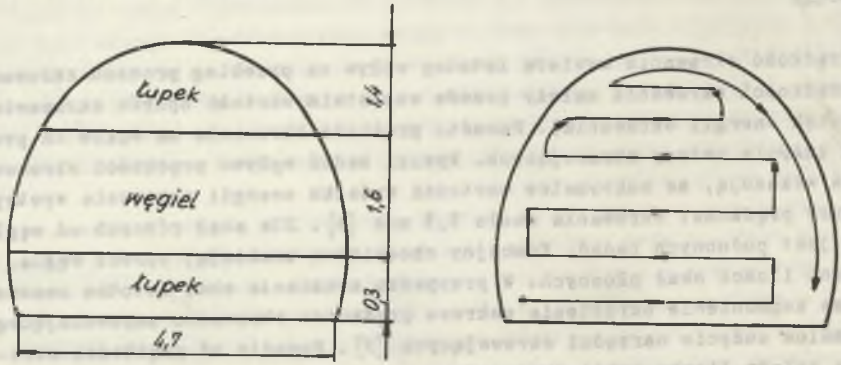
Ruch posuwowy, mający na celu przemieszczanie głowicy po powierzchni urabianego przodku, realizowany jest poprzez ruch wahliwy wysięgnika wokół dwóch wzajemnie prostopadłych osi. Uzyskać można wtedy ruch posuwowy poziomy, pionowy lub wypadkowy.

Ruch posuwowy w głąb calizny (w osi drążonego wyrobiska) może być uzyskany poprzez ruch całego kombajnu lub poprzez teleskopowo wydłużony wysięgnik.

Ponieważ kombajn AM-50 wyposażony jest w głowicę poprzeczną, może on wykonywać następujące ruchy:

- <u>ruch przestrzenny</u>, złożony z ruchu obrotowego organu urabiającego oraz ruchu posuwowego poziomego i pionowego,
- <u>ruch płaski</u>, złożony z ruchu obrotowego organu urabiającego oraz ruchu posuwowego poziomego lub pionowego.

Najczęściej stosowana technologia urabiania polega na wcinaniu organu urabiającego w czoło przodku w jego dolnym lewym rogu, a następnie na



Rys. 1. Przekrój wyrobiska i schemat urabiania
Fig. 1. Excavation section and mining scheme

prowadzeniu go ruchami posuwowymi poziomymi w stronę stropu (rys. 1). Grubość urabianej warstwy zależy przede wszystkim od twardości skał i wynosi od 20-30 mm w skałach twardych do 500-600 mm w łatwo urabialnym węglu. Cykl urabiania kończy się wykonaniem konturu wyrobiska.

Graniczne wychylenie wysięgnika organu urabiającego w płaszczyźnie poziomej wynosi $H_{max} = 36$ w każdą stronę. Zmierzony czas ruchu wysięgnika (przy nieobciążonym organie) wynosi 13,2 sekundy. Daje to wartość prędkości kątowej wywołującej ruch posuwowy równą:

$$H_{max} = 0{,}095 \text{ rad/s}$$

W płaszczyźnie pionowej wysięgnik organu wychyla się o kąt $\varepsilon_{V\,max} = 49^{o}50'$ w górę oraz o kąt $\varepsilon_{V\,min} = -32^{o}30'$ w dół. Zmierzone czasy ruchu wynoszą:

a) przy podnoszeniu organu od 0° do $49^{o}50'$: 31,3 s
b) przy opuszczaniu organu od 0° do $-32^{o}30'$: 20,8 s.

Daje to prędkości kątowe wywołujące ruch posuwowy pionowy równe:

a) przy podnoszeniu organu: $\dot{\varepsilon}_{V\,max} = 0{,}028$ rad/s,
b) przy opuszczaniu organu: $\dot{\varepsilon}_{V\,max} = 0{,}027$ rad/s.

Podczas urabiania, gdy organ jest obciążony, prędkości posuwu poziomego i posuwu pionowego osiągają oczywiście wartości mniejsze niż podane powyżej.

3. KINEMATYKA GŁOWICY URABIAJĄCEJ W PRZYPADKU POSUWU PIONOWEGO

Przypadek ten przedstawiono schematycznie na rysunku 2. Wartość prędkości dla ruchu obrotowego ostrza noża na i-tej pozycji (rys. 3) można obliczyć na podstawie wzoru:

$$v_i = \frac{\pi d_i n}{60}, \tag{1}$$

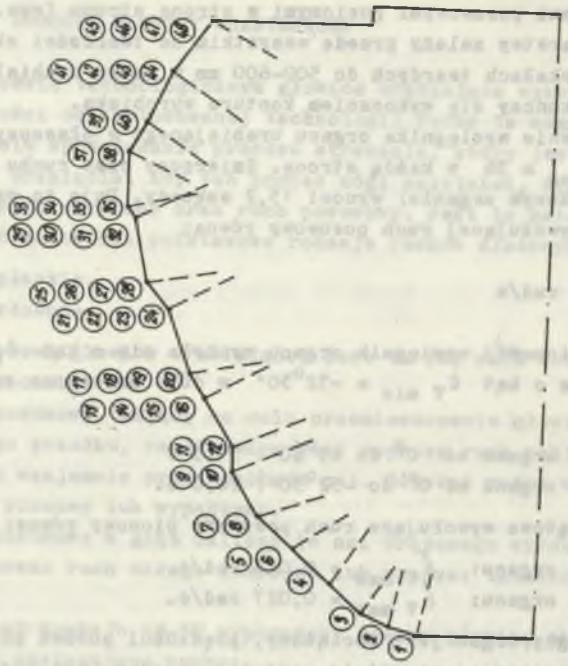
gdzie:

d_i - średnica zależna od pozycji noża na organie w [m],
$n = 88{,}8$ obr/min - prędkość obrotowa organu urabiającego.

Wartości prędkości roboczej wszystkich noży podano w tabeli 1. Wynoszą one od $v_1 = 1{,}116$ m/s dla noża numer 1 ($d_1 = 0{,}24$ m) do $v_{33} = v_{34} = \ldots = v_{38} = 3{,}487$ m/s dla noży 33, 34, 35, 36, 37, 38 ($d_{33} = d_{34} = \ldots = d_{38} = 0{,}75$ m).

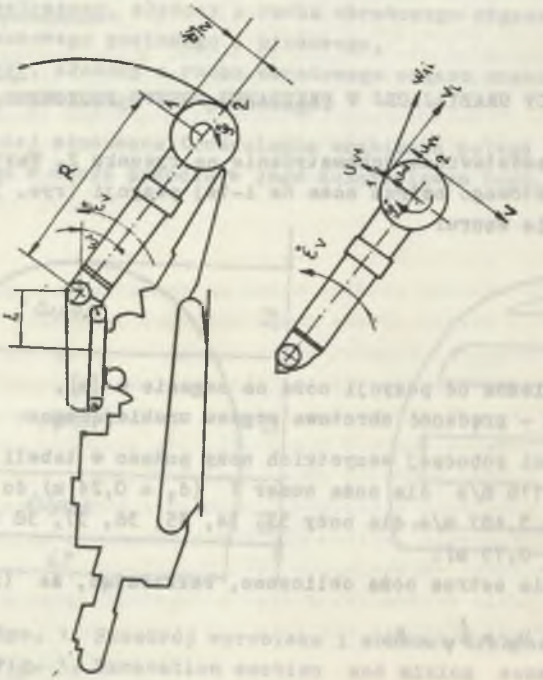
Prędkość unoszenia ostrza noża obliczono, zakładając, że (rys. 2):

$$u_{V1i} = u_{V2i} = u_V = \dot{\varepsilon}_V \cdot R, \tag{2}$$



Rys. 3. Schemat układu noży

Fig. 3. The scheme of cutter arrangement



Rys. 2. Schemat wyznaczania prędkości skrawania w przypadku posuwu pionowego

Fig. 2. The scheme of cutting speed determining in the case of perpendicular advance

gdzie:

$\dot{\varepsilon}_V$ - prędkość kątowa dla ruchu posuwowego pionowego w rad/s,

R - długość ramienia wysięgnika (R = 2,42 m).

Korzystając z tego założenia, można wyznaczyć prędkość skrawania ostrza noża w punkcie 1 (przyjęto, że jest to punkt, w którym rozpoczyna się skrawanie):

$$w_{1i} = \sqrt{(v_i - u_V \cdot \sin\xi_i)^2 + u_V^2 \cos^2\xi_i}, \tag{3}$$

gdzie:

$$\xi_i = \operatorname{arc\,tg} \frac{d_i}{2R}. \tag{4}$$

W punkcie 2 (gdy nóż wychodzi ze strefy skrawania) prędkość skrawania można wyznaczyć z zależności:

$$w_{2i} = v_i - u_V \tag{5}$$

W przypadku noża numer 1 (d_1 = 0,24 m) wartości prędkości skrawania wynoszą:

a) w punkcie 1: $w_{1\,1}$ = 1,115 m/s,

b) w punkcie 2: $w_{2\,1}$ = 1,049 m/s.

Natomiast noże 33, 34, 35, 36, 37, 38 położone są na średnicy $d_{33} = d_{34} = \ldots = d_{38}$ = 0,75 m. Ich prędkości skrawania wynoszą:

a) w punkcie 1: $w_{1\,33} = w_{1\,34} = \ldots = w_{1\,38}$ = 3,477 m/s,

b) w punkcie 2: $w_{2\,33} = w_{2\,34} = \ldots = w_{2\,38}$ = 3,420 m/s.

Powyższe wyniki wskazują, że w obrębie strefy skrawania występują w wyniku złożenia ruchu roboczego z ruchem posuwowym zmiany prędkości skrawania. Zmiany te są największe dla noży usytuowanych na najmniejszych średnicach.

W rozpatrywanym przypadku, w wyniku złożenia ruchu roboczego z ruchem posuwowym, głębokość skrawu maleje od wartości g_{max}, gdy nóż wchodzi w strefę skrawania (punkt 1) do zera, gdy przestaje skrawać (punkt 2). Maksymalną głębokość skrawu wyznacza się ze wzoru:

$$g_{max} = \frac{60 \cdot u_V}{n \cdot m} \tag{6}$$

gdzie:

n - prędkość obrotowa organu urabiającego w obr/min,

m - liczba noży w jednej linii skrawania.

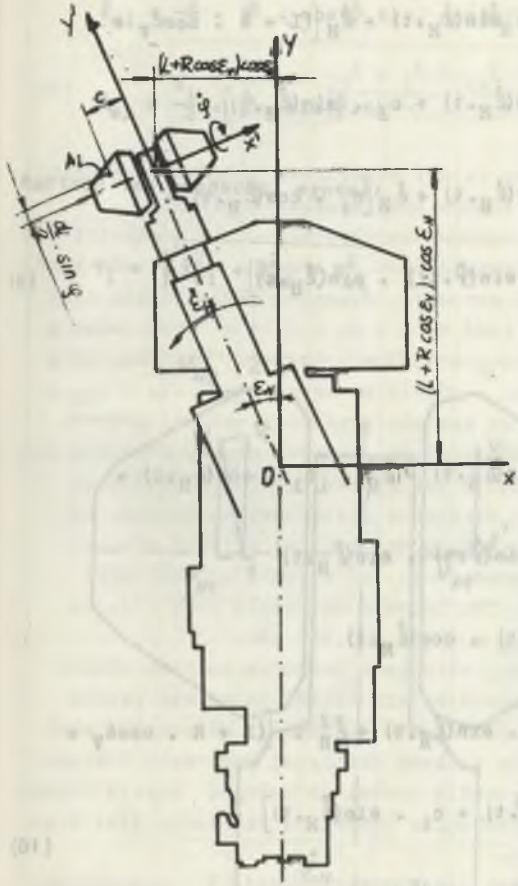
Przy stałej prędkości roboczej organu urabiającego ($\dot{\varphi} = \pi \cdot n/30$), głębokość skrawu jest wprost proporcjonalna do prędkości posuwu pionowego. W tabeli 1 przedstawiono maksymalne wartości głębokości skrawów dla maksymalnej prędkości posuwu pionowego $u_V = u_{V\,max} = 0{,}067$ m/s.

Tabela 1

Lp.	Nr pozycji noża i	Średnica d_i (m)	Liczba noży w jednej linii skrawania m	Prędkość robocza v_i (m/s)	Maksymalna głębokość skrawu przy posuwie pionowym g_{max} (cm)	Maksymalny odstęp linii skrawania przy posuwie poziomym $t_{H\,max}$ (cm)
1	1	0,24	1	1,116	4,5	19,2
2	2	0,29	1	1,349	4,5	19,2
3	3	0,34	1	1,581	4,5	19,2
4	4	0,40	1	1,860	4,5	19,2
5	5 6	0,46	2	2,139	2,3	9,6
6	7 8	0,51	2	2,371	2,3	9,6
7	9 10	0,56	2	2,604	2,3	9,6
8	11 12	0,56	2	2,604	2,3	9,6
9	13 14 15 16	0,61	4	2,836	1,1	4,8
10	17 18 19 20	0,64	4	2,976	1,1	4,8
11	21 22 23 24	0,68	4	3,162	1,1	4,8
12	25 26 27 28	0,71	4	3,301	1,1	4,8
13	29 30 31 32	0,74	4	3,441	1,1	4,8
14	33 34 35 36	0,75	4	3,487	1,1	4,8
15	37 38	0,75	2	3,487	2,3	(9,6)
16	39 40	0,72	2	3,348	2,3	(9,6)
17	41 42 43 44	0,68	4	3,162	1,1	(4,8)
18	45 46 47 48	0,63	4	2,929	1,1	(4,8)

4. KINEMATYKA GŁOWICY URABIAJĄCEJ W PRZYPADKU POSUWU POZIOMEGO

Zgodnie z rys. 4 przyjęto dwa prostokątne układy współrzędnych. Układ Oxyz jest układem nieruchomym (bezwzględnym), natomiast układ $O'x'y'z'$ jest układem ruchomym (względnym). Początek układu Oxyz przyjęto na osi obrotu wysięgnika a układu $O'x'y'z'$ na osi obrotu organu urabiającego. Ponadto przyjęto punkt A_i znajdujący się na ostrzu noża na i-tej pozycji. Jego współrzędne w układzie ruchomym są następujące:



Rys. 4. Układ współrzędnych
Fig. 4. Coordinate system

$$x_i' = c_i,$$

$$y_i' = \frac{d_i}{2}\cdot\sin\varphi = \frac{d_i}{2}\sin(\mathring{\varphi}\cdot t),$$

$$z_i' = \frac{d_i}{2}\cos\varphi = \frac{d_i}{2}\cos(\mathring{\varphi}\cdot t), \tag{7}$$

gdzie:

$\mathring{\varphi}$ - prędkość kątowa robocza,

t - czas.

Współrzędne punktu A_i w układzie nieruchomym wynoszą więc:

$$x_i = c_i\cdot\cos(\mathring{\varepsilon}_H\cdot t) - \frac{d_i}{2}\sin(\mathring{\varphi}\cdot t)\cdot\sin(\mathring{\varepsilon}_H\cdot t) - (L + R\cdot\cos\varepsilon_V)\cdot\sin(\mathring{\varepsilon}_H\cdot t)$$

$$y_i = c_i\cdot\sin(\mathring{\varepsilon}_H\cdot t) + \frac{d_i}{2}\sin(\mathring{\varphi}\cdot t)\cdot\cos(\mathring{\varepsilon}_H\cdot t) + (L+R\cdot\cos\varepsilon_V)\cdot\cos(\mathring{\varepsilon}_H\cdot t) \tag{8}$$

$$z_i = \frac{d_i}{2}\cos(\mathring{\varphi}\cdot t) + R\cdot\sin\varepsilon_V$$

gdzie:

L - odległość osi obrotu ruchu posuwowego poziomego od osi obrotu ruchu posuwowego pionowego,

V - kąt wychylenia wysięgnika w płaszczyźnie pionowej,

pozostałe oznaczenia jak wcześniej.

Na podstawie równań (8) wyprowadzono równania prędkości i przyspieszeń punktu A_i w układzie nieruchomym. Ponadto przyjęto prędkość roboczą organu urabiającego $\mathring{\varphi}$ i prędkość posuwu poziomego $\mathring{\varepsilon}_H$ jako stałe ($\mathring{\varphi}$ = const i $\mathring{\varepsilon}_H$ = const).

$$\dot{x}_i = -\frac{d_i}{2} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\dot{\varphi}.t) \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t) - \dot{\varepsilon}_H \Big[(L + R \cdot \cos\varepsilon_V +$$

$$+ \frac{d_i}{2} \cdot \sin(\dot{\varphi}.t)) \cdot \cos(\dot{\varepsilon}_H.t) + c_i \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t)\Big]$$

$$\dot{y}_i = \frac{d_i}{2} \cdot \dot{\varphi} \cos(\dot{\varphi}.t) \cdot \cos(\dot{\varepsilon}_H.t) + \dot{\varepsilon}_H \Big[c_i \cdot \cos(\dot{\varepsilon}_H.t) -$$

$$-(L + R \cdot \cos\varepsilon_V + \frac{d_i}{2} \cdot \sin(\dot{\varphi}.t)) \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t)\Big] \tag{9}$$

$$\dot{z}_i = -\frac{d_i}{2} \cdot \dot{\varphi} \cdot \sin(\dot{\varphi}.t)$$

$$\ddot{x}_i = \dot{\varphi}^2 \cdot \frac{d_i}{2} \sin(\dot{\varphi}.t) \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t) - \dot{\varepsilon}_H^2 \cdot \Big[c_i \cdot \cos(\dot{\varepsilon}_H.t) +$$

$$+ (L + R \cos\varepsilon_V + \frac{d_i}{2} \cdot \sin(\dot{\varphi}.t) \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t)\Big] -$$

$$- d_i \cdot \dot{\varphi} \cdot \dot{\varepsilon}_H \cdot \cos(\dot{\varphi}.t) \cdot \cos(\dot{\varepsilon}_H.t)$$

$$\ddot{y}_i = -\frac{d_i}{2} \cdot \dot{\varphi}^2 \cdot \sin(\dot{\varphi}.t) \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t) + \dot{\varepsilon}_H^2 \cdot \Big[(L + R \cdot \cos\varepsilon_V +$$

$$+ \frac{d_i}{2} \cdot \sin(\dot{\varphi}.t)) \cos(\dot{\varepsilon}_H.t) + c_i \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t)\Big] - \tag{10}$$

$$- d_i \cdot \dot{\varphi} \cdot \dot{\varepsilon}_H \cdot \cos(\dot{\varphi}.t) \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t)$$

$$\ddot{z}_i = -\dot{\varphi}^2 \cdot \frac{d_i}{2} \cdot \cos(\dot{\varphi}.t)$$

Prędkość skrawania ostrza i-tego noża oblicza się na podstawie wzoru:

$$w_i = \sqrt{\dot{x}_i^2 + \dot{y}_i^2 + \dot{z}_i^2} \tag{11}$$

Składowe wektora prędkości roboczej w układzie nieruchomym wynoszą:

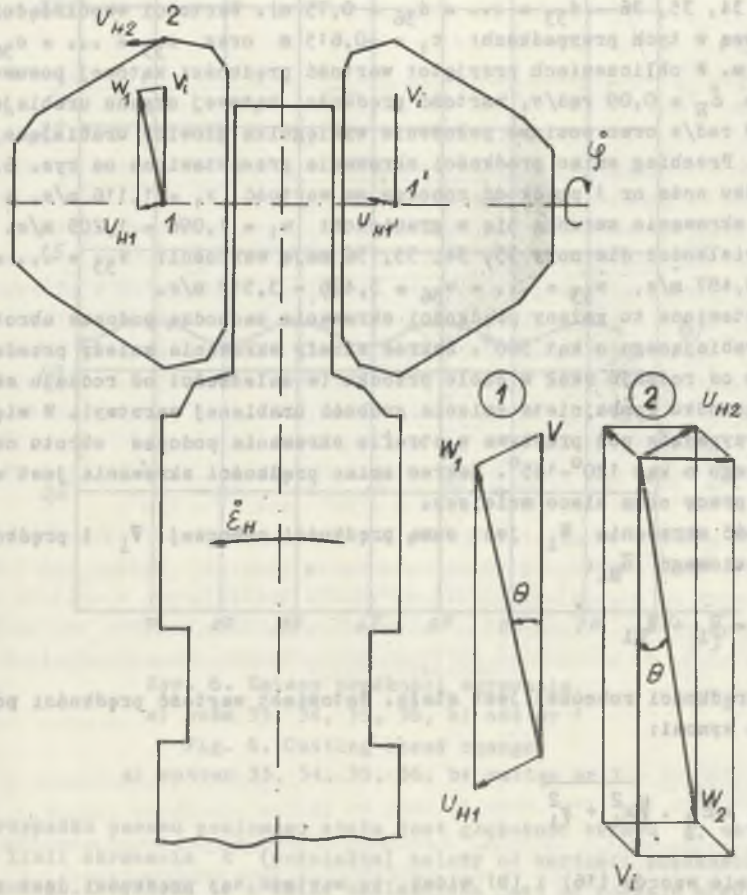
$$\dot{x}_{wi} = -\frac{d_i}{2} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\dot{\varphi}.t) \cdot \sin(\dot{\varepsilon}_H.t) \tag{12}$$

$$\dot{y}_{wi} = \frac{d_i}{2} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos(\dot{\varphi}.t) \cdot \cos(\dot{\varepsilon}_H.t)$$

$$\dot{z}_{wi} = \frac{d_i}{2} \cdot \dot{\varphi} \cdot \sin(\dot{\varphi}.t) \tag{12}$$

Wartość tej prędkości wynosi:

$$v_i = \sqrt{\dot{x}_{wi}^2 + \dot{y}_{wi}^2 + \dot{z}_{wi}^2} \tag{13}$$



Rys. 5. Prędkość skrawania w przypadku posuwu poziomego
Fig. 5. Cutting speed in the case of horizontal advance

Kąt pomiędzy kierunkiem prędkości skrawania w_i a kierunkiem prędkości roboczej v_i oblicza się z zależności:

$$\Theta = \arccos \frac{\dot{x}_i \cdot \dot{x}_{wi} + \dot{y}_i \cdot \dot{y}_{wi} + \dot{z}_i \cdot \dot{z}_{wi}}{w_i \cdot v_i} \tag{14}$$

Kąt Θ jest w przybliżeniu równy kątowi odchylenia kierunku prędkości skrawania od płaszczyzny symetrii organu urabiającego (rys. 5).

Na podstawie wzorów (9) i (11) wyznaczono przebieg zmian prędkości skrawania w_i. Aby wykazać wpływ pozycji noża na organie na wartość prędkości skrawania i na zmienność tej wartości, dokonano obliczeń dla noży położonych na skrajnych pozycjach (nóż nr 1 - d_1 = 0,24 m oraz jeden z noży 33, 34, 35, 36 - $d_{33} = \ldots = d_{36}$ = 0,75 m). Wartości współrzędnych c_i wynoszą w tych przypadkach: c_1 = -0,615 m oraz $c_{33} = \ldots = c_{36}$ = = -0,215 m. W obliczeniach przyjęto: wartość prędkości kątowej posuwu poziomego $\dot{\varepsilon}_H$ = 0,09 rad/s, wartość prędkości kątowej organu urabiającego $\dot{\varphi}$ = 9,299 rad/s oraz poziome położenie wysięgnika głowicy urabiającej (δ_V = 0). Przebieg zmian prędkości skrawania przedstawiono na rys. 6. W przypadku noża nr 1 prędkość robocza ma wartość v_1 = 1,116 m/s, a prędkość skrawania zmienia się w granicach: w_1 = 1,098 - 1,205 m/s. Te same wielkości dla noży 33, 34, 35, 36 mają wartości: $v_{33} = \ldots =$ $= v_{36}$ = 3,487 m/s, $w_{33} = \ldots = w_{36}$ = 3,476 - 3,512 m/s.

Przedstawione tu zmiany prędkości skrawania zachodzą podczas obrotu organu urabiającego o kąt 360°. Zakres strefy skrawania zależy przede wszystkim od rodzaju skał w czole przodku (w zależności od rodzaju skał w czole przodku kombajnista zmienia grubość urabianej warstwy). W większości przypadków nóż przebywa w strefie skrawania podczas obrotu organu urabiającego o kąt 120°-145°. Zakres zmian prędkości skrawania jest więc w czasie pracy noża nieco mniejszy.

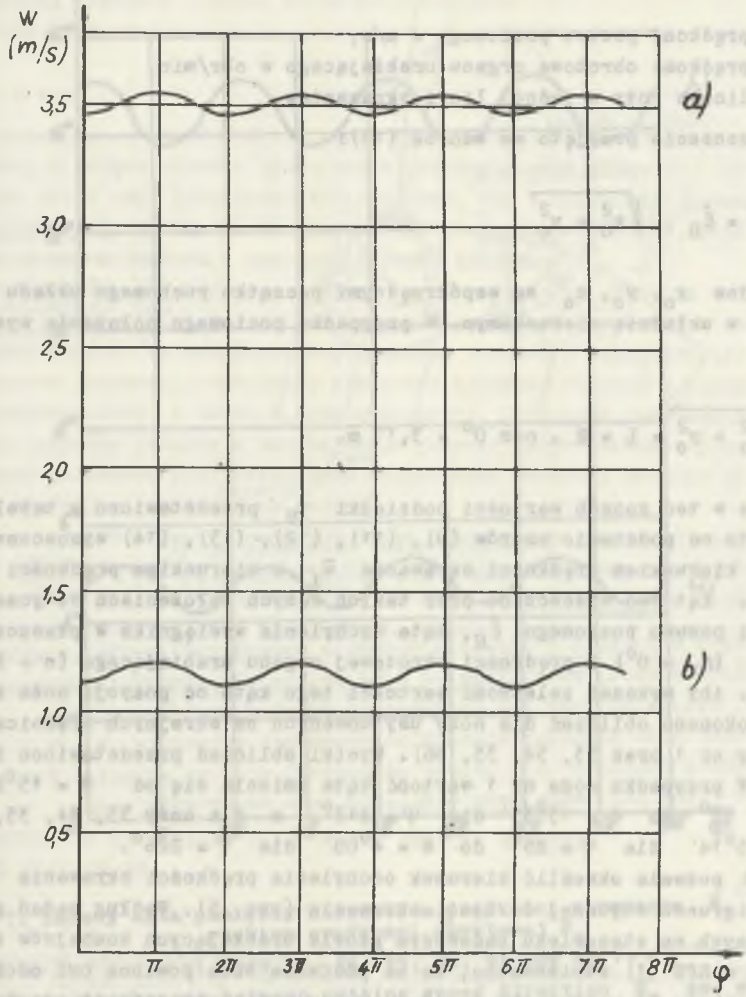
Prędkość skrawania $\bar{w}_i$ jest sumą prędkości roboczej $\bar{v}_i$ i prędkości posuwu poziomego $\bar{u}_{Hi}$:

$$\bar{w}_i = \bar{v}_i + \bar{u}_{Hi} \tag{15}$$

Wartość prędkości roboczej jest stała. Natomiast wartość prędkości posuwu poziomego wynosi:

$$u_{Hi} = \dot{\varepsilon}_H \cdot \sqrt{x_i^2 + y_i^2} \tag{16}$$

Na podstawie wzorów (16) i (8) widać, że wartość tej prędkości jest zmienna. Można więc powiedzieć, że zmiany wartości prędkości skrawania w_i są spowodowane zmianami wartości prędkości posuwu poziomego u_{Hi} oraz zmianami kąta między wektorami $\bar{u}_{Hi}$ i $\bar{v}_i$ (rys. 5 i rys. 7).



Rys. 6. Zmiany prędkości skrawania
a) noże 33, 34, 35, 36, b) nóż nr 1
Fig. 6. Cutting speed changes
a) cutter 33, 34, 35, 36, b) cutter nr 1

W przypadku posuwu poziomego stała jest głębokość skrawu g, natomiast odstęp linii skrawania t (podziałka) zależy od wartości prędkości posuwu poziomego. Prędkość ta z kolei uzależniona jest od rodzaju urabianych skał. Odstęp linii skrawania t można określić z zależności:

$$t_H = \frac{60 \cdot u'_H}{n \cdot m}, \qquad (17)$$

gdzie:

u'_H - prędkość posuwu poziomego w m/s,

n - prędkość obrotowa organu urabiającego w obr/min,

m - liczba noży w jednej linii skrawania.

Dla uproszczenia przyjęto we wzorze (17):

$$u'_H = \dot{\varepsilon}_H \cdot \sqrt{x_o^2 + y_o^2} \tag{18}$$

Współrzędne x_o, y_o, z_o są współrzędnymi początku ruchomego układu współrzędnych w układzie nieruchomym. W przypadku poziomego położenia wysięgnika:

$$\sqrt{x_o^2 + y_o^2} = L + R \cdot \cos 0^o = 3{,}17 \text{ m}.$$

Obliczone w ten sposób wartości podziałki t_H przedstawiono w tabeli 1.

Ponadto na podstawie wzorów (9), (11), (12), (13), (14) wyznaczono kąt pomiędzy kierunkiem prędkości skrawania $\bar{w}_i$ a kierunkiem prędkości roboczej $\bar{v}_i$. Kąt ten wyznaczono przy takich samych założeniach dotyczących prędkości posuwu poziomego $\dot{\varepsilon}_H$, kąta wychylenia wysięgnika w płaszczyźnie pionowej ($\varepsilon_V = 0^o$) i prędkości obrotowej organu urabiającego (n = 88,8 obr/min). Aby wykazać zależność wartości tego kąta od pozycji noża na organie, dokonano obliczeń dla noży usytuowanych na skrajnych średnicach (tj. noży nr 1 oraz 33, 34, 35, 36). Wyniki obliczeń przedstawiono na rys. 7. W przypadku noża nr 1 wartość kąta zmienia się od $\Theta = 15^o21'$ dla $\varphi = 53^o$ do $\Theta = 13^o35'$ dla $\varphi = 213^o$, a dla noży 33, 34, 35, 36 od $\Theta = 5^o14'$ dla $\varphi = 85^o$ do $\Theta = 4^o08'$ dla $\varphi = 226^o$.

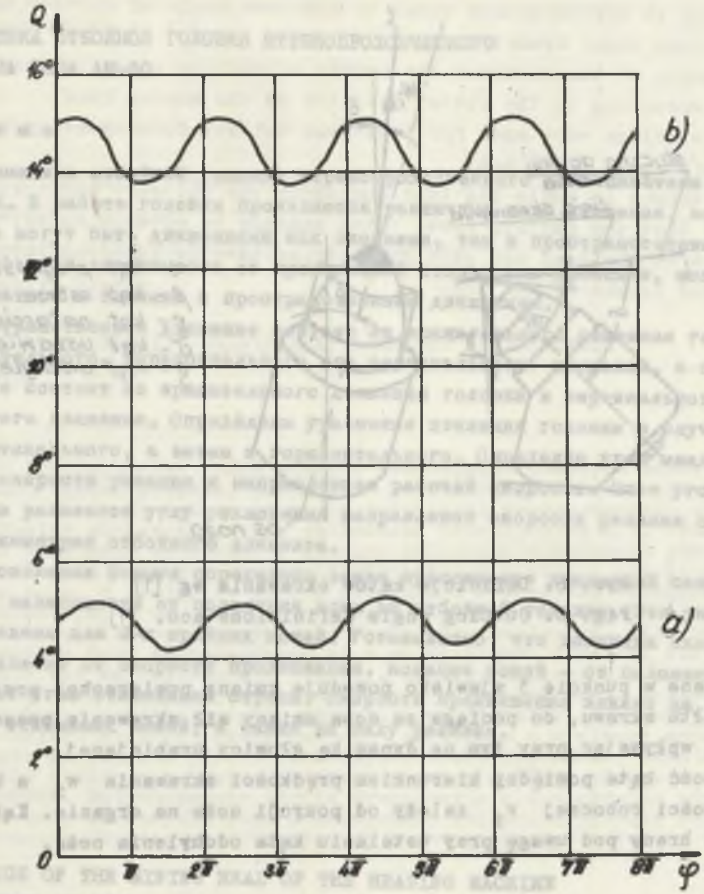
Kąt Θ pozwala określić kierunek odchylenia prędkości skrawania $\bar{w}_i$, a więc kierunek stycznej do linii skrawania (rys. 5). Według badań przeprowadzonych na stanowisku badawczym głowic urabiających kombajnów chodnikowych w RFN [1] stwierdzono, że oś podłużna noża powinna być odchylona o kąt około 8° w stosunku do płaszczyzny wyznaczonej przez styczną do linii skrawania 1 (rys. 8).

5. PODSUMOWANIE

Z przeprowadzonych obliczeń dotyczących kinematyki organu urabiającego kombajnu chodnikowego AM-50 wynikają następujące wnioski:

1. Wskutek złożenia ruchu obrotowego organu urabiającego z ruchami posuwowymi wysięgnika występują zmiany wartości prędkości skrawania.

2. Na podstawie równań (9) widać, że wartość prędkości skrawania zależy od prędkości posuwu, pozycji noża na organie, kąta wychylenia wysięg-



Rys. 7. Zmiany kąta pomiędzy kierunkiem prędkości skrawania $\bar{w}_i$ a kierunkiem prędkości obrotowej $\bar{v}_i$

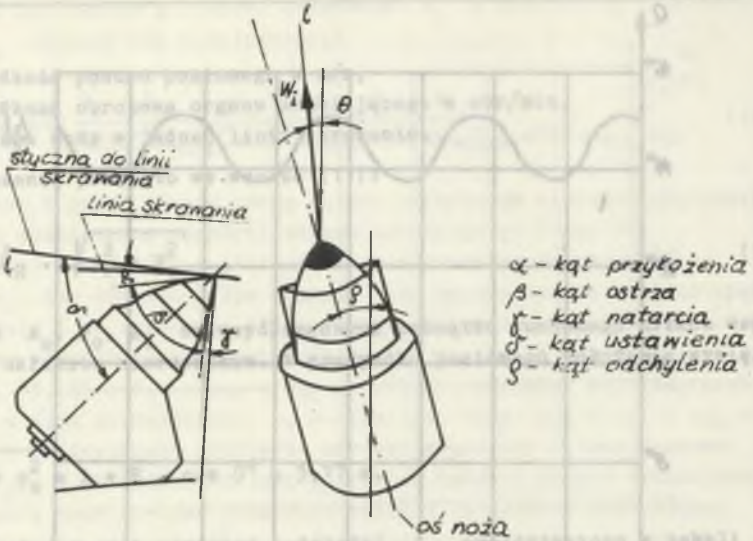
a) noże 33, 34, 35, 36, b) nóż nr 1

Fig. 7. Angle changes between cutting speed direction $\bar{w}_i$ and working speed direction $\bar{v}_i$

a) cutter 33, 34, 35, 36, b) cutter nr 1

nika w płaszczyźnie pionowej. Również w przypadku posuwu pionowego wartość prędkości skrawania zależy od pozycji noża, wartości prędkości posuwu i ponadto od kierunku posuwu (w górę, w dół).

3. Prędkości kątowe posuwu pionowego $\dot{\varepsilon}_V$ i posuwu poziomego $\dot{\varepsilon}_H$ osiągają największe wartości w skałach łatwo urabialnych. W związku z tym zmienia się również wartość głębokości skrawu g (w przypadku posuwu pionowego) albo odstępu linii skrawania t (w przypadku posuwu poziomego).



Rys. 8. Definicje kątów skrawania wg [1]
Fig. 8. Cutting angle definitions acc. [1]

4. Opisane w punkcie 3 zjawisko powoduje zmiany powierzchni przekroju i kształtu skrawu, co pociąga za sobą zmiany sił skrawania poszczególnych noży, wpływając przy tym na dynamikę głowicy urabiającej.

5. Wartość kąta pomiędzy kierunkiem prędkości skrawania w_i a kierunkiem prędkości roboczej v_i zależy od pozycji noża na organie. Kąt ten winien być brany pod uwagę przy ustalaniu kąta odchylenia noża.

LITERATURA

[1] Kleinert H.W.: Neue Ergebnisse aus dem Versuchsstand Schneidköpfe für Teilschnitt-Vortriebsmaschinen. Glückauf 118 (1982) Nr 9.

[2] Opolski T.: Urabianie calizny węglowej narzędziami skrawającymi. Wyd. 1, Wyd. "Śląsk", Katowice 1965.

[3] Opolski T.: Elementy urabiające nowoczesnych maszyn górniczych. Wyd. 1, Wyd. "Śląsk", Katowice 1966.

[4] Sikora W.: Wpływ prędkości skrawania węgli różnych pokładów na wielkość wydatkowanej energii. Wyd. 1, WGH, Katowice 1963.

Recenzent: Doc. dr inż. Karol REICH

Wpłynęło do Redakcji w styczniu 1987 r.

КИНАМАТИКА ОТБОЙНОЙ ГОЛОВКИ ШТРЕКОПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА ТИПА АМ-50

Р е з ю м е

Кинематика отбойной головки штрекопроходческого комбайна типа Ам-50 сложная. В работе головки проявляются различные виды движения, которые в сумме могут быть движениями как плоскими, так и пространственными. Работа головки, в зависимости от применяемой технологии проходки, может характеризоваться и плоским и пространственным движением.

Пространственное движение состоит из вращательного движения головки и поступательного, горизонтального или вертикального движения, а плоское движение состоит из вращательного движения головки и вертикального поступательного движения. Определены уравнения движения головки в случае движения вертикального, а затем и горизонтального. Определён угол между направлением скорости резания и направлением рабочей скорости. Этот угол приблизительно равняется углу отклонения направления скорости резания от плоскости симметрии отбойного элемента.

На основании формул определено также прохождение изменений скорости резания в зависимости от положения ножа на отбойной головке. Эти расчёты были проведены для 2-х крайних ножей. Установлено, что величина скорости резания зависит от скорости продвижения, позиции ножей - от положения на головке, от угла отклонения стрелы. Скорость продвижения влияет на глубину резания отдельных ножей, а также на силу резания.

KINEMATICS OF THE MINING HEAD OF THE HEADING MACHINE OF THE TYPE AM-50

S u m m a r y

Kinematics of the mining head of the heading machine of type AM-50 is very complex.

There are various motions in the head work which might be plane or space motions.

The head work may be characteristic of its plane or space motion according to drilling technology used.

Space motion consists of head rotational motion and horizontal or perpendicular feed motion while plane motion consists of head rotational motion and perpendicular feed motion.

The equations of head motions in the case of perpendicular and next horizontal advance were determined.

The angle between the cutting speed direction and working speed direction was defined.

This angle is approximately equal to approach angle of cutting speed from the mining organ symmetry plane.

On the basis of the formulas the course of cutting speed changes was determined according to the cutter position on the mining head.

The calculations were made for 2 extreme cutter. Corresponding speed is: 1,205 m/s and 3,512 m/s.

The difference is quite big that ingluence the cutters' work. It has been stated that the cutting speed value depends on advance speed, cutter position on the head and outrigger angle. Advance speed influences the depth and forces of cutting.