

Henryk PRZYBYŁA, Robert KOBIERZEWSKI

WSKAŹNIKI WYKORZYSTANIA ŚRODKÓW TRWAŁYCH
W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule zaprezentowano metodę określania stopnia wykorzystania środków trwałych w gniazdach produkcyjnych kopalń węgla kamiennego. Poprzez analityczne określenie wskaźników ekstensywnego i intensywnego poczyniono próbę utworzenia wskaźnika syntetycznego, który zawiera informacje o wykorzystaniu dyspozycyjnego czasu i dyspozycyjnej mocy.

Ilościowy i jakościowy wzrost technicznego uzbrojenia gniazd produkcyjnych kopalń węgla kamiennego wymaga stałego doskonalenia metod i form organizacji pracy. Do typowych zagadnień z organizacji pracy należy zaliczyć:

- prawidłowe obłożenie robót wynikające z zasady racjonalnego zatrudnienia,
- ustalenie czasu trwania i obłożenia zmiany konserwacyjno-naprawczej,
- zaopatrzenie gniazd produkcyjnych w materiały i części zamienne,
- wysokość i lokalizację elementów rezerwowych,
- koordynację pracy w poszczególnych gniazdach produkcyjnych. itd.

Weryfikatorami stosowanej organizacji pracy są: rytmiczność produkcji, wielkość wydobycia, koszty wydobycia oraz utracone możliwości wydobycia na skutek niepełnego wykorzystania mocy produkcyjnych. Warunki górnictwo-geologiczne oraz rodzaj stosowanych maszyn i urządzeń stwarzają określoną moc produkcyjną, którą można wykorzystać przy odpowiedniej organizacji pracy. Utracone możliwości wydobycia jako różnica pomiędzy wydobyciem przy założeniu pełnego wykorzystania dyspozycyjnego czasu i zdolności znamionowych a wydobyciem uzyskanym są tym niższe, im wyższy jest stopień zagospodarowania dyspozycyjnych sił i środków. Jedną ze specyficznych cech produkcji górniczej jest to, że zasadniczą część wydobycia uzyskuje się z wyrobisk ścianowych, a o wielkości tegoż wydobycia decyduje wykorzystanie maszyny urabiająco-ładującej.

Utracone możliwości wzrostu wydobycia będą zatem niższe, im lepsze będzie wykorzystanie maszyny urabiająco-ładującej, tzn. dłuższy będzie przedział efektywnego czasu oraz praca zbliżona do optymalnego przedziału zdolności znamionowej. Należy tutaj zaznaczyć, że pozostałe maszyny i urządzenia spełniają funkcje usługowe wobec maszyny urabiająco-ładującej (umożliwiają pracę oraz zapewniają bezpieczeństwo dla obsługi maszyny urabiająco-

ładującej). Do oceny ich pracy należy zatem stosować kryteria oceniające, w jakim stopniu umożliwiły efektywną pracę maszynie urabiająco-ładującej. Oznacza to, że wskaźniki oceny pracy maszyny urabiająco-ładującej zawierają w sobie również ocenę pozostałych maszyn i urządzeń stanowiących uzbrojenie gniazda produkcyjnego.

Wskaźniki ekstensywnego wykorzystania środków trwałych

Jednym z zasadniczych czynników limitujących wielkość wydobycia jest efektywny czas pracy, to jest czas, w którym maszyna pracuje zgodnie ze swoim przeznaczeniem. Jeżeli przedmiotem oceny jest maszyna urabiająco-ładująca, to efektywny czas pracy jest przedziałem czasu, w którym maszyna wykonuje funkcje urabiania i ładowania jednocześnie. W przypadku gdy np. kombajn pracuje jako ładowarka - czyszczenie ścieżki kombajnowej - czas tej pracy uważamy za czas stracony, gdyż funkcję tę może spełniać inne urządzenie, np. przenośnik z zamontowanymi klinami samozaładowującymi. Wskaźnik ekstensywnego wykorzystania środków trwałych można zatem zdefiniować jako:

$$W_{ekst} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{si}}{24 - T_{nk}} \frac{L_{dp}}{L_{dk}} \eta \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

T_{si} - efektywny czas pracy na i-tej zmianie (h) (czas, w którym maszyna pracuje zgodnie ze swoim przeznaczeniem),

$n = 1, 2, \dots, i$ - liczba zmian,

T_{nk} - czas naprawy i konserwacji na specjalnie wydzielonej zmianie (h),

L_{dp} - liczba dni pracy w analizowanym okresie (doba),

L_{dk} - liczba dni kalendarzowych w analizowanym okresie (doba),

η - współczynnik uruchomienia, tj. stosunek liczby maszyn danego typu będących na stanie kopalni do liczby maszyn pracujących.

Człon $\frac{\sum_{i=1}^n T_{si}}{24 - T_{nk}}$ określa wykorzystanie maszyn w ciągu doby i jest stosunkiem efektywnego czasu pracy do czasu dyspozycyjnego.

Pragniemy tutaj zasygnalizować zależność pomiędzy efektywnym czasem pracy a czasem przeznaczonym na naprawy i konserwacje. Na podstawie analizy literatury można stwierdzić, że istnieje dla określonej intensywności obsługi takie T_{nk} , dla którego efektywny czas pracy jest najdłuższy. Skracanie czasu T_{nk} prowadzi do wzrostu awaryjności maszyn, a tym samym do zmniejszenia efektywnego czasu pracy.

Człon $\frac{L_{dp}}{L_{dk}}$ określa zagospodarowanie kalendarzowego czasu pracy i jest największy dla ciągłego systemu pracy.

η - współczynnik uruchomień określa stopień zagospodarowania dyspozycyjnych środków. Jeżeli badania dotyczą jednego gniazda produkcyjnego, η przyjmuje wartość wyznaczoną dla całej kopalni (średnio w resorcie 0,94-0,96).

Dla wyznaczenia efektywnego czasu pracy można wykorzystać poniższą zależność:

$$T_e = T_u - [(T_{pu} + T_{pn}) + (T_{s1} + T_{s2})]$$

lub

$$T_e = T_p - T_{pu} - T_{pn} \quad (2)$$

gdzie:

T_u - ustawowy czas pracy (h),

T_{pu} - czas przerw uzasadnionych, wynikających z technologii i rodzaju stosowanej maszyny, np. jazda powrotna kombajnu o jednokierunkowym urabianiu, czas przesuwania napędów itp. (h),

T_p - czas przerw nieuzasadnionych, których przyczyną mogą być awarie, niewłaściwa organizacja pracy itp. (h),

T_{s1} - czas stracony na zjazd i wyjazd szybem żałogi (h),

T_{s2} - czas stracony na dojazd - dojście do miejsca pracy (h) i drogę powrotną.

$T_{s2} = 0$ dla czterozmianowego systemu pracy, gdy mamy wymianę żałogi w miejscu pracy (h),

T_p - czas przebywania w miejscu pracy (h).

Proponowany wskaźnik ekstensywnego wykorzystania maszyn i urządzeń określa zatem, w jakim procencie wykorzystaliśmy dyspozycyjny czas pracy w sposób bezwzględny. W ocenie tej zawarta jest również informacja o nowoczesności stosowanych maszyn i urządzeń. Wynika to z faktu, że nie uwzględnia czasu przerw uzasadnionych, które zależą przede wszystkim od rodzaju stosowanych maszyn. Dla porównania może posłużyć kombajn do jednokierunkowego urabiania i kombajn do dwukierunkowego urabiania i samozwracający się. Chcąc uwzględnić ten czynnik (nie zawsze zależny od decydena) proponujemy wskaźnik ekstensywny skorygowany w postaci:

$$W_{eks\ sk} = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{Ei} + T_{pu1})}{24 - T_{nk}} \cdot \frac{L_{dp}}{L_{dk}} \cdot \eta \cdot 100\%$$

gdzie:

T_{pu1} - czas przerw uzasadnionych na i-tej zmianie (h).

Wskaźnik intensywnego wykorzystania

Drugim zasadniczym czynnikiem współdecydującym o wielkości wydobycia (produkcji) jest stopień wykorzystania zdolności znamionowej maszyny

$$W_{int} = \frac{Zd_{rzecz}}{Zd_{znam}} 100\%$$

gdzie:

Zd_{rzecz} - zdolność rzeczywista, np. T/min,

Zd_{znam} - zdolność znamionowa T/min.

Na podstawie literatury z zakresu eksploatacji maszyn i urządzeń można stwierdzić, że istnieje optymalny przedział wykorzystania zdolności znamionowej szacowany na 80-90% zdolności. Jest to przedział, w którym zużycie maszyny i pobór mocy są możliwie najmniejsze. Należy tutaj dodać, że są to wielkości średnie, a więc należałoby je skonkretyzować dla konkretnych warunków, w jakich pracuje maszyna, np. inny będzie przedział dla kombajnu urabiającego węgiel bez przerostów, a inny dla urabiania węgla z przerostami czy wrzutkami pirytowni.

Ponieważ przedmiotem obserwacji jest maszyna urabiająco-ładująca, a przede wszystkim kombajn, dla określenia jego zdolności można posłużyć się trzema wielkościami, tj. głębokością zaboru, prędkością posuwu kombajnu i wysokością zaboru.

Wskaźnik intensywnego wykorzystania będzie zatem iloczynem:

$$W_{int} = \left[\frac{v_{rzecz}}{v_{znam}} \frac{h_{rzecz}}{h_{znam}} \frac{Z_{rzecz}}{Z_{znam}} \right] 100$$

lub

$$W_{int} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot 100\%$$

gdzie:

v - prędkość posuwu kombajnu ($\frac{m}{min}$),

h - wysokość urabiania (m),

Z - głębokość zaboru (m),

$\alpha_1 = \frac{v_{rzecz}}{v_{znam}}$ określa stopień wykorzystania prędkości znamionowej,

$\alpha_2 = \frac{h_{rzecz}}{h_{znam}}$ określa stopień wykorzystania wysokości urabiania,

$\alpha_3 = \frac{Z_{rzecz}}{Z_{znam}}$ określa stopień wykorzystania głębokości zaboru.

Jednym ze znamion nowoczesności maszyn urabiająco-ładujących jest automatyczna regulacja prędkości posuwu kombajnu i prędkości obrotowej bębnow do oporów na skrawanie.

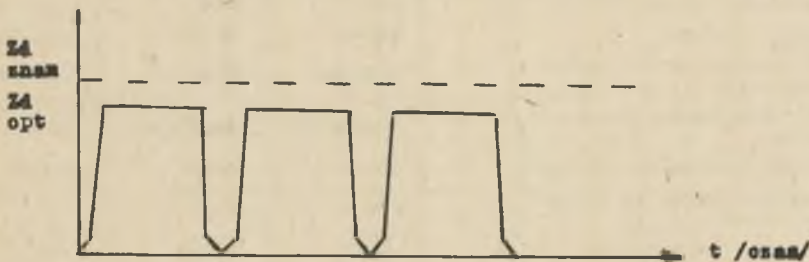
W przypadku znanych oporów na skrawanie dobre efekty daje włączanie wody do calizny czy strzelanie wstrząsowe.

Wskaźnik integralnego wykorzystania środków trwałych

Dla oceny wykorzystania maszyn i urządzeń proponujemy iloczyn wskaźnika ekstensywnego i intensywnego wykorzystania środków trwałych, a więc wskaźnik zawierający w sobie informację o wykorzystaniu dyspozycyjnego czasu i dyspozycyjnej mocy

$$W_{\text{intgr}} = W_{\text{ekst}} \cdot W_{\text{int}} \%$$

Analizując proponowane wskaźniki można na ich podstawie przedstawić zdaniem autorów optymalną charakterystykę pracy maszyn i urządzeń, którą obrazuje rys. 1



Rys. 1

W przedstawionej charakterystyce można wyróżnić typowe momenty: rozruch - dochodzenie do zdolności optymalnej - równomierna praca i zakończenie cyklu pracy.

Dla zobrazowania proponowanych wskaźników wybraliśmy w sposób losowy trzy wyrobiska ścianowe, których załączamy krótką charakterystykę. Do wyznaczenia samych wskaźników przeprowadziliśmy obserwacje w okresie 32 dni. Z uwagi na to, że wydobywanie oraz poszczególne czasy są wielkościami losowymi podaliśmy wielkości średnie \bar{w} i odchylenie standardowe σ oraz liczbę zdarzeń mieszczących się w przedziałach $\bar{w} \pm \sigma$ i $\bar{w} \pm 2\sigma$.

Wielkości zamieszczono w tabelach 1, 2, 3.

gdzie:

- \bar{w} - wielkość średnia,
- σ - odchylenie standardowe,
- $a(\bar{w} \pm \sigma)$ - liczba pomiarów z przedziału $\bar{w} \pm \sigma$,
- $n(\bar{w} \pm 2\sigma)$ - liczba pomiarów z przedziału $\bar{w} \pm 2\sigma$,
- w_{min} - wielkość minimalna,
- w_{max} - wielkość maksymalna.

Przedstawione w tabelach wyniki naszym zdaniem w sposób właściwy odzwierciedlają stopień wykorzystania dyspozycyjnych sił i środków, jak również wskazują na rezerwy tkwiące zarówno w organizacji pracy (wskaźniki

Tabela 1

Charakterystyka ścian

Wyszczególnienie	Jedn. miary	Symbol oddziału		
		G1	G2	G3
Oddział		G1	G2	G3
Nr ściany		240	18	124
Nr pokładu		620	509	510
Długość ściany	m	202,5	198	195
Mięszość pokładu	m	1,65	2,20	3,50
Wysokość wybieranej warstwy	m	1,65	2,20	3,50
Nachylenie (ściany) pokładu	stop.	18-22°	20-28°	12-20°
Planowany wybieg ściany	m	640	800	1240
Rodzaj obudowy		SHC-40	SHC-40	FAZOS-22/35
Typ maszyny urabiająco-ładującej		KWB-3Du	KWB-3Du	KWB-3Du
Typ przenośnika ściannowego		Samson-NP	Samson-NP	Rybnik-76
Sposób kierowania stropem		Zawał	Zawał	Zawał
Urabiał. węgla wg Protodiakonowa		1,8	2,4	2,4
Zdolność produkcyjna ściany	t/d	1080	1325	2660
System pracy		3-zmian.	4-zmian.	4-zmian.
Normowany czas pracy	min.	370	370	360
Wysokość organu urabiającego	m	1,45	1,45	3,50
Głębokość zabioru organ. urab.	m	1,00	1,00	0,60

Tabela 2

Wskaźniki ekstenywnego wykorzystania maszyn i urządzeń

	\bar{w}_{ekst}	\bar{G}	$w_{eks \min}$	$w_{eks \max}$	$\bar{w}_{ekst} \pm \bar{G}$	$\bar{w}_{eks} \pm 2\bar{G}$	n ($w_{eks} \pm \bar{G}$)	n ($w_{eks} \pm \bar{G}$)
G-1	39,3	3,7	30,9	45,7	43,0 35,6	46,7 31,9	25	31
G-2	68,5	0,8	67,3	69,5	69,3 67,8	70,1 67,0	23	32
G-3	69,1	3,8	64,8	73,7	72,9 65,3	76,7 61,5	26	32

Tabela 3

Wskaźniki intensywnego wykorzystania maszyn i urządzeń

	\bar{w}_{int}	σ	$w_{int \min}$	$w_{int \max}$	$\bar{w}_{int} \pm \sigma$	$\bar{w}_{int} \pm 2\sigma$	n ($w_{int} \pm \sigma$)	n ($w_{int} \pm 2\sigma$)
G-1	28,3	2,7	23,7	29,2	31,0 25,6	33,7 22,9	27	32
G-2	21,9	5,3	15,8	26,8	27,2 16,6	32,5 11,3	29	32
G-3	15,8	1,6	11,6	19,9	27,4 14,2	19,0 12,6	30	30

Tabela 4

Wskaźniki integralnego wykorzystania maszyn i urządzeń

	\bar{w}_{intg}	σ	$w_{int \min}$	$w_{int \max}$	$\bar{w}_{int} \pm \sigma$	$\bar{w}_{int} \pm 2\sigma$	n ($w_{int} \pm \sigma$)	n ($w_{int} \pm 2\sigma$)
G-1	11,1	1,4	7,7	11,8	12,5 9,7	13,9 8,3	27	31
G-2	15,0	1,6	10,6	18,2	16,6 13,4	18,2 11,8	27	29
G-3	10,9	0,9	7,7	15,5	11,8 10,0	12,7 9,1	28	29

ekstensywne), jak i w technice eksploatacji maszyn (wskaźniki intensywne). Uważamy zatem, że mogą one służyć do oceny wykorzystania maszyn i urządzeń w ramach kopalń węgla kamiennego.

W tabelach 2, 3 i 4 zaprezentowano:

- wielkości średnie, \bar{w}
- odchylenie średnie, będące miarą rozproszenia wyników wokół wyniku średniego, σ
- minimalną i maksymalną wartość wskaźników umożliwiającą wyznaczenie operatywnego, realizowanego w praktyce przedziału zmian,
- liczebności wyników mieszczących się w przedziałach

$$\bar{w} \pm \sigma; \quad \bar{w} \pm 2\sigma.$$

Z przedstawionych wyliczeń wynika, że zasadnicza część wyników mieści się w przedziale $\bar{w} \pm 2\sigma$ a operatywny, realizowany przedział zmian stanowi 10-20% wyników średnich, co oznacza zmiany w wydobywaniu rządu 150-300 T/d.

Wartości średnie wskazują natomiast zakres rezerwy, jakie są możliwe do zagospodarowania przy sprawnej organizacji i sprawnych maszynach i urządzeniach.

LITERATURA

- [1] KOZDRÓJ M.: Organizacja i podstawy automatyzacji i zarządzania w KWK. "Śląsk", Katowice 1972.
- [2] SITKO W.: Ekonomika górnictwa. Skrypt uczelniany Pol.Śl. nr 596. Gliwice 1976.
- [3] SITKO W., CHMIEŁA A., KOZYRA J.: Projektowanie organizacji wybierania węgla kamiennego. Skrypt uczelniany Pol.Śl. nr 475, Gliwice 1974.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Włodzimierz Sitko

Wpłynęło do Redakcji 9.03.1982 r.

ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ НА КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Р е з ю м е

В статье представлен метод определения степени использования основных средств в производственном гнезде на каменноугольных шахтах.

Путем аналитического определения экстенсивного и интенсивного показателей была произведена попытка образования синтетического показателя, который содержит информации об использовании времени и мощности имеющихся в распоряжении.

INDICATORS OF UTILIZATION OF MEANS OF PRODUCTION IN COAL-MINES

S u m m a r y

The article presents a method of determining the degree of utilization of means of production in work centres of coal-mines. By the analytic determination of extensive and intensive indicators there has been an attempt to create a synthetic indicator which contains the information about the utilization of disposable time and power.