ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1967
Seria: GÓRNICTWO z. 21 Nr kol. 185

MARIAN KOZDRÓJ, CZESŁAW POTOCKI,
ADAM GRACA, JÓZEF SOJA

DOBÓR OPTYMALNEJ DŁUGOŚCI ŚCIAN ZE WZGLĘDU NA STRATY WYNIKŁE NA SKUTEK PRZERW

Streszczenie. Na podstawie przeprowadzonych chronometraży określono optymalną długość ścian, ze względu na straty czasu wynikłe na skutek przerw.

Dotychczasowe metody projektowania optymalnej długości ścian w Polskim Górnictwie Węglowym obejmują przede wszystkim warunki górniczo-geologiczne, żądane wielkości wydobycia, mechanizacji i organizacji przodka. Opracowanie niniejsze ma na celu ustalenie optymalnej długości ściany ze względu na straty czasu roboczego. Odnosi się to jedynie do ścian pracujących na zawał i wyposażonych w kombajny bębnowe. Opracowanie niniejsze jest próbą przedstawienia drogi poszukiwania optymalnej długości ściany przy której wydajność przodkowa będzie największa przy jednoczesnych minimalnych stratach czasu roboczego. Przerwy powstające podczas pracy w ścianach kombajnowych podzielono na:

1) przymusowe,
2) nieprzymusowe.

Za kryterium podziału przyjęto pracę maszyny urabiająco-ładującej.

ad 1) do przerw przymusowych zaliczono czas tracony zależny jedynie od pracy kombajnu takie jak:

a) awaria kombajnu,
b) przygotowanie kombajnu do urabiania,
c) przygotowanie kombajnu do zjazdu,
d) wymiana noży,
e) zerwanie cięgien,

f) smarowanie kombajnu,
g) postoje wynikłe na skutek strzelania wnęk kombajnowych.

ad 2) do przerw nieprzymusowych zaliczono czas tracony niezależnie od pracy kombajnu, takie jak:

a) brak energii,
b) awaria przenośnika,
c) rozbijanie kęsów,
d) czyszczenie spągu,
e) brak wozów,
f) postoje wynikłe na skutek uzupełnienia obudowy,
g) postoje wynikłe na skutek transportu materiałów.

Przy doborze optymalnej długości ścian wzięto pod uwagę sumę obu rodzajów wymienionych przerw. Opracowując zagadnienie optymalnej długości ścian na podstawie zaistniałych strat czasu roboczego oparto się o chronometraże sporządzane przez zespół inż.
J. Chlącha z ZKMPW Gliwice. Optymalizacja długości ścian dotyczy dwóch systemów urabiania kombajnami bębnowymi.

A) Systemu jednokierunkowej pracy kombajnu.
B) Systemu dwukierunkowej pracy kombajnu.

Przeprowadzając analizę wpływu długości ściany na straty czasowe brano pod uwagę jedynie te ściany, które są do siebie zbliżone wszystkimi parametrami, łącznie z wyposażeniem ściany, a różniące się jedynie długościami.

A) Ściany wyposażone w kombajny o systemie jednokierunkowego urabiania

Przy optymalizacji długości ściany dla systemu jednokierunkowej pracy kombajnu wzięto pod uwagę siedem ścian z czterech kopalń a mianowicie:

Kopalnia Ps. - 3 ściany
Kopalnia M.R. - 2 ściany
Kopalnia B. - 1 ściana
Kopalnia Ma. - 1 ściana

Tablica 1

Kopalnia	P	P	P	B	M.-R.	M.-R.	Ma
Dane ściany	I	II	III	IV	V	VI	VII
Pokład/ Oddział	620/I	51o/IV	505/II	407/1/VI	508/X	610/II	404/V
długość ściany	54 m	85 m	120 m	150 m	167 m	193 m	280 m
wysokość pokładu	1,45 m	1,4 m	1,1 m	1,3 m	1,9 m	1,3 m	1,1 m
nachylenie	3°	$4-6^{o}$	$2-5^{o}$	6°	$6-12^{o}$	30°	6°
typ kombajnu	KMB-2	KWB-2	KWB-2	KWB-2	KWB-2	KWB-2	KWB-2
zabiór	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m
średnica organ. urab.	950 mm	950 mm	950 mm	950 mm	950 mm	950 mm	950 mm
rodzaj obudowy	stal-człon	stal-człon	stal-człon	stal-człon	stal-człon	stal-człon	stal-człon
sposób urabiania	jednokier.	jednokier.	jednokier.	jednokier.	jednokier.	jednokier.	jednokier

Tablica 2

Kopalnia	Te czas trwania cyklu	T_u czas urabiania	t_z czas zjazdu	t_{pk} czas trwania przekładki	Przerwy przymusowe t_{pp}	Przerwy nieprzymusowe t_{pn}	Suma	% Procent czasu trwania
P 620/I	170'	33'	19'	44'	43'	31'	74'	43,50
	176'	40'	18'	37'	44'	37'	81'	46,00
	198'	42'	22'	24'	97'	13'	110'	55,45
	149'	31'	16'	39'	63'	-	63'	42,35
średnio	174'	37'	19'	36'	62'	20'	82'	46,85
P 610/IV	187'	59'	45'	52'	10'	21'	31'	16,60
	186'	49'	38'	33'	44'	22'	66'	35,50
	180'	59'	41'	48'	6'	26'	32'	17,80
średnio	185'	56'	41'	44'	20'	23'	43'	23,30
P 505/II	230'	94'	68'	36'	13'	20'	33'	14,35
	240'	92'	74'	32'	20'	22'	42'	17,50
	254'	90'	69'	47'	18'	30'	48'	18,90
	246'	83'	98'	40'	10'	15'	25'	10,15
średnio	242'	89'	79'	39'	15'	22'	37'	15,22
B 407/1/VI	327'	102'	65'	50'	86'	34'	120'	36,60
	238'	92'	48'	34'	10'	'	64'	26,80
	283'	109'	69'	34'	57'	14'	71'	25,10
średnio	281'	101'	61'	39'	51'	34'	85'	29,50
M.-R. 508/X	287'	107'	77'	30'	57'	16'	73'	25,45
	293'	131'	70'	52'	18'	22'	40'	13,50
	307'	119'	71'	47'	42'	28'	70'	22,75
średnio	296'	119'	73'	43'	39'	22'	61'	20,56
M.-R. 610/II	370'	139'	88'	42'	44'	57'	101'	27,30
	362'	134'	82'	48'	58'	40'	98'	27,10
	330'	146'	95'	31'	28'	30'	58'	17,60
średnio	355'	139'	88'	40'	43'	43'	86'	24,00
M. 404/V	502'	206'	121'	28'	65'	82'	147'	29,30
	547'	217'	123'	27'	114'	66'	180'	33,00
	498'	209'	121'	28'	48'	92'	140'	28,30
średnio	518'	211'	121'	28'	76'	80'	158'	30,20

Zestawienie ścian wziętych do analizy ujmuje tablica 1. Ściany brane do analizy mieszczą się w granicach długości 54-280 m, a więc ujmują cały zakres możliwości stosowania kombajnów bębnowych, o systemie pracy jednokierunkowym. Wskutek niemożliwości znalezienia ścian o tych samych parametrach w zakresie długości, wysokości pokładu oraz nachylenia, do analizy użyto dwie ściany w pewnym sensie nietypowe różniące się od pozostałych, jedna wysokością ściany, drugą nachyleniem pokładu. Ściany te występują na kopalni M.-R. Ściana w pokładzie 508/X posiada wysokość 1,9 m, a więc jest średnio wyższa od pozostałych o 0,5 m. Ściana w pokładzie 610/II posiada nachylenie 30°, a więc większe o średnio 25° w porównaniu do pozostałych ścian. W każdej z badanych ścian wykonano szereg cyklicznych chronometraży na podstawie których ustalono wartości średnie, następujących czasów:

1) czasu trwania cyklu - Te,
2) czasu urabiania kombajnem - tu,
3) czasu zjazdu kombajnu - tz,
4) czasu wykonywania przekładki - tp_K,
5) czasu przerw przymusowych - tpp,
6) czasu przerw nieprzymusowych - tpn.

Pojęcie czasu trwania cyklu odbiega trochę od ogólnie przyjętego cyklu ścianowego, gdyż w niniejszym opracowaniu przyjęto, że czas trwania cyklu mieści się w granicach: początek urabiania kombajnem - zakończenie zjazdu kombajnu. W czasie zjazdu maszyny urabiająco-ładującej odbywa się przekładka. Cykl zatem w tym pojęciu nie obejmuje trzech lub czterech zmian, lecz jedynie czas pracy kombajnu (przebieg roboczy i zjazd jałowy).

$$Te = tu + tz + tp_K + tpp + tpn$$

W czasie jednej zmiany może zaistnieć w zależności od długości ściany kilka cykli kombajnowych (skrawów).

Badając wpływ długości ściany na wielkość strat czasu roboczego brano pod uwagę jedynie sumę czasów trwania przerw przymusowych i nieprzymusowych, nie uwzględniając czasu trwania przekładki, a to dlatego, że czas trwania przekładki ustalony na podstawie norm ma mniej więcej wartość stałą. Zestawienie wyników analizowanych ścian ujmuje tablica 2. Porównania dokonano na podstawie wyliczenia procentu czasu traconego (bez przekładki) w stosunku do czasu trwania cyklu.

B) Ściany wyposażone w kombajny o systemie dwukierunkowego urabiania

W podobny sposób jak w systemie A rozpatrywano ściany o systemie dwukierunkowej pracy kombajnu, biorąc pod uwagę sześć ścian z czterech kopalń, a mianowicie:

Kopalnia NW - 2 ściany
Kopalnia Ł - 2 ściany
Kopalnia B - 1 ściana
Kopalnia H - 1 ściana

Zestawienie ścian wziętych do analizy ujmuje tablica 3. Jak wynika z zestawienia wszystkie ściany posiadają podobne parametry za wyjątkiem ściany w kopalni B - pokład 416a, która posiada nachylenie większe od pozostałych o średnio 5°. Pozostałe parametry dla wszystkich ścian są prawie jednakowe. Rozpatrywane ściany o długości 120-224 m, mieszczą się w granicach stosowalności kombajnów bębnowych o systemie dwukierunkowej pracy. Zaznaczyć należy, że przy opracowywaniu niniejszej analizy posłużono się jedynie materiałami uzyskanymi z kopalń dwóch zjednoczeń. W każdej ze ścian wykonano kilka cyklicznych chronometraży, z których wyliczono wartości średnie z dwóch skrawów - w górę i w dół ściany,

1) czasu trwania cyklu - Te,
2) czasu efektywnej pracy kombajnu - t_k,
3) czasu wykonywania przekładki - t_{pk}
4) czasu przerw przymusowych - t_{pp}
5) czasu przerw nieprzymusowych - t_{pn}.

Tablica 3

Kopalnia	N.W.	Ł	N.W.	Ł	B	H
Dane ściany	I	II	III	IV	V	VI
Pokład/oddział	506/III	615/II	409/XII	615/V	416a	401/VI
długość ściany	120 m	139 m	150 m	170 m	200 m	224 m
wysokość pokładu	1,4 m	1,3 m	1,35 m	1,4 m	1,35 m	1,45 m
nachylenie	5°	6°	5°	5°	11°	6°
typ kombajnu	KWB-2	KWB-2	KWB-2	KWB-2	KWB-2	KWB-2
zabiór	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m
średn.organ. urab.	1100 mm	1100 mm	1100 mm	1100 mm	1100 mm	1100 mm
sposób urabiania	dwukierunk.	dwukierunk.	dwukierunk.	dwukierunk.	dwukierunk.	dwukierunk.

Tablica 4

Kopalnia	Te czas trwania cyklu	t_k efekt. czas pracy kombaj.	t_{pk} czas trwania przekład.	t_{pp} t_{pk} czas trwania przerw przymusowych	nieprzymusowych	$t_{po}+t_{pn}$ suma	% przerw w stosunku do Te
N.W. 506/III	174'	81'	26'	32'	38'	67'	38,50
	166'	76'	37'	28'	25'	53'	32,00
	175'	82'	21'	46'	26'	72'	41,25
średnio	172'	79'	28'	35'	29'	64'	37,25
Ł 615/II	198'	94'	25'	63'	16'	79'	39,75
	259'	141'	25'	69'	34'	103'	40,00
	200'	91'	18'	74'	17'	91'	45,50
średnio	219'	109'	19'	69'	22'	91'	41,75
N.W. 409/XII	192'	94'	25'	27'	46'	73'	38,00
	220'	100'	32'	47'	41'	88'	40,00
	203'	112'	19'	44'	28'	72'	35,50
średnio	205'	102'	25'	40'	38'	78'	37,83
Ł 615/IV	282'	112'	60'	42'	68'	110'	39,00
	254'	117'	15'	45'	77'	122'	48,25
	270'	116'	15'	50'	89'	139'	51,50
średnio	269'	115'	30'	46'	78'	124'	46,25
B 416a	423'	129'	55'	138'	101'	239'	56,25
	390'	136'	48'	125'	81'	206'	53,00
	372'	138'	45'	150'	39'	189'	50,90
średnio	395'	134'	49'	138'	74'	211'	53,38
H 401/VI	234'	152'	62'	25'	45'	70'	24,75
	301'	160'	49'	39'	53'	92'	30,50
	323'	149'	66'	28'	80'	108'	33,50
średnio	303'	154'	59'	31'	59'	90'	29,65

Na podstawie wartości średnich z dwóch skrawów ustalono z kilku chronometraży sporządzonych dla jednej ściany wartości średnie powyższych czasów dla przeciętnego cyklu, przy czym podobnie jak dla systemu jednokierunkowej pracy kombajnu pod pojęciem cyklu rozumie się jedynie cykl pracy kombajnu. Przekładka wykonana jest pomiędzy skrawem w górę ściany a skrawem w dół ściany.

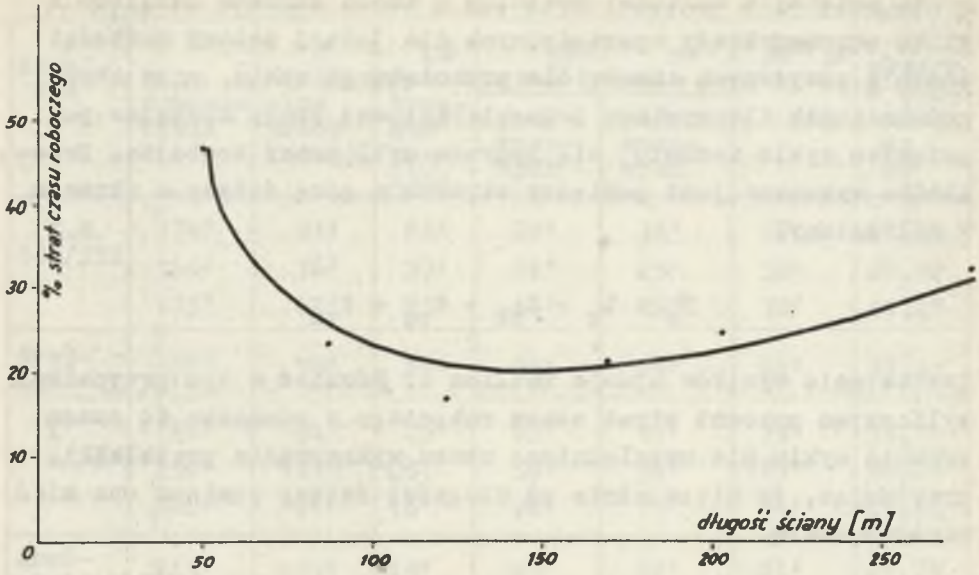
$$T_e = t_k + t_{pk} + t_{pp} + t_{pn}$$

Zestawienie wyników ujmuje tablica 4. Również w tym przypadku wyliczając procent strat czasu roboczego w stosunku do czasu trwania cyklu nie uwzględniono czasu wykonywania przekładki, przyjmując, że niezależnie od długości ściany powinna ona mieć wartość stałą.

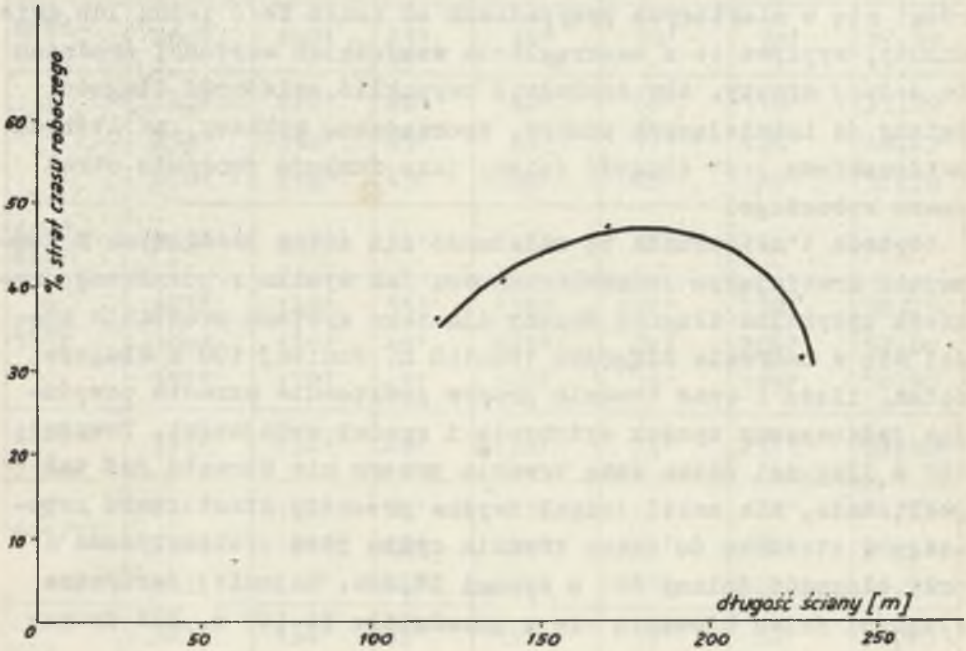
Omówienie wyników

Jeżeli suma wszystkich czasów wpływających na czas trwania cyklu w ich wartościach średnich zestawionych w tablicach 2 i 4 różni się w niektórych przypadkach od czasu Te o jedną lub dwie minuty, wypływa to z zaokrąglenia wszystkich wartości średnich do jednej minuty. Aby dokładnie uwypuklić zależność długości ściany od istniejących przerw, sporządzono wykresy, na których uwidoczniona jest długość ściany jako funkcja procentu strat czasu roboczego.

Wykres 1 uwidacznia tę zależność dla ścian zawałowych z kombajnem urabiającym jednokierunkowo. Jak wynika z powyższego wykresu optymalna długość ściany dla tego systemu urabiania mieści się w zakresie długości 100-160 m. Poniżej 100 m długości ścian, ilość i czas trwania przerw gwałtownie wzrasta powodując jednoczesny spadek wydobycia i spadek wydajności. Powyżej 160 m długości ścian czas trwania przerw nie wzrasta już tak gwałtownie, nie mniej jednak zwyżka procentu strat czasu roboczego w stosunku do czasu trwania cyklu jest systematyczna i przy długości ściany 280 m wynosi 30,20%. Najmniej korzystne długości ścian mieszczą się w przedziale 54-100 m. Dla ściany



Wykres 1



Wykres 2

o długości 54 m procent strat czasu roboczego wynosi 46,82%. Najlepsze zaś wyniki osiągnięto na ścianie o długości 120 m gdzie procent strat czasu roboczego wynosi tylko 15,22%. Gorsze wyniki uzyskiwano w ścianach krótkich, co należy tłumaczyć nadmierną ilością przerw przymusowych czyli nienależytym wykorzystaniem kombajnu. Efektywny czas pracy maszyny urabiająco-ładującej w ścianie o długości 54 m wynosi jedynie około 22% w stosunku do czasu trwania cyklu, reszta pochłonięta jest przez przestoje. Dla średniego cyklu trwającego 174 minuty czas urabiania kombajnem wynosi 37 minut, zaś czas trwania przerw 82 minuty z czego przerwy przymusowe 62 minuty. W ścianie o długości 120 m efektywny czas pracy kombajnu wynosi 37% przy czym za efektywny czas pracy kombajnu uważa się tylko czas urabiania nie uwzględniając czasu zjazdu kombajnu. Dla czasu trwania cyklu przy tej długości ściany wynoszącego 242 min. przerwy wynoszą 27 min. z czego przerwy przymusowe tylko 15 min. Świadczy to, że przy długości optymalnej 120 m kombajn jest należycie wykorzystany, a również i organizacja pracy dla ścian o tej długości nie stanowi większego problemu. Dla ścian o długości 280 m procent efektywnej pracy kombajnu w stosunku do czasu trwania cyklu wynosi 41.0% ale zarazem procent przerw wynosi 30,2%. Wynika stąd, że przy powiększaniu długości ścian o 100 m w stosunku do długości optymalnej wykorzystanie czasu pracy kombajnu wzrasta o 4%, ale czas trwania przerw wzrósł o 15%. Jeżeli średni cykl w ścianie o długości 280 m wynosi 518 min. z czego efektywny czas pracy kombajnu 211 min. to czas trwania przerw wynosi 158 min. z czego przerwy przymusowe 76 min. W ścianach długich wzrost czasu przerw tłumaczy się częstszymi awariami przenośnika, gorszą wentylacją oraz gorszym samopoczuciem załogi szczególnie tej, która pracuje w środku ściany.

Wykres 2 ujmuje zależność funkcyjną długości ściany od procentu strat czasu roboczego dla ścian kombajnowych o systemie dwukierunkowego urabiania. Z wykresu tego wynika, że najbardziej niekorzystne wyniki osiąga się w ścianach o długości mieszczącej się w przedziale 130-200 m. W ścianie o długości

200 m procent przerw w stosunku do czasu trwania cyklu wynosi 53,38%, a procent efektywnej pracy kombajnu jedynie 34%. Z kolei w ścianie o długości 170 m straty czasu roboczego wynoszą 46,25% przy jednoczesnym procencie efektywnej pracy kombajnu 43%. Złe wyniki osiągane przy tych długościach ściany tłumaczy się przede wszystkim brakami organizacyjnymi. W ścianie o długości 170 m średni czas trwania cyklu wynosi 269 min. czas efektywnej pracy kombajnu 115 min. zaś czas trwania przerw 124 min. z czego przerw przymusowych 46 min. W ścianie o długości 200 m średni czas trwania cyklu wynosi 395 min. z czego efektywnej pracy kombajnu 134 min., a czas przerw 211 min. z czego przerwy przymusowe 138 min.

Analizując powyższy wykres stwierdzono, iż lepsze wyniki otrzymuje się skracając długości ścian lub też je wydłużając. Ponieważ z innych względów skracanie ścian jest niekorzystne, zatem pominięto w rozważaniach lewą stronę wykresu od niekorzystnego punktu przyjęcia. Najlepsze wyniki osiągnięto w ścianach o długości większej od 220 m. W ścianie o długości 224 m cykl pracy wynosi 303 min. efektywny czas pracy kombajnu wynosi 154 min. co stanowi 51% w stosunku do czasu trwania cyklu, zaś przerwy wynoszą 90 min. co stanowi 29,65% czasu trwania cyklu w tym przerw przymusowych 31 min. Nie dysponując materiałami ze ścian o większych długościach możemy jednak przypuszczać na podstawie innych badań publikowanych w dostępnej literaturze, iż wyniki będą się kształtowały na tym samym mniej więcej poziomie. Lepsze wyniki osiągane w ścianach dłuższych świadczą o właściwej organizacji pracy, dobrym zabezpieczeniem frontu robót w materiały, energię, właściwa odstawa urobku, oraz niewątpliwy wpływ ma dobór odpowiednio zgranej i wyszkolonej załogi.

Kończąc powyższe rozważania wyciągnięto następujące wnioski:

1) w obecnych warunkach nieckowych należy stosować następujące długości ścian kombajnowych na zawał,

a) 100-160 m dla systemu jednostronnego urabiania,

b) powyżej 220 m dla ścian z kombajnami o dwustronnym systemie urabiania,

2) wydłużać ściany o systemie dwukierunkowej pracy kombajnów ponieważ osiąga się w nich lepsze efekty ekonomiczne, a przy właściwie pojętej organizacji pracy straty czasowe będą w nich minimalne,

3) w pracujących ścianach przeprowadzać systematyczne badania czasu pracy maszyn urabiająco-ładujących, co pozwoli poznać przyczynę powstawania przerw i uniknąć zbędnych przestojów.

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ЛАВ В СВЯЗИ С ПОТЕРЯМИ ВО ВРЕМЕНИ, КОТОРЫЕ ВОЗНИКЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПЕРЕРЫВОВ

Р е з ю м е

На основании проведённых хронометражей определено оптимальную длину лав в связи с потерями во времени, которые возникли в результате перерывов

THE CHOICE OF OPTIMAL LENGTH OF THE WALLS IN REGARD TO TIME LOSSES AS A CONSEQUENCE OF BREAKS

S u m m a r y

On the base of time keepings the optimal length of the walls concerning time losses being the result of breaks is defined.