

ALEKSANDER LUTYŃSKI
INSTYTUT MECHANIZACJI GÓRNICtwo
POLITECHNIKA ŚLĄSKA
GLIWICE

BADANIE SŁABEGO OGNIWA PRZENOŚNIKÓW TRANSPORTU PODZIEMNEGO

W referacie omówiono badania niezawodności przenośników taśmowych, pracujących w systemach transportu podziemnego. Dokonano analizy uszkodzeń tych przenośników w poszukiwaniu ich słabego ogniwa.

1. Wstęp

Jednym z podstawowych zadań badań niezawodnościowych jest analiza wyników, prowadząca do określenia słabych ogniw obiektu. Wyniki tej analizy kierują uwagę konstruktorów na określone zespoły, podzespoły bądź elementy, wyznaczając kierunki poszukiwań jakościowo lub strukturalnie innych rozwiązań, których celem jest doskonalenie konstrukcji tych obiektów.

Na ogół pod pojęciem słabego ogniwa badanego obiektu rozumiemy taki zespół, podzespół, element, który najczęściej ulega uszkodzeniom. Liczba obserwowanych uszkodzeń jest więc w tym przypadku kryterium naszej oceny.

Prowadząc badania można jednak, z pewnych określonych względów, przyjąć inne kryteria oceny słabego ogniwa. Kryterium takim może być czas usuwania uszkodzenia, koszt zakupu bądź naprawy elementu, zespołu itp.

2. Sposób przeprowadzenia badań

Analizowane w referacie dane dotyczą powszechnie stosowanych w systemach podziemnego transportu ciągłego przenośników taśmowych typu PFG50/800, 50/1000 i typu Gwarek 1000. Dane te zebrane zostały w wyniku obserwacji 10 systemów transportowych eksploatowanych w trzech kopalniach węgla kamiennego.

W systemach tych obserwowano łącznie 76 przenośników PTG i 15 przenośników Gwarek. Czas obserwacji wahał się od 61 do 230 dni i uzależniony był okresem eksploatacji systemu transportowego w niezmienionej strukturze.

Badania niezawodnościowe prowadzone były według planu, który w zapisie formalnym ma postać:

[N, W, T],

gdzie: N - jest liczbą badanych przenośników,

W - oznacza, że występujące uszkodzenia usuwano w czasie obserwacji,

T - jest kryterium zakończenia badania.

Zanotowane dni i godziny wystąpienia uszkodzeń przenośników były podstawą, przy znajomości struktury systemów, do wyznaczenia szeregów czasowych trwania stanu pracy poszczególnych przenośników. Zanotowane godziny wystąpienia i usunięcia awarii pozwoliły na wyznaczenie szeregów czasowych trwania stanu pracy. Otrzymane szeregi czasowe poddano analizie wstępnej.

W pierwszej kolejności zbadano stacjonarność tych szeregów [2]. Badanie wykazało, że we wszystkich szeregach czasowych trwania stanu awarii nie było podstaw do odrzucenia hipotezy o ich stacjonarności. W dwóch przypadkach natomiast szeregów czasowych trwania stanu pracy zaistniało podejrzenie o niestacjonarność. Danych z badań tych przenośników nie uwzględniono w dalszej analizie.

Mimo stosunkowo długich czasów obserwacji systemów przenośnikowych, otrzymane szeregi czasowe były mało liczne. Liczności ich wydawały się niewystarczające do głębszej analizy w poszukiwaniu słabego ognia poszczególnych przenośników. Wobec powyższego porównano dane uzyskane z badania przenośników tych samych typów i eksploatowanych w tych samych systemach transportowych. Wydaje się to uzasadnione, ponieważ porównywane szeregi czasowe otrzymano w wyniku badań przenośników o zbliżonych parametrach techniczno-eksploatacyjnych, obsługiwanych przez te same brygady remontowo-konserwacyjne. Badania wykazały, że porównywane dane były jednorodne. Istniała więc podstawa, by uszkodzenia przenośników tych samych typów, eksploatowanych w tym samym systemie transportowym analizować tak, jakby dotyczyły one jednego umownego przenośnika eksploatowanego w bardzo długim czasie.

3. Analiza uszkodzeń

Chcąc określić słabe ognia przenośników taśmowych, zanotowane w badaniach uszkodzenia, analizowano przyjmując trzy poziomy wnikiwości w strukturę wewnętrzną przenośników. Kryterium oceny słabego ognia była liczba zaistniałych uszkodzeń. W przypadku poziomu przyjętego jako pierwszy, przenośnik taśmowy podzielono na część mechaniczną / napęd, urządzenie napinające, trasa itp./, elektryczną /zasilanie i sterowanie/ oraz taśmę. Jest to niewątpliwie podział, w którym wyszczególnione części prze-

nośnika mają różny stopień złożoności od kilku zespołów po pojedynczy element. Niemniej jednak, podział ten może być interesujący dla producentów tych części. Analizę dla omówionego poziomu wnikliwości przeprowadzono w sposób następujący: dla wyszczególnionych części przenośnika określone zostały liczby uszkodzeń, a na tej podstawie prawdopodobieństwa warunkowe pojawienia się uszkodzenia danej części. Obliczane one były z następującej zależności

$$P_{MVEVT} = \frac{i_{MVEVT}}{I},$$

gdzie: i_{MVEVT} - liczba uszkodzeń umownego przenośnika odpowiednio części mechanicznej, elektrycznej i taśmy,
 I - liczba uszkodzeń umownego przenośnika danego typu w systemie transportowym.

Wyniki analizy przedstawione zostały w tablicy 1.

Tablica 1

Prawdopodobieństwo warunkowe pojawienia się uszkodzeń wyszczególnionych części przenośnika

Nr systemu	PTG			GWAREK		
	P_M	P_E	P_T	P_M	P_E	P_T
1	0,2000	0,2286	0,5714	0,2716	0,3333	0,3951
2	0,2647	0,2647	0,4706	0,2857	0,2857	0,4286
3	0,2346	0,1728	0,5926	0,2857	0,2857	0,4286
4	0,1404	0,5438	0,3158	0,3334	0,4000	0,2666
5	0,2051	0,3077	0,4472	—	—	—
6	0,2481	0,3721	0,3798	—	—	—
7	0,0732	0,1951	0,7317	—	—	—
8	0,2308	0,0769	0,6923	0,2143	0,2500	0,5357
9	0,4231	0,1538	0,4231	0,3103	0,4083	0,2414
10	0,2963	0,1852	0,5185			

Po uzyskaniu wyników tej analizy wydawało się istotne stwierdzenie, czy są one jednorodne. Hipotezę o jednorodności wyników zweryfikowano testem w oparciu o rozkład dwumianowy [1], przyjmując $\alpha = 0,01$ za istotnie bardzo małe prawdopodobieństwo liczby zajść stanu. Test wykazał, że tylko w przypadku przenośników PTG P_E i P_T w systemie 4 oraz P_M i P_T w systemie 7 istotnie różnią się od odpowiednich, w pozostałych systemach. Pozostałe wyniki nie różniły się pomiędzy sobą. W przypadku poziomu przyjętego jako drugi część mechaniczną przenośników podzielono dla potrzeb analizy na poszczególne zespoły. Podziału tego dokonano, mając za podstawę [3] i [4]. Podobnie jak poprzednio podstawie informacji o liczb-

bie uszkodzeń poszczególnych zespołów, wyznaczono prawdopodobieństwo warunkowe, że jeśli pojawi się uszkodzenie w przenośniku, to będzie to uszkodzenie wyszczególnionego zespołu. Wyniki przedstawiono w tablicy 2 i 3.

Tablica 2
Prawdopodobieństwa warunkowe pojawiania się uszkodzeń w zespołach części mechanicznej przenośników PTG

Nr zespołu systemu	Wysięgnik	Napęd	Konstrukcja nośna	Zwrotnia	Urządzenie napinające
1	-	0,1714	-	0,0286	-
2	-	0,2353	-	0,0294	-
3	0,0246	0,1605	-	0,0247	0,0247
4	-	0,1404	-	-	-
5	-	0,1795	-	-	0,0256
6	-	0,2248	-	0,0155	0,0077
8	0,0769	0,0769	-	-	0,0769
9	0,0384	0,3461	-	0,0385	-
10	-	0,1111	0,1852	-	-
śr	0,0088	0,1733	0,0111	0,0155	0,0111

Tablica 3
Prawdopodobieństwa warunkowe pojawiania się uszkodzeń w zespołach części mechanicznej przenośników GWAREK

Nr zespołu systemu	Zespół napędowy	Konstrukcja nośna	Zwrotnia	Stacja napinająca
1	0,1852	-	0,0123	0,0740
2	0,2857	-	-	-
3	0,2666	-	-	0,0666
4	0,1538	-	0,0385	0,0385
8	0,1428	-	-	0,0714
9	0,2069	0,0345	0,0345	0,0345
śr	0,1882	0,0054	0,0161	0,0591

Nie wyszczególniono zespołów, w których w ogóle nie zanotowano uszkodzeń. W tablicach tych znajdują się również średnie prawdopodobieństwa warunkowe wystąpienia awarii w danym zespole. Tak jak poprzednio, i w tym przypadku zbadano, czy uzyskane wyniki można uważać za jednorodne przy $\alpha = 0,01$. Badanie wykazało, że nie ma podstaw do odrzucenia takiej hipotezy.

W prezentowanych tablicach łatwo zauważyć, że najwyższe prawdopodobie-

bieństwo wystąpienia uszkodzenia w części mechanicznej przenośników przypisać można napędowi. Z tego względu wydawało się istotne głębsze przeanalizowanie, na podobnych zasadach jak poprzednio, tego właśnie zespołu. Wyniki tej analizy zamieszczono w tablicy 4, podając w niej prawdopodobieństwa warunkowe, że jeśli pojawi się uszkodzenie w przenośniku, to będzie to uszkodzenie wyszczególnionego podzespołu.

Tablica 4

Prawdopodobieństwa warunkowe pojawiania się uszkodzeń w zespole napędu przenośników taśmowych

Nr systemu	PTG					GWAREK			
	Przekładnia	Sprzęgło hydr.	Sprzęgło elastyczne	Sprzęgło łańcuchowe	Inne podz. i elementy	Wysięgnik	Przekładnia	Sprzęgło	Inne podz. i elementy
1	-	0,0571	0,1143	-	-	0,0123	0,0123	0,1111	0,0492
2	-	0,0588	0,1471	-	0,0294	-	-	0,2857	-
3	0,0247	-	0,0370	-	0,0988	-	0,0666	0,1332	0,0666
4	-	-	0,0702	0,0175	0,0175	0,0770	-	0,0385	0,0385
5	0,0256	-	0,1026	-	0,0513	-	-	-	-
6	0,0232	0,0155	0,0543	0,0155	0,1163	-	-	-	-
8	-	-	0,0769	-	-	0,0357	-	0,0714	0,0357
9	-	0,0385	0,1923	0,0385	0,0769	0,0345	0,0345	0,0345	0,1135
10	-	-	0,0714	-	0,1428	-	-	-	-
śr	0,0133	0,0155	0,0796	0,0088	0,0730	0,0269	0,0161	0,0914	0,0538

Wyniki tej tablicy również poddane zostały badaniom jednorodności. Nie znaleziono podstaw do odrzucenia postawionej hipotezy.

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badanie przenośników taśmowych, mające na celu znalezienie ich słabego ogniwa, wykazało, że taśma wraz z połączeniami najczęściej ulega uszkodzeniom. Prawidłowość tę można zauważyć w obu typach badanych przenośników. W analizowanej części mechanicznej najwyższe prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzenia posiadają napędy obu typów przenośników. W zespołach tych najczęściej ulegają uszkodzeniom sprzęgła, co wyraźnie zauważyć można w prezentowanych tablicach. Wyniki przeprowadzonych badań sugerują, że w przenośnikach taśmowych, w ich części mechanicznej, charakter uszkodzeń jest podobny, bez względu na warunki eksploatacji, w których badania te były prowadzone. Tym samym można przypuszczać, że występujące różnice w parametrach techniczno-eksploatacyjnych systemów transportowych różnych kopalń nie mają istotnego wpływu na kształtowanie się słabego ogniwa przenośników.

LITERATURA

- [1] Brodziński Sł.: Pewne problemy awaryjności maszyn wyciągowych. Materiały niniejszej Konferencji.
- [2] Lutyński A.: Niezawodność układów przenośnikowych do transportu urobku ze ściany pod szyb w kopalniach głębinowych. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 1976.
- [3] Poradnik Nr 10a "Przenośniki taśmowe". Mikołowskie Zakłady Budowy Maszyn Górniczych "Mifama" Mikołów 1971.
- [4] Poradnik Nr 241 "Przenośniki taśmowe". Zakłady Konstrukcyjno-Mechaniczne Przemysłu Węglowego Gliwice 1972.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛАБОЙ ТОЧКИ КОНВЕЙЕРОВ
ПОДЗЕМНОГО ТРАНСПОРТА.

Резюме

В статье обсуждается исследование надёжности ленточных конвейеров, работающих в составе подземного транспорта. Проведён анализ повреждений этих конвейеров в поисках их слабой точки.

EXAMINATIONS OF VULNERABILITY IN THE UNDERGROUND
BELT CONVEYORS

Summary

The reliability tests of belt conveyors operating in the underground transport systems have been described in this report. There has been also presented analysis of conveyors failures to distinguish their vulnerable link /element/.