ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1979
Seria: GÓRNICTWO z. 92 Nr kol. 589

SŁAWOMIR BRODZIŃSKI
INSTYTUT MECHANIZACJI GÓRNICTWA
POLITECHNIKA ŚLĄSKA
GLIWICE

PEWNE PROBLEMY AWARYJNOŚCI MASZYN WYCIĄGOWYCH

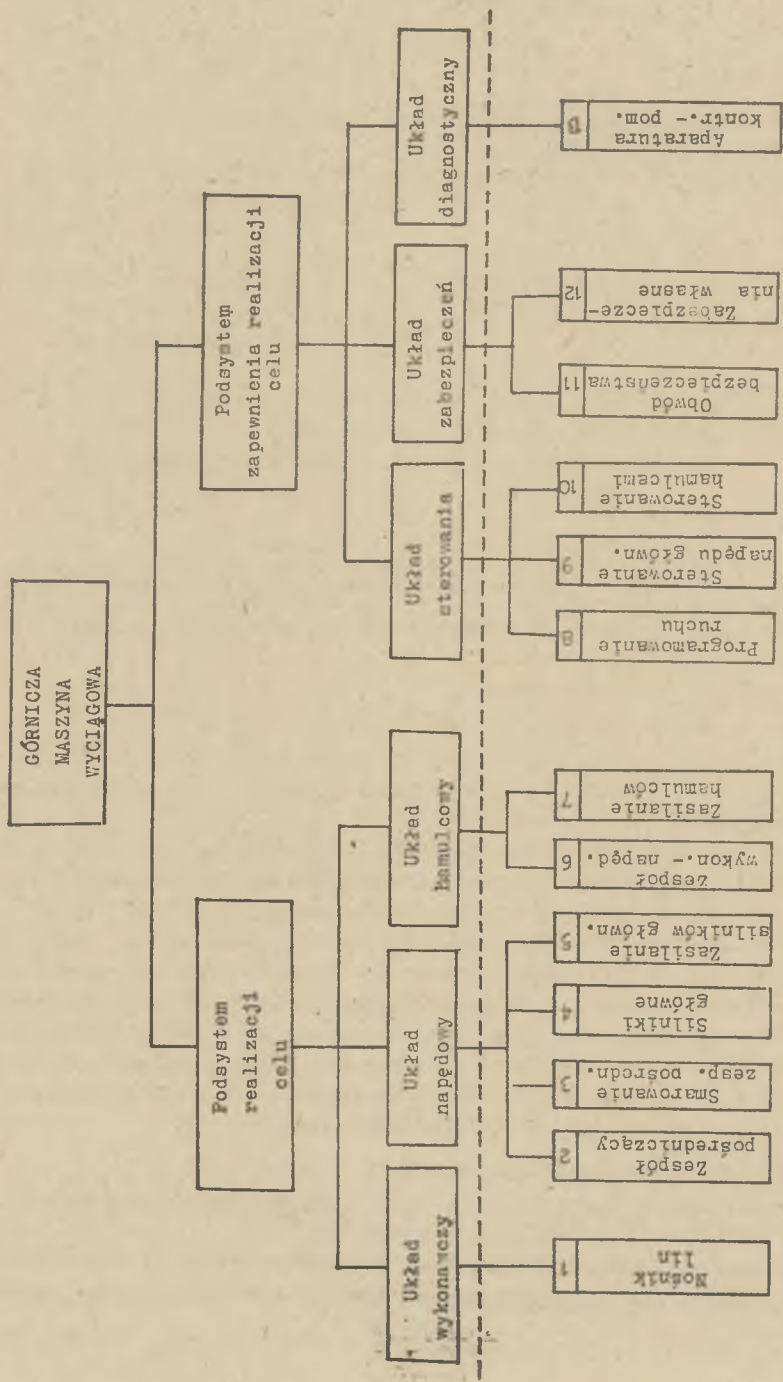
W pracy przedstawiono wyniki badań eksploatacyjnych awarii maszyn wyciągowych. Przeprowadzono analizę jednorodności danych z punktu widzenia awaryjności zespołów maszyn wyciągowych oraz dokonano próby oceny awaryjności na poziomie zespołów. Ponadto, wytypowano najbardziej awaryjne zespoły GMW.

1. Wstęp

Górnicza maszyna wyciągowa /GMW/ stanowi podstawowy system urządzenia wyciągowego /UW/.
Ze względu na swe zasadnicze znaczenie dla bezpiecznej i poprawnej realizacji zadań transportowych UW, maszyna wyciągowa zasługuje niewątpliwie na szczególnie wnikliwą analizę jej procesu eksploatacji.
GMW, jak wykazały badania [1], charakteryzuje się, jako system, wysoką niezawodnością, jednak awaryjność jej zespołów znacznie różni się między sobą.
W pracy poruszono wyłącznie jeden aspekt eksploatacji GMW-stany awaryjne, podejmując próbę oceny awaryjności zespołów. W rezultacie umożliwiło to wytypowanie zespołów o najwyższej awaryjności - "słabych ogniw" GMW.
Praca niniejsza stanowi wycinek szerszego programu badań niezawodnościowych górniczych maszyn wyciągowych produkcji krajowej [1].

2. Podział maszyny wyciągowej na zespoły

W celu określenia awaryjności górniczych maszyn wyciągowych dokonano podziału GMW na określone zespoły /rys.1/.
W rozważaniach przyjęto - jako graniczny poziom wnikliwości - poziom zespołu. Stanowi on bowiem granicę pomiędzy podziałem funkcjonalnym GMW jako syste-



Rys. 1. Podział maszyny wyciągowej na zespoły

mu, a podziałem sensu stricto konstrukcyjnym na zespoły. GMW podzielono umownie na dwa podsystemy: realizacji celu i zapewnienia realizacji celu, a te z kolei na układy: wykonawczy, napędowy, hamulcowy, sterowania, zabezpieczeń i diagnostyczny.

Podział konstrukcyjny GMW obejmuje trzynaście zespołów:

1 - Nośnik lin,
2 - Zespół pośredniczący /wał główny, sprzęgła, łożyska, ewentualnie przekładnie/,
3 - Smarowanie zespołu pośredniczącego,
4 - Silniki główne /z obwodami wzbudzenia i wentylatorami/,
5 - Zasilanie silnika głównego,
6 - Zespół wykonawczo-napędowy hamulców,
7 - Zasilanie hamulców,
8 - Programowanie ruchu,
9 - Sterowanie napędem głównym i regulacja,
10 - Sterowanie hamulcami,
11 - Obwód bezpieczeństwa,
12 - Zabezpieczenia własne i autoregulacja zespołów,
13 - Aparatura kontrolno-pomiarowa i sygnalizacyjna.

Na rys.1 przedstawiono proponowany podział GMW, który odnosi się do dowolnego typu maszyny wyciągowej.

Zastosowanie dwóch kryteriów podziału /funkcjonalny i konstrukcyjny/ GMW zasygnalizowano na rysunku linią przerywaną.

Konkretna postać konstrukcyjna GMW /np. typ napędu, hamulców, sterowania, itp/ implikować może jedynie różną treść zespołu /1-13/.]

Poziom wnikliwości zespołu został założony jako graniczny również ze względu na jakość danych dotyczących awarii maszyn wyciągowych. Analiza zapisów awarii wykazała mianowicie, że jest to jedyny poziom wnikliwości, umożliwiający równoczesne rozpatrywanie zarówno awarii mechanicznych, jak i elektrycznych. O ile bowiem awarie mechaniczne, ze względu na mniejszą złożoność zespołów, były opisane dokładniej w raportach, o tyle awarie elektryczne przedstawiano często ogólnikowo. W odniesieniu do awarii mechanicznych realna wydaje się możliwość analizy awaryjności na poziomie podzespołu i elementu oraz wytypowania "słabego ogniwa" części mechanicznej. W prezentowanej pracy, wychodząc z założenia kompleksowej analizy awaryjności maszyn wyciągowych - a więc części mechanicznej i elektrycznej, musiano ograniczyć się z wyżej wymienionych względów do poziomu wnikliwości zespołu GMW.

3. Badania awaryjności maszyn wyciągowych

Przedmiotem badań były maszyny wyciągowe produkcji ZUT "Zgoda" w Świętochłowicach, wyprodukowane w ostatnich kilkunastu latach [1]. Badaniami awaryjności objęto kilkadziesiąt maszyn wyciągowych, z których po wstępnej weryfikacji danych wytypowano 31 do dalszej, bardziej szczegółowej analizy awaryjności na poziomie zespołów.

Omawiane maszyny wyciągowe są wyłącznie maszynami o ciernym sprzężeniu liny. Typoszereg tych maszyn przedstawiono w tablicy 1, 2, 3. Numer porządkowy maszyny wyciągowej jednoznacznie określa kopalnię, szyb i przedział wyciągowy.
Z całkowitej liczby 31 maszyn: 17 - to maszyny czterolinowe, 5 - maszyny dwulinowe, a 9 - maszyny jednolinowe.

Zestawienie awarii w zespołach maszyn wyciągowych zasilanych z przetwornic

Tablica 1

Lp.	Typ maszyny wyciągowej	Liczba awarii w zespole												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	4L-5000/2x2900	-	-	-	1	6	-	-	1	1	1	-	-	1
2.	4L-4250/2x2400	-	-	-	4	20	1	-	-	4	1	-	1	1
3.	4L-4250/2x2400	-	-	-	-	7	-	-	-	1	1	1	-	4
4.	4L-4250/2x2400	-	-	-	2	7	2	2	-	6	1	-	-	4
5.	4L-4000/3000	-	-	-	1	5	-	-	1	3	-	1	-	-
6.	4L-4000/3000	-	-	-	-	3	-	1	-	1	-	-	2	-
7.	4L-4000/3000	-	-	-	1	3	-	-	1	1	1	-	-	1
8.	4L-3400/2400	2	-	-	-	3	1	-	-	3	-	-	-	2
9.	4L-3400/2400	-	-	-	-	1	-	-	1	3	2	-	-	4
10.	4L-3400/2400	-	-	-	-	2	-	1	2	8	3	2	3	4
11.	2L-6000/1600	-	-	-	-	2	1	1	2	2	10	2	-	-
12.	2L-5000/2000	-	-	-	1	-	1	-	1	8	-	-	-	2
13.	2L-5000/2000	-	-	-	-	1	1	-	1	6	-	-	-	2
14.	2L-5000/1100	-	-	-	-	2	-	-	1	1	1	-	-	2
15.	K -6500/2400	2	2	-	-	-	1	-	-	-	5	-	1	1
16.	K -6500/2400	2	-	-	1	2	-	-	-	11	-	-	-	-
17.	K -6500/2400	-	1	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	1
18.	K -6000/1600	1	2	-	-	-	4	5	1	1	5	-	-	-
19.	K -6000/1600	-	-	-	-	2	3	-	1	4	-	1	-	1
20.	K -5000/1100	-	-	-	3	2	4	-	-	5	11	2	1	7

Zestawienie awarii w zespołach maszyn wyciągowych zasilanych z przekształtników tyrystorowych.

Tablica 2

Lp.	Typ maszyny wyciągowej	liczba awarii w zespole												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	4L-5500/2x3600	1	-	-	1	3	2	1	-	5	-	-	-	1
2.	4L-5000/2x2900	-	1	-	2	1	1	-	1	2	-	1	16	1
3.	4L-4250/2x1900	-	2	-	2	-	-	-	2	8	1	-	6	-
4.	4L-4000/3000	-	-	-	-	4	2	1	-	9	-	1	8	1
5.	4L-4000/2900	1	1	-	2	15	1	1	-	5	1	1	1	-
6.	4L-4000/2900	-	1	-	1	9	1	1	-	4	2	2	-	-

Zestawienie awarii w zespołach maszyn wyciągowych napędzanych silnikami asynchronicznymi.

Tablica 3

Lp.	Typ maszyny wyciągowej	Liczba awarii w zespole												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	4L-3200/2x630	-	2	1	2	-	-	-	-	2	1	-	-	-
2.	2L-3400/630	-	-	-	3	-	1	-	-	4	1	-	5	3
3.	K-6000/1000	-	1	-	-	7	3	3	-	9	-	3	2	4
4.	K-6000/1000	-	1	-	-	5	2	-	6	6	2	-	1	4
5.	K-6000/1000	-	1	-	-	7	2	-	1	9	1	1	3	3

Z kolei, ze względu na rodzaj wyciągu, liczba ta obejmuje:
14 wyciągów skipowych, 14 - klatkowych i 3 -skipoklatkowe. Jako kryterium podziału tego zróżnicowanego pod względem konstrukcyjnym zbioru maszyn wyciągowych przyjęto rodzaj napędu [1]. Wyróżniono maszyny wyciągowe napędzane silnikami prądu stałego zasilanymi: z przetwornic - 20 maszyn /tabl. 1/ i z przekształtników tyrystorowych - 6 maszyn /tabl.2/ oraz silnikami asynchronicznymi - 5 maszyn /tabl.3/.

W prezentowanych tablicach zamieszczono liczbę awarii poszczególnych zespołów analizowanych maszyn wyciągowych. W pracy ograniczono się z konieczności do liczbowego określenia awarii GMW. Jakościowa analiza awarii poszczególnych zespołów okazała się niemożliwa ze względu na nagminny brak danych dotyczących czasów trwania stanu niezdatności.

Badania awaryjności maszyn wyciągowych polegały na obserwacji wytypowanych maszyn w losowo wybranych okresach czasu 1 do 2 lat i notowaniu liczby zaistniałych awarii poszczególnych zespołów na podstawie raportów kopalnianych, informacji WUG-u itp.

Nadmienić należy, że stan informacji odnośnie awarii maszyn wyciągowych,

jak i samego procesu użytkowania i obsługi GMW, jest zdecydowanie niezadowalający. Prowadzący badania [1] spotkali się ponadto ze znacznym zróżnicowaniem poziomu rzetelności danych na poszczególnych kopalniach. Istniejący stan rzeczy wymaga znacznej poprawy.

4. Test jednorodności danych awaryjności GMW

Jednym z głównych zadań teorii niezawodności jest sprawdzenie jednorodności danych. Odnosi się ono np. do sprawdzenia jakości produkcji, wpływu zmian konstrukcyjnych lub technologicznych na jakość wyrobu itp. W wielu przypadkach nie interesuje nas nawet rozkład prawdopodobieństwa rozpatrywanego wskaźnika jednorodności, lecz weryfikacja przypuszczenia, że uzyskane dane są danymi jednorodnymi.
W pracy zaprezentowano prosty test weryfikacji jednorodności danych, dotyczących liczby awarii zespołów górniczych maszyn wyciągowych.[4]

4.1. Sformułowanie problemu i opracowanie testu

Przyjmijmy, że danych jest Z obiektów /GMW/, z których każdy może się znaleźć w interesującym nas stanie awarii. Oznaczmy te maszyny numerami $i = 1,2,\ldots, Z$. Niech każda z maszyn wyciągowych składa się z K tych samych zespołów, gdzie numer zespołu oznaczamy $j = 1,2,\ldots, K$.
Podczas obserwacji eksploatacji maszyn wyciągowych notujemy liczbę l_{ij} awarii danego zespołu j w i-tej GMW.
Czas obserwacji każdej GMW może być różny. W efekcie prowadzonej obserwacji otrzymuje się macierz danych o postaci:

$$L = |l_{ij}| \; ; \quad i = 1,2,\ldots, Z \; ; \quad j = 1,2,\ldots, K \tag{1}$$

Należy zweryfikować przypuszczenie, że awaryjność każdego zespołu j jest taka sama, tzn. dane dotyczące liczby awarii nie różnią się w sposób istotny między sobą.
Załóżmy więc, że dane, którymi dysponujemy, są rzeczywiście jednorodne. Wówczas statystyka:

$$\hat{p}_j = \frac{\sum_i l_{ij}}{\sum_i \sum_j l_{ij}} \tag{2}$$

jest estymatorem prawdopodobieństwa warunkowego, że jeżeli pojawi się awaria w maszynie wyciągowej, to będzie to awaria j-tego zespołu.
Badane GMW nie były obserwowane przez ten sam okres czasu /1-2 lata/.
Z uwagi na różny czas badania, należy więc dokonać porównania liczby zajść stanu /awarii/ poprzez porównanie prawdopodobieństw liczby zajść stanu i analizę wartości tych prawdopodobieństw.
Czas badania i-tej maszyny wyciągowej wyrażony jest liczbą, która dla tego obiektu wynosi:

$$N_i = \sum_j l_{ij} \, . \tag{3}$$

[4] Idea powyższego testu została zaproponowana przez J.Czaplickiego.

Stąd, prawdopodobieństwo zdarzenia polegającego na pojawienie się liczby l_{ij} zajść stanu można obliczyć w oparciu o rozkład dwumianowy ze wzoru:

$$P_{ij}\left\{l_{ij}\right\} = \binom{N_i}{l_{ij}} \hat{p}_j^{\,l_{ij}} \left(1 - \hat{p}_j\right)^{N_i - l_{ij}} . \qquad (4)$$

Można więc przyjąć, zakładając poziom prawdopodobieństwa np. $\alpha = 0{,}02$, że jeżeli $P_{ij}\left\{l_{ij}\right\} \leqslant 0{,}02$, to zdarzenie, które zaszło /awaria zespołu/ w danej maszynie, ma zbyt małe prawdopodobieństwo, co nasuwa podejrzenie o nielosowości jego zajścia.
Ostateczna weryfikacja stwierdzająca nielosowość /występowanie czynnika systematycznego lub cyklicznego/ musi być dokonana w sferze poza statystycznej, analizując sposób, warunki eksploatacji maszyny oraz jej konstrukcję i wykonanie.

4.2. Weryfikacja jednorodności danych eksploatacyjnych

Do weryfikacji jednorodności danych o awaryjności maszyn wyciągowych zastosowano proponowany test. Badaniom poddano wszystkie trzynaście zespołów każdej z obserwowanych trzydziestu jeden maszyn wyciągowych, podzielonych na trzy grupy ze względu na rodzaj napędu i jego zasilanie /tabl. 1,2,3/.

Maszyny wyciągowe zasilane z przetwornic
Liczba badanych maszyn: $Z = 20$
Liczba obserwowanych zespołów: $K = 13$
Liczba zaobserwowanych awarii: $\sum_{i=20} \sum_{j=13} l_{ij} = 307$

Ze wzoru (2) otrzymujemy:

$\hat{p}_1 = 0{,}023$; $\hat{p}_2 = 0{,}017$; $\hat{p}_3 = 0$; $\hat{p}_4 = 0{,}046$; $\hat{p}_5 = 0{,}224$; $\hat{p}_6 = 0{,}062$

$\hat{p}_7 = 0{,}033$; $\hat{p}_8 = 0{,}042$; $\hat{p}_9 = 0{,}241$; $\hat{p}_{10} = 0{,}137$; $\hat{p}_{11} = 0{,}029$;

$\hat{p}_{12} = 0{,}026$; $\hat{p}_{13} = 0{,}120$.

Ze wzoru (4) obliczono z kolei prawdopodobieństwo $P_{ij}\left\{l_{ij}\right\}$ zajścia awarii j-tego zespołu w i-tej maszynie. Warunek $P_{ij}\left\{l_{ij}\right\} \leqslant 0{,}02$ nie został spełniony dla następujących zespołów GMW:

$P_{1,5}$; $P_{2,5}$; $P_{3,5}$; $P_{6,12}$; $P_{11,10}$; $P_{12,9}$; $P_{15,2}$; $P_{15,10}$; $P_{18,5}$; $P_{18,7}$; $P_{20,10}$.

Przeprowadzony test zasugerował więc podejrzenie o nielosowość pojawiania się awarii wymienionych zespołów GMW i niejednorodność danych o awaryjności w odniesieniu do wyżej wymienionych zespołów.

Maszyny wyciągowe zasilane z przekształtników tyrystorowych
Liczba badanych maszyn: $Z = 6$
Liczba obserwowanych zespołów : $K = 13$
Liczba zaobserwowanych awarii : $\sum_{i=6} \sum_{j=13} l_{ij} = 137$

Ze wzoru (2) otrzymujemy:

$\hat{p}_1 = 0{,}011$; $\hat{p}_2 = 0{,}036$; $\hat{p}_3 = 0$; $\hat{p}_4 = 0{,}058$; $\hat{p}_5 = 0{,}234$; $\hat{p}_6 = 0{,}051$

$\hat{p}_7 = 0{,}029$; $\hat{p}_8 = 0{,}022$; $\hat{p}_9 = 0{,}242$; $\hat{p}_{10} = 0{,}029$; $\hat{p}_{11} = 0{,}037$;

$\hat{p}_{12} = 0{,}226$; $\hat{p}_{13} = 0{,}022$.

Warunek $P_{ij}\left\{l_{ij}\right\} \leqslant 0{,}02$ (wzór 4) nie został spełniony dla następujących zespołów GMW:

$P_{2,5}$; $P_{2,12}$; $P_{3,5}$; $P_{5,5}$; $P_{5,12}$; $P_{6,12}$,

co wskazuje w przypadku tych zespołów na niejednorodność danych i nielosowy charakter występowania awarii.

Maszyny wyciągowe napędzane silnikami asynchronicznymi.

Liczba badanych maszyn : z = 5

Liczba obserwowanych zespołów : K = 13

Liczba zaobserwowanych awarii : $\sum_{i=5} \sum_{j=13} l_{ij} = 112$.

Ze wzoru (2) otrzymujemy:

$\hat{p}_1 = 0$; $\hat{p}_2 = 0{,}045$; $\hat{p}_3 = 0{,}009$; $\hat{p}_4 = 0{,}045$; $\hat{p}_5 = 0{,}170$; $\hat{p}_6 = 0{,}071$;

$\hat{p}_7 = 0{,}027$; $\hat{p}_8 = 0{,}062$; $\hat{p}_9 = 0{,}267$; $\hat{p}_{10} = 0{,}045$; $\hat{p}_{11} = 0{,}036$;

$\hat{p}_{12} = 0{,}098$; $\hat{p}_{13} = 0{,}125$.

Warunek $P_{ij}\left\{l_{ij}\right\} \leqslant 0{,}02$ (4) nie został spełniony tylko dla zespołu $P_{4,8}$ /niejednorodność danych/.

Wstępna analiza uzyskanych wyników testu wskazuje dwie prawdopodobne przyczyny nielosowości pojawiania się awarii zespołów GMW:

- dużą awaryjność danego zespołu w porównaniu do awaryjności pozostałych zespołów określonej GMW i przeciętnej awaryjności danego zespołu w zbiorze maszyn. Są to, w maszynach wyciągowych zasilanych z przetwornic, zespoły: $P_{1,5}$; $P_{2,5}$; $P_{3,5}$; $P_{6,12}$; $P_{11,10}$; $P_{12,9}$; $P_{15,2}$; $P_{19,10}$; $P_{16,11}$; $P_{18,7}$; $P_{20,10}$; w maszynach tyrystorowych - zespoły: $P_{2,12}$; $P_{5,5}$ oraz zespół $P_{4,8}$ w maszynach z silnikami asynchornicznymi,
- częściowy lub zupełny brak danych o awaryjności zespołu. Przypadek ten wydaje się dotyczyć zespołów: $P_{18,5}$ - GMW zasilanych z przetwornic; $P_{2,5}$; $P_{3,5}$; $P_{5,12}$; $P_{6,12}$ - GMW zasilanych tyrystorowo.

5. Analiza awaryjności zespołów maszyn wyciągowych

Zebrane dane /tabl. 1,2,3/ stały się podstawą do przeprowadzenia próby oceny awaryjności GMW na poziomie zespołu. Analizowano procentowy udział liczby awarii danego zespołu w stosunku do całkowitej liczby awarii wszystkich maszyn wyciągowych z określonym typem napędu, a więc posłużono się statystyką (2) wyrażoną w procentach. Dane zebrano w tablicy 4.

Procentowy udział liczby awarii poszczególnych zespołów maszyn wyciągowych.

Tablica 4

Lp.	Typ napędu GMW	Udział liczby awarii zespołów [%]												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	zasilanie z przetwornic	2,3	1,7	—	4,6	22,4	6,2	3,3	4,2	24,1	13,7	2,9	2,6	12,0
2	zasilanie tyrystorowo	1,4	3,6	—	5,8	23,4	5,1	2,9	2,2	24,2	2,9	3,7	22,6	2,2
3	Asynchroniczne	-	4,5	0,9	4,4	17,0	7,1	2,7	6,2	26,7	4,5	3,6	9,8	12,5

Jak widać z tabl.4, w grupie maszyn wyciągowych z silnikami prądu stałego zasilanymi z przetwornic, największy procentowy udział mają awarie zespołu sterowania napędem głównym (9) - 24,1 % oraz zespołu zasilania silnika głównego (5) - 22,4 %. Znaczny jest także udział awarii zespołu sterowania hamulcami (10) - 13,7% i zespołu diagnostycznego (13) - 12,0 %. Liczba awarii pozostałych dziewięciu zespołów stanowi w sumie około 28 % całkowitej liczby awarii GMW.

W grupie maszyn wyciągowych z silnikami prądu stałego zasilanymi z przekształtników tyrystorowych, największy procentowy udział mają również awarie zespołu sterowania napędem głównym (9) - 24,2 % oraz zespołu zasilania silnika głównego (5) - 22,4 % . Równie duży jest udział awarii zespołu zabezbieczeń własnych (12) - 22,6 %. Awarie pozostałych dziesięciu zespołów obejmują ok. 30 % liczby wszystkich awarii tej grupy maszyn wyciągowych.

Rozkład liczby awarii na poszczególne zespoły maszyn wyciągowych napędzanych silnikami asynchronicznymi jest nieco inny. Najwięcej jest wprawdzie awarii sterowania napędem głównym (9) - 26,7 % oraz zasilanie silnika głównego (5) - 17,0 %, jednak dużą awaryjnością charakteryzują się również zespoły: diagnostyczny (13) - 12,5 % oraz zabezpieczeń własnych (12) - 9,8%. Pozostałe awarie zespołów obejmują 34 % wszystkich awarii.

Przeprowadzona analiza wskazuje wyraźnie, że do najbardziej awaryjnych zespołów maszyn wyciągowych należą:

- zespół sterowania napędem głównym /odpowiednio 24,1 %; 24,2 %; 26,7 %/,
- zespół zasilania silnika głównego /22,4 %; 23,3 %; 17,0 %/,
- zespół zabezpieczeń własnych w maszynach tyrystorowych /22,6 %/,
- zespół diagnostyczny /12,0 % - GMW zasilane z przetwornic, 12,5 % - GMW asynchronichne/,
- zespół sterowania hamulcami w maszynach zasilanych z przetwornic /13,7 %/.

Najbardziej miarodajne wydają się być dane dotyczące maszyn wyciągowych zasilanych z przetwornic; ze względu na liczność grupy /20 maszyn/ i stosunkowo dokładne dane.

Nadmienić należy, że przedstawiona próba oceny awaryjności GMW ujmuje jedynie pewne aspekty zagadnienia /ocena liczbowa/.

6. Wnioski

Dotychczasowe badania awaryjności maszyn wyciągowych nasuwają następujące wnioski:

1. Dane dotyczące awaryjności GMW są w zdecydowanej większości danymi jednorodnymi.
2. Najbardziej awaryjnymi zespołami we wszystkich typach GMW są: zespół sterowania napędem głównym i zespół zasilania silnika głównego /prawie 50 % liczby wszystkich awarii/.
3. Przeważającą większość awarii stanowią awarie elektryczne; udział awarii typu mechanicznego jest niewielki.
4. Poziom informacji dotyczący awaryjności GMW jest niewystarczający. Powinna nastąpić znaczna poprawa rzetelności danych uzyskiwanych z kopalń.

LITERATURA:

[1] Antoniak J., Brodziński Sł., Czaplicki J., Lutyński A. i inni: Badania niezawodnościowe urządzeń wyciągowych z uwzględnieniem badań rozruchowych /mater.nie publikowany/ IMG, Pol. Śl., Gliwice 1977, 1978.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ АВАРИЙНОСТИ ПОДЪЁМНЫХ МАШИН

Резюме

В работе представлены результаты эксплуатационных исследований аварийности подъемных машин. Проведено анализ однородности данных с точки зрения надежности узлов подъёмных машин, а также проведено оценку их аварийности на уровне узлов.

SOME PROBLEMS OF THE HOIST FAILURE PROCESS

Summary

This paper gives the results of exploitation investigations of hoist failures. An analysis of data homogeneity has been worked out from the reliability point of view and it has been also attempted to assess the failure rate of hoist units.