

ZBIGNIEW MANTORSKI
INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW
ELEKTROTECHNIKI I ENERGOELEKTRONIKI
POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
GLIWICE

AWARYJNOŚĆ SILNIKÓW NAPĘDZAJĄCYCH PRZENOŚNIKI DOŁOWE

W oparciu o materiał statystyczny zebrany w jednej z kopalń przeanalizowano przyczyny uszkodzeń silników elektrycznych napędzających przenośniki dołowe. Uzyskane dane pozwoliły na zaproponowanie środków technicznych umożliwiających zwiększenie niezawodności przenośników.

1. Wstęp

Jednym z głównych czynników powodujących postoje przodków wydobywczych w kopalni są awarie silników stosowanych do napędu przenośników odstawy urobku. Awarie te powodują konieczność wymiany uszkodzonych silników na nowe, co jest związane z długotrwałym postojem jednego lub kilku przodków wydobywczych i dlatego zachodzi konieczność znalezienia i wyeliminowania przyczyn tych awarii. W tym celu przeanalizowano uszkodzenia silników zaistniałe w okresie dwóch lat w jednej z kopalń.

Jako podstawowy materiał do analizy posłużyły dane o awariach, zawarte w książkach raportowych. W rozpatrywanym przedziale czasowym (2 lata) wystąpiło łącznie we wszystkich dziesięciu oddziałach eksploatacyjnych kopalni 359 awarii silników napędzających przenośniki, przy całkowitej liczbie zainstalowanych silników wszystkich typów objętych badaniami, wynoszącej 247 sztuk (silniki przenośników ścianowych i przenośników odstawy urobku). W zebranych materiale nie uwzględniono podziału silników na fabrycznie nowe i po remoncie, jak również nie wydzielono silników pochodzących z likwidacji starych przenośników, co ze względu na bardzo krótki średni czas pracy do uszkodzenia w porównaniu do czasu pracy przewidywanego przez instrukcję fabryczną pozwala te silniki traktować jako nowe.

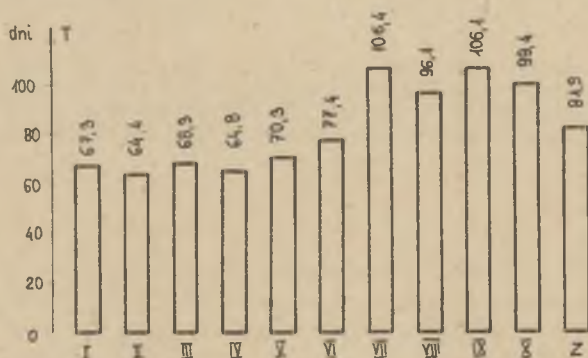
2. Średni czas pracy do uszkodzenia

Jednym z podstawowych wskaźników charakteryzujących niezawodność silników napędzających przenośniki jest średni czas pracy do uszkodzenia (średni czas poprawnej pracy), określane za pomocą zależności:

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n t_j \quad (1)$$

gdzie: t_j - czas poprawnej pracy j -tego silnika, n - liczba silników, które uległy uszkodzeniu.

Na rysunku 1 podano wartości średnich czasów pracy do uszkodzenia w poszczególnych 10 oddziałach kopalni oraz średni czas pracy do uszkodzenia w całym zakładzie.



Rys.1. Średni czas pracy do uszkodzenia silników napędzających przenośniki w poszczególnych oddziałach kopalni. I-X - oddziały kopalni, Z - cały zakład.

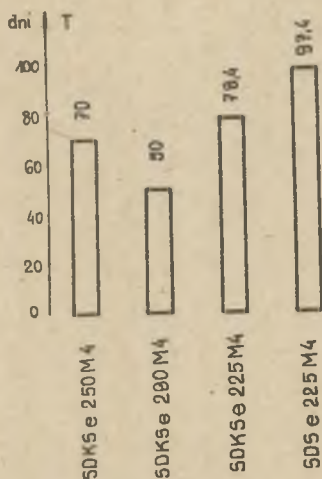
Badaniami objęto cztery typy silników napędzających przenośniki: SJSSe 225 M4, SJKSe 225 M4, SJKSe 250 M4, SJKSe 280 M4. Są to silniki takiej samej budowy, a różnią się tylko wymiarami zewnętrznymi i mocą (od 40 do 90 kW). Na rysunku 2 przedstawiono średnie czasy pracy do uszkodzenia dla poszczególnych typów silników.

W celu uzyskania pełniejszego obrazu niezawodności badanych silników zebrane dane zgrupowano w 15 przedziałach czasowych. Rysunek 3 przedstawia przebieg częstości występowania uszkodzeń silników w poszczególnych przedziałach czasowych oraz rozkład liczby uszkodzeń w tych przedziałach, a rysunek 4 przebieg dystrybuanty uszkodzeń silników. Wielkości te zostały zdefiniowane następująco:

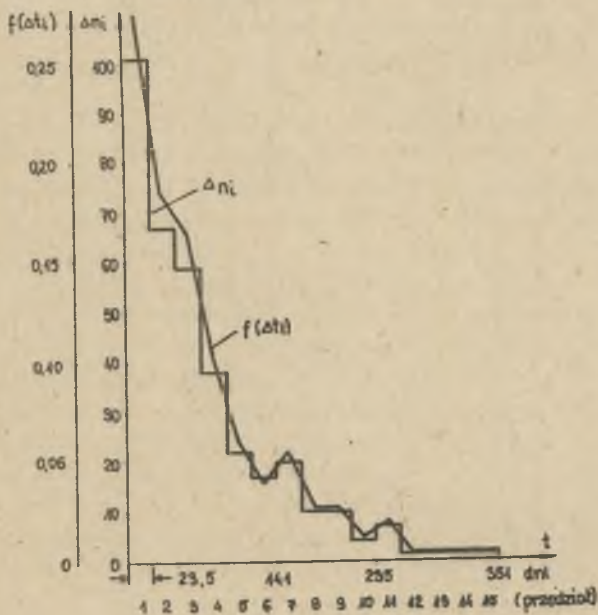
$$f(\Delta t_1) = \frac{\Delta n_1}{n_1} \quad (2)$$

dystrybuanta uszkodzeń

$$F(\Delta t_1) = \sum_{k=1}^n f(\Delta t_k) \quad (3)$$

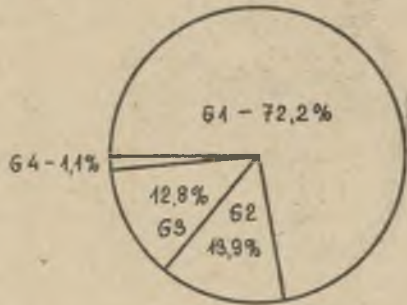


Rys.2. Średni czas pracy do uszkodzenia dla różnych typów silników napędzających przenośniki

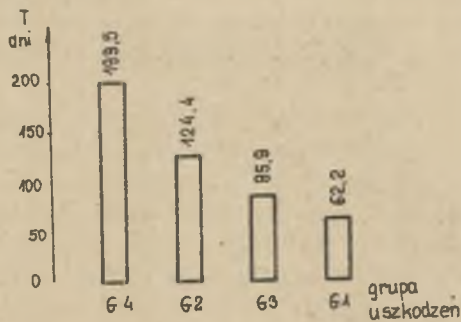


Rys.3. Rozkład liczby uszkodzeń silników i częstość występowania tych uszkodzeń w poszczególnych przedziałach czasowych

pracy silników do uszkodzenia w poszczególnych grupach stanowi rycunek 6.



Rys. 5. Procentowy udział silników należących do poszczególnych grup uszkodzeniowych



Rys. 6. Średni czas pracy do uszkodzenia silników należących do poszczególnych grup uszkodzeń.

| Grupa uszkodzeń | Podatność silników danego typu na określone uszkodzenia | | | |
|-----------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | Typ silnika | | | |
| | SJKSe250M4 | SJKSe280M4 | SJKSe225M4 | SDSe225M4 |
| G1 | $\frac{172}{236} = 0,728$ | $\frac{19}{23} = 0,777$ | $\frac{41}{56} = 0,732$ | $\frac{26}{44} = 0,590$ |
| G2 | $\frac{35}{236} = 0,147$ | $\frac{4}{23} = 0,173$ | $\frac{6}{56} = 0,107$ | $\frac{6}{44} = 0,136$ |
| G3 | $\frac{25}{236} = 0,106$ | - | $\frac{9}{56} = 0,160$ | $\frac{12}{44} = 0,272$ |
| G4 | $\frac{3}{236} = 0,012$ | - | $\frac{1}{56} = 0,017$ | - |

Pośród 359 uszkodzonych silników znajdują się nierówne ilości silników poszczególnych typów, dlatego w celu określenia skłonności silników

danego typu od danego rodzaju uszkodzeń utworzono ilorazy z liczby silników jednego typu, należących do jednej z grup uszkodzeń i całkowitej ilości silników danego typu. Wielkości te, nazwane podatnością na uszkodzenia, zestawiono w tablicy.

4. Koszty ponoszone w wyniku awarii silników napędzających przenośniki dołowe

Na koszty ponoszone w wyniku awarii silników napędzających przenośniki dołowe składają się :

- a/ straty w wydobywaniu spowodowane postojem przodka eksploatacyjnego
- b/ koszt naprawy silnika
- c/ wynagrodzenie pracowników prowadzących demontaż silnika uszkodzonego i montaż silnika nowego
- d/ wynagrodzenie pracowników transportujących nowy silnik do miejsca awarii oraz uszkodzony z miejsca awarii na powierzchnię kopalni
- e/ inne koszty, takie jak dodatkowe obciążenie transportu poziomego i pionowego, koszt transportu silnika do zakładu naprawczego, dezorganizacja produkcji itp., na ogół trudne do uwzględnienia w obliczeniach.

W przypadku badanych napędów zostały oszacowane powyższe koszty poniesione w czasie zbierania danych, tzn. w przeciągu dwóch lat. Kopalnia poniosła w tym okresie straty w wydobywaniu w wysokości około 32 tys. t w wyniku awarii silników, zaś pozostałe koszty kształtowały się następująco: koszt naprawy silników wyniósł 4,22 miliona zł, wynagrodzenie pracowników zatrudnionych przy montażu i demontażu oraz przy transporcie silników-614 tys. zł.

5. Wnioski

Analiza zebranych danych statystycznych wykazała, że średni czas pracy do uszkodzenia silników napędzających przenośniki (81,9 dni) jest bardzo krótki w stosunku do przewidzianego przez instrukcję fabryczną, skąd wynika konieczność podjęcia kroków w celu przedłużenia żywotności tych maszyn. Czas ten kształtował się różnie w różnych oddziałach, jak również różnie dla różnych typów przenośników, co świadczy o tym, że zasadniczy wpływ na czas pracy do uszkodzenia ma sposób eksploatacji i warunki pracy silników.

Najwięcej awarii silników, bo aż 72,2 %, zaliczono do grupy G1 (zwarcie, doziemienie, przegrzanie). Głównymi przyczynami uszkodzeń w tej grupie są :

- a/ Przegrzanie silnika, spowodowane nadmierną ilością rozruchów w jednostce czasu. Przyczyna ta występuje głównie w przenośnikach ścianowych przy spinaniu łańcucha silnikami, przy rozruchu podbitego przenośnika (wielokrotny nawrót); w ścianach, w których stosuje się przekładkę ręczną przenośnika podczas wciągania łańcucha występuje

szereg bardzo krótkich załączeń, co daje duże udary prądowe. W ścianach z eksploatacją przy pomocy materiałów wybuchowych bardzo często strzela się na stojący przenośnik, co w konsekwencji powoduje bardzo długi i ciężki rozruch.

- b/ W układach wielonapędowych często silniki pracują przy zasilaniu tylko z dwóch faz. Spowodowane jest to niesprawnością instalacji elektrycznej, jak: przepalenie się jednej wkładki bezpiecznikowej, przerwa w jednej fazie w elementach łączeniowych, naderwany przewód w skrzynce przyłączeniowej silnika. W układzie jednonapędowym takie przypadki spotykane są rzadziej, bo silnik nie ruszy przy zasilaniu z dwóch faz, natomiast w układach wielonapędowych, np. 3 silniki zasilane z 3 faz spowodują rozruch silnika zasilanego z 2 faz.
- c/ Przegrzewanie silnika, spowodowane brakiem dostatecznej wymiany ciepła z otoczeniem (uszkodzone wentylatory i ich osłony, zasypanie węglem całego silnika lub wlotu powietrza chłodzącego).
- d/ Kostkowanie zabezpieczeń przeciążeniowych.
- e/ Zły stan sprzęgieł hydraulicznych pomiędzy silnikiem a przekładnią (np. brak oleju w sprzęgłach), co utrudnia równomierny i łagodny rozruch.
- f/ Zły stan techniczny samego przenośnika (niski przesyp powodujący podbicie przenośnika, złe złącza rynienek).

Prawie wszystkie wymienione wyżej uszkodzenia są spowodowane nieprzestrzeganiem przepisów i brakiem dbałości o stan techniczny urządzeń. Z praktyki eksploatacyjnej wynika konieczność wzmocnienia osłon na wentylatorach silników. Proponuje się zmianę konstrukcji osłon oraz wykonanie wentylatorów z tworzyw sztucznych, które przy minimalnym zgięciu osłony nie ulegałyby uszkodzeniu jak wentylatory metalowe. Proponuje się też częstą kontrolę nastaw i prawidłowości działania zabezpieczeń przeciążeniowych.

Grupa uszkodzeń G2 (uszkodzenie łożyska) zawiera 13,9 % całej liczby awarii silników. Główną przyczyną uszkodzeń łożysk była wytopienie smaru z komory łożyskowej w wyniku przegrzania silnika. Proponuje się częstsze niż to przewiduje instrukcja fabryczna okresowe kontrole i smarowanie łożysk silników szczególnie narażonych na przegrzewania.

Obniżenie stanu izolacji poniżej dopuszczalnego (grupa G3) w wyniku zawodnienia lub zawilgocenia jest przyczyną 128 % liczby awarii silników. Najczęściej uszkodzenia te występują w wyniku polewania korpusu silnika wodą z układu zraszania, w wyniku awarii rurociągu przeciwpożarowego lub odwodnienia lub na skutek dużej wilgotności powietrza w miejscu zabudowy silnika. Przynajmniej część uszkodzeń w tej grupie może zostać wyeliminowana przez dokładne uszczelnienie miejsca wprowadzenia przewodu zasilającego do skrzynki przyłączeniowej przez prawidłową konserwację i natłuszczenie powierzchni ognioszczelnych między korpusem silnika a skrzynką przyłączeniową, oraz między pokrywą a skrzynką przyłączeniową.

LITERATURA

- [1] Dokumentacja techniczno-ruchowa trójfazowych silników indukcyjnych przeciwwybuchowych budowy ognioszczelnej typu SDKSe i SDSs.
- [2] Dregan K.: Analiza pracy i przyczyn awarii silników o mocy do 110 kW stosowanych do przenośników dołowych. Praca dyplomowa. Politechnika Śląska 1977.
- [3] Sztarski M.: Niezawodność i eksploatacja urządzeń elektronicznych. WKŁ, Warszawa 1972.

АВАРИЙНОСТЬ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИВОДЯЩИХ В ДВИЖЕНИЕ ШАХТНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Резюме

Опираясь на статистическом материале, собранном в одной из шахт, проанализировано причины повреждений электрических двигателей приводящих в движение шахтные конвейеры. Полученные данные сделали возможным внедрение технических средств для повышения надежности конвейеров.

FAILURES OF THE ELECTRIC MOTORS MOTORING CONVEYORS IN THE COAL-MINE

Summary

Causes of failure of the electric motors motoring underground mine conveyors were analysed. Based on the statistic data gathered in one of the coal-mines, there have been proposed technical measures that would increase the reliability of the conveyors.