

JÓZEF PSOTA

USTALENIE ZALEŻNOŚCI FUNKCYJNEJ
POMIĘDZY CZASEM TRWANIA CYKLU TECHNOLOGICZNEGO
I ILOŚCIĄ OTWORÓW STRZAŁOWYCH W WYROBISKACH KORYTARZOWYCH
DRAŻONYCH METODĄ SZYBKOŚCIOWĄ

Streszczenie. Przeprowadzono analizę wzorów na całkowity czas trwania cyklu technologicznego w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową, podanych w pracy [1].

Podjęto próbę ustalenia zależności funkcyjnej pomiędzy przekrojem poprzecznym wyrobiska korytarzowego i ilością otworów strzałowych oraz ustalono zależność funkcyjną pomiędzy czasem trwania cyklu technologicznego w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową i ilością otworów strzałowych.

Wykreślono nomogramy pozwalające na przeprowadzenie analizy czasu cyklu technologicznego w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową w zależności od parametrów techniczno-organizacyjnych oraz rodzaju skał.

1. Analiza czasu trwania cyklu technologicznego w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową

Rozpatrzmy podstawowe wzory na czas trwania jednego cyklu pracy w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową bez wrębu z załadunkiem ładowarką do wozów oraz z wręboładowaniem. Wzory te wyprowadzone w pracy (1) mają postać:

$$T_k = \left[N \left(\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 \right) \right] + \left[\frac{V_{\text{woz}} \cdot \psi \cdot J}{n \cdot V_{\text{cz}} \cdot \varphi} t_{\text{cz}} + \frac{J}{n \cdot \varphi} t_w \right] +$$

$$+ \left[t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{l \cdot t_{\text{obcz}}}{l_0 \cdot n} + \frac{l \cdot t_{\text{ob}}}{l_0 \cdot n} \right] \quad (1)$$

$$T_w = \left[N \left(\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 \right) + \left[\frac{Q \cdot \gamma}{\varphi} \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 n} \right) \right] + \right.$$

$$\left. + \left[t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{l}{V_{zw}} + \frac{\alpha}{V_w^\alpha} + \frac{\alpha_1}{V_{ww}^{\alpha_1}} + \right.$$

$$\left. + \frac{l \cdot t_{\text{obcz}}}{l_0 \cdot n} + \frac{l \cdot t_{\text{ob}}}{l_0 \cdot n} \right] \quad (2)$$

gdzie:

- T_k - czas trwania jednego cyklu w wyrobisku korytarzowym drążonym metodą szybkościową bez wrębu z ładowaniem ładówką do wozów w min,
- T_w - czas trwania jednego cyklu pracy w wyrobisku korytarzowym węglowym drążonym metodą szybkościową z wręboładowaniem w min,
- N - liczba otworów strzałowych,
- l - długość strzałowych (głębokość zabioru) w m,
- K - liczba wiertarek pracujących równocześnie,
- V - prędkość wiercenia w jednostce ogólnego czasu wiercenia w m/min,
- t'_2 - czas ładowania jednego otworu strzałowego wyliczony z średniego czasu ładowania wszystkich otworów w min,
- t'_3 - średni czas potrzebny na połączenie dwóch otworów strzałowych wyliczony z ogólnego czasu łączenia wszystkich otworów w min,
- V_{woz} - objętość jednego wozu podawanego do ładunku w m^3 ,

- ψ - współczynnik wykorzystania objętości wozu,
- J - ilość wozów potrzebna do odebrania całkowitego urobku w jednym cyklu pracy,
- n - ilość ładowarek równocześnie pracujących w przodku,
- V_{cz} - praktyczna pojemność czerpaka ładowarki napełnionego urobkiem w m^3 ,
- φ - współczynnik na nieprzewidziane przestoje przy ładowaniu urobku i przestawianiu wozów,
- t_{cz} - czas jednego cyklu pracy czerpaka (jednego załadunku czerpakiem) w min,
- t_w - czas potrzebny na manewrowanie 1 wozu, (odbiór pełnego i podstawienie pustego) w min,
- t_3'' - czas potrzebny na dołączenie przewodów strzałowych do zapalarki i odpalenie w min,
- t_3' - czas potrzebny na przewietrzenie przodku po strzałkach w min,
- t_4' - czas potrzebny na dokonanie obrywki w przodku po odpaleniu otworów strzałowych w min,
- t_{obcz} - czas potrzebny na zabezpieczenie stropu na długość jednych odrzwi ostatecznych w robotniko-minutach,
- t_{ob} - czas potrzebny na ustawienie jednych odrzwi bez wykładki w robotniko-minutach,
- l_o - odstęp odrzwi obudowy ostatecznej w m,
- n' - ilość równocześnie zatrudnionych ludzi,
- Q - objętość węgla w caliznie z jednego zabioru (jednego cyklu pracy) w m^3 ,
- γ - ciężar właściwy węgla w t/m^3 ,
- V_1 - wydajność ładowania maszyną w t/min ,
- V_2 - wydajność ładowania ręcznego w $t/robotnika$ i minutę,
- γ_w - ilość urobku ładowanego maszyną wyrażona w %
gdzie $\gamma_w = 0,8 \pm 0,95$,

v_r - ilość urobku ładowanego ręcznie wyrażona w % gdzie
 $v_r = 2 \div 0,05,$

V_{zw} - prędkość zawrębiania w m/min,

α - całkowity kąt o jaki musi się przesunąć wrębnik, by wykonać wręb w przodku wyrobiska korytarzowego,

α_1 - całkowity kąt o jaki musi się przesunąć wrębnik przy wywrębianiu w przodku wyrobiska korytarzowego,

V_w^α - prędkość przesuwania się wrębnika w caliźnie podczas wrębiania w stopniach/min,

$V_{ww}^{\alpha_1}$ - prędkość wywrębiania wrębnika w szczelinie wrębowej w stopniach/min.

Z podanych wzorów (1) i (2) wynika, że całkowity czas trwania jednego cyklu pracy w wyrobiskach korytarzowych drążonych metodą szybkościową można rozdzielić na 3 zasadnicze grupy:

- czas ściśle związany z wielkością N - ilością otworów strzałowych,
- czas ściśle związany z ładowaniem urobku,
- czas, który dla ustalonego postępu na jedną cyklozmianę, ustalonego przekroju poprzecznego, ustalonego rodzaju obudowy oraz obsady przodkowej, można przyjąć jako stały.

Poszczególne grupy czasów zostały ujęte w nawiasy w szeregowej kolejności we wzorach (1) i (2) na T_k i T_w .

2. Ustalenie zależności funkcyjnej pomiędzy przekrojem poprzecznym wyrobiska korytarzowego i ilością otworów strzałowych

Dla ustalonego podziału całkowitych czasów T_k i T_w można dla stałego przyjętego postępu przodku wyrobiska na jedną cyklozmianę roboczą, ustalonych warunków geologicznych i techniczno-organizacyjnych stwierdzić, że:

- Czas trwania jednego cyklu pracy rośnie z ilością otworów strzałowych oraz z ilością urobku, który trzeba załadować.

- Ilość otworów strzałowych oraz ilość urobku potrzebna do załadowania rośnie lub maleje w zależności od przekroju poprzecznego wyrobiska.
- Dla poszczególnych rodzajów skał można ustalić zależność funkcyjną pomiędzy przekrojem poprzecznym wyrobiska korytarzowego i ilością otworów strzałowych oraz że:
- Przy ustalonej zależności funkcyjnej pomiędzy przekrojem poprzecznym wyrobiska i ilością otworów strzałowych istnieje zależność funkcyjna pomiędzy czasem cyklu technologicznego i ilością otworów strzałowych w wyrobisku korytarzowym drążonym metodą szybkościową. Zależność funkcyjną pomiędzy przekrojem poprzecznym wyrobiska korytarzowego i ilością otworów strzałowych dla określonych warunków techniczno-geologicznych można wyrazić wzorem

$$N = m \cdot S + b \quad (3)$$

gdzie:

m - tangens kąta nachylenia prostej do osi S,

S - przekrój poprzeczny wyrobiska korytarzowego w m²,

b - wartość rzędnej p-tu przecięcia się prostej z osią N,

N - ilość otworów strzałowych.

Wstępne badania jakie przeprowadzono w tym zakresie (analiza całego szeregu metryk strzałowych) pozwalają stwierdzić, że dla interesujących nas przekrojów poprzecznych wyrobisk korytarzowych w przedziale 6-16 m², przy ustalonych parametrach techniczno-organizacyjnych i określonych warunkach geologicznych zależność podana we wzorze (3) może być wyprowadzona przy pomocy równania empirycznych linii regresji metodą najmniejszych kwadratów lub metodą graficzną. Stwierdzono, że dla tego samego rodzaju skał odchylenie poszczególnych punktów empirycznych (S,N) od prostej wyrównującej jest tak małe, że w przedziale stosowanych przekrojów poprzecznych wyrobisk korytarzowych potrafimy ustalić jednoznaczne równanie prostej w granicach dopuszczalnych błędów.

Z uwagi na olbrzymią rozpiętość tematu zostaną tutaj podane zależności N-S, gdzie wielkość N przyjęto według najbardziej typowych metryk strzałowych dla wyrobisk koryta-

rzowych drażonych w węglu z wrębem i bez wrębu oraz dla wyrobisk korytarzowych kamiennych drażonych w łupkach ilastych i piaskowcach średniozwiązkłych dla wyłomu obudowy ostatecznej EK, uzyskane z kopalń JMZPW co obrazuje tablica 1.

Tablica 1

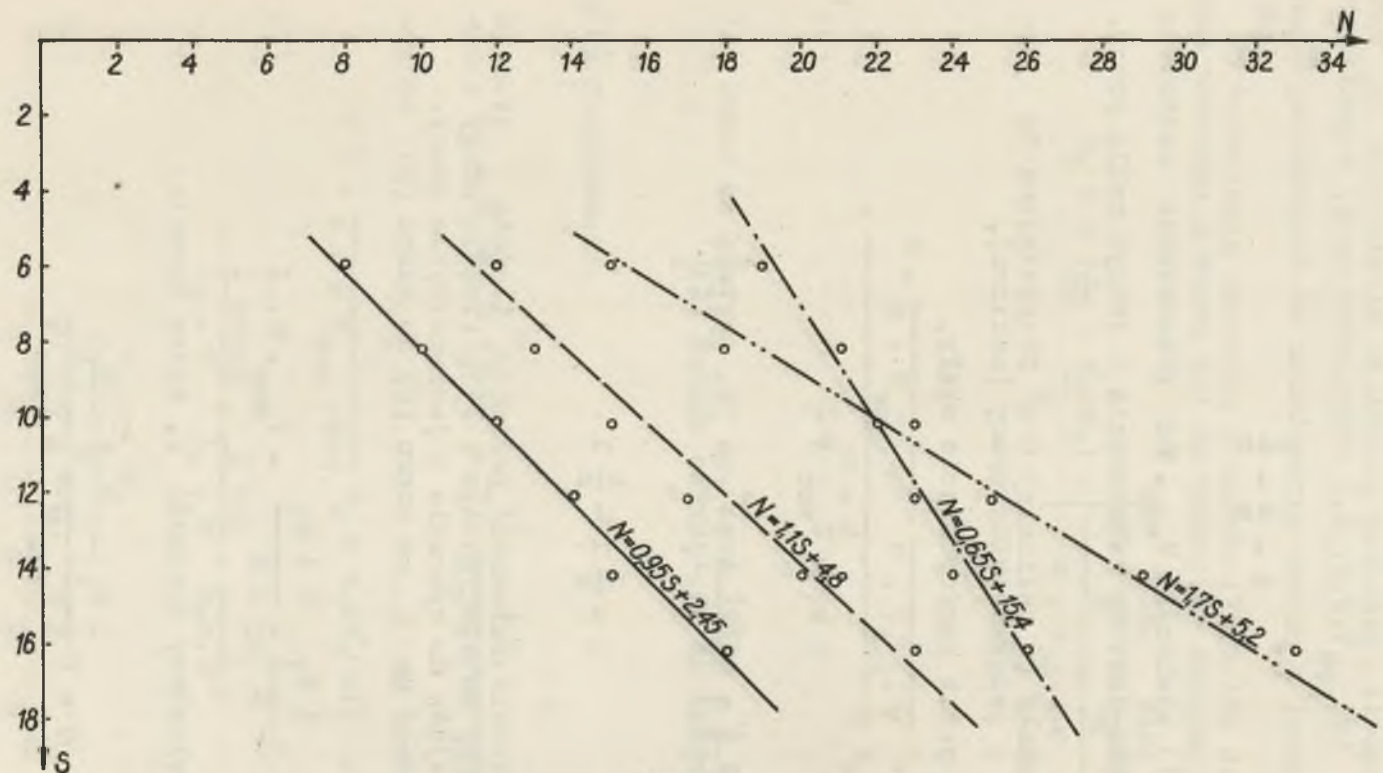
Ilość otworów strzałowych w zależności od przekroju wyrobiska

Prze- krój po- przezny $S \text{ m}^2$	Głębokość otworów strzałowych $l = 2,0+3,0 \text{ m}$			
	Rodzaj skały			
	Węgiel		Łupki ilaste	Piaskowiec średnio związły i łupki pia- szyste
	Z wrębem	Bez wrębu	Ilość o- tworów strzało- wych N	Ilość otworów strzałowych N
	Ilość otworów strzał. N	Ilość otw. strzał. N		
6	8	12	19	15
8	10	13	21	18
10	13	15	22	23
12	14	17	23	25
14	15	20	24	29
16	18	23	26	33

Na rysunku 1 pokazano rozmieszczenie poszczególnych punktów (S,N) w układzie prostokątnym dla rodzajów skał jak ujęto w tablicy 1 oraz wyprowadzono dla poszczególnych przypadków równania prostych według zależności podanej we wzorze (3).

Zakładając, że N i m mogą przyjmować dowolne wartości ciągłe dodatnie w przedziale $S = 6 \div 16 \text{ m}^2$ obliczamy stąd:

$$S = \frac{N-b}{m}$$



Rys. 1

- wyrobiska korytarzowe węglowe z wrębem
- wyrobiska korytarzowe węglowe bez wrębu
- wyrobiska korytarzowe w łupkach ilastych
- .-.-.- wyrobiska korytarzowe w piaskowcach średniozwięzłych

czyli

$$S = \frac{N}{m} - \frac{b}{m} \quad (4)$$

We wzorze (1) wielkość $V_{\text{woz}} \cdot \psi J$ przedstawia całkowitą ilość urobku jaka jest do załadowania w jednym cyklu pracy. Oznaczając:

Q - ilość skały (w caliznie) w m^3 przypadająca do wybrania z jednego cyklu pracy (zabioru),

k_1 - współczynnik rozdrobnienia skały,

możemy napisać:

$$Q k_1 = V_{\text{woz}} \psi J \quad (5)$$

podstawiając za $Q = S \cdot l$, oraz za S wartość ze wzoru (4) otrzymujemy wartość na Q jak we wzorze (6)

$$Q = \frac{N}{m} l - \frac{b}{m} l \quad (6)$$

wzór (6) przedstawia zależność pomiędzy ilością otworów strzałowych (przy ustalonych l, m i b) i ilością skały w caliznie przypadającą do wybrania z jednego cyklu pracy.

Wstawiając wartość na Q ze wzoru (6) do wzoru (5) otrzymujemy:

$$N \frac{l k_1}{m} - \frac{b l k_1}{m} = V_{\text{woz}} \cdot \psi \cdot J \quad (7)$$

ze wzoru (7) wyliczamy wielkość J , która wynosi:

$$J = N \frac{l k_1}{m V_{\text{woz}} \cdot \psi} - \frac{b l k_1}{m V_{\text{woz}} \cdot \psi} \quad (8)$$

Wzór (8) przedstawia zależność pomiędzy ilością otworów strzałowych (przy ustalonych $l, k_1, m, b, V_{\text{woz}}, \varphi$) i ilością wozów potrzebnych do zakładowania urobku z jednego cyklu pracy.

Po wstawieniu wartości z wzorów (7) i (8) do wzoru (1), oraz wartości z wzoru (6) do wzoru (2) otrzymujemy:

$$T_k = N \left(\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 \right) + \left[\frac{\left(N \cdot \frac{lk_1}{m} - \frac{blk_1}{m} \right)}{n \cdot V_{\text{cz}} \cdot \varphi} \cdot t_{\text{cz}} + \right. \\ \left. + \frac{N \cdot \frac{lk_1}{m \cdot V_{\text{woz}} \cdot \varphi} - \frac{blk_1}{m \cdot V_{\text{woz}} \cdot \varphi}}{n \cdot \varphi} t_w \right] + \\ \left[t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{1}{l_0 \cdot n'} \frac{t_{\text{obcz}}}{\varphi} + \frac{1}{l_0 \cdot n} \frac{t_{\text{ob}}}{\varphi} \right]$$

po uporządkowaniu:

$$T_k = N \left(\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 \right) + N \cdot \frac{lk_1}{m \cdot n \cdot V_{\text{cz}} \cdot \varphi} t_{\text{cz}} + \\ + N \cdot \frac{lk_1}{m \cdot n \cdot V_{\text{woz}} \cdot \varphi} t_w + t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \\ + \frac{1}{l_0 \cdot n'} \frac{t_{\text{obcz}}}{\varphi} + \frac{1}{l_0 \cdot n} \frac{t_{\text{ob}}}{\varphi} - \frac{b \cdot lk_1}{m \cdot n \cdot \varphi} \cdot \\ \left(\frac{t_{\text{cz}}}{V_{\text{cz}}} + \frac{t_w}{V_{\text{woz}}} \right) \tag{9}$$

$$T_w = N \left(\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 \right) + \frac{(N \cdot \frac{1}{m} - \frac{bl}{m})}{\varphi} \gamma \cdot \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 \cdot n} \right) +$$

$$+ t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{1}{V_{zw}} + \frac{\alpha}{V_w} \frac{\alpha_1}{V_{ww}} +$$

$$+ \frac{1}{l_0} \frac{t_{obcz}}{n'} + \frac{1}{l_0} \frac{t_{ob}}{n'}$$

po uporządkowaniu:

$$T_w = N \left(\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 \right) + N \cdot \frac{1 \cdot \gamma}{m \cdot \varphi} \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 \cdot n} \right) +$$

$$+ t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{1}{V_{zw}} + \frac{\alpha}{V_w} + \frac{\alpha_1}{V_{ww}} +$$

$$+ \frac{1}{l_0} \frac{t_{obcz}}{n'} + \frac{1}{l_0} \frac{t_{ob}}{n'} - \frac{b \cdot l \cdot \gamma}{m \cdot \varphi} \cdot \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 \cdot n} \right) \quad (10)$$

3. Ustalenie zależności funkcyjnej pomiędzy czasem trwania cyklu technologicznego i ilością otworów strzałowych

Zakładając, że każdorazowo dla ustalonych warunków geologicznych i techniczno-organizacyjnych wielkości:

$l, K, V, V_{cz}, V_{woz}, n, n', l_0, m, b, k_1, \gamma, \varphi, \gamma,$

$V_1, V_2, v_w, v_r, t_{cz}, t_w, t'_2, t'_3, t''_3, t'''_3, t'_4,$

$t_{obcz}, t_{ob}, \alpha, \alpha_1, V_w^\alpha, V_{ww}^\alpha, V_{zw}$

można wyznaczyć jednoznacznie i przyjmując jako stałe wzory (9) i (10) można napisać w postaci:

$$T_k = N \left[\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 + \frac{lk_1}{m \cdot n \cdot \varphi} \left(\frac{t_{cz}}{V_{cz}} + \frac{t_w}{V_{woz} \cdot \varphi} \right) \right] + \left[t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{1 \text{ tob cz}}{l_0 \cdot n'} + \frac{1 \text{ tob}}{l_0 \cdot n'} - \frac{blk_1}{m \cdot n \cdot \varphi} \cdot \left(\frac{t_{cz}}{V_{cz}} + \frac{t_w}{V_{woz} \cdot \varphi} \right) \right] \quad (11)$$

$$T_w = N \left[\frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 + \frac{1 \cdot \gamma}{m \cdot \varphi} \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 \cdot n'} \right) \right] + \left[t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{1}{V_{zw}} + \frac{\alpha}{V_w} + \frac{\alpha_1}{V_{ww}} + \frac{1 \text{ tob cz}}{l_0 \cdot n'} + \frac{1 \text{ tob}}{l_0 \cdot n'} - \frac{bl\gamma}{m \cdot \varphi} \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 \cdot n'} \right) \right] \quad (12)$$

podstawiając we wzorach (11) i (12):

$$A = \frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 + \frac{lk_1}{m \cdot n \cdot \varphi} \cdot \left(\frac{t_{cz}}{V_{cz}} + \frac{t_w}{V_{woz} \cdot \varphi} \right)$$

$$A_1 = \frac{1}{KV} + t'_2 + t'_3 + \frac{1\gamma}{m \cdot \varphi} \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 \cdot n'} \right)$$

$$B = t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{1}{l_0} \frac{t_{obcz}}{n'} + \frac{1}{l_0 \cdot n'} \frac{t_{ob}}{n'} - \frac{b \cdot lk_1}{m \cdot n \cdot \varphi} \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{t_{cz}}{V_{cz}} + \frac{t_w}{V_{woz} \cdot \varphi} \right)$$

$$B_1 = t'_3 + t''_3 + t'''_3 + t'_4 + \frac{1}{V_{zw}} + \frac{\alpha}{V_{zw}^{\alpha}} + \frac{\alpha_1}{V_{ww}^{\alpha_1}} +$$

$$+ \frac{1}{l_0} \frac{t_{obcz}}{n'} + \frac{1}{l_0 \cdot n'} \frac{t_{ob}}{n'} - \frac{b \cdot l \cdot \gamma}{m \cdot \varphi} \left(\frac{v_w}{V_1} + \frac{v_r}{V_2 \cdot n'} \right)$$

otrzymujemy równania na czas trwania jednego cyklu pracy w wyrobiskach korytarzowych drążonych metodą szybkościową bez wrębu z zakładnikiem ładowarką do wozów i z wręboładowaniem, które przyjmą postać:

$$T_k = AN + B \quad (13)$$

$$T_w = A_1 N + B \quad (14)$$

Są to równania liniowe, w których ujęto w zależność funkcyjną czas trwania jednego cyklu pracy T_k i T_w z ilością otworów strzałowych N , albo inaczej z przekrojem poprzecznym wyrobiska, gdyż $N = mS + b$.

Przyjmując wielkości N i m jako ciągłe dodatnie, otrzymujemy funkcje liniowe, które mogą być rozpatrywane w interesującym nas przedziale: $N_{\min} (S_{\min}) \div N_{\max} (S_{\max})$.

Dla poszczególnych rodzajów skał i ustalonych warunków techniczno-organizacyjnych, można przy pomocy wyprowadzonych równań liniowych wykreślić nomogramy, z których potrafimy odczytać czas trwania cyklu technologicznego w wyrobiskach korytarzowych drążonych metodą szybkościową bez wrębu i z wręboładowaniem.

Mając ustalone podstawowe wskaźniki jak postęp na jedną cyklozmianą, przekrój poprzeczny wyrobiska, sprzęt i maszyny, rodzaj obudowy wyrobiska, obsadę przodku oraz wszystkie pozostałe wskaźniki i czasy jednostkowe, wyliczone jako średnie z dużej ilości wykonanych chronometraży i pomiarów obliczamy dla poszczególnych przypadków parametry A , A_1 , B , B_1 , pozwalające wyznaczyć każdorazowo jednoznacznie równania prostych T_k i T_w .

4. Ustalenie podstawowych wskaźników

Wyprowadzone wzory na czas trwania jednego cyklu pracy w wyrobiskach korytarzowych drążonych metodą szybkościową mogą być wykorzystane po ustaleniu podstawowych wskaźników, które wymieniono w poprzednim rozdziale.

4.1. Ustalenie postępu na jedną cyklozmianą

Ideą drążenia wyrobisk korytarzowych metodą szybkościową jest uzyskanie maksymalnego postępu w ciągu doby i jednej cyklozmiانى.

Głębokość zabioru jest ograniczona następującymi czynnikami:

- warunkami stropowymi,
- urabualnością skały materiałem wybuchowym,
- długością wrębnika.

Przyjmując dobre warunki stropowe co jest warunkiem drążenia wyrobisk korytarzowych metodą szybkościową, można stwierdzić, że przy obecnej technice głębokość zabiorów w wyrobiskach korytarzowych kamiennych nie przyjmuje się większą jak 3,0 metry, zaś w wyrobiskach węglowych z wrębem wynosi 2,0÷2,5 m (długość wrębnika).

Ustalając głębokość zabioru jednego cyklu pracy należy mieć na uwadze, by mieściła się w niej całkowita długość odstępu odrzwi obudowy, gdyż inaczej w czasie wykonywania następnego cyklu pracy dochodzi czynność postawienia dodatkowych odrzwi co nieraz może rzutować na całkowity czas pracy jednego cyklu pracy.

W wyrobiskach węglowych, gdzie dwa zabiory (2 cykle) są wykonywane w ciągu jednej cyklozmiانى roboczej zabiory

2,50 m są dopuszczalne jako najwyższe możliwe do osiągnięcia z uwagi na maszynę wrębową.

4.2. Ustalenie przekroju poprzecznego wyrobiska

Przekrój poprzeczny wyrobiska dobiera się każdorazowo w zależności od zadania jakie dane wyrobisko będzie spełniało w procesie produkcyjnym kopalni.

Wielkość przekroju poprzecznego wyrobiska korytarzowego ma wpływ na dobór urządzeń do ładowania i odstawy, na dobór maszyn do urabiania oraz na możliwość równoczesnego wykonywania pewnych czynności czy operacji w jednym cyklu pracy. Bierąc pod uwagę wymienione wyżej czynniki oraz typowe przekroje wyrobisk stosowane w górnictwie polskim można podzielić wyrobiska korytarzowe według przekroju poprzecznego na:

- wyrobiska o małym przekroju do 12 m^2 ,
- wyrobiska o średnim przekroju $12 \div 18 \text{ m}^2$,
- wyrobiska o dużym przekroju - powyżej 18 m^2 .

4.3. Ustalenie ilości wiertarek

Ilość wiertarek, które mogą równocześnie pracować zależy od przekroju poprzecznego przodku, a w szczególności od szerokości przodku.

Ilość wiertarek w zależności od szerokości przodku dobieramy tak, aby ludzie obsługujący te wiertarki nawzajem sobie nie przeszkadzali oraz aby rozmieszczenie pracującego równocześnie sprzętu nie stwarzało zagrożenia dla pracującej przy nim załogi.

Mając powyższe na uwadze można ustalić dla typowych wyrobisk korytarzowych w górnictwie następującą ilość wiertarek równocześnie pracujących:

- dla wyrobisk o przekroju do 12 m^2 - 2 wiertarki,
- dla wyrobisk o przekroju powyżej 12 m^2 - 3 wiertarki.

W wyrobiskach korytarzowych węglowych ilość wiertarek przyjmuje się zwykle do przekroju 14 m^2 - jako 2.

W wyrobiskach górniczych (w szczególności kamiennych) o przekrojach powyżej 14 m^2 można zwiększyć ilość wiertarek

do 4, jednak po wprowadzeniu pewnych zmian w technologii pracy i wprowadzeniu urządzeń pomocniczych przodkowych (pomosty zawieszane).

4.4. Ustalenie ilości ładowarek

Ilość równocześnie pracujących ładowarek zależy tylko od szerokości wyrobiska (w świetle obudowy). Biorąc pod uwagę znormalizowane przekroje poprzeczne wyrobisk korytarzowych oraz typowe obecnie stosowane ładowarki LZK-1p, można przyjąć, że dla przekrojów powyżej 12 m² ilość równocześnie pracujących ładowarek wyniesie 2. Dla wyrobisk korytarzowych węglowych, ilość maszyn wręboładujących przyjmuje się zawsze równą 1.

Pozostały sprzęt pomocniczy jak ilość sprzężarek, rurociągi, sieć kablowa, rozdzielnie polowe itp. dobiera się według potrzeb dla ustalonego sprzętu głównego.

4.5. Ustalenie rodzaju obudowy

Rodzaj obudowy ma zasadniczy wpływ na postęp drażenia wyrobiska korytarzowego. Na przykład obudowa murowa nie pozwala na równoległe wykonywanie różnych czynności w przodku wyrobiska a zarazem jest bardzo pracochłonna - wymaga zwiększonej obsługi pozaprzodkowej (dowóz cegły, cementu, piasku).

Rodzaj obudowy jaki stosuje się w wyrobisku korytarzowym zależy od szeregu czynników z których najważniejsze są:

- 1) własności fizykomechaniczne skał,
- 2) funkcja jaką wyrobisko będzie spełniało w procesie produkcyjnym kopalni,
- 3) czas istnienia danego wyrobiska.

Różne rodzaje obudowy pozwalają w mniejszym lub większym zakresie na równoczesne wykonywanie innych czynności lub operacji w przodku, są więc lub mniej pracochłonne co ma zasadniczy wpływ na prędkość drażenia wyrobisk korytarzowych metodą szybkościową.

Przy obecnym stanie techniki i formach organizacji pracy najchętniej stosowaną obudową przy drażeniu wyrobisk korytarzowych metodą szybkościową jest obudowa TH z wykładzinami żelbetowymi, M.H., okrągłakami, obudowa drewniana, drewniana mieszana (stropnice stalowe), kotwiowa.

Wymienione rodzaje obudowy pozwalają na równoczesne wykonywanie innych czynności w przodku wyrobiska. Należy tutaj zwrócić uwagę na wykonywanie obudowy tymczasowej, która w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową jest wykonywana tak, że częściowo nosi już w sobie elementy obudowy ostatecznej (opinka stropu, stropnica obudowy ostatecznej zawieszona na podciągach itp.). Obudowę ostateczną w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową wykonuje się (zwłaszcza przy obudowie TH) w dwóch fazach:

- zabudowanie odrzwi bez wykładki pod obudowę tymczasową,
- wykończenie wykładki stropu, ociosów, dokręcanie zamków przy obudowie TH itp.

Ma to zasadnicze znaczenie, jeśli chodzi o możliwość równoczesnego wykonywania innych czynności w przodku.

Z uwagi na brak norm państwowych tak dla wykonywania obudowy tymczasowej, jak również dla wykonywania obudowy ostatecznej w dwóch fazach w tabelicy 2 podano czasy na te czynności i operacje wyliczone jako średnie z szeregu wykonywanych chronometraży.

Tabelica 2

Czas jednostkowy wykonywania obudowy tymczasowej i pierwszej fazy obudowy ostatecznej

Prze- krój wyro- bi- ska ₂ S m ²	Obudowa tymczasowe		Obudowa ostateczna/ pierwsza faza	
	Rodzaj obudowy		Rodzaj obudowy	
	Obudowa drewniana	Obudowa TH	Obudowa drewniana	Obudowa TH
	Czas zabezp. ↑ mb stropu t _{obcz} - w rob. min.	Czas zabezp. ↑ mb stropu t _{obcz} - w rob. min.	Czas zabud. i odrzwi t _{ob} - rob. min.	Czas zabud. i odrzwi t _{ob} - rob. min.
6-10	15	35	20	25
10-12	25	40	30	35
12-16	25	50	35	40

4.6. Ustalenie ilości ludzi w przodku na jedną cyklizmianę

Ilość ludzi potrzebną do pracy w przodku na jedną cyklizmianę roboczą dobiera się w zależności od równocześnie pracującego sprzętu oraz założonego postępu z uwagi na wykonywanie obudowy. Obliczając ilość ludzi potrzebną w przodku należy mieć na uwadze, że przy wierceniu otworów strzałowych (w szczególności w przodku kamiennym) na jedną wiertarkę należy przyjmować 2 ludzi (1 wiertacz + 1 pomocnik). Na jedną ładowarkę przyjmuje się również 2 ludzi, a na jeden zespół wręboładujący 3 ludzi. Biorąc powyższe pod uwagę, jak również przekrój poprzeczny wyrobiska i postęp na jedną cyklizmianę można przyjąć obsadę przodku wyrobiska korytarzowego kamiennego drażonego bez wrębu z ładowaniem ładowarką do wozów oraz obsadę przodku wyrobiska korytarzowego węglowego drażonego z wręboładowaniem jak podano w tablicy 3.

Obsadę pozaprzodkową przyjmuje się według potrzeb ustalając ilość ludzi każdorazowo z norm.

Tablica 3

Obsada przodkowa załogi

Prze- krój wyo- biska S m ²	Wyrobiska korytarzowe kamienne				Wyrobiska korytarzowe węglowe z wrębołado- waniem			
	Postęp	1-2 m	Postęp	1-3 m	Postęp	1-2m	Postęp	2,5m
	Rodzaj obudo- wy	Obsada przod. na jedn. cyklo- zmianę	Rodzaj obudo- wy	Obsada przod. na jedną cyklo- zmianę	Rodzaj obu- dowy	Obsada przod. na jedną cyklo- zmianę	Ro- dzaj obu- dowy	Obsada przod. na jedną cyklo- zmianę
6-10	TH/ drew.	4	TH/ drew.	4	TH/ drew.	3	TH/ drew.	3
10-12	TH/ drew.	5	TH/ drew.	5	TH/ drew.	4	TH/ drew.	4
12-16	TH/ drew.	6	TH/ drew.	6	TH/ drew.	5-6	TH/ drew.	5-6

5. Wyliczenie parametrów A, A_1, B, B_1 , ustalenie dla poszczególnych przypadków równań prostych T_k i T_w oraz wykreślenie nomogramów

Celem ułatwienia analizy podczas opracowywania dokumentacji technicznej wyrobisk korytarzowych drążonych metodą szybkościową, wykreśla się dla poszczególnych rodzajów skał, założonego postępu na jedną cyklozmianę w oparciu o pozostałe ustalone parametry techniczno-organizacyjne nomogramy, pozwalające w każdej chwili odczytać czas trwania jednego cyklu pracy, potrzebny sprzęt oraz obsadę przodku.

Z uwagi na olbrzymią rozpiętość tematu sporządzono nomogramy rys. 2 i 3 dla przypadków drążenia wyrobisk korytarzowych metodą szybkościową w piaskowcach średniozwięzłych oraz dla wyrobisk korytarzowych węglowych drążonych z wrębem i wręboładowaniem, rodzaj obudowy - TH.

Przy obliczaniu parametrów A, A_1, B, B_1 , podanych w tabeli 4 i 5 wielkości - $V, V_{cz}, V_w^\alpha, V_{ww}^{\alpha_1}, V_{zw}, V_1, V_2$, wyliczono jako średnie z szeregu wykonanych chronometraży i pomiarów przy drążeniu wyrobisk korytarzowych metodą zwykłą i szybkościową w górnictwie polskim w szczególności w kopalniach JMZPW.

Przyjęto dla wyrobisk korytarzowych węglowych, że ilość urobku załadowanego maszyną wynosi 80% oraz załadowanego ręcznie 20%. Wielkości α i α_1 , przyjęto skrajne tj. dla najszerszego wyrobiska korytarzowego (gdyż α waha się od 120° - 180° , α_1 przyjęto 90°).

Przyjmuje się we wszystkich przypadkach, że czas t'_2 jest stały tak dla otworów 2 m jak i 3 m, gdyż różnice są tak małe (sekundowe), że praktycznie mogą być pominięte. Przyjmuje się we wszystkich przypadkach, że czasy $t'_3, t''_3, t'''_3, t'_4$ są stałe.

Czasy t_{cz} i t_w , przyjęto jako średnie wyliczone z całego szeregu chronometraży.

Czasy t_{obcz} i t_{ob} zostały wyliczone jako średnie z szeregu chronometraży.

Wielkości n, k, n' przyjęto biorąc pod uwagę każdorazowo przekrój poprzeczny wyrobiska korytarzowego.

Wielkości l, l_0, V_{woz} przyjęto jak podano w tablicy 4.

Tablica 4

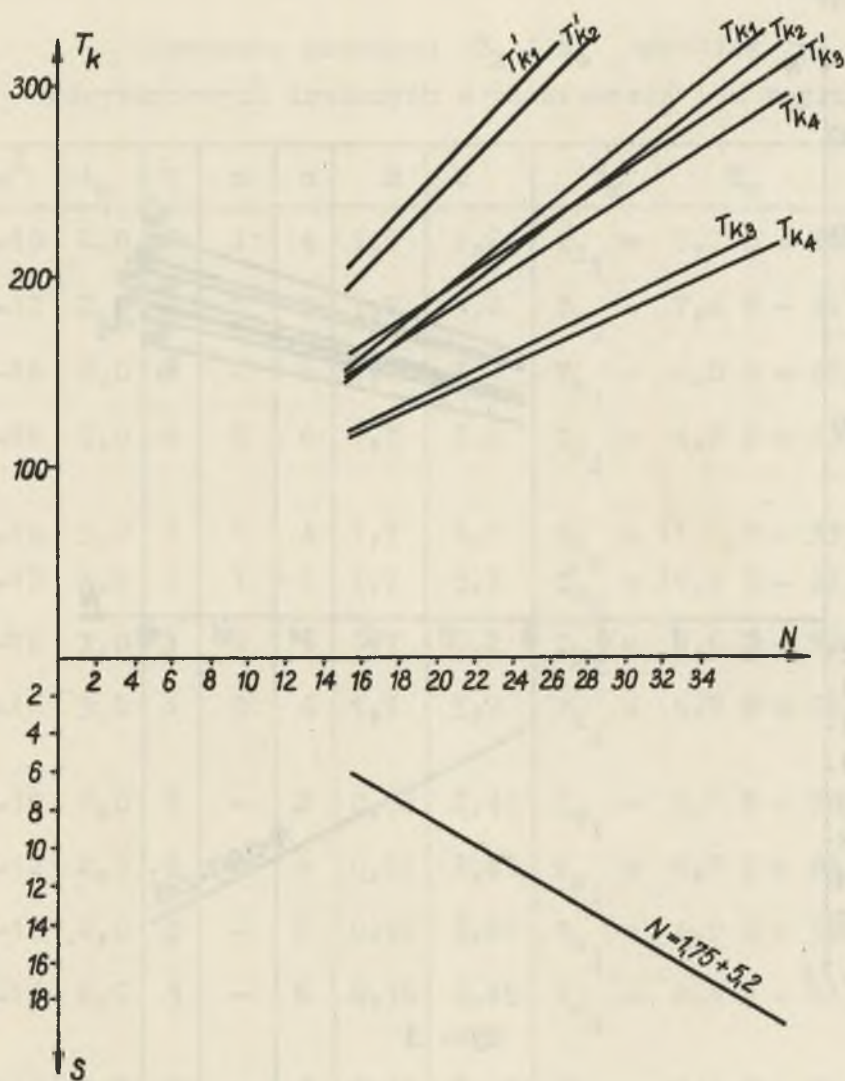
Wyliczenie parametrów A i B prostych T_1 dla wyrobisk wykorzystanych kminiowych drążonych w płaskowych kredniowiskających, obudowa W_1 ładowanie do wagon, ładownia Z_{KZ-1} wiertarki udarowo-obrotowa i obrotowa

B	I	l_b	V	V_{cz}	V_{wos}	K	n'	n	n'	k	p	ρ	t_{cz}	t_w	t_{oboz}	t_{ob}	t_2	t_3	t_3	t_3	t_4	m	b	A	B	T_1
6-10	2,0	1,0	0,85	0,16	0,8	2	1	4	4	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	35	25	1	0,5	15	5	10	1,7	5,2	7,7	32,1	$2E_1$
10-12	2,0	1,0	0,85	0,16	0,8	3	1	5	5	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	40	35	1	0,5	15	5	10	1,7	5,2	7,4	32,1	$2E_2$
12-16	2,0	1,0	0,85	0,16	0,8	3	2	6	6	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	50	40	1	0,5	15	3	10	1,7	5,2	4,8	45,3	$2E_3$
12-16	2,0	1,0	0,85	0,16	0,8	4	2	6	6	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	50	40	1	0,5	15	3	10	1,7	5,2	4,6	45,3	$2E_4$
6-10	3,0	1,0	0,80	0,16	0,8	2	1	4	4	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	35	25	1	0,5	15	3	10	1,7	5,2	11	33,9	$2E_1$
10-12	3,0	1,0	0,80	0,16	0,8	3	1	5	5	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	40	35	1	0,5	15	5	10	1,7	5,2	10,4	33,9	$2E_2$
12-16	3,0	1,0	0,80	0,16	0,8	3	2	6	6	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	50	40	1	0,5	15	5	10	1,7	5,2	6,6	33,7	$2E_3$
12-16	3,0	1,0	0,80	0,16	0,8	4	2	6	6	1,7	0,8	0,8	0,2	0,5	50	40	1	0,5	15	3	10	1,7	5,2	6,2	33,7	$2E_4$

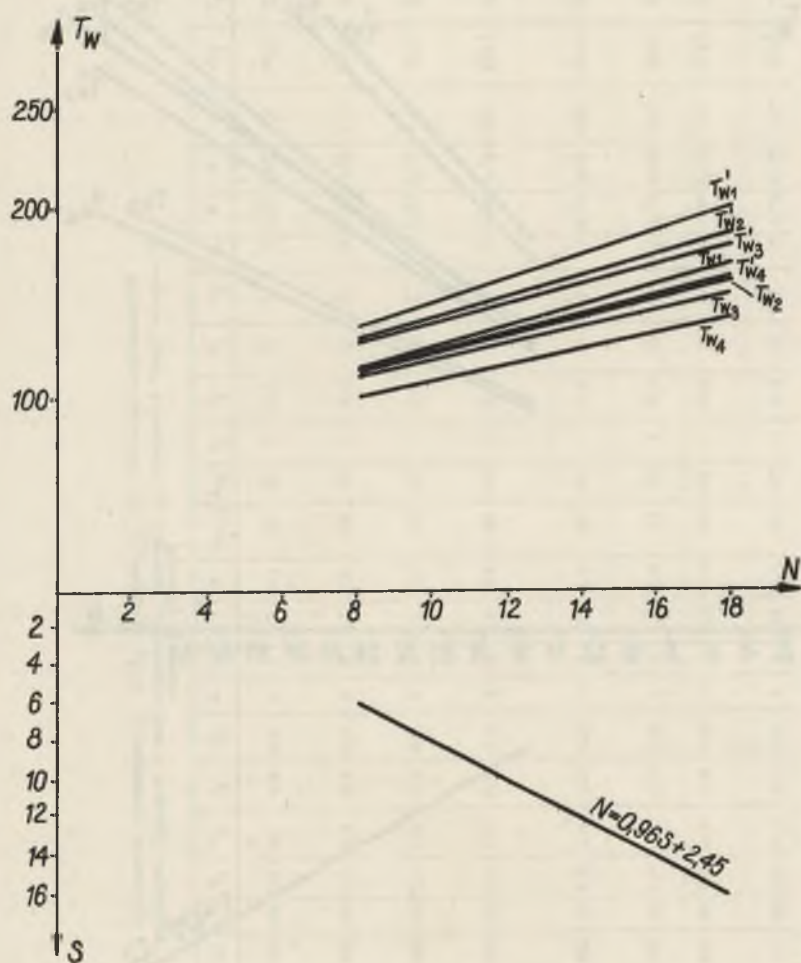
Tabela 5

Wyliszenie parametrów A_1 i B_1 prostych T_W dla wyrobisk korytarzowych węglowych drążonych z wręboladaniem, ładowanie na przeseśnik "Skat" budowa TR, wiertarki obrotowe

S	1	l_0	V	V_W	$V_{W'}^2$	V_{SW}	α	α_1	V_1	V_2	V_W	V_2'	K	m^2	γ	ρ	t_{obem}	t_{ob}	t_2	t_3	t_3	t_3	t_3	t_4	m	b	A_1	B_1	T_W
6-10	2,0	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	2	3	1,3	0,9	35	25	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	5,7	70,6	T_{W1}	
10-12	2,0	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	2	4	1,3	0,9	40	35	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	5,2	69,4	T_{W2}	
12-14	2,0	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	2	5	1,3	0,9	50	40	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	4,9	68,6	T_{W3}	
14-16	2,0	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	3	6	1,3	0,9	50	40	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	4,5	63,1	T_{W4}	
6-10	2,50	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	2	3	1,3	0,9	35	25	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	6,8	79,5	T'_{W1}	
10-12	2,50	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	2	4	1,3	0,9	40	35	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	6,2	78,0	T'_{W2}	
12-14	2,50	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	2	5	1,3	0,9	50	40	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	5,8	77,0	T'_{W3}	
14-16	2,50	1,0	1,20	20	36	0,5	180	90	1,7	0,1	0,8	0,2	3	6	1,3	0,9	50	40	1	0,5	15	3	5	0,96	2,45	5,2	70,2	T'_{W4}	



Rys. 2



Rys. 3

Tablica 6

Równania prostych T_k i T_w wyrobisk
korytarzowych drążonych w piaskowcach i w węglu

$S \text{ m}^2$	l_m	K	n	n	m	b	T_k	T_w
6-10	2,0	2	1	4	1,7	5,2	$T_{k_1} = 7,7 N + 32,1$	
10-12	2,0	3	1	5	1,7	5,2	$T_{k_2} = 7,4 N + 32,1$	
12-16	2,0	3	2	6	1,7	5,2	$T_{k_3} = 4,8 N + 45,3$	
12-16	2,0	4	2	6	1,7	5,2	$T_{k_4} = 4,6 N + 45,3$	
6-10	3,0	2	1	4	1,7	5,2	$T'_{k_1} = 11 N + 33,9$	
10-12	3,0	3	1	5	1,7	5,2	$T'_{k_2} = 10,4 N + 33,9$	
12-16	3,0	3	2	6	1,7	5,2	$T'_{k_3} = 6,6 N + 53,7$	
12-16	3,0	4	2	6	1,7	5,2	$T'_{k_4} = 6,2 N + 53,7$	
6-10	2,0	2	-	3	0,96	2,45	$T_{w_1} = 5,7 N + 70,6$	
10-12	2,0	2	-	4	0,96	2,45	$T_{w_2} = 5,2 N + 69,4$	
12-14	2,0	2	-	5	0,96	2,45	$T_{w_3} = 4,9 N + 68,6$	
14-16	2,0	3	-	6	0,96	2,45	$T_{w_4} = 4,5 N + 63,1$	
6-10	2,5	2	-	3	0,96	2,45	$T'_{w_1} = 6,8 N + 79,5$	
10-12	2,5	2	-	4	0,96	2,45	$T'_{w_2} = 6,2 N + 78,0$	
12-14	2,5	2	-	5	0,96	2,45	$T'_{w_3} = 5,8 N + 77,0$	
14-16	2,5	2	-	6	0,96	2,45	$T'_{w_4} = 5,2 N + 70,2$	

Współczynniki k i ψ - obliczono jak średnie z szeregu wykonanych pomiarów.

Współczynnik φ przyjęto dla przodków o wysokiej organizacji pracy, z uwzględnieniem rezerwowych maszyn i urządzeń w pobliżu przodku.

Ciężar właściwy węgla γ przyjęto $1,3 \text{ t/m}^3$.

Wartości współczynnika m i b ustalono z szeregu metryk strzażowych dla wyrobisk korytarzowych drażonych w węglu i piaskowcach średniozwięzłych dla $l = 2-3 \text{ m}$.

Mając wyliczone parametry A, B, A_1, B_1 , ustalony dla poszczególnych przypadków równania prostych T_k i T_w (co pokazano w tabelicy 6) przy pomocy których wykreślono nomogramy rys. 2 i 3. Tabela 6 jest bardzo pomocna, gdyż przed odczytaniem czasu trwania cyklu technologicznego z nomogramu można ustalić w zależności od przekroju poprzecznego i postępu wyrobiska korytarzowego parametry techniczno-organizacyjne jak K, n, n' .

6. Wnioski końcowe

1. Wyprowadzenie zależności funkcyjnej pomiędzy czasem cyklu technologicznego i ilością otworów strażowych, pozwala na przeprowadzenie szeregu badań techniczno-organizacyjnych nad poszczególnymi operacjami wchodzącymi w skład cyklu technologicznego.

2. Ustalenie funkcyjne czasu trwania cyklu technologicznego otwiera drogę do badań ekonomicznych, które pozwolą na wyznaczenie optymalnego postępu w wyrobiskach korytarzowych drażonych metodą szybkościową dla poszczególnych rodzajów skał.

3. W oparciu o wskaźniki i czasy jednostkowe uzyskane praktycznie z szeregu pomiarów i chronometraży, można wykreślić jednoznaczne nomogramy z możliwością wykorzystania w całym przemyśle węglowym ułatwiające pracę przy projektowaniu drażenia wyrobiska korytarzowego metodą szybkościową.

4. W oparciu o nomogramy i rachunek ekonomiczny można wysuwać wnioski teoretyczne odnośnie potrzeby skrócenia czasu poszczególnych operacji przez wprowadzenie nowych maszyn i urządzeń o wyższych parametrach wydajnościowych.

LITERATURA

- [1] Chudek M., Kozdrój M., Psota J.: Analiza wyznaczania czasu jednego cyklu technologicznego dla wyrobisk korytarzowych drażonych metodą szybkościową. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej "Górnictwo" w druku.
- [2] Kapusta B.: 1240 m w miesiącu - rekordowy wynik brygady chodnikowej kopalni Siemianowice na robotach przygotowawczych. Wiadomości Górnicze nr 1 1963 r.
- [3] Hubicki W., Pawłowicz K., Sacher W.: Szóstoczmiánowa organizacja pracy w drażeniu wyrobisk przekopowych. Wiadomości Górnicze Nr 4 1961 r.
- [4] Rabsztyn J., Sołtys B.: Mechanizacja chodników a sprawy bhp. Referat na Zjazd SITG 1963 r.
- [5] Gębicki Z., Rączka Z.: Możliwości zastosowania maszyn w robotach chodnikowych ROW. Praca wewnętrzna ZKMPW 1963r
- [6] Janaś J., Czechowicz T.: Drażenie wyrobisk korytarzowych poziomych i pochyłych w kopalniach niegazowych. Referat sekcji VI - Metody Wdrażania Nowości Górniczych SITG - 1964 r.
- [7] Żmuda T., Janaś J. (PRG-Mysłowice): Dokumentacja drażenia wyrobisk korytarzowych metodą zorganizowaną. Opracowanie wewnętrzne 1964 r.
- [8] Marcinkiewicz A., Grabiec St. + zespół (Kop. Bolesław Śmiały): Dokumentacje szybkościowego drażenia chodników węglowych i węglowo-kamiennych. Opracowanie wewnętrzne 1962 r.
- [9] Szulc S. Metody statystyczne. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne Warszawa 1963 r.
- [10] Psota J.: Analiza drażenia wyrobisk korytarzowych metodą szybkościową, (nie publikowane).

УСТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ВРЕМЕНЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА И КОЛИЧЕСТВОМ ШПУРОВ В ШТРЕКОВЫХ ВЫРАБОТКАХ ПОДВЕРГАЕМЫХ СКОРОСТНОЙ ПРОХОДКЕ

Р е з ю м е

Был произведен анализ формул для расчета общего времени технологического цикла в штрековых выработках подвергаемых скоростной проходке по методу приведенному в работе (1).

Была произведена попытка установления функциональной зависимости между поперечным разрезом штрековой выработки и количеством шпуров и была установлена функциональная зависимость между временем технологического цикла в штреках подвергаемых скоростной проходке и количеством шпуров.

Были вычерчены номограммы для произведения анализа времени технологического цикла в штрековых выработках подвергаемых скоростной проходке в зависимости от технико-организационных факторах и от типа горной породы.

THE ESTABLISHMENT OF FUNCTIONAL DEPENDENCE BETWEEN THE TIME OF TECHNOLOGICAL CYCLE AND THE QUANTITY OF BLAST HOLES IN THE DOG HEADINGS DRIVEN BY MEANS OF HIGH-SPEED METHOD

S u m m a r y

The analysis of formulae for the whole time of technological cycle in the dog headings driven with the high-speed method given in the paper (1), has been carried out.

An attempt of establishing the functional dependence between the cross-section of the dog heading and the quantity of blast holes has been made, and the functional dependence between the duration time of the technological cycle in the dog headings driven by means of high-speed method and the quantity of blast holes has been established.

The nomograms making possible the analysis of technological cycle time in the dog headings driven with the high-speed method, depending on the technical and organization parameters and the kind of rocks have been plotted.