ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1987

Seria: GÓRNICTWO z. 154 Nr kol. 1020

Aleksander LUTYŃSKI
Jerzy PAJĄK
Instytut Mechanizacji Górnictwa
Politechnika Śląska, Gliwice

ANALIZA I OCENA AWARYJNOŚCI KOMPLEKSU ŚCIANOWEGO KS-0814-Oz ZE STRUGIEM WĘGLOWYM FIRMY HALBACH-BRAUN

Streszczenie. W artykule dokonano analizy i oceny awaryjności kompleksu ścianowego KS-0814-Oz. W kompleksie tym zastosowany został strug węglowy firmy Halbach-Braun oraz przenośnik zgrzebłowy tej firmy. Do współpracy ze strugiem przystosowana została obudowa Glinik 055/15 OzMK. W artykule opisano warunki górniczo-geologiczne, w których zastosowano kompleks. Ponadto przedstawione zostały wyniki zastosowania urządzenia: postęp i wydobycie dobowe, efektywny czas pracy struga, wychód grubych sortymentów. Podstawą informacji i prezentowanych wyników były księgi raportowe kopalni. W artykule omówione zostało także zagadnienie awaryjności pracy kompleksu. Dane zaczerpnięto z ksiąg raportowych i napraw urządzeń. Badania awaryjności prowadzono zgodnie z planem N, W, T, gdzie: N - ilość obiektów, T - czas badań, W - eksploatacja urządzeń prowadzona z wymianą elementów. Wyniki analizy niezawodności przedstawiono w postaci prawdopodobieństw warunkowych wystąpienia uszkodzenia określonego zespołu, elementu i prawdopodobieństw warunkowych przebywania ich w stanie usuwania uszkodzenia. W artykule podano również informację o tym, jak kształtują się uszkodzenia różnych rodzajów ogniw łańcucha strugowego.

1. PARAMETRY TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNE KOMPLEKSU

Opisywany poniżej kompleks ścianowy KS-0814-Oz zastosowany został w kopalni węgla kamiennego i pracował od 18 maja 1985 r.

Elementami składowymi tego kompleksu są następujące urządzenia:

A - strug węglowy KHS-2 o podwójnej głowicy z rozdziałem głębokości skrawu, którego producentem jest RFN-owska firma Halbach-Braun. Zasadniczym elementem tego struga jest napęd głowicy strugowej (rys. 3). Posiada on dwa silniki dwubiegowe 2x65/200 kW zasilane napięciem 1000 V, o obrotach 485/1480 obr/min chłodzone wodą, sprzęgło podatne, przekładnię walcową typu IST-15 firmy "Jahnel" o przełożeniu i = 21, sprzęgło przeciążeniowe z siłą nastawną umieszczone we wstawce strugowej. Prędkości łańcucha strugowego ϕ34x126 to 0,6 i 1,8 m/s. Strug posiada dwa napędy: główny i pomocniczy. Różnią się one pomiędzy sobą jedynie wyposażeniem dodatkowym.

Zarówno napęd główny, jak i pomocniczy składają się z jednostki napędu struga oraz jednostki napędu przenośnika. Wysokość głowicy struga waha się w granicach 882-1433 mm, a jego zabiór 20-80 mm. Podziałka noży struga wynosiła w początkowym okresie jego pracy 150 mm, a po zmianach konstrukcyjnych w miesiącu listopadzie 75 mm.
Strug posiada strefowe urządzenie zraszające sterowane wskaźnikiem położenia głowicy. Urządzenie to zwalcza zapylenie w obszarze pracy głowicy na odcinku 18 m oraz na wysypie. Sterowanie noży przyspągowych głowicy odbywa się za pomocą siłowników (skok 140 mm) zabudowanych w zastawkach.

B - przenośnik strugowy wraz z zastawkami i napędami typu DKMF-3 firmy Halbach-Braun. Posiada on dwa silniki 2x55/160 kW zasilane napięciem 1000 V. Prędkość łańcucha przenośnika V_{p1} = 0,3 m/s (55 kW), V_{p2} = 0,9 m/s (160 kW). Przenośnik zgrzebłowy wyposażony jest w łańcuch Ø26x92 i posiada rynny normalne E 224x732x1500 mm. Napęd przenosnika nie posiada sprzęgła hydrokinetycznego.
Prowadniki łańcucha i głowicy struga mocowane są do rynnociągu od strony ociosu. Każdy prowadnik składa się z trzech elementów odlanych ze staliwa stopowego i mocowanych do rynny za pomocą 8 śrub M27x2. Każda zastawka jest wyposażona w siłownik hydrauliczny do poprzecznej regulacji rynnociągu.

C - obudowa Glinik-055/15 OzMK przystosowana do współpracy ze strugiem posiada następujące parametry:

Min wysokość obudowy	0,55 m,
Max wysokość obudowy	1,5 m,
Dopuszczalne nachylenie pokładu	25°
Podziałka obudowy	1,5 m
Podporność stojaków:	
a) wstępna na Ø170/ Ø135	567 kN/357 kN
b) nominalna na Ø170/ Ø135	726 kN/458 kN
Podporność sekcji:	
a) przy H = 0,7 m	1650 kN
b) przy H = 1,1 m	2400 kN
c) przy H = 1,5 m	1650 kN
Podporność obudowy:	
H = 0,7 m	382 kN/m^2
H = 1,1 m	518 kN/m^2
H = 1,5 m	358 kN/m^2
Nacisk powierzchniowy stropu (H 1,1 m)	0,64 MPa
Nacisk na spąg (H = 1,1 m)	2,3 MPa
Siła przesuwania sekcji	160 kN
Siła przesuwania przenośnika	82 kN
Ciśnienie zasilania	25 MPa

D - belki przesuwno-kotwiące (ze struga węglowego SWS-6N) przystosowane do współpracy z napędami przenośnika DKMF-3,

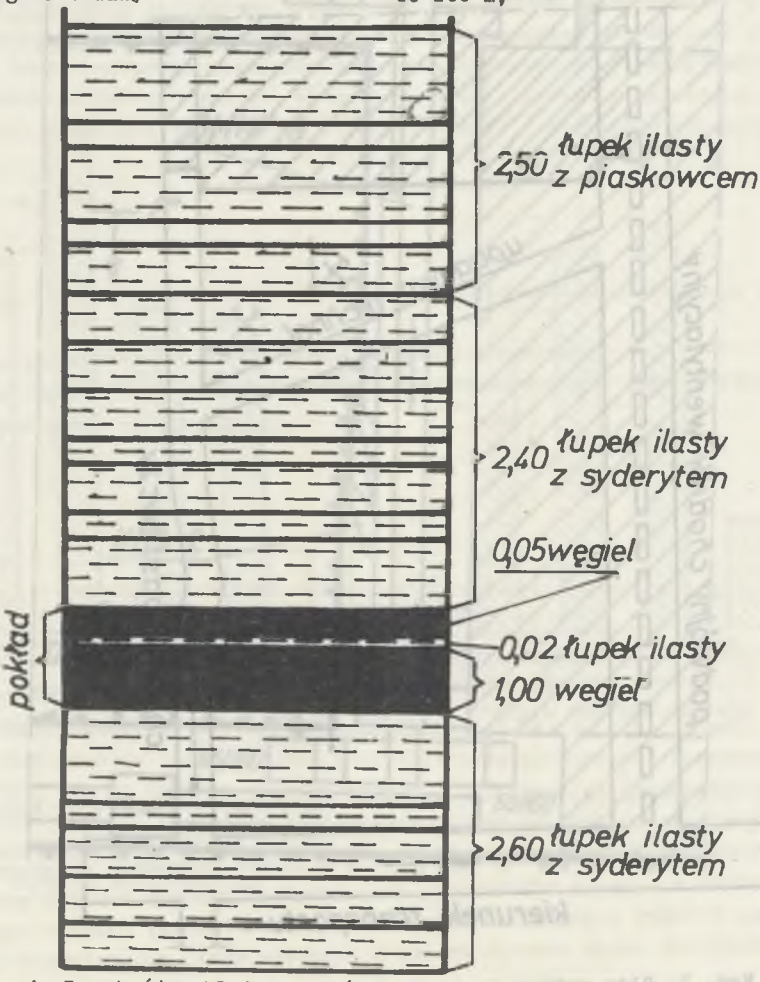
E - hydrauliczny agregat zasilający - produkcji polskiej,

F - przenośnik podścianowy GROT-67 B - produkcji polskiej,

G - wyposażenie elektryczne firmy SIEMENS.

Warunki górniczo-geologiczne stosowanego kompleksu KS-0814-Oz:

grubość pokładu	0,8-1,4 m,
nachylenie podłużne	do 15°,
wskaźnik urabialności węgla	2300-2500 N/cm,
długość ściany	do 200 m,



Rys. 1. Przekrój pokładu, w którym zastosowano kompleks KS-0814-Oz

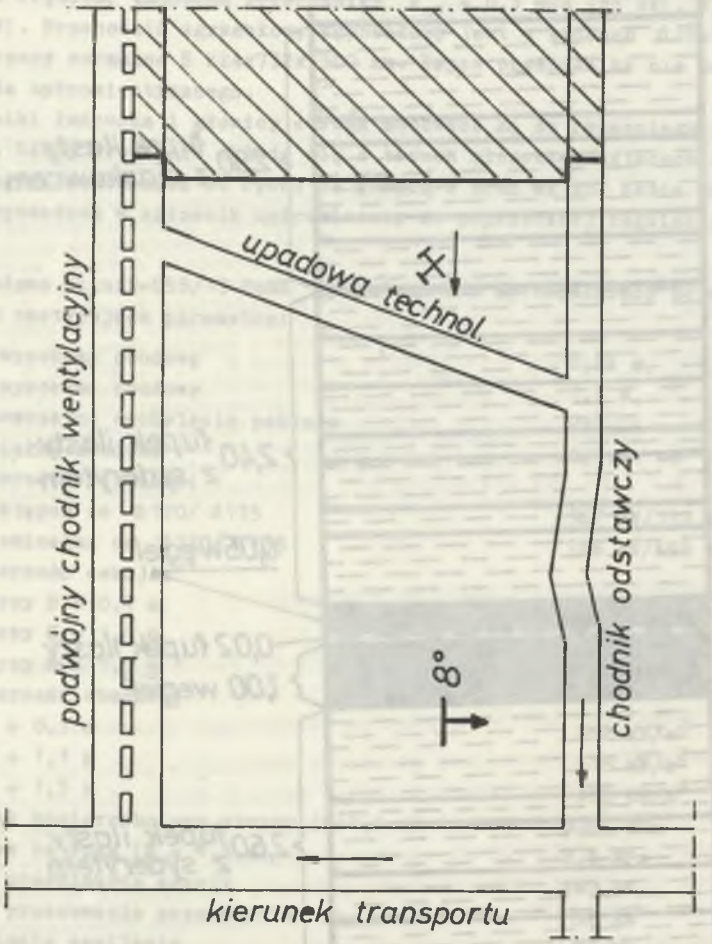
Fig. 1. Section of the bed the complex KS-0814-Oz was used in

przewidywane wydobycie 1500 t/d,
wydajność przodkowa 30-50 t/rdn.

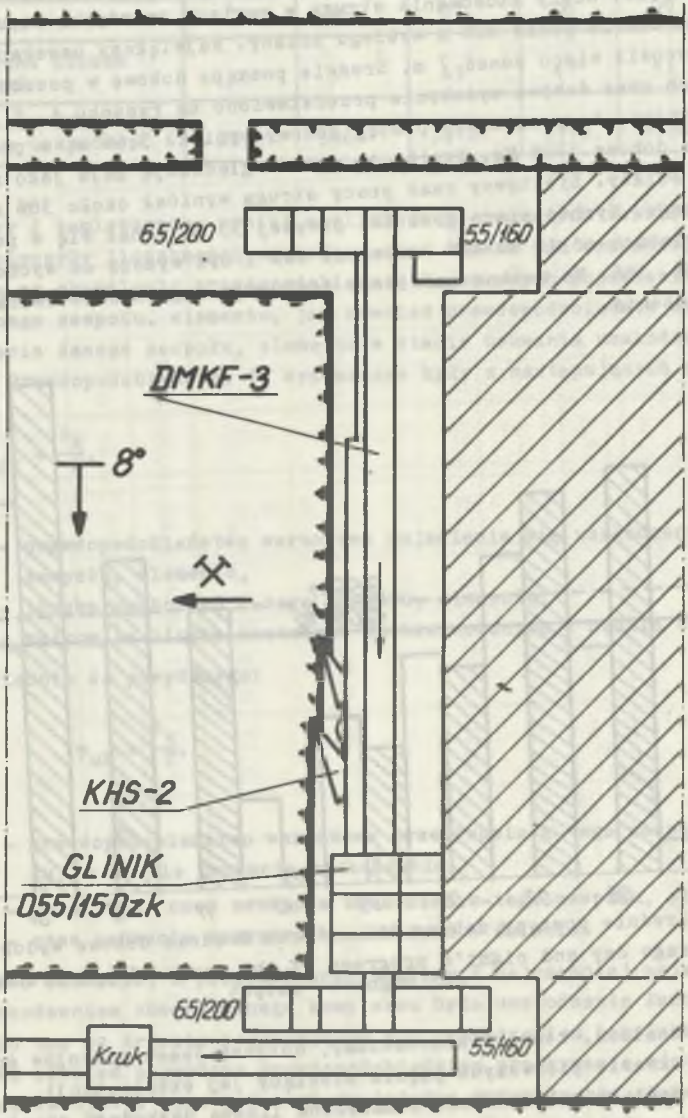
Parametry ściany wyposażonej w kompleks są następujące:

- długość 151 m,
- wysokość 1,0-1,4 m,
- nachylenie podłużne 6-10°,
- wybieg 1030 m,
- system eksploatacji od pola z zawałem stropu.

Przekrój pokładu przedstawiony jest na rysunku 1, a schemat sytuacyjny ściany na rys. 2. Na rys. 3 pokazano usytuowanie kompleksu w ścianie.



Rys. 2. Plan sytuacyjny ściany z kompleksem KS-0814-Oz
Fig. 2. Location plan of the longwall with the comples KS-0814-OZ

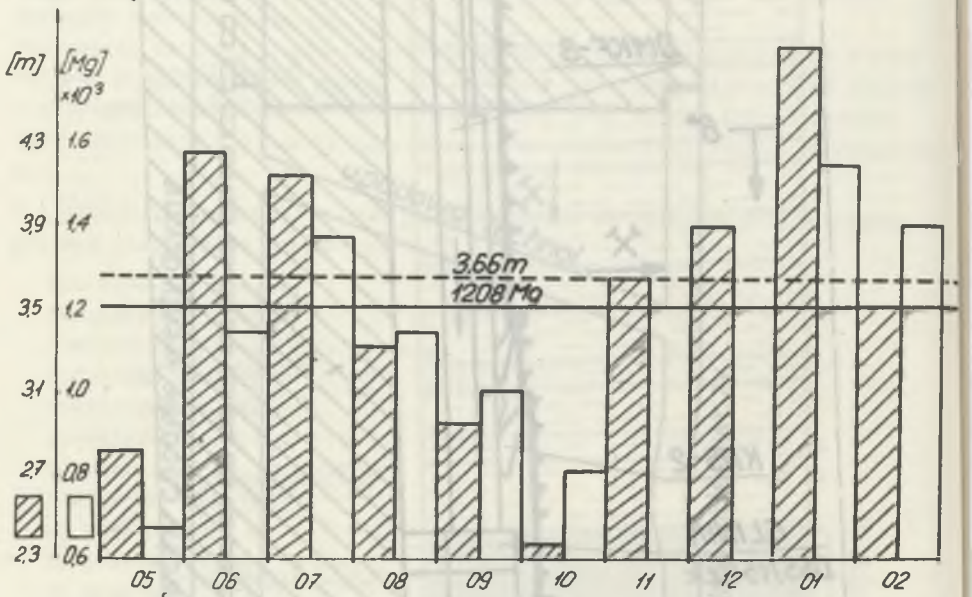


Rys. 3. Usytuowanie kompleksu w ścianie

Fig. 3. Localization of the complex in the longwall

2. WYNIKI ZASTOSOWANIA URZĄDZENIA I OMÓWIENIE JEGO AWARYJNOŚCI

Eksploatacja urządzenia przez opisywany okres około 10 miesięcy dała pewne podstawy oceny stosowania struga w węglach twardych. Strug HB wykonał w tym czasie ponad 800 m wybiegu ściany. Największy uzyskany postęp dobowy wynosił nieco ponad 7 m. Średnie postępy dobowe w poszczególnych miesiącach oraz dobowe wydobycie przedstawiono na rysunku 4. Z uzyskanych danych wynika, że przeciętny postęp dobowy wyniósł 3,66 m, a przeciętne wydobycie dobowe 1208 Mg. Wyniki te nie uwzględniają maja jako miesiąca rozruchu ściany. Efektywny czas pracy struga wyniósł około 38% czasu dyspozycyjnego. Wychód ziarn grubości powyżej 30 mm wahał się w poszczególnych miesiącach od 40 do 46% - średnio 44% i był wyższy od wychodu z kombajnu o ok. 16%. Na osobne omówienie zasługuje zagadnienie awaryjności tego urządzenia.



Rys. 4. Średnie postępy dobowe ściany oraz średnie dobowe wydobycie

Fig. 4. Average day and night's progress of the longwall and average day and night's output

Szczegółowa analiza, którą przedstawiamy, dotyczy czasu postojów ściany strugowej w okresie pierwszych pięciu miesięcy jej eksploatacji.

W tablicy 1 zostały umieszczone: sumaryczna liczba uszkodzeń urządzeń zainstalowanych w ścianie wydobywczej oraz urządzeń zainstalowanych poza tą ścianą, których uszkodzenia wpływały na postój ściany. Ponadto zamieszczono sumaryczne czasy postoju ściany z przyczyn wyżej wspomnianych uszkodzeń.

Tablica 1

Sumaryczna liczba uszkodzeń urządzeń zainstalowanych w ścianie i poza ścianą wydobywczą oraz sumaryczny czas usuwania tych uszkodzeń

Miesiąc	05	06	07	08	09	$\sum$
Sumaryczna liczba uszkodzeń	16	31	43	47	53	100
Sumaryczny czas usuwania uszkodzeń	2335	3460	3410	4710	5190	19105

W tablicy 2 zamieszczono wyniki analizy zaobserwowanych uszkodzeń. Obserwacje dotyczyły liczebności uszkodzeń oraz czasów ich usuwania, a analiza polegała na określeniu prawdopodobieństw warunkowych pojawiania się uszkodzeń danego zespołu, elementu, jak również prawdopodobieństw warunkowych przebywania danego zespołu, elementu w stanie usuwania uszkodzenia (naprawy). Prawdopodobieństwa te wyznaczone były z następujących zależności:

$$p_{pk} = \frac{i_k}{I}, \tag{1}$$

gdzie:

p_{pk} - prawdopodobieństwo warunkowe pojawienia się uszkodzenia k-tego zespołu, elementu,

i_k - liczba uszkodzeń k-tego zespołu, elementu,

I - całkowita liczba uszkodzeń zaobserwowanych w czasie badań,

i odpowiednio do powyższego:

$$p_{uk} = \frac{t_k}{T}, \tag{2}$$

gdzie:

p_{uk} - prawdopodobieństwo warunkowe przebywania k-tego zespołu, elementu, w stanie usuwania uszkodzenia,

t_k - sumaryczny czas usuwania uszkodzeń k-tego zespołu, elementu,

T - czas usuwania wszystkich uszkodzeń w ścianie.

Jak łatwo zauważyć, w prezentowanej tablicy 2 najczęściej pojawiającym się uszkodzeniem obserwowanego kompleksu było uszkodzenie łańcucha struga. Było ono co trzecim pojawiającym się uszkodzeniem kompleksu. Łańcuch posiadał również najwyższe prawdopodobieństwo przebywania w stanie usuwania uszkodzenia. Z tego też względu istotna wydawała się głębsza analiza tego rodzaju uszkodzenia.

Tablica 2

Prawdopodobieństwa warunkowe wystąpienia uszkodzenia i przebywania w stanie usuwania uszkodzenia urządzeń zainstalowanych w ścianie i poza nią

Lp.	Miesiąc / Uszkodzony zespół, element	05		06		07		08		09		05÷09	
		p_{pk}	p_{uk}	p_{pk}	p_{uk}	p_{pk}	p_{uk}	p_{pk}	p_{uk}	p_{pk}	p_{uk}	p_{pk}	p_{uk}
1	Napęd struga	0,25	0,31	0,07	0,16	-	-	0,04	0,05	0,06	0,03	0,06	0,09
2	Głowica struga	0,06	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	-	-	0,02	0,02
3	Łańcuch strugowy	-	-	0,48	0,53	0,23	0,46	0,51	0,56	0,26	0,32	0,33	0,41
4	Przenośnik zgrzebłowy	0,06	0,03	-	-	0,07	0,06	-	-	0,04	0,05	0,03	0,03
5	Zasilanie elektryczne struga i przenośnika zgrzebłowego	0,13	0,10	0,23	0,18	0,07	0,08	0,3	0,10	0,19	0,20	0,15	0,15
6	Łącznie w ścianie	0,50	0,47	0,81	0,89	0,39	0,62	0,70	0,74	0,55	0,60	0,59	0,69
7	Poza ścianą	0,50	0,53	0,19	0,11	0,61	0,38	0,30	0,26	0,45	0,40	0,41	0,31

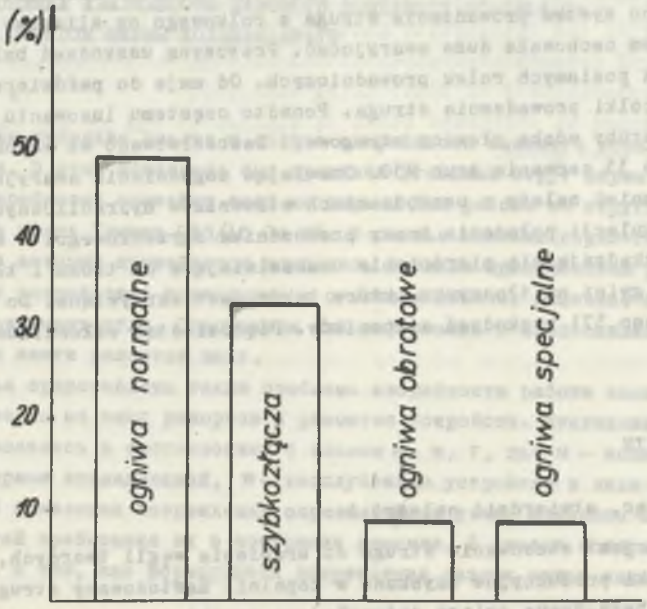
W tablicy 3 przedstawiono uszkodzenia łańcucha (zerwania) w nieco dłuższym okresie czasu - dziesięciu miesięcy. Trzeba zaznaczyć, że łańcuch, będący elementem struga węglowego, nie jest jednorodny. Ze względu na funkcje, które spełnia, składa się w przeważającej części z ogniw normalnych, ponadto ogniw specjalnych (na odcinku, do którego mocowana jest głowica struga), ogniw obrotowych i wreszcie tzw. szybkozłączy, a więc ogniw umożliwiających spięcie mniejszych odcinków łańcucha. W badaniach zanotowano liczne uszkodzenia poszczególnych ogniw. Stwierdzono, że w 9% zerwania łańcucha miały miejsce na 8-metrowym odcinku specjalnym, w 33% zrywały się szybkozłącza, w 9% ogniwa obrotowe, a w 49% normalne ogniwa łańcuchowe.

Tablica 3

Liczby uszkodzeń łańcucha oraz przeciętne dzienne zużycie noży strugowych w poszczególnych miesiącach

Miesiąc	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02
Liczba uszkodzeń łańcucha	-	15	10	24	14	10	6	3	15	24
Przeciętne dzienne zużycie noży strugowych	13,1	5,86	6,04	9,60	4,52	4,56	1,92	1,00	1,00	6,60

Ilustrację graficzną tych wyników stanowi rys. 5.



Rys. 5. Uszkodzenia różnych ogniew łańcucha strugowego
Fig. 5. Damages of different plough chain links

Zerwanie łańcucha powoduje każdorazowo około 125-minutowy postój maszyny. Częstym powodem postojów struga był także poślizg sprzęgła przeciążeniowego. W początkowym okresie pracy było ono nastawione na przenoszenie siły 280-360 kN wynikającej z założonych warunków technicznych ściany. W okresie tym często następował poślizg, powodujący nadmierne zużycie elementów ciernych. Było to przyczyną wymiany sprzęgieł: dwukrotnie w napędzie pomocniczym i raz w napędzie głównym. Podniesiona więc została siła przenoszona sprzęgłem do zakresu 420-530 kN w łańcuchu. Zaznaczyć tutaj należy, że siła zrywająca łańcuch wynosi 1400 kN.

W tablicy 3 przedstawiono, obok miesięcznych zerwań łańcucha, dobowy wskaźnik zużycia noży. Waha się od 1,0 do 13,1 noża na dobę. W tablicy zauważyć można zmniejszenie dobowego wskaźnika zużycia noży w miesiącu grudniu. Jest to, jak się wydaje, spowodowane zmianami konstrukcyjnymi głowicy strugowej. Bardzo istotną zmianą konstrukcyjną było zmniejszenie podziałki noży ze 150 do 75 mm. Zwiększa to dwukrotnie liczbę zainstalowanych w głowicy noży - do 88. Ponadto przebudowane zostały uchwyty noży, które zabezpieczono specjalnymi nakładkami przed zużywaniem ściernym. Przeprowadzona analiza korelacyjna liczby zerwań łańcucha i dobowego wskaźnika zużycia noży przy użyciu znanej w statystyce matematycznej metody współczynnika korelacji rangowej Spearmena wykazała, że obie badane zmienne są we wszajemnej ścisłej, dodatniej korelacji. Obliczony współczynnik korelacji, po odrzuceniu danych z miesiąca maja, wyniósł $\rho = 0,633$ i przekroczył wartość współczynnika krytycznego dla danej liczby par obserwacji i przyjętego poziomu istotności $\alpha = 0,05$. W miesiącu październiku zmieniono system prowadzenia struga z rolkowego na ślizgowy. System rolkowy bowiem cechowała duża awaryjność. Przyczyną uszkodzeń było niszczenie łożysk poziomych rolek prowadniczych. Od maja do października wymieniono 22 rolki prowadzenia struga. Ponadto częstemu luzowaniu i zrywaniu ulegały śruby wózka głowicy strugowej. Zaobserwowano we wspomnianym wyżej okresie 33 zerwania śrub M30. Omawiając zagadnienia awaryjności struga, wspomnieć należy o uszkodzeniach siłowników hydraulicznych do poprzecznej regulacji położenia trasy przenośnika zgrzebłowego. W siłownikach tych uszkadzają się pierścienie uszczelniające na tłoku i tłoczysku, zrywany jest gwint na tłoczysku, które także jest skrzywiane. Do października zanotowano 371 uszkodzeń siłowników. Pięćdziesiąt siłowników wymieniono.

3. PODSUMOWANIE

Podsumowując, stwierdzić należy, że:

1. Możliwe jest stosowanie struga do urabiania węgli twardych, o czym świadczą wyniki produkcyjne uzyskane w kopalni. Zastosowany strug produkcji firmy Halbach-Braun osiąga zadowalające wyniki mierzone dobowym wydobyciem, postępem ściany, a przede wszystkim wychodem grubych sortymentów.

2. Pewnych modyfikacji i zmian konstrukcyjnych wymagają jeszcze niektóre zespoły i elementy struga:

- zmiana łańcucha z Ф 34x126 na Ф 38x137 może w sposób istotny poprawić poziom niezawodności całego zespołu napędowego, łącznie ze sprzęgłem przeciążeniowym,
- zaproponowana i dokonana zmiana prowadzenia głowicy strugowej wpłynęła na poprawę poziomu niezawodności pracy struga. Wydaje się jednak, że prace nad sposobem prowadzenia głowicy powinny być kontynuowane, ponieważ obecnie stosowane prowadnice ślizgowe wykazują znaczny stopień zużycia ściernego,
- korzystnie na zużycie noży urabiających wpłynęła przebudowa głowicy strugowej, aczkolwiek wzrost zużycia noży w miesiącu lutym zobowiązuje do dalszych szczegółowych analiz tego zjawiska,
- konieczna wydaje się analiza konstrukcyjna siłowników hydraulicznych poprzecznej regulacji położenia trasy przenośnika zgrzebłowego.

Recenzent: Doc. dr inż. Karol REICH

Wpłynęło do Redakcji w styczniu 1987 r.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА АВАРИЙНОСТИ ЛАВОВОГО КОМПЛЕКСА КС-0814-Оз С УГЛЕВЫМ СТРУГОМ ФИРМЫ ХОЛЬБАХ-БРАУН

Р е з ю м е

В статье проведён анализ и оценка аварийности лавового комплекса КС-0814-Оз. В этом комплексе был применён угольный струг фирмы Хольбах-Браун и скребковый конвейер этой же фирмы. Для работы со стругом была приспособлена крепь Глиник 055/15 Оз МК. В статье описаны горно-геологические условия, в которых применяется комплекс. А также представлены результаты применения устройства: подвигание и суточная добыча, полезное время работы струга, сортимент угля. Основанием для информации и представленных результатов были книги рапортов шахт.

В статье представлена также проблема аварийности работы комплекса. Данные были взяты из книг рапортов и ремонтов устройств. Исследования аварийности проводились в соответствии с планом N, W, T, где N - количество объектов, T - время исследований, W- эксплуатация устройств в виде условных вероятностей появления повреждений определённого узла, элемента и условных вероятностей пребывания их в состоянии ремонта. В статье содержится также информация о том, как формируются повреждения разных видов звеньев цепи скребка.

THE ANALYSIS AND ESTIMATION OF KS-0814-Oz LONGWALL COMPLEX FAILURE WITH THE COAL PLOUGH OF HALBACH-BRAUN FIRM

S u m m a r y

The paper considers the analysis and estimation of KS-0814-Oz longwall complex failure.

In the complex the coal plough of Halbach-Braun firm was used as well as push-plate conveyor of the same firm.

To work along with the plough the lining "Glinik" 055/15 OzMK has been adapted.

The paper also describes mining-geological conditions in which the complex was used.

The results of the use of the mechanism were presented, too: progress and a day and night's output, effective plough work time, strain relief of thick assortments.

Report of the coal mine were the basis of information and presented results.

The paper also describes the problems of failure of the work of the complex.

The details come from the reports and mechanism's repairs.

The study of failure was carried out according to the plan N, W, T, where N - the number of objects, T - the time of study, W - exploitation of the mechanism along with the exchange of elements.

The results of the reliability analysis were presented as conditional probabilities of damages occurrence of the complex or its element and as conditional probabilities of their being repaired.

The information on different kinds of damages of the plough chain links has been also given.