

Stanisław Ścieszka

BADANIA EKSPLOATACYJNE RYNIEN PRZENOŚNIKÓW ZGRZEBLÓWYCH
ORAZ METODY POPRAWY ICH TRWAŁOŚCI

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki wielomiesięcznych obserwacji zużywania się rynien w kopalniach trzech Zjednoczeń PW. Wyniki pozwoliły na porównanie trwałości kilku rodzajów rynien oraz wpływu na tę trwałość takich czynników jak: rodzaj maszyny urabiającej, sposób kierowania stropem oraz warunków górniczo-geologicznych. Przedstawiono współczesne tendencje w przedmiocie konstrukcji i technologii rynien przenośników zgrzeblowych. Na podstawie badań własnych wykazano celowość stosowania żeliw i tworzyw sztucznych jako elementów ślizgowych.

1. Wstęp

Zadanie zwiększania koncentracji i mechanizacji wydobywania wymaga nie tylko wysoko wydajnych ale także niezawodnych i trwałych maszyn i urządzeń. Dotyczy to zarówno maszyn do urabiania jak też wszystkich urządzeń transportu dołowego, a przede wszystkim przenośników zgrzeblowych ścianowych.

Badania eksploatacyjne wskazują na częste przestoje spowodowane koniecznością wymiany rynien w trasie przenośników zgrzeblowych, mimo systematycznego wzrostu wymiarów rynien (szerokość, grubość blach i profil) odpowiednie do wzrostu ciężarów maszyn urabiających ich wydajność itd. Największe siły występują w przypadku współpracy z ciężkimi kombajnami i obudową zmechanizowaną. Masy kombajnów wynoszą około 30 ton a siły pochedzące od przesuwników 180 kN. W czasie przesuwania trasy przenośnika do ociesu a w szczególności w przypadku wyposażenia jej w kliny ładujące występują duże opory. Mogą one wywołać w ryniach trwałe odkształcenia blach ślizgowych i ozopów oraz zrywać śruby łączące poszczególne rynny. W czasie pracy przenośnika następuje zużywanie ścierne blachy ślizgowej i profili bocznych.

Trwałość rynny w przeciętnych warunkach pracy określają:
- odporność blachy ślizgowej i profili na zużycie ścierne,
- wytrzymałość rynny na trwałe deformacje,

- odporność na zniszczenia elementów złącza rynien i innych elementów przyłącznych.

Długość przenośników zgrzeblowych ścianowych wynosi obecnie około 130 tys. metrów a roczna produkcja sięga wielu dziesiątków tys. sztuk rynien. Jest to produkcja o dużej wartości zważywszy, że ceny rynien, zależnie od typu, wahają się w granicach 1200-3650 zł. Duża część tej produkcji idzie na uzupełnienie zużytych rynien. Cyfry te przedstawiają ekonomiczną wagę problemu.

2. Badania eksploatacyjne trwałości rynien przenośników zgrzeblowych ścianowych

Dla oceny trwałości eksploatacyjnej rynien przenośników zgrzeblowych przeprowadzono obserwacje zużywania się i wymiany rynien na kilkudziesięciu ścianach wydobywczych trzech zjednoczeń PW. Warunki pracy tych przenośników były różne, obejmowały czynniki charakteryzujące pracę przenośników zgrzeblowych w całym przemyśle węglowym. Czyli różne rodzaje: urabiania, likwidacji, obudowy, przesuwania rynien oraz różne warunki górniczo-geologiczne.

Dane z kopalń Dąbrowskiego i Jaworznicko-Mikołowskiego ZPW pozwoliły na ocenę wskaźników zużycia rynnociągu W_z [1]:

$$W_z = \frac{\sum r_z}{R} \cdot 100$$

gdzie:

r_z - liczba zużytych rynien,

R - liczba rynien w rynnociągu.

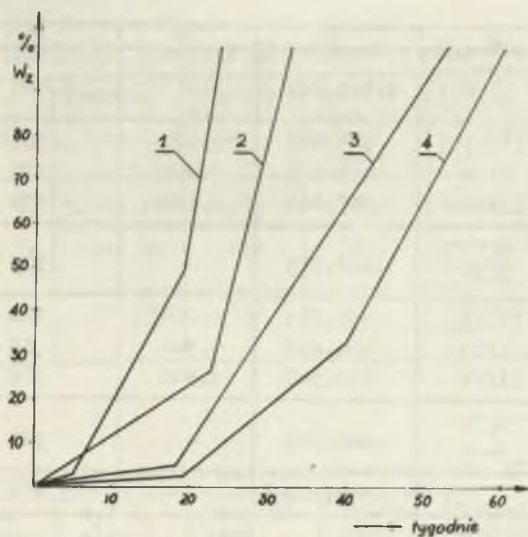
Wyniki z tych badań przedstawia rys. 1.

W kopalniach Rybnickiego ZPW przeprowadzono w okresie od IV kw. 1973 r. do II kw. 1974 r. [2] obserwacje 65 wydobywczych ścian węglowych. Jako porównawczy efektywny wskaźnik zużycia rynien przyjęto:

$$W_t = \frac{\sum r_z}{1 \text{ mil ton wydobycia}}$$

Wyniki badań przedstawiają tabele 1-4.

Dane statystyczne potwierdzają wpływ (aczkolwiek nieduży) sposobu kierowania stropem na zużycie rynien. Zużycie jest największe przy podsadzce płynnej i daje się wytłumaczyć dużą ściernością piasku oraz zwiększonym



Rys. 1. Wykresy uśrednionego wskaźnika zużycia wg danych z kopalń Dąbrowskiego i Jaworznicko-Mikołowskiego ZPW

1 - przenośnik OMKT /zawał/, 2 - PZS Śląsk /podsadzka płynna/, 3 - PZS Śląsk /zawał/, 4 - PZS Samson /zawał/

Tablica 1

Zestawienie wydobywania, długości ścian i wycofanych rynien w analizowanych kopalniach

Kopalnia	Okres obserwacji	Wydobycie ton	Długość ścian m	Wycofane rynny sztuki	W_t $\frac{\sum r_z}{1 \text{ mil. ton}}$
1	2	3	4	5	6
KWK Borynia	IV/73	229.500	1.400	315	693
	I/74	320.100	1.442	122	
	II/74	321.300	1.477	215	
	Σ	940.900	-	652	
KWK Jankowice	IV/73	407.687	2.046	74	165
	I/74	414.770	2.337	82	
	II/74	393.957	2.321	45	
	Σ	1.216.414	-	201	
KWK Jastrzębie	IV/73	427.870	2.065	770	1027
	I/74	567.731	1.858	478	
	II/74	546.688	2.281	338	

od. tablicy 1

1	2	3	4	5	6
	Σ	1.542.249	-	1.586	
KWK Moszczenica	IV/73	445.497	2.172	109	258
	I/74	439.662	1.998	127	
	II/74	567.414	2.662	139	
	Σ	1.452.573	-	375	
KWK Zofiówka	IV/73	457.791	1.070	120	220
	I/74	452.458	1.360	88	
	II/74	498.340	1.380	106	
	Σ	1.408.789	-	310	
Razem:		6.559.900	-	3.124	476

Tablica 2

Zestawienie wydobycia, długości ścian i wycofanych rynien
dla poszczególnych typów przenośników

Typ przenośnika	Okres obserwacji	Liczba przenośników	Długość tras m	Wydobycie ton	Wycofanie rynien szt.	$\frac{W_t}{\Sigma r_s}$ 1 mil. ton
1	2	3	4	5	6	7
PZS "Śląsk"-67	IV/73	43	5.811	1.329.400	985	584
	I/74	43	5.888	1.249.600	638	
	II/74	49	6.195	1.518.100	691	
PZS "Samson"-67	IV/73	15	1.973	657.400	263	344
	I/74	11	1.544	573.500	204	
	II/74	7	1.111	438.200	107	
Eickhoff EKF-3	IV/73	2	305	75.705	-	6
	I/74	3	357	127.100	-	
	II/74	3	477	265.800	3	
Anderson - Mavor	I/74	2	230	114.900	14	128
	II/74	4	520	135.500	18	
Rybnik - 72	I/74	1	97	14.000	-	-
Rybnik - 73	II/74	1	156	40.500	1	24

Tablica 3

Wpływ rodzaju likwidacji wyrobisk na trwałość rynien dla PZS "Śląsk"-67

Liczba przenośników	Okres obserwacji kW	Wydobycie ton	Długość tras m	Wycofanych rynien szt.	Rodzaj likwidacji wyrobisk	$\frac{W_t}{\sum r_z}$ 1 mil. ton
18	od IV 73	3.183.100	4.092	1.724	zawał	538
12	do II 74	940.800	1.251	525	podszadzka płynna	558
4		342.000	463	165	podszadzka sucha	482

Tablica 4

Wpływ rodzaju urabiania na trwałość rynien dla PZS "Śląsk" - 67

Liczba przenośników	Okres obserwacji kW	Wydobycie ton	Długość tras m	Wycofanych rynien szt.	Rodzaj urabiania	$\frac{W_t}{\sum r_z}$ 1 mil. ton
26	od IV 73	2.595.000	3.346	1.402	kombajn	540
5	do II 74	655.000	750	190	strug	290
12		773.000	1.232	620	materiały wybuchowe	802

udziałem korozji. Znacznie istotniejszy jest wpływ rodzaju urabiania. Duże zużycie rynien przy urabianiu materiałami wybuchowymi świadczy o deformowaniu rynien przy odstrzeliwaniu i następnie ich bardziej intensywnym zużywaniu ściernym przez elementy trące. Część rynien ulega zniszczeniu bezpośrednio przy urabianiu materiałami wybuchowymi. Tabl. 4 wykazuje także, że przy urabianiu strugami wskaźnik W_t jest dwukrotnie niższy niż dla urabiania kombajnami. Niewątpliwie jest to wynik mniejszego obciążenia rynnociągu przez strugi oraz wpływ warunków górniczych, z którymi związane jest ich zastosowanie jak np.: miękший węgiel, niższe pokłady. Tabl. 1 ilustruje bardzo duże zróżnicowanie wskaźnika W_t dla poszczególnych kopalń, można to tłumaczyć tylko specyficznymi warunkami geologiczno-górnictwymi dla danej kopalni jak: rodzaj spągu, przerosty w pokładach węgla, lub też czynnikami subiektywnymi jak: jakość obsługi poszczególnych urządzeń mechanicznych na ścianach.

Rodzaje uszkodzeń rynien przedstawia tabl. 5, a niektóre przypadki uszkodzeń ilustruje rys. 2. Główną przyczyną wymiany rynien stanowi wytarcie blachy ślizgowej lub profili przez łańcuch. Zużycia te występują przede wszystkim w strefie łączenia rynien. Są one powodem miejscowego osłabienia przekroju rynny, jej deformacji lub zerwania części rynien w wyniku oddziaływania łańcucha lub zgrzebła.

Procentowy wykaz rodzajów uszkodzeń rynien

Przyczyny wymiany rynien	%
Wytarcie dolnego prowadzenia w części roboczej	40,0
Wytarcie górnego prowadzenia w części roboczej	22,0
Wytarcie dolnego prowadzenia w części powrotnej	3
Wytarcie dolnego prowadzenia w części roboczej i dolnego w części powrotnej oraz blachy ślizgowej	20,0
Wytarcie dolnego prowadzenia w części roboczej i blachy ślizgowej	5,0
Razem	90
Urwanie uchwytów do mocowania zestawek	6
Zagniecenie profilu przez kombajn	3
Deformacja blachy ślizgowej przez przesuwniki przy przystawce przenośnika	1
Ogółem	100,0



Rys. 2. Rynna wycofana z eksploatacji z widocznymi wytarciami

3. Aktualny stan konstrukcji rynien i kierunków ich rozwoju

W kraju jedynym producentem rynien do przenośników zgrzebłowych ścianowych jest Rybnicka Fabryka Maszyn. W pierwszym okresie wykonywano rynny do przenośników zgrzebłowych pancernych typu PZP-45. W roku 1960 zapoczątkowano produkcję przenośników zgrzebłowych ścianowych PZP - Śląsk 22, które obecnie po zmodyfikowaniu produkuje się z oznaczeniem PZS-620/III-S Śląsk-67A. Do przenośnika tego wykonuje się rynny o profilu E 180, o szerokości 620 mm oraz o profilu E 190 i o szerokości 642 mm. W roku 1963 rozpoczęto produkować przenośniki zgrzebłowe ścianowe PZPC-Samson, które obecnie po zmodyfikowaniu produkuje się w dwóch wersjach: PZS-720/III - Samson, PZS-720/II - Samson NP. Do przenośnika PZS-720/III - Samson wykonuje się rynny na profilu E 180 o szerokości 720 mm lub na profilu E 190 o szerokości 742 mm.

W roku 1973 rozpoczęto produkcję przenośników zgrzebłowych ciężkich "Rybnik-73", do którego wykonuje się rynny o profilu E 215 i o szerokości 742 mm. Wykonano także prototyp przenośnika Super-Samson o profilu E 245.

Rynny wykonywane są o długości 1500 mm z profili walcowanych (E 180, E 190, E 215, E 245), połączonych blachą ślizgową o grubości 10 do 16 mm. Całość wykonywana jest ze stali 18 G2.

Produkcja rynien w Rybnickiej Fabryce Maszyn odbywa się systemem potokowym, na linii produkcyjnej odbywa się między innymi spawanie przy pomocy agregatu blachy ślizgowej z profilami, spawanie ręczne uchwyków, czopów i jezyczka. Część rynien jest hartowana indukcyjnie, pozostałe rynny wykonuje się z blachą ślizgową napawaną elektrodą lub z końcówkami odlewanyymi ze staliwa stopowego (prototyp).

Wzrost materiałochłonności, ciężarów i kosztu nowych rynien w okresie ostatnich kilku lat był spowodowany wzrostem wydobywania ze ścian i zwiększonymi wymogami dla transportu oraz wzrostem ciężarów maszyn urabiających (np. kombajn KWB-6 waży około 30 ton). Przez zastosowanie coraz grubszych blach ślizgowych i profili bocznych uzyskano także zwiększenie trwałości rynien. W wyniku tych zmian niektóre rynny ważą obecnie ponad 300 kg, a ich duży ciężar utrudnia transport na dole kopalni. Prace badawczo-projektowe, których celem jest zwiększenie rezerwy rynien przenośników zgrzebłowych, można ogólnie podzielić na cztery grupy:

- 1 - Zajmujące się doбором materiału dla całej rynny (profilu bocznych i blach ślizgowych). Na podstawie analizy wyników wielu badań zaleca się stosowanie stali o twardości powyżej 300 HB. Uwzględniając to "Ryfama" podejmuje próby z blachami 35 SG, 25 G2, 27 SG oraz importowaną (RFN) stalą VSS8 ulepszoną cieplnie [6].
- 2 - Zajmujące się zmianą odporności na zużycie wybranych, najbardziej narażonych miejsc na rynnach. Stosuje się hartowanie indukcyjne [6], napawanie lub różnego rodzaju warstwy ochronne [5,7]. Jak wykazała praktyka, zastosowane przez "Ryfamę" hartowanie indukcyjne zwiększa trwałość rynien ale pod warunkiem prawidłowego jego wykonania. Wielokrotnie stwierdzano, że hartowanie na długości rynny nie jest ciągłe a lo-

kalizacja, szerokość i grubość warstwy hartowanej jest niezgodna z założeniami. Przyczyną tego stanu rzeczy jest w dużej mierze niewłaściwa obsługa i konserwacja agregatu.

- 3 - Zalecające stosowanie wkładek z materiałów trudno ścieralnych w miejscach rynien o szczególnie dużym oddziaływaniu łańcucha. Proponowane są wkładki trójwarstwowe ze stali narzędziowej [3], końcówki ze stali manganowego [6]. Wiele firm uzyskało bardzo dobre rezultaty przy pomocy tej metody, jak np. firmy Westfalia i Eickhoff. W rozwiązaniach tego typu trudność technologiczną stanowi w niektórych przypadkach odpowiednio pewne połączenie rynny z końcówką.
- 4 - Zajmujące się zmianą warunków tarcia między rynną a łańcuchem na bardziej korzystne. Proponowane są przez niektóre firmy płyty podprzełożnikowe, które stanowią stosunkowo równe podłoże dla trasy przenośnika oraz jednocześnie przenoszą obciążenia pochodzące od przesuwników. Stosuje się także w przenośnikach zgrzebłowych wkładki ślizgowe [4,5] z materiałów o własnościach smarnych np. tworzywa sztuczne, żeliwa, drzewo itp.

Analiza procesu użytkowania rynien oraz informacji o procesie technologicznym powinna pozwolić na określenie optymalnego rezerwu dla rynien przenośników zgrzebłowych. Ponieważ w praktyce eksploatacyjnej przenośników można wyróżnić dwa modele użytkowania rynien: tzw. jednokrotny (dla jednego wybiegu ściany) oraz wielokrotny, to celowe jest produkowanie rynien w dwóch wersjach przewidywanej trwałości eksploatacyjnej. Wersja podstawowa rynny powinna być wykonana z materiału o większej odporności na ścieranie niż stal 18G2 ale bez konieczności hartowania indukcyjnego. Wersja druga, wzmocniona rynna powinna mieć: dla przenośników jednołańcuchowych napawane końcówki a dla przenośników dwu- i trójłańcuchowych końcówki ze stali manganowego.

4. O pewnych badaniach zużycia materiałów stosowanych na rynny i łańcuchy

Celem badań było sprawdzenie wpływu obecności w parze ciernej: łańcuch (stal G25 HGMN ulepszana cieplnie) - rynna (stal 18G2) dodatkowego ślizgacza wykonanego z różnych materiałów o dobrych własnościach tribologicznych. Z materiałów rokujących nadzieję na pomyślne rezultaty do badań wybrano żeliwa i tworzywa sztuczne. Zawarty w żeliwie grafit przy ścieraniu wypełnia nierówności przez co zmniejsza współczynnik tarcia oraz zużycie materiałów trących się. Grafit spełnia w tym wypadku rolę smaru stałego. W pracy zbadano żeliwo białe wyżarzone do czarnego (poddane grafityzacji), przy czym wykonano szereg rodzajów żeliwa, przez różny czas wyżarzania uzyskano różną zawartość węgla żarzenia (grafitu). Oprócz żeliwa badaniom poddano również tworzywa sztuczne: żywicę epoksydową, tekstalit, tarnamit, teflon i itamid.

Badania wykonano na maszynie tarciowej charakteryzującej się układem par ciernych jak na rys. 3. Tarcie zachodzi między obracającą się przeciwpróbką a dwoma zamocowanymi w specjalnej głowicy próbkami. Przeciwpróbki (rysunek 3) wykonane były z materiałów odpowiadających rynnie czyli:

- stal 18G2 surowa (18 - 20 HRC),
- stal 18G2 hartowana (38 - 41 HRC),
- stal 18G2 napawana elektrodą EN 600 (60 HRC),

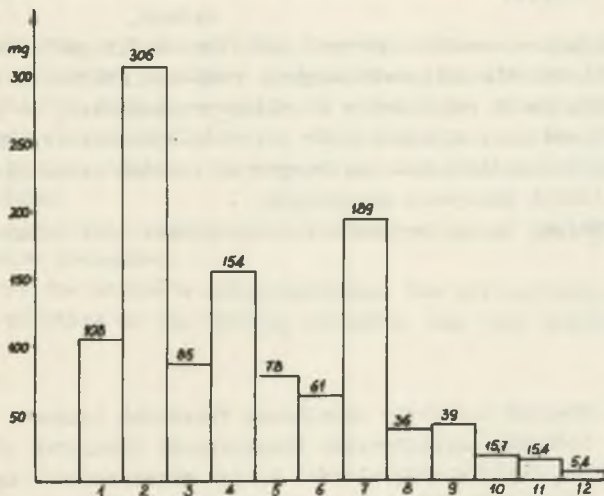
Część próbek wykonana była z materiału odpowiadającego łańcuchom czyli stali G25HGNM (38 - 40 HRC) ulepszonej cieplnie zgodnie z technologią produkcji łańcuchów.

Rys. 3. Układ par ciernych w maszynie tarciowej

1 - przeciwpróbka, 2 - próbka, 3 - próbka (ślizgacz)

Pozostała część próbek wykonana z żeliw 1 - 5 (140 - 170 HB) i tworzyw sztucznych spełniała w badaniach rolę dodatkowego ślizgacza. Pomiaru tarcia prowadzono przy następujących parametrach:

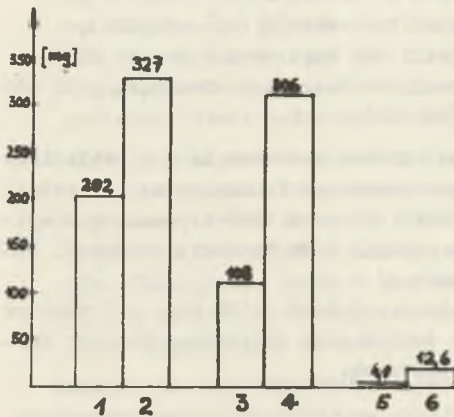
- prędkość ślizgania $v = 0,46 \frac{m}{s}$,
- nacisk jednostkowy $p = 1,0 \frac{MN}{m^2}$,
- droga tarcia $s = 415 m$.



Rys. 4. Wykresy zużycia wagowego przeciwpróbki ze stali 18G2 hartowanej przy współpracy z próbką ze stali G25HGNM oraz próbkami (ślizgaczami) z różnych materiałów:

1 - bez ślizgacza, 2 - stal 18G2 hartowana, 3 - żeliwo 1, 4 - żeliwo 2, 5 - żeliwo 3, 6 - żeliwo 4, 7 - żeliwo 5, 8 - tekstolit, 9 - żywica epoksydowa, 10 - itamit, 11 - tarnamit, 12 - teflon

Zużycie określano wagowo a poszczególne pomiary powtarzano wielokrotnie. Wybrane wyniki badań przedstawiają rys. 4 i rys. 5. Z ilustracji graficznych obrazujących rezultaty pomiarów wynika, że największe zużycie przeciwpróbki występuje przy współpracy z dwoma próbkami ze stali G25HGNM.



Rys. 5. Wykresy zużycia wagowego przeciwpróbek ze stali 18G2 surowej (1,2), ze stali 18G2 hartowanej (3,4) i ze stali napawanej elektrodą EN 600 (5,6) przy współpracy z jedną próbką ze stali G25HGNM (1,3,5) oraz dwoma próbkami (2,4,6)

- zastosowanie jako elementów ciernych dodatkowych ślizgaczy żeliwnych powoduje istotne zmniejszenie zużycia przy stal-stal. Badaniom była poddana tylko bardzo wąska grupa żelii i należy przypuszczać, że jeszcze lepsze rezultaty osiągnie się dla żelii sferoidalnych-perlitycznych,
- celowe są szersze badania nad zastosowaniem tworzyw sztucznych w przenośnikach i innych maszynach górniczych,
- napawanie końcówek rynien w sposób istotny podnosi ich odporność na zużycie.

LITERATURA

- [1] Skiba J., Sterzyk H.: Próby określenia trwałości ruchowej rynien przenośników zgrzebłowych, Mechanizacja Górnictwa 1(29)1970 r.
- [2] Porembski A.: Analiza zużywalności rynien przenośników zgrzebłowych ścianowych ciężkich. Praca dyplomowa, Gliwice, 1974 r.
- [3] Pogórecki K.: Sprawozdanie IMŻ pt. "Badanie odporności na ścieranie rynien przenośników zgrzebłowych, Gliwice 1966 r.
- [4] Banatov P.: Iznos i powyszenie dołgowieczności gornych maszin. Izd. Nedra. Moskwa 1970.

Wprowadzenie jednej próbki żeliwnej obniża zużycie 2 do 5 razy w zależności od rodzaju żeliwa. Tworzywa sztuczne powodują od 10- do 60-krotne obniżenie zużycia. Najmniejsze zużycie dają teflon, itamit i tarnamit, tworzywa o bardzo dobrych własnościach smarowych. Badania wykazały pewien wzrost odporności na zużycie stali 18G2 po hartowaniu oraz bardzo istotny wzrost odporności na zużycie przeciwpróbek napawanych elektrodą EN 600.

Uzyskane rezultaty wskazują, że:

- celowe jest dalsze prowadzenie prac nad zmianą materiałów w układzie rynna - łańcuch z punktu widzenia trwałości eksploatacyjnej tego układu,

- [5] Tenenbaum M.: Iznosostojkosc detalej i dołgowiecznost gornych maszin. Izd. Gosgoptechizdat, Moskwa 1960.
- [6] Szolc O.: Analiza techniczna rynien normalnych dla przenośników zgrzebłowych ścianowych. Praca dyplomowa. Gliwice 1974 r.
- [7] Tomsia S.: Patent PRL Nr 64356.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕШТАКОВ СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ,
А ТАКЖЕ МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ПРОЧНОСТИ

Р е з ю м е

В статье представлены результаты многомесячных наблюдений обрабатывания рештаков на шахтах трёх объединений угольной промышленности. Результаты дали возможность провести сравнение прочности нескольких видов рештаков, а также влияния на эту прочность таких факторов как: род врубовой машины, способ управления кровлей, а также горно-геологические условия. В работе представляются современные тенденции в области конструкции и технологии рештаков скребковых конвейеров. На основании собственных исследований указывается целесообразность применения чугуна и пластмассы как скользящего элемента.

INVESTIGATIONS CONCERNING PUSH-PLATE CONVEYORS TROUGHS AND IMPROVEMENT OF THEIR DURABILITY

S u m m a r y

In the paper some results of long observations concerning wear and tear of troughs in coal-mines of three Amalgamations, have been presented. The results achieved made it possible to compare the durability of several trough kinds and the influence on this durability of such factors like: kind of a mining machine, the way of roof control and the mining-geological conditions.

Modern trends concerning construction and technology of push-plate conveyors troughs were presented.

On the ground of the author's investigations, the advisability of using cast iron and plastics as the chuting elements, has been demonstrated.