

## INTERNATIONAL SEMINAR ON MODERNIZATION OF HOISTING MACHINES - RELIABILITY AND WORK SAFETY

Aleksander LESZCZYŃSKI

Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, Gliwice  
PolskaSPOSOBY MODERNIZACJI MASZYN WYCIĄGOWYCH Z NAPĘDEM ASYNCHRONICZNYM -  
CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA

Streszczenie. Dotychczas instalowane maszyny wyciągowe z napędem asynchronicznym i z rezystorami w obwodzie wirnika mają sterowanie stycznikowo-przełącznikowe. Proponuje się modernizację tych maszyn przez zastosowanie napędów o regulowanej częstotliwości. Rozpatrzono dwa warianty modernizacji: z pozostawieniem silnika istniejącego oraz wymianę silnika napędowego. Dla maszyn wyciągowych większej mocy proponuje się zastosowanie mikrokomputerowego systemu diagnostyki w celu zwiększenia stopnia niezawodności.

## 1. WPROWADZENIE

W okresie powojennym zbudowano kilkaset maszyn wyciągowych z napędem asynchronicznym, które znalazły zastosowanie w kopalniach węgla, soli i rud w kraju oraz za granicą. Wspólną cechą wszystkich jest stosowanie przekładni zębatych. Maszyny o mocach poniżej 200 kW są zasilane napięciem 500 V lub 380 V prądu przemiennego. Maszyny o mocach powyżej 200 kW zasilane są bezpośrednio z sieci 6000 V lub 3000 V, w przypadku wykonań na eksport. Górna granica mocy, ograniczona przekładnią, wynosi dla maszyn z jednym silnikiem napędowym 1000 kW, z dwoma silnikami 2x1000 kW. Maszyny z napędem asynchronicznym w wielu przypadkach pracują przy prędkościach niższych od znamionowych. Stosowanie ich było dyktowane niskimi kosztami inwestycyjnymi. Koszt energii elektrycznej nie odgrywał w minionym okresie większej roli, a więc nie był brany jako kryterium doboru napędu. Tym bardziej, że w wielu przypadkach maszyny wyciągowe asynchroniczne okazywały większą sprawność energetyczną w porównaniu z maszynami z napędem prądu stałego.

Cena globalna instalacji maszyny i budynku okazywała się niska dla maszyn z napędem asynchronicznym.

Drugą wspólną cechą wszystkich napędów asynchronicznych jest zastosowanie rezystora w obwodzie wirników i stycznikowo-przełącznikowego sterowania. Dla poprawy wskaźników regulacyjnych i energetycznych było stosowane hamowanie dynamiczne, poczynając od 1957 r.

Napęd asynchroniczny wymaga stosowania styczników w obwodzie stojana, a przy maszynach większej mocy są to aparaty na napięciu 6000 V. Ich częstość łączeń /nierzadko osiąga ok. 3000 na dobę. Ze względu na dużą ilość łączeń i ich wytrzymałość są one kłopotliwe w eksploatacji. Częściowym wyjściem z sytuacji jest stosowanie styczników próżniowych lub z medium SF<sub>6</sub>.

Jeśli się zyskuje na sprawności przy jeździe z prędkością znamionową, to traci przy rozruchu, hamowaniu i opuszczaniu ciężarów z prędkością niższą od znamionowej. Przy sterowaniu stycznikowo-przełącznikowym prędkość jazdy nie jest proporcjonalna do wychylenia dźwigni steru i zależy od reżymu pracy silnika. Sterowanie maszyną wyciągową z napędem asynchronicznym jest bardziej złożone w porównaniu z maszyną prądu stałego. Wynika to z faktu, że prędkość maszyny asynchronicznej jest bardzo zależna od zmian obciążenia.

Hamowanie z odzyskiem energii przy opuszczaniu jest możliwe tylko przy prędkościach nadsynchronicznych. Przy większej mocy napędu i stosowaniu hamowania dynamicznego w rezystorach wytwarza się dużo ciepła, przy opuszczaniu ciężarów z prędkościami pod synchronicznymi.

Zastosowanie systemów napędowych z regulowaną częstotliwością eliminuje te wady. Napęd asynchroniczny jest optymalny ze względu na wskaźniki energetyczne i własności regulacyjne.

W tabeli 1 podano dane techniczne maszyn wyciągowych, z napędem asynchronicznym, wytwarzanych w kraju.

Postęp w części elektrycznej maszyn wyciągowych wyszczególnionych w tabeli 1 obejmował głównie doskonalenie podzespołów sterowniczych takich jak:

- pulpity zunifikowane,
- sełajnowe wskaźniki głębokości,
- aparaty programujące typu SK-2 i 3,
- systemy sterowanie hamulców pneumatycznych typu ZEP-3 oraz USH,
- regulator elektroniczny /dla zastąpienia "tradycyjnego" regulatora hydraulicznego, działającego na hamulce/ itp.

W miarę postępu w dziedzinie systemów napędowych z regulowaną częstotliwością stała się możliwa modernizacja napędu z pozostawieniem silnika istniejącego i otrzymanie zależności regulacyjnych takich jak w napędach prądu stałego.

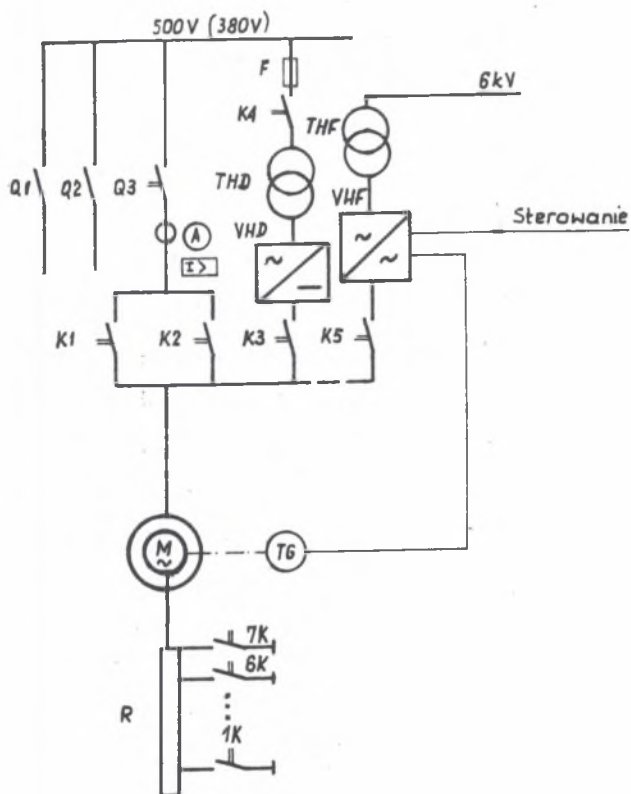
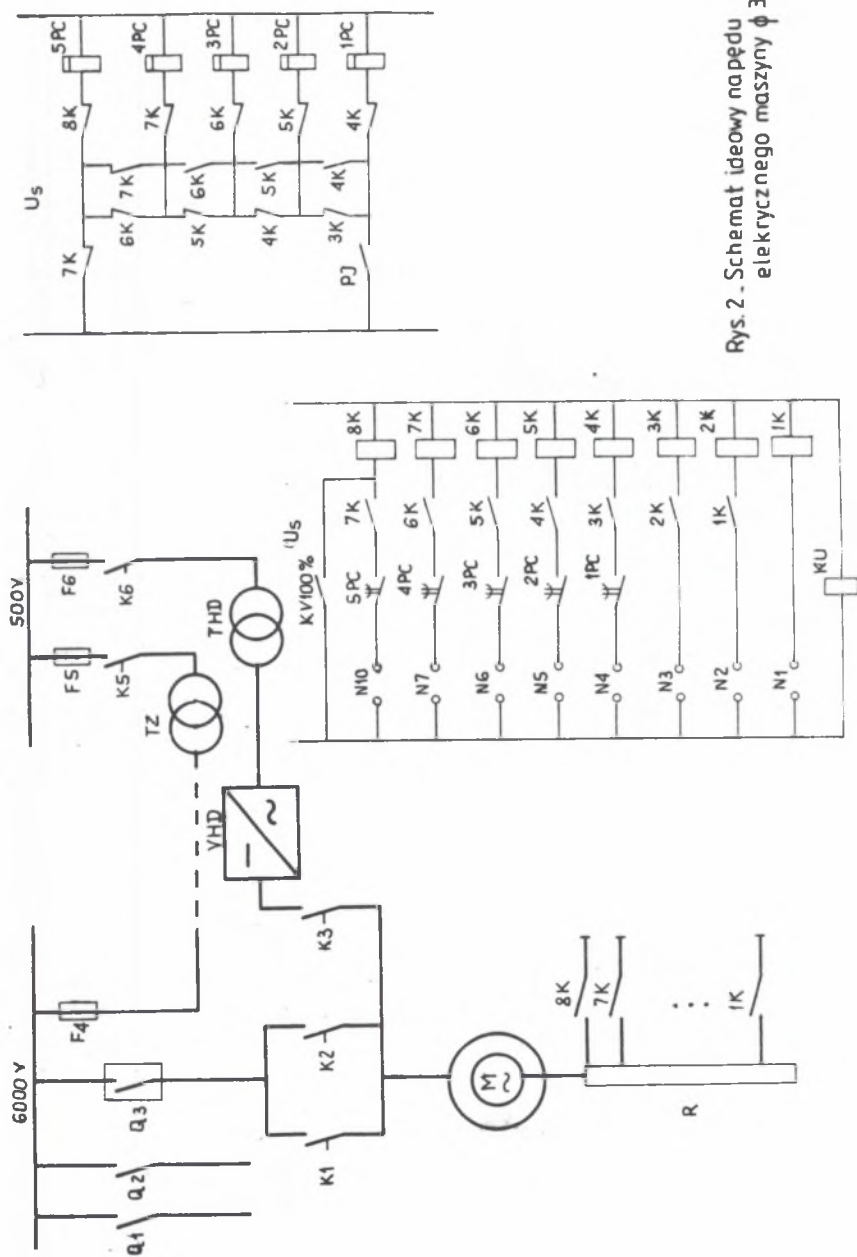
Rys. 1. Schemat ideowy maszyny  $\phi$  2000 część silnopiędowa

Tabela 1

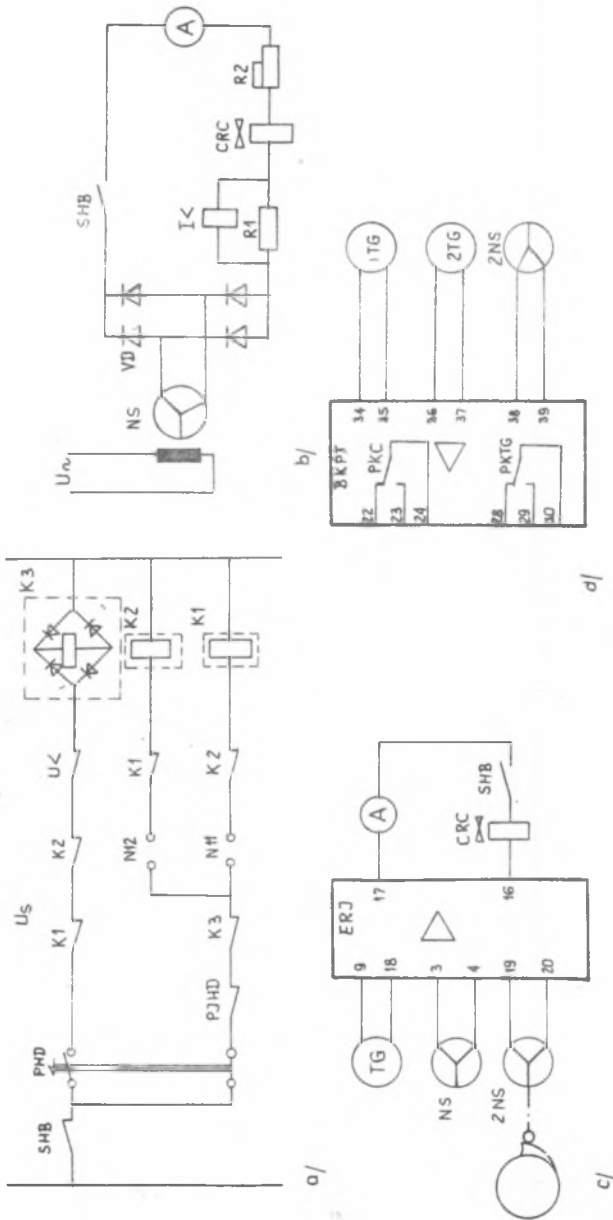
Dane podstawowe maszyn wyciągowych z napędem asynchronicznym

Średnica bębna lub koła pędnego /mm/	Prędkość jazdy /m/s/	Urobek /kg/	Głębokość /m/	Silnik asynchroniczny			Uwagi
				Moc /kW/	Obroty /1/min./	Napięcie /V/	
2000	2-4	2000	200-350	63 /75/ 125	500 1000	500 500	K, B, BB-2000
2500	3-4	3000	250-400	160 200	750 1000	500 6000	K-2500
3000	4-6	4000	350-500	315 400	500 750	6000 6000	BB-3000, K-3000 B-3000
3200	15	7500	1000	2x630	750	6000	WL4-3200
3500	4-6	5000	440-500	320 500	500 750	6000	B-3500
4000	10	8000	420	2x630	500	6000	Maszyny nie objęte normą
5000	B	23000 <sup>x/</sup>	1000	2x1000	300	6000	Maszyny B-5000 do głębień szymbów
800-5500	12	5500	/1000/ 800	630	750	6000	Maszyna do głębień szymbów

<sup>x/</sup> maszyna B-5000 z jednym końcem liny



Rys. 2. Schemat ideowy napędu elektrycznego maszyny  $\phi$  3000



Rys.3. Schematy ideowe podzespołów sterowania maszyn wyciągowych a/sterowanie styczników rewersyjnych i hamowania dynamicznego b/sterowanie regulatora ciśnienia hamulca manewrowego c/sterowanie regulatora ciśnienia dla maszyn powyżej 4m/s d/ciągła kontrola dojazdu ZDMW-2

## 2. MODERNIZACJA MASZYN WYCIĄGOWYCH Z NAPĘDEM ASYNCHRONICZNYM NISKIEGO NAPIĘCIA

Na rys.1 przedstawiono schemat ideowy maszyn  $\phi$  2000, uproszczony do części silnoprądowej. Maszyny te mają styczniki rewersyjne, hamowania dynamicznego i styczniki do zwierania stopni rezystora wirnikowego. Blok hamowania dynamicznego często jest złożony z diod w układzie mostkowym, zasilany przez transformator trójfazowy. W wielu rozwiązaniach spotyka się mostek z trzema diodami i punktem zerowym transformatora.

Dla modernizacji napędu proponujemy pozostawienie silnika istniejącego, zasilanego z przekształtnika pośredniego, poprzez transformator dopasowujący. Układ napędowy daje charakterystyki regulacyjne, porównywalne z napędem prądu stałego i odznacza się większą sprawnością energetyczną, szczególnie w maszynach z jazdami z prędkością poniżej znamionowej.

## 3. MODERNIZACJA MASZYN WYCIĄGOWYCH WYSOKIEGO NAPIĘCIA Z NAPĘDEM ASYNCHRONICZNYM

Na rys.2 przedstawiono uproszczony schemat ideowy maszyny wyciągowej  $\phi$  3000 oraz sterowanie styczników wirnikowych w funkcji czasu, z korekcją prądową. Trzy pierwsze stopnie są włączane nastawnikiem z pulpitu, w zależności od woli maszynisty dla ułatwienia manewrowania maszyną.

Pod względem wyposażenia elektrycznego należy wyodrębnić:

- rozdzielnię wysokiego napięcia,
- rozdzielnię niskiego napięcia wraz ze sterowaniem,
- urządzenia sterownicze i siłowe obwodów wirnika,
- urządzenia hamowania dynamicznego,
- podzespoły zabezpieczeń ruchu maszyny i sterowanie hamulców.

### 3.1. Rozdzielnia wysokiego napięcia

Rozdzielnia wysokiego napięcia 6000 V składa się z prefabrykowanych pół, wyposażonych w dwa odłączniki, wyłącznik mocy, styczniki rewersyjne i stycznik hamowania dynamicznego. Często rozdzielnia 500 V jest zasilana z rozdzielni 6000 V przez transformator potrzeb własnych. Styczniki rewersyjne, hamowania dynamicznego oprócz blokad elektrycznych mają blokadę mechaniczną. Przy hamowaniu bezpieczeństwa styczniki są wyłączone, a tym samym silnik jest chwilowo pozbawiony napięcia.

Wyłącznik mocy działa na ogół przy zwarciach w sieci. Rozwiązanie to jest stosowane w maszynach nowszych.

### 3.2. Rozdzielnia niskiego napięcia wraz ze sterowaniem

Rozdzielnia niskiego napięcia jest również zbudowana z prefabrykowanych szaf. Obejmuje ona:

- zasilanie napędów pomocniczych, jak sprężarki, pompy olejowe i wentylatory,
- sterowanie stycznikowo-przełącznikowe i kontroli ruchu,
- zabezpieczenia prędkości dojazdowej i ciągłej,
- sterowanie elektro-pneumatyczne hamulców, wyposażone w elektroniczny regulator jazdy,
- sterowanie przełącznikowe rozruchem i hamowaniem dynamicznym.

Urządzenia ww. stanowią podstawowe wyposażenie maszyn wyciągowych z napędem asynchronicznym.

### 3.3. Urządzenia sterownicze i siłowe obwodów wirnika

W obwodach wirnikowych maszyn większej mocy stosowane są rezystory metalowe łączone szeregowo lub równoległe za pomocą styczników. W maszynach wyciągowych mniejszej mocy na ogół rezystory łączone są szeregowo. Stanowią one typowe zestawy, przy których bezpośrednio są montowane styczniki. Rozwiązanie takie jest korzystne ze względu na połączenia siłowe.

Przy jeździe z prędkością mniejszą od znamionowej wytraca się w nich energia proporcjonalna do poślizgu. Często rozruch wykonywany jest półautomatycznie w funkcji czasu z korekcją prądową, jak pokazano na rys.2.

### 3.4. Urządzenia hamowania dynamicznego

Urządzenia hamowania dynamicznego obejmują prostownik mocy z transformatorem dopasowującym. Zasilane są z rozdzielni niskiego napięcia.

Urządzenia hamowania dynamicznego mają zabezpieczenia przed przerzutem wysokiego napięcia i zabezpieczenia obwodu prądu stałego. Zabezpieczenia obwodu prądu stałego mają za zadanie wyzwolenie obwodu bezpieczeństwa w przypadku nieprawidłowego przebiegu hamowania dynamicznego. Istniejąca blokada mechaniczna umożliwia włączanie hamowania dynamicznego wyłącznie w zerowym położeniu dźwigni steru.

### 3.5. Podzespoły zabezpieczeń ruchu maszyny i sterowania hamulców

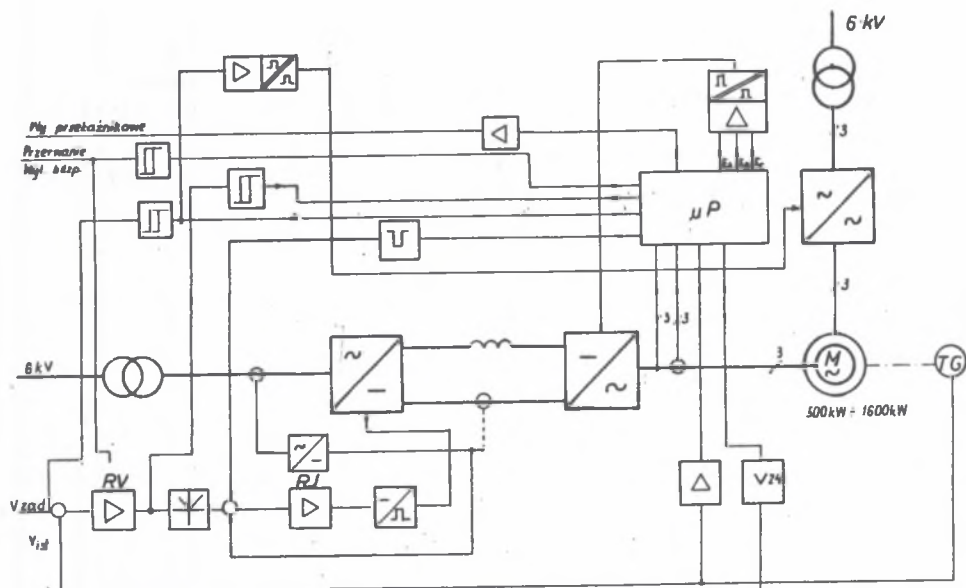
Na rys.3 przedstawiono typowy schemat sterowania styczników w obwodzie głównym. Styczniki te mają blokadę elektryczną i mechaniczną między sobą. W niektórych rozwiązaniach wprowadza się dodatkowo stycznik próżniowy, jako stycznik liniowy w miejsce wyłącznika mocy. Rozwiązanie takie przedłuża żywotność styczników rewersyjnych.



Na rys.3b przedstawiono sposóbysterowania cewki regulatora ciśnienia hamulca manewrowego od zadajnika selsynowego. Narastanie prądu w cewce powoduje odhamowanie maszyny. Na rys.3c przedstawiono sposób sterowania regulatorem ciśnienia hamulca dla maszyn o prędkości powyżej 4 m/s oraz sterowanie ręczne zadajnikiem selsynowym 1 NS oraz porównania dwóch sygnałów od tachogeneratora TG i od krzywki programatora jazdy.

Na rys.3d przedstawiono kontrolę nadążności aparatu programującego za pomocą dwóch tachogeneratorów. Przy wystąpieniu różnicy sygnałów powyżej 2 m/s układ powoduje zadziałanie obwodu bezpieczeństwa.

Ponadto dla prędkości jazdy powyżej 4 m/s jest stosowana ciągła oraz punktowa kontrola prędkości, działająca na obwód bezpieczeństwa.



Rys.4. Schemat blokowy napędu maszyny wyciągowej z silnikiem asynchronicznym dwustronnie zasilanym przez przekształtniki o regulowanej częstotliwości

#### 4. SPOSOBY MODERNIZACJI MASZYN WYCIĄGOWYCH ASYNCHRONICZNYCH Z SILNIKAMI WYSOKIEGO NAPIĘCIA

Rozpatruje się dwa sposoby modernizacji maszyn wyciągowych z napędem asynchronicznym:

- modernizacja maszyny wyciągowej z pozostawieniem silnika istniejącego,
- modernizacja maszyny wyciągowej z wymianą silnika napędowego.

O wyborze sposobu modernizacji będą decydowały względy ruchowe. Ten drugi sposób modernizacji wymaga zastosowania bezpośredniego przekształtnika częstotliwości.

##### 4.1. Modernizacja maszyny wyciągowej z pozostawieniem silnika istniejącego

Napęd asynchroniczny dwustronnie zasilany od strony wirnika i stojana został wdrożony na jednej z kopalń, w Zagłębiu Donieckim w maszynie wyciągowej z silnikiem 320 kW. Przy modernizacji maszyn wyciągowych z napędem asynchronicznym montuje się go równolegle do napędu istniejącego. Napęd umożliwia otrzymanie własności regulacyjnych, porównywalnych z napędem prądu stałego. Eliminuje rezystory rozruchowe i sterowanie stycznikowe.

##### 4.1.1. Zasada działania

System napędowy z silnikiem asynchronicznym dwustronnie zasilonym przez przekształtnik o regulowanej frekwencji wykorzystuje zasadę pracy silnika przekształtnikowego, znanego w napędach synchronicznych.

Silnik asynchroniczny jest w tym celu zasilany od strony wirnika przez przekształtniki o regulowanej częstotliwości.

W porównaniu z klasycznym silnikiem przekształtnikowym nie jest tu wymagana regulacja prądu wzbudzenia dla kompensacji pola twornika. Do uzwojeń stojana jest doprowadzony prąd zmienny trójfazowy o niskiej częstotliwości  $\sim 5$  Hz i o mocy ok. 5% mocy silnika.

Do zbudowania napędu będą wykorzystane standardowe podzespoły energoelektroniczne, wytwarzane przez przemysł krajowy lub zagraniczny. Urządzenia te w postaci szaf prefabrykowanych mogą być stosowane w maszynach wyciągowych.

Część siłowa urządzenia składa się z inwertora, załączonego do obwodu wirnika silnika asynchronicznego. Inwertor jest zasilany przez typowy prostownik prądu stałego, w obwodzie którego są włączone dławiki wygładzające. Prostownik tyrystorowy jest zasilany z sieci 6 kV przez transformator, o mocy dobranej do mocy silnika.

Wzbudzenie silnika jest doprowadzone do stojana silnika z typowego przekształtnika częstotliwości. Przekształtnik częstotliwości zasila stojan niskim napięciem, o częstotliwości rzędu 5 Hz - dając tym samym wolno-zmienne pole wirujące. W ten sposób jest uzyskiwana komutacja sem przy obrotach wirnika bliskich zero.

Na rys.4 pokazano uproszczony schemat blokowy napędu. Przedstawia on standardowy, dwuobwodowy schemat regulacji, z wewnętrzną regulacją prądu /RI - regulator prądu/ i zewnętrznym obwodem regulacji prędkości /RV - regulator prędkości/. Regulator prądu działa na obwód sterowania prostownika. Na wyjściu regulatora RV jest podłączony układ modułowy, ponieważ sygnał sprzężenia prądowego jest jednokierunkowy. Sygnał prędkości zadanej jest identyczny jak w maszynach prądu stałego. Rozpoznawanie reżymu pracy silnikowej czy hamowania odbywa się w zespole mikroprocesorowym UP, na wejście którego jest podane napięcie od zadajnika kierunku jazdy oraz sygnał prądu zadanego z kompensatora. Przez uzwojenie stojana przepływa prąd trójfazowy, który, tak samo, jak w układzie normalnym, zwiększa się przy zwiększaniu prądu wirnika, wobec rozmagnesowującego działania prądu wirnika na pole w szczelinie powietrznej maszyny.

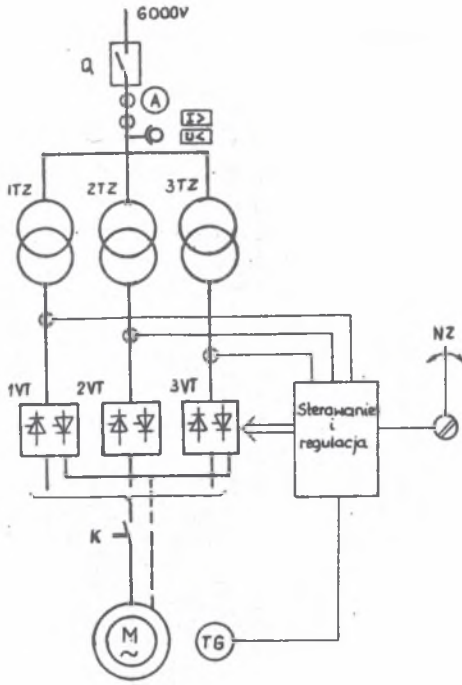
System sterowania tyrystorami wzbudzenia zabezpiecza pracę przekształtnika częstotliwości w reżymie stałego źródła napięcia, o stałej częstotliwości  $f = 5$  Hz. Przy czym napięcie pola wirującego stojana /określające kolejność faz napięcia trójfazowego wzbudzenia/ jest zawsze skierowane przeciwie do zadanego napięcia wirnika. Na wejście sterownika impulsów przekształtnika wzbudzenia jest podany sygnał wartości zadanej - logiczny. Układ sterowania inwertorem za pomocą sterownika mikroprocesorowego zabezpiecza normalną komutację tyrystorów we wszystkich reżymach pracy.

## 4.2. Bezpośredni przekształtnik częstotliwości w zastosowaniu do maszyn wciągowych

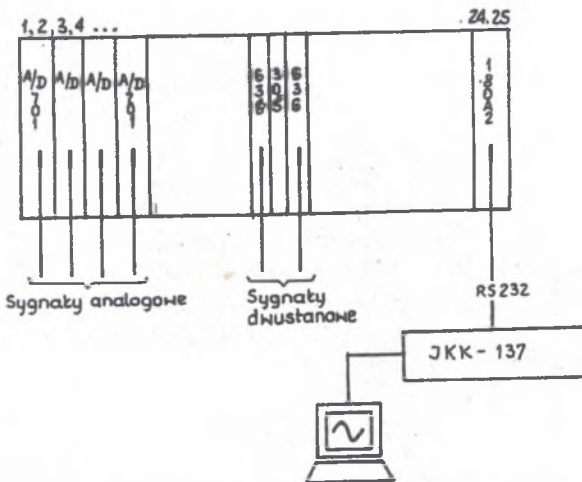
### 4.2.1. Opis rozwiązania

Na rys.5 przedstawiono uproszczony schemat ideowy bezpośredniego przekształtnika częstotliwości w zastosowaniu do maszyny wyciągowej. Jako silnik napędowy przyjęto silnik asynchroniczny katalogowy. Przekształtnik daje na wyjściu zmienne napięcie i zmienną częstotliwość. W ten sposób napęd pracuje zawsze na charakterystyce naturalnej. Układ tyrystorowy przeciwrotnoległy w każdej fazie daje zmianę napięcia na wyjściu od  $-U$  do  $+U$ , w zależności od kąta wystawienia, tworząc wartości średnie napięć  $U$ , zmieniające się wg sinusoidy, przy określonej częstotliwości. Komutacja bezpośredniego przekształtnika częstotliwości jest wymuszona przez sieć zasilającą. Każdy z 6 prostowników pracuje bądź jako prostownik, bądź jak falownik.





Rys.5. Schemat ideowy napędu z bezpośrednim przekształtnikiem częstotliwości do maszyny wyciągowej



Rys.6. Schemat uproszczony systemu diagnostyki MSD-86 oznaczenia bloków wg Polon.Elektronics.

Tabela 2

Dane techniczne maszyn wyciągowych

Typ maszyny	Przełężenie przętki dni /t/	Udźwig /kg/	Prędkość jazdy /m/s/	Głębokość kołowozu /m/	Napęd elektryczny 50 Hz		Napęd elektryczny f < 50 Hz				Uwagi	
					Moc /kW/	obr./min.	Masa /Mg/	Moc /kW/	obr./min.	Masa /kg/		Frekwencje /Hz/
K-4000 500	9,63	4200	8	800	500	375	7,5	2000	1500	8	12,5	
K-5000 1000	7,8	7000	8	800	1000	300	9,7	3150	1000	12,3	12,5	
2L-3400 630	16,52	5000	8	1000	630	750	4,35	1250 <sup>x/</sup>	1500	5,56	18,6	v = 6 m/s
2L-4500 2x630	10,2	7500	11	1000	2x630	750	4,35	2x1250	1500	5,56	16,4	
4L-3200 <sup>x/</sup> 2x630	8,29	7500	15	1000	2x630	750	4,35	2x1250	1500	5,56	16,4	v = 6,6 m/s
BB-3000 320	19,1	4000	4	700	320	500	3,9	800	1500	4,32	16	

x/ maszyna ma również oznaczenie WL4-3200

## 5. ZAGADNIENIA NIEZAWODNOŚCI

Napęd elektryczny w maszynie wyciągowej w problemie niezawodności spełnia decydującą rolę. Nie tylko dlatego, że staje się najdroższą częścią, ale dlatego, że jest najbardziej złożoną. Napęd elektryczny jest złożony z dużej ilości urządzeń energo-elektronicznych, kabli i przewodów. Realizują one określone funkcje. Powstaje zadanie zaprojektowania układu napędowego o dużej niezawodności. Zgodnie z kryteriami niezawodności, stopień niezawodności zależy od stopnia niezawodności składowych elementów funkcjonalnych oraz od struktury niezawodnościowej całego układu. Układ napędowy będzie uszkodzony, jeśli jakikolwiek układ funkcjonalny będzie uszkodzony. Układ napędowy jako całość ma strukturę szeregowo-równoległą. Oznacza to, że przy uszkodzeniu któregoś z elementów możliwa jest praca na ograniczonych parametrach, gdy uszkodzeniu ulega jeden z dwóch jednakowych elementów czy układów. Uszkodzenie jednej fazy przekształtników, umożliwi pracę w układzie V. Nierzadko zachodzi potrzeba zmiany strukturalnej układu przy rozruchu maszyny, ale nie zawsze niedoskonałości układu ujawniają się w czasie rozruchu. W czasie eksploatacji może nastąpić zmiana parametrów pracujących elementów w układzie napędowym. Dla szybkiego zidentyfikowania parametrów układu napędowego oraz dla przyjęcia sygnałów "tachografu" oraz przebiegów hamowania bezpieczeństwa zastosowano w maszynach większej mocy mikrokomputerowy system diagnostyki MSD-86 produkcji POLON - Electronics.

### 5.1. Mikrokomputerowy system diagnostyki

Mikrokomputerowy system diagnostyki maszyny wyciągowej jest wykonany w standardzie CAMAC. Bloki wykonawcze, umieszczone w kasecie, przyjmują i wstępnie przetwarzają sygnały dwustanowe i analogowe maszyny wyciągowej. Rolę kontrolera kasety CAMAC spełnia sterownik kasety typu 180A-2, który przez łącze RS232C jest połączony ze sterownikiem IKK-137. Sterownik IKK-137 jest kompatybilny z komputerem IBM, PC/AT, przy czym jest on wykonany w wersji przemysłowej w obudowie 19". Sterownik 180A-2 zapewnia wstępne przetwarzanie zbieranych danych, poprzez bloki wykonawcze z układu maszyny. Sterownik IKK-137 przetwarza dane uzyskane przez 180A-2 oraz wizualizuje je w formie wykresów w funkcji czasu na ekranie monitora kolorowego. Wszystkie dane są zapisywane na dyskietki 5,25", które można odczytać na innym komputerze. Zestaw pojedynczy może przyjmować 70 sygnałów dwustanowych, z czego 24 mogą być rejestrowane w momencie zmiany poziomu sygnału /np. sygnały obwodu bezpieczeństwa/. Przykładowe rozmieszczenie bloków w kasecie CAMAC przedstawiono na rys. 6.

Konfiguracja podstawowa sterownika IKK-137:

- mikroprocesor
- pamięć RAM

Intel 80286 zegar 10 MHz  
1 MB



- pamięć masowa
  - dysk twardy 20 MB
  - 2 dyski elastyczne 360 KB i 1,2 MB
- monitor kolorowy
  - tryb graficzny 640x350 punktów
  - tryb znakowy 80 znaków x25 linii

## 6. ZAKOŃCZENIE

Wskutek wzrostu cen za energię elektryczną oraz dla poprawy własności regulacyjnych maszyn wyciągowych, jak również zwiększenia niezawodności, modernizacja wyciągów staje się nakazem chwili, mimo zaostrożonych kryteriów ekonomicznych.

System diagnostyki komputerowy zwiększa niezawodność wyciągów przez umożliwienie bieżących kontroli parametrów układu napędowego oraz może zastąpić "tradycyjny" tachograf.

## LITERATURA

- B. Marek - Cyklokonwertorowe źródła zasilania silników prądu przemianowego, Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 234/89 Katowice.
- A. Leszczyński, T. Zmysłowski - Zastosowanie bezpośrednich przekształtników częstotliwości dla maszyn wyciągowych małych i średnich mocy, Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 234/89.
- Biuletyn informacyjny ZUT ZGODA. 100 lat produkcji maszyn wyciągowych, Świętochłowice 1979 r.
- R. Dirr, I. Neuffer, W. Schlüter, H. Waldmann - Neuartige elektronische Regeleinrichtungen für doppeltgespeiste Asynchronmotoren grosser Leistung, Siemens - Zeitschrift 5/1971.
- Praca zbiorowa. Wentylnyj elektroprived pieremiennogo toka. Kiŝyniew "Sztinca" 1981.
- H. Godfroid, P. Bosa - Entraînement de grande puissance à vitesse variable, Revue Alstom No 6/1986.
- Materiały z Konferencji Napędy 85, Lubliniec - Kokotek 1985 r.
- Międzynarodowe Seminarium - "Technika transportu szybowego; 24-25 września 1990, Gliwice-Rudy.

Recenzent: Doc.dr inż. Jerzy Hickiewicz

Wpłynęło do Redakcji w maju 1992 r.



## MODERNISATION OF MINE WINDER WITH AC DRIVE - ELECTRICAL PART

## S u m m a r y

Mine winders with ac drive and resistors in the rotor circuit are equipped in the switch-relay type control. Modernisation of this type of winders can be made by the application of controlled frequency drive. Two alternative ways was tached: awith the application of actual motor and with the replacement of it. For winders of high power the microcomputer diagnostic system is proposed to increase reliability of the equipment involved.

СПОСОБЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ С АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ -  
ЧАСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ

## Р е з ю м е

Эксплуатируемые до настоящего времени подъемные устройства с асинхронным приводом и с резисторами в роторной цепи имеют контакторно-релейное управление. Предлагается модернизация этих устройств путем применения приводов с регулируемой частотой. Рассматриваются два варианта модернизации: с оставлением существующего двигателя и заменой приводного двигателя. Для подъемных устройств большой мощности предлагается применение микрокомпьютерной системы диагностики для повышения степени надежности.