

Ireneusz FILIP

NOWOCZESNE UKŁADY NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO DLA WIRÓWEK CUKROWNICZYCH

STRESZCZENIE *W artykule przedstawiono układy napędowe prądu przemiennego dla wirówek cukrowniczych. Opisano następujące układy: układ typu CSI - 400/580 firmy ELPRO AG, przeznaczony do zasilania, regulacji prędkości obrotowej silnika klatkowego oraz do sterowania procesem technologicznym wirówki; układ czterech wirówek pracujących w połączeniu równoległym, falowniki zasilane ze wspólnej szyny DC. Za pomocą metody punktowej dokonano oceny ekonomicznej układów elektromaszynowych dla wirówek cukrowniczych. Wyżej ocenione zostały napędy prądu przemiennego niż napędy prądu stałego.*

1. WSTĘP

Znaczne postępy w rozwoju maszyn i urządzeń dla cukrownictwa odnotowano w minionym dziesięcioleciu. Można dzisiaj mówić o stosunkowo dobrym dostosowaniu niektórych urządzeń do wymagań procesu technologicznego, poprawie bezpieczeństwa i zmniejszeniu pracochłonności obsługi. Nie oznacza to jednak, że uzyskano w pełni zadowalający stan techniczny, gdyż wymagania przemysłu wciąż rosną. Ówczesne zainteresowania specjalistów koncentrowały się na spełnianiu przez maszyny i urządzenia pracujące w cukrowniach

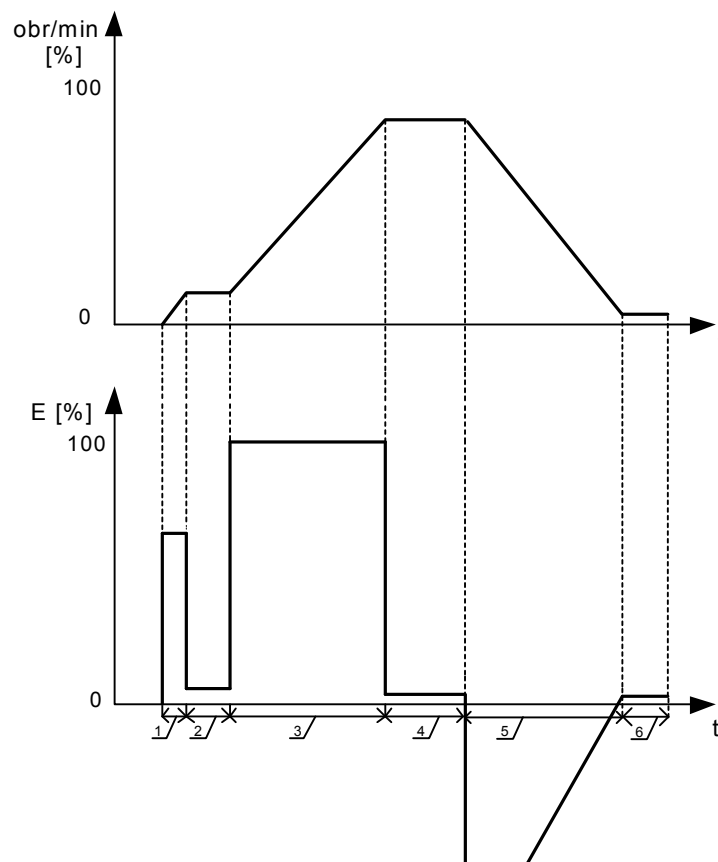
Mgr inż. Ireneusz FILIP

Zakład Przekształtników Mocy
Instytut Elektrotechniki

wymagań technologicznych zwłaszcza przy zwiększaniu zdolności przerobowej cukrowni, jakości uzyskiwanego produktu, a także na problemach automatyzacji. Mniej eksponowane były natomiast zagadnienia, obecnie stawiane są na pierwszym miejscu. Są to energooszczędność procesu technologicznego i ochrona środowiska.

2. CHARAKTERYSTYKA PRACY WIRÓWKI CUKROWNICZEJ

Wirówki cukrownicze są złożonymi konstrukcyjnie i precyzyjnie maszynami. Charakteryzują się bardzo dużym momentem bezwładności. Dlatego też, podczas odwirowywania cukrzycy, przy wchodzeniu wirówki na coraz większe obroty (3), występuje duże zużycie energii elektrycznej. Przy hamowaniu wirówki (5), maszyna wówczas posiada dużą energię kinetyczną, wymagany jest zwrot energii do sieci (hamowanie odzyskowe).



Rys.1. Charakterystyka zużycia energii elektrycznej wirówki cyklicznej w czasie trwania szarży cukrowniczej. [1]

Praca wirówki cukrowniczej cyklicznej, składa się z tzw. szarzy cukrowniczej. Poszczególne cykle przedstawiono na rys.1. 1 - rozruch wirówki (cykl ten występuje na początku kampanii cukrowniczej), 2 - napełnianie, 3 - początek wirowanie cukrzycy (zwiększanie obrotów wirówki), 4 - wirowanie na obrotach maksymalnych, 5 - hamowanie (zwrot energii do sieci), 6 - wygarnianie cukru, 2 - (kolejne) napełnianie.

3. UKŁADY NAPĘDOWE DLA WIRÓWEK CUKROWNICZYCH CYKLICZNYCH

Układ typu CSI - 400/580 firmy ELPRO AG i układ dla czterech wirówek w połączeniu równoległym, opisane w niniejszym opracowaniu są charakterystyczne w układach napędowych w których zastosowane są silniki indukcyjne.

3.1. Układ napędowy typu CSI (Current Source Inverter) - 400/580 firmy ELPRO AG dla wirówki cyklicznej

Napęd elektryczny przeznaczony jest do zasilania i regulacji prędkości obrotowej silnika klatkowego o mocy $P=315$ kW oraz do sterowania procesem technologicznym wirówki cyklicznej typu G-1500.

Układ jest falownikiem prądu. Analizując obwód prądowy układu można stwierdzić, że jest to pośredni przekształtnik częstotliwości z prostownikiem tyrystorowym i trójfazowym falownikiem prądu z komutacją kondensatorową międzyfazową. Schemat przekształtnika przedstawiono na rys.2.

Regulacja częstotliwości prądu jest dokonywana w falowniku, a regulacja napięcia wyjściowego w przekształtniku zasilającym obwód pośredniczący prądu stałego.

Na wejściu przekształtnika częstotliwości przyłączony jest prostownik tyrystorowy (mostek 6T) prądu przemiennego na prąd stały. Umożliwia on zmianę napięcia przez regulację kąta opóźnienia włączenia tyrystorów.

Obwód pośredniczący jest obwodem prądu stałego. Dwukierunkowy przepływ energii w obwodzie pośredniczącym uzyskuje się poprzez włączenie dławików o dużej indukcyjności do tego obwodu. Energia magazynowana w dławiku przepływa przez przekształtnik, który może pracować jak prostownik zasilając obwód pośredniczący. Przy odpowiednim kącie α ysterowania tyry-

storów prostownika. Przekształtnik pracuje również jako falownik o komutacji sieciowej, zwracając do sieci energię przekazywaną z falownika prądowego poprzez obwód pośredniczący.

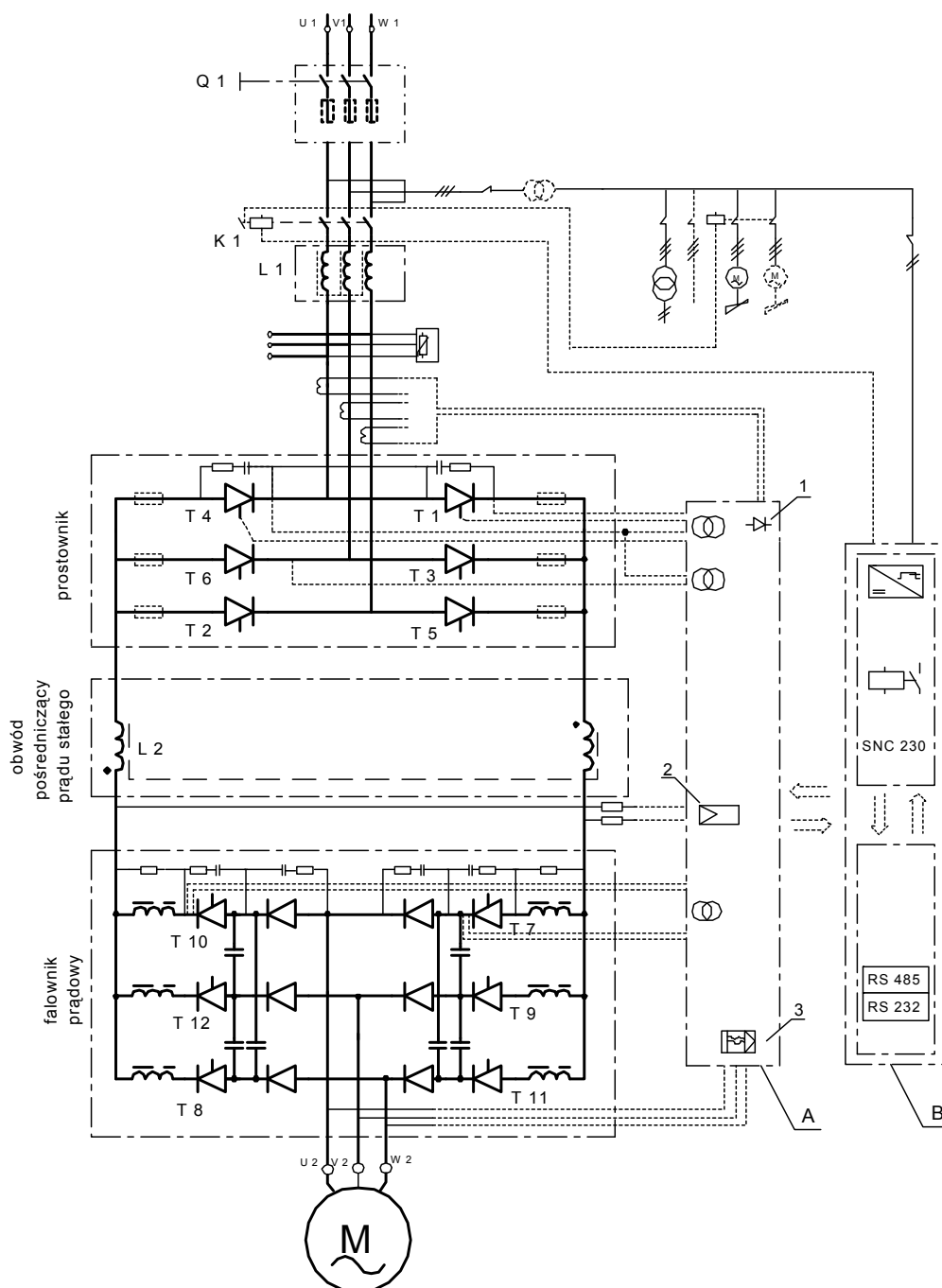
W przemienniku częstotliwości, zawartym w układzie napędowym CSI zastosowany jest falownik prądu z komutacją kondensatorową (międzyfazową) tyrystorów falownika.

Na schemacie blokowym przekształtnika częstotliwości z układami sterującymi, napędu typu CSI 400/580 przedstawionym na rys.3 wyodrębniono następujące układy:

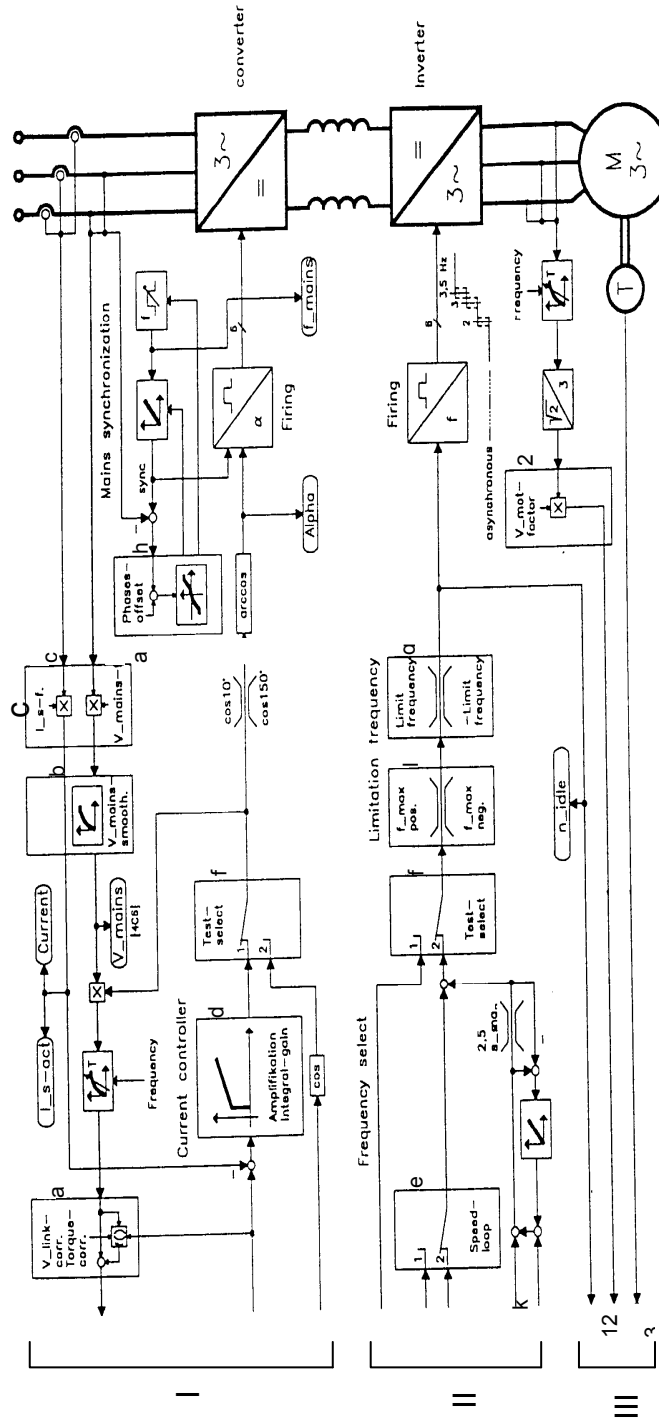
Układ sprzężenia prądowego do sterowania mostkiem prostowniczym (mostek 6T), oznaczony symbolem I. W układzie tym zawarty jest: *a* - blok kształtujący sygnały pętli sterowania obciążeniem, *b* - blok kształtujący sygnał stałoprądowy, *c* - blok pomiarowy prądu, jest on blokiem sygnału stałoprądowego, proporcjonalnego do obciążenia 3 faz, (z bloku *c* podawany jest sygnał na blok *b*), *d* - regulator prądowy PI konwertera, *f* - układ przełączający (wybór: 1 - test, 2 - praca); wyzwalenie tyrystorów przy zakresie regulacji od 10° do 150°.

Układ prądowy falownika z pętlą sprzężenia zwrotnego częstotliwościowego, oznaczony symbolem II. W układzie znajduje się: *e* - pętla sprzężenia prędkościowego (1 - test, bez sprzężenia, 2 - praca w pętli sprzężenia prędkościowego), *f* - układ przełączający (1 - test, 2 - praca), *l* oraz *g* - bloki ograniczenia częstotliwości maksymalnej, w bloku tym porównywana jest częstotliwość silnika do częstotliwości zadanej, jeśli częstotliwość silnika jest niższa od zadanej, blok *l* i *g* decyduje o wyrównaniu częstotliwości w silniku do wartości zadanej, w przypadku ruchu w drugą stronę bębna wirówki następuje blokada układu napędowego, *k* - pętla kontroli poślizgu silnika.

Układy, oznaczone symbolem III, informujące o wartościach: 1 - częstotliwości, 2 - napięcia na zaciskach silnika, 3 - prędkości obrotowej silnika. Napęd CSI 400/580 firmy ELPRO AG realizuje pełne zabezpieczenie silnika, rozróżnia charakter przeciążenia silnika. Pozwala na rozruch silnika według zdefiniowanej przez użytkownika charakterystyki z ograniczonym prądem. Jest wyposażony w sterowniki mikroprocesorowe współpracuje ze sterownikami PLC. Posiada informacje o stanie pracy napędu, które po przetworzeniu wykorzystuje jako sygnały do sterowania procesem technologicznym wirówki. Komunikacja sterowników z poszczególnymi panelami operatorskimi odbywa się poprzez łącze RS. Napęd CSI posiada wewnętrzne regulatory PID, dzięki czemu po doborze nastaw układu napędowego i optymalizacji procesów technologicznych wirówki spełnia funkcję automatycznego regulatora. Posiada funkcję auto-diagnostyki i cechuje się wysokim stopniem niezawodności.



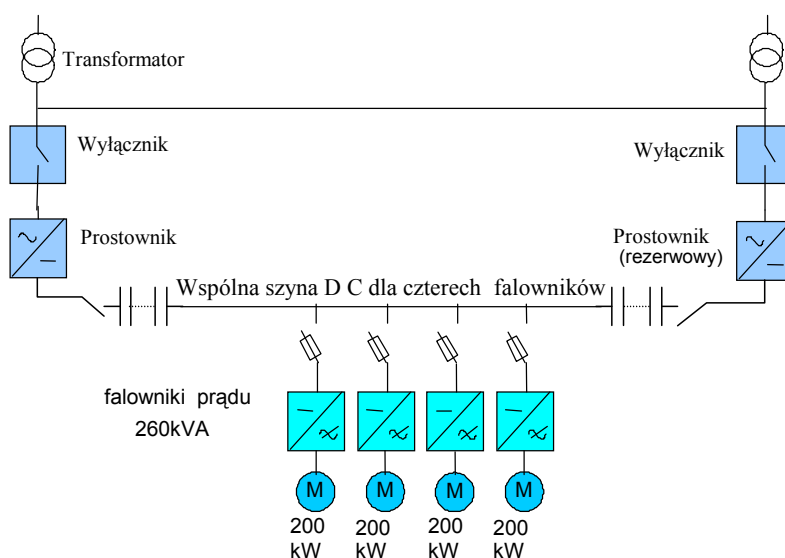
Rys.2. Schemat przekształtnika częstotliwości: A - układ sterowania tyrystorów w prostowniku tyrystorowym i falowniku prądowym; 1 - pomiar prądu w fazach, 2 - wejście sterujące stałoprądowe, 3 - wejście sterujące zmiennoprądowe, B - sterownik napędu, SNC 230 modułowe zabezpieczenie kontrolujące napięcie główne, pracę wentylatorów, obciążenie i temperaturę silnika, kolejność faz; RS 485, RS 232 - łącza sterowników z panelami operatorskimi.[1]



Rys.3. Schemat blokowy przemiennika częstotliwości z układami sterującymi w napędzie typu CSI 400/580. [1]

3.2. Praca czterech wirówek cyklicznych w połączeniu równoległym

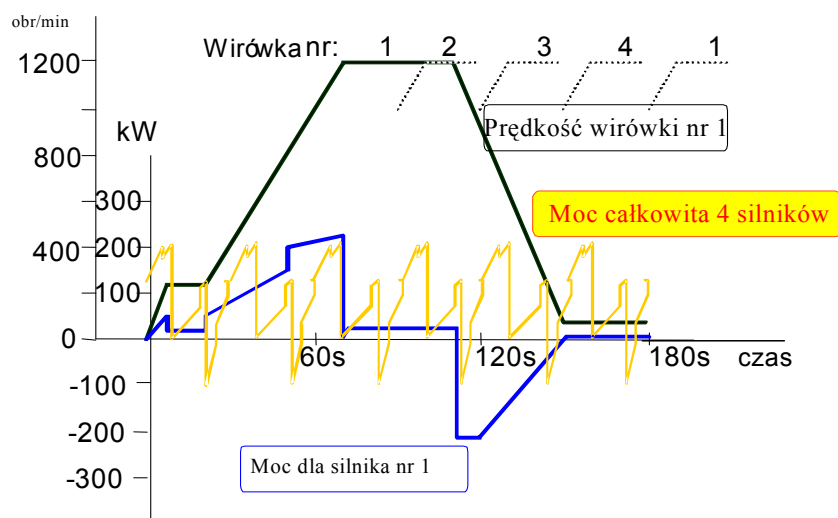
Energooszczędnym rozwiązaniem dla napędu wirówek cukrowniczych cyklicznych jest układ czterech wirówek z przemiennikami częstotliwości (falownikami prądowymi) w połączeniu równoległym (rys.4). Zasilanie silników klatkowych napędzających wirówki cykliczne odbywa się sekwencyjnie w odpowiedniej kolejności. Na obwodzie, pomiędzy sekcjami zasilania a wspólną szyną DC umieszczone są kondensatory. Kolejność pracy wirówek jest następująca: podczas hamowania jednego z czterech układów napędowych (hamowanie odzyskowe), energia elektryczna bierna gromadzona jest w kondensatorze a następnie przekazywana na przekształtnik wirówki, która rozpoczyna nową szarżę cukrowniczą (napełnianie cukrzycą i początek wirowania cukrzycy). Przy takim rozwiązaniu, nie ma zwrotu energii do sieci zasilającej i nie są możliwe straty na przewodach elektrycznych i na transformatorze. Kolejnością (sekwencją) zarządza układ sterujący.



Rys.4. Układ wirówek cyklicznych z przemiennikami częstotliwości w połączeniu równoległym. [2]

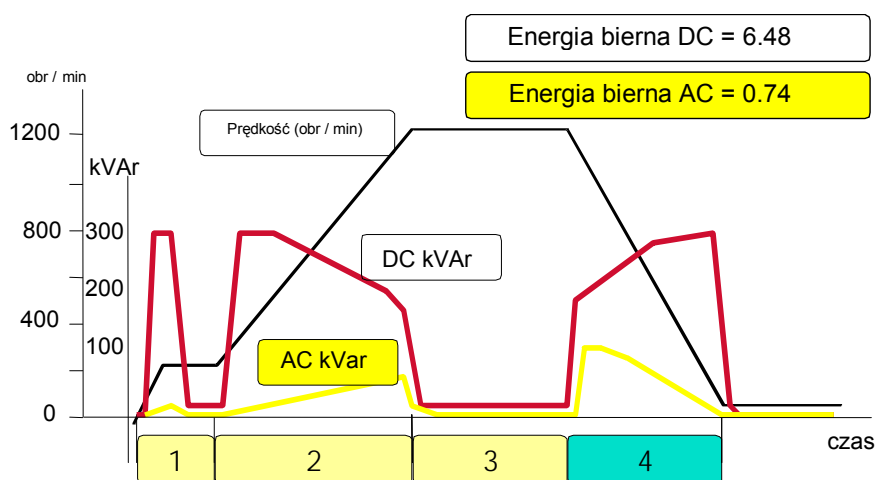
Do zasilania tego typu układu przeznaczone są dwie sekcje zasilania. Zasadniczo układ zasilany jest z modułu zasilania głównego, drugi moduł jest rezerwowy. Możliwe jest również zasilanie z dwóch modułów jednocześnie.

Pracę wirówek cyklicznych, połączonych równolegle, zasilanych z jednego lub dwóch modułów można przedstawić graficznie (rys.5). Na wykresie podano moc jaką pobierają maszyny połączone w układzie równoległym (falowniki na wspólnej szynie DC) na tle cyklu wirówek przy poszczególnych prędkościach wirówek.



Rys.5. Wykres cyklu pracy wirówek połączonych równolegle.[2]

Porównanie energetyczne układów napędu prądu przemiennego z układami prądu stałego, na wykresie przedstawiono zużycie energii elektrycznej na tle szarży cukrowniczej wirówki cyklicznej.



Rys.6. Porównanie napędów prądu przemiennego AC i prądu stałego DC.[1]

4. METODA PUNKTOWA WYBORU UKŁADU ELEKTROMASZYNOWEGO DLA WIRÓWEK CUKROWNICZYCH

4.1. Wprowadzenie

Niektóre właściwości układów elektromaszynowego przetwarzania energii określone są jako cechy niewymierne czyli niemierzalne, zwane również jakościowymi. Są to m.in. takie cechy układu, jak łatwość transportu, montażu, obsługi lub łatwość przeprowadzania remontów, napraw czy też konserwacji, budowa i estetyka układu, a także spełnienie przez układ warunków bezpieczeństwa pracy. Właściwości te mają istotne znaczenie dla oceny i wyboru układu.

Cechy wymierne, mierzalne stanowią istotną grupę cech układu elektromaszynowego. Są to cechy ilościowe o charakterze ciągłym, należy je określić poprzez wykonanie pomiarów.

Dla zastosowania metody punktowej ważne jest potraktowanie cech niewymiernych jako cech quasi-ilościowych. Polega to na opisowym scharakteryzowaniu natężenia badanej właściwości układu, a następnie na przypisaniu tej właściwości odpowiedniej liczby punktów określających jej poziom.

Metoda punktowa, sformułowana przez J.H. Dessaura umożliwia połączenie w jednym rachunku cech wymiernych i niewymiernych dowolnego przedsięwzięcia. Metoda punktowa przewidziana do wyboru odpowiedniego wariantu przedsięwzięcia organizacyjnego znajduje zastosowanie również jako metoda pomocnicza, do oceny i wyboru wariantu przedsięwzięcia natury technicznej.

Łączne ujęcie cech wymiernych i niewymiernych, wymaga zestawienia interesujących nas właściwości rozpatrywanych układów elektromaszynowych. Następnym etapem będzie powiązanie tych cech pewną wspólną formułą obliczeniową. Zrealizowanie tego etapu jest możliwe poprzez określenie współczynników wagowych poszczególnych cech jak również przez ocenę punktową natężenia tych cech. Kończącą czynnością metody punktowej jest zastosowanie w stosunku do uzyskanych wyników obliczeń odpowiedniego kryterium umożliwiającego dokonanie wyboru właściwego wariantu układu.

Współczynniki wagowe i ocena punktowa natężenia poszczególnych cech układu

Określenie współczynników wagowych i określenie liczby punktów charakteryzujących poziom natężenia cech układu elektromaszynowego, może być zrealizowane za pomocą ankiety. W przypadku oceny układów elektromaszynowych rozsyłana ankieta ma do spełnienia dwa cele.

Pierwszy z nich to określenie przez respondentów współczynników wagowych w_i dla wszystkich wymienionych w ankiecie cech układu. Określeniom podanym w ankiecie należy przypisać odpowiednią liczbę punktów ze zbioru (0,1).

Formuły współczynnika jakości

Dalszy etap metody punktowej polega na zastosowaniu odpowiedniej postaci formuły obliczeniowej. Formuła ta umożliwia obliczenie współczynnika r^* (zwanego niekiedy współczynnikiem jakości), który stanowi formalny rezultat rachunku prowadzonego tą metodą.

Formułę ilorazową r^* można wyrazić następująco:

$$r^* = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta e_i w_i}{n} \quad (3)$$

gdzie:

- $\Delta e_i = e_i - e_{i0}$
- e_i – natężenie cechy układu ocenianego,
- e_{i0} – natężenie cechy układu wzorcowego,
- Δe_i – odchylenie cechy e_i wariantu układu od adekwatnej jej cechy układu wzorcowego, wyrażone w punktach,
- w_i – współczynnik wagowy cechy e_i , wyrażony w punktach,
- $i=1,2,3,\dots,n$ – numeracja poszczególnych cech układu.

Formuła ilorazowa [3] jest w pewnym sensie, odchyleniem przeciętnym natężenia cech wariantu układu elektromaszynowego w stosunku do układu wzorcowego. Odchylenie cechy Δe_i jest określone w punktach, podobnie jak współczynnik wagowy w_i , właściwości e_i .

Współczynnik r^* , będący wynikiem obliczeń prowadzonych według metody punktowej, można ogólnie interpretować jako miarę odchylenia cech analizowanego wariantu układu od cech układu wzorcowego.

Kryterium wyboru wariantu metodą punktową

Wyboru dokonuje się na podstawie maksymalizacji wartości współczynnika jakości r^* . Takie kryterium preferuje wybór układu o cechach możliwie zbliżonych do układu rzeczywistego lub wzorcowego. Zasada jest taka, że im mniejsze odchylenie e_i danej cechy, tym większą liczbę wybraną ze zbioru $\{0,1\}$ przypisujemy temu odchyleniu. Mankamentem tej metody jest subiektywna ocena oceniającego. Dzieje się tak, podczas przypisywania współczynników wagowych i punktów w celu określenia natężeń poszczególnych właściwości danego układu.

4.2. Ocena przy pomocy metody punktowej układów napędu elektrycznego wirówki cukrowniczej cyklicznej płaskodennej typu G 1500.

Rozważane układy elektromaszynowe to:

- tyrystorowy układ z silnikiem prądu stałego,
- układ z silnikiem indukcyjnym klatkowym zasilanym z przetwornicy częstotliwości.

Określenie współczynników wagowych w_i poszczególnych cech rozważanych układów napędowych oraz określenie wielkości natężenia e_i odpowiadającej właściwości układów zostało przedstawione w tabeli nr 1.

Określone cechy przez respondentów dla obu wariantów ocenianych układów elektromaszynowych to:

- cechy wymierne zestawione w tabeli 1 w wierszach od 1 do 8,
- cechy niewymierne zestawione w tabeli 1 w wierszach od 9 do 14.

Zadaniem adresatów ankiety było dokonanie oceny punktowej, natężenia cech wymiernych oraz wyrażenie opinii (również drogą punktacji) o właściwościach niewymiernych obu układów. Na podstawie odpowiedzi respondentów ustalono wartości współczynników wagowych wszystkich czternastu cech układów (tabela 1 kolumna 3). Obliczone współczynniki wagowe w_i pozwalają uszeregować właściwości wariantów rozpatrywanych układów w zależności od ocenianej przez respondentów ich ważności (oddzielnie w grupie cech wymiernych i niewymiernych).

Pierwsze miejsce w obu grupach zajmują cechy świadczące o właściwościach eksploatacyjnych, są to: tempo wirowania (1), zużycie jednostkowe energii elektrycznej (2), pewność działania (9), oraz żywotność techniczna (10).

Ostatnie w kolejności określonej współczynnikami wagowymi, są to cechy takie jak; w grupie cech wymiarnych: nakłady na zakup (6), koszty konserwacji i remontu (7), ciężar jednostkowy (8); w grupie cech niewymiarnych: nowoczesność konstrukcji (13), estetyka układu (14).

TABELA 1

Zestawienie wyników ankiety dotyczącej oceny punktowej układów napędowych: z silnikiem prądu stałego i silnikiem indukcyjnym klatkowym (układ typu CSI 400/580).[2]

Lp	Nazwa cechy e_i	Współczynnik wagi w_i	Ocena cech wariantów układu napędowego			
			Układ napędowy prądu stałego		Układ napędowy prądu przemiennego	
			ilościowa	punktowa	ilościowa	punktowa
1	2	3	4	5	6	7
1	Tempo wirowania [cykli/godz]	0,78	22	0,20	24	0,38
2	Zużycie energii elektrycznej na jednostkę produktu [kWh/tona]	0,75	4	0,75	7	0,40
3	Sprawność dynamiczna [-]	0,60	0,84	0,65	0,78	0,68
4	Równomierność poboru prądu [-]	0,62	0,67	0,52	1,95	0,45
5	Współczynnik mocy [-]	0,56	0,50	0,54	0,76	0,85
6	Nakłady na zakup [zł/kGm]	0,52	-	0,20	-	0,82
7	Koszty konserwacji, remontu [zł/kGm]	0,45	-	0,51	-	0,50
8	Ciężar jednostkowy [kG/kW]	0,35	12,7	0,70	15	0,53
9	Pewność działania	0,85	-	0,54	-	0,65
10	Żywotność techniczna	0,80	-	0,51	-	0,58
11	Stopień spełnienia warunków bhp (osłony, cichobieżność, łatwość obsługi)	0,64	-	0,65	-	0,75
12	Łatwość remontu i konserwacji	0,60	-	0,52	-	0,50
13	Nowoczesność konstrukcji	0,48	-	0,65	-	0,54
14	Estetyka układu	0,33	-	0,62	-	0,58

Natężenie cech wymiarnych obu układów, określone drogą pomiarów, podane jest w kolumnie 4 oraz 6 omawianej tabeli. Wyniki uzyskanej punktacji cech wymiarnych i cech niewymiarnych zostały zamieszczone w kolumnach 5 i 7 tabeli 1, gdzie podano średnie arytmetyczne obliczane z różnych propono-

wanych ocen przez respondentów. Najwyżej oceniona została wartość współczynnika mocy układu prądu przemiennego i wysokość nakładów na zakup tego układu. Ocena wartości współczynnika mocy jest 1,6 razy większa od oceny tego parametru dla układu prądu stałego. Natomiast ocena punktowa wysokości nakładów na zakup układu prądu przemiennego jest 4-krotnie wyższa od nakładu przy zakupie układu prądu stałego.

Na podstawie wyników zawartych w tab.1 obliczone zostały współczynniki jakości r_{ps}^* dla układu prądu stałego oraz r_{pp}^* dla układu przemiennego. Uwzględniając wyłącznie cechy wymierne obliczone odpowiednio dla każdego z tych układów współczynniki $r_{ps}^{*'}$ oraz $r_{pp}^{*'}$ są następujące:

$$r_{ps}^* = \frac{1}{8}(0,20 \times 0,78 + 0,75 \times 0,75 + 0,65 \times 0,60 + 0,52 \times 0,62) + \\ + \frac{1}{8}(0,54 \times 0,56 + 0,20 \times 0,52 + 0,51 \times 0,45 + 0,70 \times 0,33) = 0,2872$$

$$r_{pp}^{*'} = \frac{1}{8}(0,38 \times 0,78 + 0,40 \times 0,75 + 0,68 \times 0,60 + 0,45 \times 0,62) + \\ + \frac{1}{8}(0,85 \times 0,56 + 0,82 \times 0,52 + 0,50 \times 0,45 + 0,53 \times 0,35) = 0,3245$$

Uwzględniając natomiast wyłącznie cechy niewymierne, obliczone współczynniki $r_{ps}^{*''}$ oraz $r_{pp}^{*''}$ będą:

$$r_{ps}^{*''} = \frac{1}{6}(0,54 \times 0,85 + 0,51 \times 0,80 + 0,65 \times 0,64 + 0,52 \times 0,60) + \\ + \frac{1}{6}(0,65 \times 0,48 + 0,62 \times 0,33) = 0,3520$$

oraz

$$r_{pp}^{*''} = \frac{1}{6}(0,65 \times 0,85 + 0,58 \times 0,80 + 0,75 \times 0,64 + 0,50 \times 0,60) + \\ + \frac{1}{6}(0,54 \times 0,48 + 0,58 \times 0,33) = 0,3745$$

Jednoczesne uwzględnienie wszystkich czternastu cech obu wariantów układu elektromaszynowego przyniosło następujące rezultaty:

- współczynnik jakości r_{ps}^* dla układu prądu stałego

$$\begin{aligned} r_{ps}^* &= \frac{1}{14} (0,20 \times 0,78 + 0,75 \times 0,75 + 0,65 \times 0,60 + 0,52 \times 0,62 + 0,54 \times 0,56) + \\ &+ \frac{1}{14} (0,20 \times 0,52 + 0,51 \times 0,45 + 0,70 \times 0,35 + 0,54 \times 0,85 + 0,51 \times 0,80) + \\ &+ \frac{1}{14} (0,65 \times 0,64 + 0,52 \times 0,60 + 0,65 \times 0,48 + 0,62 \times 0,33) + 0,3160 \end{aligned}$$

- współczynnik jakości r_{pp}^* dla układu prądu przemiennego

$$\begin{aligned} r_{pp}^* &= \frac{1}{14} (0,38 \times 0,78 + 0,40 \times 0,75 + 0,68 \times 0,60 + 0,45 \times 0,62 + 0,85 \times 0,56) + \\ &+ \frac{1}{14} (0,82 \times 0,52 + 0,50 \times 0,45 + 0,53 \times 0,33 + 0,65 \times 0,85 + 0,58 \times 0,80) + \\ &+ \frac{1}{14} (0,75 \times 0,64 + 0,50 \times 0,60 + 0,54 \times 0,48 + 0,58 \times 0,33) = 0,3460 \end{aligned}$$

Uwzględniając cechy wymierne obu układów elektromaszynowych, układ prądu przemiennego z indukcyjnym silnikiem klatkowym zyskał przewagę nad układem z silnikiem prądu stałego. Podobna sytuacja jest przy analizie cech niewymiernych ocenianych układów.

Uwzględniając łącznie cechy wymierne i niewymierne, należy stwierdzić zdecydowaną przewagę właściwości układu prądu przemiennego z indukcyjnym silnikiem klatkowym zasilanym z przemiennika częstotliwości nad układem z silnikiem prądu stałego.

5. PODSUMOWANIE

Oceniając układy napędu elektrycznego dla wirówek cukrowniczych należy stwierdzić, że napędy prądu przemiennego uzyskują coraz lepsze parametry techniczne i eksploatacyjne od napędów prądu stałego. Szczególnie pożą-

dane w cukrowniach są silniki indukcyjne klatkowe zasilane z przemienników częstotliwości. Fakt taki ma miejsce, między innymi dlatego, że cukrownia jest specyficznym zakładem produkcyjnym. Wymagany jest tutaj możliwie krótki czas pracy (bez przedłużania kampanii cukrowniczej) z największą ilością przerobową cukru. Warunki pracy jakie panują w cukrowniach, można określić jako trudne a nawet bardzo trudne pod względem środowiskowym i technicznym. Napędy prądu przemiennego w takim zakładzie sprawdzają się bardzo dobrze. Dodatkową zaletą, niezwykle ważną w cukrownictwie jest stosunkowo niski koszt eksploatacyjny napędów falownikowych związany z wysoką niezawodnością i oszczędnością energii elektrycznej.

LITERATURA

1. Dokumentacja techniczna cukrowni „Lublin” S.A.
2. Filip I. Praca dyplomowa. Przegląd i opis układów napędu elektrycznego dla wirówek cukrowniczych; Politechnika Lubelska Katedra napędów elektrycznych.
3. Horodecki A.: Selecting Electromechanical Drive Systems; PWN, Warszawa 1991.
4. Ptaszyński L.: Przetwornice częstotliwości; Copyright by Enviritech, Poznań 1996.
5. Schumann R.: Entwicklungstendenzen bei Antriebsmotoren für Zuckerzentrifugen; Antriebstechnik 1993 nr 2.
6. Szklarski L.: Napędy przekształtnikowe; Skrypt uczelniany AGH, Kraków 1990.

Rękopis dostarczono, dnia 24.06.2002 r.

Opiniował: prof. dr hab. inż. Andrzej Horodecki

MODERN ELECTRIC DRIVE SYSTEMS FOR CENTRIFUGAL CENTRIFUGES USED IN THE SUGAR INDUSTRY

I. FILIP

SUMMARY *The paper presents AC drive systems for centrifugal separators used in the sugar industry. The following drive systems are described: - the CSI/400/580 system of ELPRO AG, intended for power supply and speed control of a 315 kW squirrel-cage motor driving a cyclic centrifuge as well as for controlling the technological process of the centrifuge; - a system of four centrifuges working in a parallel connection as well as of inverters feeding centrifuge drive motors, supplied with power from a common DC bus. An economic evaluation of electro-machine systems for centrifugal separators used in the sugar industry was carried out using the point-by-point method. The AC drives have been evaluated as better than the DC ones.*



Mgr inż. Ireneusz Filip urodził się w 1975 r. Studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Lubelskiej ukończył w 2001 r. Obecnie pracuje w Instytucie Elektrotechniki w Warszawie. W Zakładzie Wysokich Napięć i Aparatury Rozdzielczej pracował przy badaniach aparatów elektrycznych. W Zakładzie Przekształtników Mocy pracuje przy konstrukcji urządzeń energoelektronicznych. Jest członkiem SEP.