

Henryk Przybyła  
Joachim Czabanka

WSKAŹNIKI WYKORZYSTANIA ZDOLNOŚCI PRODUKCYJNYCH MASZYN I URZĄDZEŃ  
PRACUJĄCYCH W WYROBISKACH EKSPLOATACYJNYCH INSTRUMENTEM OCENY PRACY  
I TRAFNOŚCI ROZWIĄZAŃ TECHNICZNO-ORGANIZACYJNYCH I TECHNOLOGICZNYCH

Streszczenie: W artykule zaproponowano wskaźniki wykorzystania zdolności produkcyjnych maszyn i urządzeń pracujących w wyrobiskach eksploatacyjnych, które odzwierciedlają w sobie osiągnięcia z zakresu techniki, technologii i organizacji. Podstawą w stosunku do której porównuje się stan rzeczywisty jest znamionowa zdolność produkcyjna danego środka określona przez projektanta lub producenta. Wskazuje zatem w jakim stopniu wykorzystano możliwości tkwiące w posiadanych środkach.

Cechą charakterystyczną dokonywujących się przemian społecznych i gospodarczych jest gwałtowny wzrost zapotrzebowania na surowce energetyczne. Górnictwo węglowe jest głównym producentem - dostawcą jednego z podstawowych surowców energetycznych - węgla kamiennego. Aby sprostać stale wzrastającym wymaganiom ilościowym i jakościowym odbiorców, koniecznością jest stosowanie w produkcji górniczej nowoczesnych rozwiązań technicznych, technologicznych i organizacyjnych. Nowoczesność w kopalniach węgla kamiennego przejawia się w wysokiej koncentracji wydobycia, w wysokiej wydajności pracy oraz wzrostem bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy tutaj również dodać, że stosowane w górnictwie węglowym maszyny i urządzenia techniczne prawie że wyeliminowały jakże trudną pracę fizyczną w wyrobiskach eksploatacyjnych. W miarę jednak wzrostu technicznego uzbrojenia miejsc pracy w górnictwie rosną wymagania w stosunku do kadry kierowniczej odnośnie wykorzystania coraz większego i droższego potencjału produkcyjnego tkwiącego w tych maszynach i urządzeniach. Nie wnikając w przyczyny i skutki niedawnego kryzysu energetycznego należy stwierdzić, że polski węgiel będzie konkurencyjny na rynkach światowych jedynie wtedy, jeżeli potrafimy w sposób optymalny wykorzystywać dyspozycyjne siły i środki zaangażowane w jego wydobycie.

Jednym ze wskaźników weryfikujących stopień wykorzystania zdolności produkcyjnej maszyn i urządzeń jest jednostkowy koszt wydobycia, czyli wyrażony w formie pieniężnej nakład sił i środków poniesiony na wydobycie jednej tony węgla. Stosowanie formy pieniężnej i kosztu jednostkowego jako weryfikatora trafności rozwiązań techniczno-organizacyjnych i technologicznych oprócz szeregu powszechnie znanych zalet ma tę poważną wadę, że koszt jednostkowy jest szczególnie podatny na wpływ otoczenia (warunków

górnictwo-geologicznych) i czynników zewnętrznych takich jak np. zmiany cen, płac, zmiany stawek amortyzacyjnych itd.

Wynika z tego, że koszt jednostkowy może być weryfikatorem jedynie po sprawdzeniu go do porównywalności, tzn. po uwzględnieniu zmian niezależnych od kierownictwa zakładu, a które zaszły w analizowanym okresie. Jeżeli stosowany weryfikator ma przyczynić się do usprawnienia procesu produkcyjnego powinien:

- umożliwić w miarę możliwości obiektywną ocenę wyników produkcyjnych,
- wskazywać kierunki usprawnień i istniejące rezerwy produkcyjne,
- umożliwić bieżącą analizę i kontrolę tegoż procesu.

Każde przesunięcie czasowe o  $\Delta t$  pomiędzy produkcją a jej oceną stwarza to zagrożenie, że w przypadku nieprzewidzianego jej przebiegu powstałe straty rosną proporcjonalnie do wielkości  $\Delta t$ . Należy tutaj także dodać, że koszt stanowi skutek takiej a nie innej pracy, takiego a nie innego rozwiązania techniczno-organizacyjnego i technologicznego, a więc jako taki powinien być analizowany na etapie planowania i projektowania produkcji górniczej. Kierownictwo kopalni oraz poszczególnych oddziałów wydobywczych zainteresowane jest przede wszystkim wykrywaniem i przeciwdziałaniem przyczynom powodującym zakłócenia w procesie produkcyjnym. Mając to na uwadze proponuje się jako weryfikator pracy oddziałów produkcyjnych wprowadzić wskaźnik wykorzystania zdolności produkcyjnej maszyn i urządzeń zainstalowanych w ścianie. W wyrobiskach wybierkowych o wielkości wydobycia decyduje stopień wykorzystania dyspozycyjnego czasu pracy i zdolności znamionowej maszyny urabiająco-ładującej (kombajn, strug itp.), stąd też mówiąc o zdolności produkcyjnej maszyn i urządzeń produkcyjnych zainstalowanych w ścianie będziemy rozumieli zdolność produkcyjną maszyny urabiająco-ładującej. Wynika to z funkcji i przeznaczenia pozostałych maszyn i urządzeń technicznych zainstalowanych w ścianie, np. obudowa ma umożliwić pracę maszynie urabiającej, przenośnik - umożliwić pracę maszynie urabiającej i odtransportować urobiony urobek. Z uwagi na to, że stosowany weryfikator ma wskazywać kierunki usprawnień proponujemy następujący tok obliczeń:

1. obliczenie wskaźnika wykorzystania gotowości techniczno-organizacyjnej ( $W_{ot}$ ) będącego iloczynem, ekstensywnego ( $W_{ot\text{ ekst}}$ ) i intensywnego ( $W_{ot\text{ int}}$ ) wskaźnika wykorzystania gotowości techniczno-organizacyjnej,
2. obliczenie wskaźnika wykorzystania zdolności technicznej ( $W_t$ ) będącego iloczynem ekstensywnego ( $W_t\text{ ekst}$ ) i intensywnego wskaźnika wykorzystania zdolności technicznej,
3. obliczenie wskaźnika wykorzystania zdolności produkcyjnej ściany ( $W_{zd}$ ) będącego iloczynem ekstensywnego ( $W_{zd\text{ ekst}}$ ) i intensywnego wskaźnika wykorzystania zdolności produkcyjnej ściany.

Wyróżnienie wskaźnika ekstensywnego pozwala ocenić stopień wykorzystania dyspozycyjnego czasu pracy oraz wskazuje na istniejące rezerwy w tym zakresie.

Wskaźnik intensywny mówi nam o stopniu wykorzystania wydajności znamionowej maszyny urabiająco-ładującej, a więc zarazem o trafności doboru maszyny urabiająco-ładującej do istniejących warunków górniczo-geologicznych. W przypadku niskiego wykorzystania wydajności znamionowej, kierownictwo oddziału powinno wykorzystać wszystkie możliwe środki (wtłaczanie wody do pokładu, odpowiednie usytuowanie frontu względem kłiważu itd.) umożliwiające lepsze wykorzystanie wydajności maszyny urabiająco-ładującej a tym samym wzrost wskaźnika.

1. Wskaźnik wykorzystania gotowości techniczno-organizacyjnej -  $W_{ot}$

$$W_{ot \text{ ekst}} = \frac{T_u + T_o}{T_p} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$W_{ot \text{ int}} = \frac{Q_{rzecz} \cdot \frac{T_p}{T_u + T_o}}{\varepsilon_{znam} (T_u + T_o)} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$W_{ot} = \frac{Q_{rzecz}}{\varepsilon_{znam} (T_u + T_o)} \cdot 100 \quad [\%]$$

2. Wskaźnik wykorzystania zdolności technicznej -  $W_t$

$$W_t \text{ ekst} = \frac{T_u}{T_p - T_o} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$W_t \text{ int} = \frac{Q_{rzecz}}{T_u \varepsilon_{znam}} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$W_t = \frac{Q_{rzecz}}{\varepsilon_{znam} (T_p - T_o)} \cdot 100 \quad [\%]$$

3. Wskaźnik wykorzystania zdolności produkcyjnej ściany -  $W_{zd}$

$$W_{zd \text{ ekst}} = \frac{T_u}{T_p} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$W_{zd \text{ int}} = \frac{Q_{rzecz}}{\varepsilon_{znam} \cdot T_u} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$W_{zd} = \frac{Q_{rzecz}}{\varepsilon_{znam} \cdot T_p} \cdot 100 \quad [\%]$$

gdzie:

$T_u$	- czas urabiania (min/dobę),
$T_o$	- czas przerw organizacyjnych (min/dobę),
$T_p$	- możliwy czas pracy w danej ścianie wynikający z możliwego systemu pracy (min/dobę),
$Q_{rzecz}$	- wydobyte z danej ściany (T/dobę),
$S_{znam}$	- wydajność znamionowa maszyny urabiającej (T/min),
$W_{...ekst}$	- wskaźnik ekstensywny (%),
$W_{...int}$	- wskaźnik intensywny (%).

Analizując przedstawione wzory można zauważyć, że dominuje w nich porównanie parametrów rzeczywistych z teoretycznie możliwymi. Ten sposób postępowania wskazuje zatem w jakim stopniu wykorzystaliśmy szanse jakie nam stworzyły stosowane rozwiązania techniczno-organizacyjne i technologiczne. Teraz należałoby wskazać kierunki dalszych usprawnień analizując czy uprzednio dokonany postęp techniczno-organizacyjny znajduje swoje odzwierciedlenie w omawianych wskaźnikach.

Należy zatem wyliczyć podstawowe składowe czasu pracy, tj.: - czas urabiania -  $T_u$ ; czas przerw techniczno-organizacyjnych i technologicznych (przewidzianych) -  $T_o$ ; oraz czas przerw nieprzewidzianych spowodowanych np. - awarią maszyn, brakiem wozów na punkcie załadunkowym, brakiem prądu itd.

O wielkości wydobywania decydują dwa czynniki: czas urabiania oraz osiągnięta zdolność produkcyjna maszyny urabiającej równa  $\frac{Q_{rzecz}}{T_u}$  (T/min).

Wydłużenie czasu urabiania można uzyskać przez:

- ograniczanie czasu trwania przerw techniczno-organizacyjnych i technologicznych - poprzez:
  1. stosowanie kombajnów do urabiania dwukierunkowego, kombajnów samozawrębiających itd.,
  2. zmiany w technologii wybierania (wydłużenie ścian, prowadzenie ścian z wymuszonym zawałem stropu itd.),
  3. zmiany organizacyjne (zwiększanie zmianowości, dowóz pracowników do miejsc pracy itd.),
- ograniczenie czasu trwania przerw nieprzewidzianych między innymi przez lepsze rozeznanie warunków górniczo-geologicznych, poprawę niezawodności maszyn i urządzeń, stosowanie akumulatorów urobku itd.

Pełniejsze wykorzystanie zdolności produkcyjnej maszyn urabiająco-ładujących można uzyskać poprzez:

- zwiększenie liczby maszyn urabiająco-ładujących oraz bardziej niż dotychczas zróżnicowanie ich pod względem zakresu stosowności i mocy silników. Umożliwia to lepszy dobór maszyn do warunków panujących w danym wyrobisku wybierkowym,
- przejęcie maszyn i urządzeń przez zakłady naprawcze a tym samym wię-

kszenie zbioru alternatyw w wyborze maszyn. W sytuacji gdy kopalnie były jedyne dysponentami maszyn i urządzeń liczba alternatyw była ograniczona stanem posiadania,

- stosowanie nowych rozwiązań technologicznych takich jak na przykład wiązanie wody pod ciśnieniem itp.

Ponieważ w formułach obliczeniowych porównuje się stan aktualny ze stanem możliwym proponowane wskaźniki są w miarę możliwości obiektywne oraz umożliwiając dokonywanie porównań bez względu na typy maszyn oraz stosowane rozwiązania technologiczne.

### Przykłady

#### KWK "A" (1)

grubość pokładu	- 1,25 m
nachylenie pokładu	- 4-6°
długość ściany	- 202 m
wysokość ściany	- 1,1 m

#### Wyposażenie ściany:

- kombajn KB-125z o zabiorze 0,7 m, średnica organu urabiającego 1100 mm (urabianie dwukierunkowe),
- obudowa zmechanizowana typu Schwarz-Wild, 170 sekcji,
- przenośnik zgrzebłowy PZS-620 (Śląsk-67) w układzie 4 napędowym.

#### W ścianie zastosowano:

- potokową formę organizacji robót, formę organizacji pracy - drużyny kompleksowe z wydzieleniem ogniw, czterozmianowy system pracy.

#### Wyniki produkcyjne:

- średnie wydobycie dobowe	- 2300 T/dobę,
- średni czas urabiania	- 768 min/dobę,
- czas pracy	- 1440 min/dobę,
- czas przerw organizacyjnych przewidzianych	- 256 min/dobę.

#### KWK "B" (2)

grubość pokładu	- 2,4 m (2,3-2,7)
nachylenie pokładu	- 8°
długość ściany	- 202 m

#### Wyposażenie ściany:

- kombajn KR-1 o zabiorze 0,7 m, średnica organu urabiającego 1500 mm,
- obudowa stojaki hydrauliczne indywidualne typu SHC-40, stropnice stalowo-członowe SCG-51D/11C długości 1,4 m,
- przesuwanie przenośnika stojakami hydraulicznymi SHC-40 odpowiednio przystosowanymi do tego celu.

#### W ścianie zastosowano:

- cykliczno-potokową, wielocykliczną zespoloną formę organizacji robót,

forma organizacji pracy, drużyny kompleksów uniwersalne, czterozmianowy system pracy.

Wyniki produkcyjne:

- średnie wydobywanie - 3900 T/dobę,
- czas pracy - 1440 m/dobę,
- czas przerw organizacyjnych przewidzianych - 235 min/dobę,
- czas urabiania - 1010 min/dobę,

KWK "C" (3)

- grubość pokładu - 2,6 - 3,0 m
- nachylenie pokładu - 3-4°
- długość ściany - 110 m

Wyposażenie ściany:

- kombajn KSz-1 kG z dwoma bębniami, średnicy 1400 mm i zabiorze 0,63 m,
- obudowa OMKTM - 100 zestawów,
- przenośnik typu PS-63.

W ścianie zastosowano:

- potokową formę organizacji robót, formą organizacji pracy - drużyny kompleksowe uniwersalne trójzmianowy system pracy.

Wyniki produkcyjne:

- średnie wydobywanie - 1634 T/dobę
- czas urabiania - 505
- czas pracy - 1080
- czas przerw organizacyjnych przewidzianych - 470 min

Wyniki obliczeń przedstawia poniższa tabela.

Rodzaj wskaźnika	Nazwa kopalni	$W_{ot}$ %	$W_t$ %	$W_{zd}$ %
W...ekst	KWK "A"	82,22	75,00	53,33
	KWK "B"	86,45	83,81	70,13
	KWK "C"	90,28	82,78	46,76
W...int	KWK "A"	33,74	42,78	42,78
	KWK "B"	60,04	64,35	64,35
	KWK "C"	82,40	107,83	107,83
W	KWK "A"	27,75	32,09	22,82
	KWK "B"	52,20	53,94	45,14
	KWK "C"	74,46	89,27	50,42

Z przedstawionych przykładów wynika, że:

- uwaga konstruktorów powinna być skoncentrowana na takich rozwiązaniach,

które umożliwiają pracę maszyny urabiająco-ładującej bez konieczności stosowania przerw organizacyjnych i technologicznych - przewidzianych (kombajny przystosowane do urabiania dwukierunkowego, samozawrębiające, agregaty wybierkowe),

- uwaga producentów maszyn i urządzeń powinna koncentrować się na stałym wzroście cech jakościowych produkowanych maszyn i urządzeń,
- uwaga projektantów eksploatacji złożeń powinna być skoncentrowana na optymalnym doborze maszyn i urządzeń do warunków naturalnych w jakich będzie odbywał się proces produkcyjny, umożliwiającym pełne wykorzystanie mocy produkcyjnych tkwiących w tych maszynach i urządzeniach.

#### LITERATURA

- [1] Szczytowy wynik wydobywania ze ściany zawałowej uzyskany w KWK "Lenin". ZKMPW Nr 309, 1972 r.
- [2] Rekordowy wynik wydobywania ze ściany zawałowej uzyskany w KWK "Bytom". ZKMPW Nr 353, 1973 r.
- [3] Szczytowy wynik wydajności uzyskany w ścianie z obudową ОМКТ w kopalni "Ziemowit". ZKMPW Nr 286, 1972 r.

ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩИХ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВЫРАБОТКАХ, КАК СРЕДСТВО ОЦЕНКИ РАБОТЫ И ПРАВИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

#### Резюме:

В статье представлены показатели использования производственных мощностей машин и оборудования, работающих в эксплуатационных выработках. Показатели эти отражают достижения в области техники, технологии и организации.

Основой, с которой сравнивают действительное состояние, является знаменательная производственная мощность данного средства, определяемая проектантом или производителем. Знаменательная производственная мощность показывает, в какой степени используются возможности, имеющиеся в располагаемых производителем средствах.

INDICATORS OF EFFICIENCY PRODUCTION MACHINES AND DEVICES USED IN MINING WORKINGS AS INSTRUMENTS OF WORK ESTIMATION AND RIGHTNESS OF TECHNICAL-ORGANIZATION AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

#### Summary

In the paper the authors suggested some indicators of efficiency of production machines and devices used in mining workings, which reflect the

