

Zastosowanie techniki bezpośredniego sterowania momentem silnika w przenośnikach podwieszonych

Andrzej Morawski, Jan Perucki

W Zakładach Polar we Wrocławiu do transportu podzespołów na liniach produkcyjnych stosowane są przenośniki łańcuchowe podwieszane, stanowiące równocześnie ruchomy magazyn elementów wędrujących z małą prędkością, około jeden pełny obrót przenośnika na zmianę, wzdłuż tworzącego wielokrotne meandry toru przenośnika pod sufitem hali montażowej. Zawieszane elementy są dostarczane do stanowisk montażowych w miejscach zejść załadowczo-wyładowczych. Trasa i długość przenośnika, liczba i położenie zejść są zmieniane stosownie do zmian w liniach montażowych zakładu.

Do przenoszenia obudów oraz pokryw pralek od 20 lat wykorzystywano przenośnik podwieszony jednotorowy długości 1100 m i podziałce zawieszek 1,6 m, który posiada obecnie 8 zejść załadowczo-wyładowczych. Średnia masa elementu zawieszanego na jednej zawieszce wynosi 25 kg.

Pierwotnie zastosowano w nim 2 napędy gąsienicowe zasilane motoreduktorami z trzystopniową regulacją prędkości o przełożeniu $i=172$ oraz prędkościach przesuwu odpowiednio 1,5 m/min, 2,0 m/min, 3,0 m/min.

Pomimo zastosowania sprężynowo-śrubowego napinacza łańcucha oraz (uciążliwego dla obsługi) dążenia do równomiernego obciążania zawieszek przenośnika elementami pralek, bardzo często dochodziło do przestojów wywołanych wyłączeniem napędów z powodu różnego obciążenia silników. Nierówne obciążenie napędów przenośnika prowadziło do fałdowania się łańcucha przenośnika przy napędach lub przeciążania jednego z napędów, co prowadziło do zadziałania zabezpieczeń elektrycznych lub mechanicznych.

Wielokrotnie w ciągu kilku lat firmy oferujące układy napędowe podejmowały próby automatycznego wyrównywania obciążenia silników napędu przenośnika, stosując m.in. przemienniki częstotliwości i układy regulacji oparte na pomiarze i wyrównywaniu prądów silników. Pomimo licznych przeróbek układu sterowania napędu, nie udało się skutecznie



Fot. 1 Elementy na przenośniku podwieszonym

wyeliminować wyłączeń przenośnika z powodu przeciążenia jednego z napędów.

Problem napędu przenośnika rozwiązało Biuro Inżynierskie Automatyki Przemysłowej BIAP z Wrocławia. Wykorzystano zespoły napędowe z motoreduktorami typu 60 NERM – 3 – 9 – B3 o przełożeniu $i = 80$, produkowane przez Zakład INDUKTA z Bielska Białej oraz zaprojektowano i wykonano układ zasilania i regulacji oparty na przemiennikach częstotliwości serii ACS600 produkcji ABB.

Przemienniki ACS 600, produkowane w zakresie od mocy ułamkowej do megawatowej, są wyposażone w układ sterowania z bezpośrednią regulacją momentu na wale silnika, ang. Direct Torque Control, DTC. Bez wykorzystania sprzężeń zwrotnych, tj. pomiaru prędkości silnika indukcyjnego klatkowego, układ sterowania przemiennika kontroluje moment na wale silnika z dużą dokładnością i bardzo wysoką dynamiką. W trakcie pierwszego uruchomienia przemiennik identyfikuje połączony z nim silnik, dopasowując jego parametry do zadanego modelu matematycznego, co jest warunkiem dokładnego sterowania momentem.

Unikalne możliwości, jakie stwarza technika DTC, wykorzystano w przemiennikach częstotliwości produkcji ABB na różne sposoby, oferując użytkownikowi aplikacje w postaci gotowych wewnętrznych programów pracy przemiennika, tzw. makroaplikacji. Jedną z nich o nazwie Master-Follower, zapewniającą sterowanie z równym podziałem obciążenia między silniki, znalazła zastosowanie w układzie napędowym przenośnika łańcuchowego.

Regulacja chwilowej wartości momentu na wale silnika zasilanego przez przemiennik ACS600 pozwala, po odpowiednim połączeniu dwóch lub większej liczby przemienników, na równoczesną regulację momentu na wałach zasilanych przez te przemienniki silników.

Zadanie regulacji dla współpracujących przemienników może polegać na wyrównaniu momentów silników lub zachowaniu stałej proporcji momentów silników lub regulację momentu i prędkości według zaprogramowanych reguł (strefa nieczułości, współczynniki wagowe itp.). Oprogramowanie Master Follower służy do współbieżnej regulacji kilku napędów. Master, jeden z przemienników, reguluje prędkość połączonego z nim silnika, sterując równocześnie momentem silnika zasilanego i sterowanego przez następny przemiennik ACS600. Sygnał momentu zadanego jest przekazywany między przemiennikami przez łącze światłowodowe o dużej szybkości transmisji



Fot. 2 Przeñoenniki w szafie

(4Mb/s). Współbieżna praca silników jest całkowicie kontrolowana przez przeñoenniki i nie wymaga dodatkowych układów automatyki.

Każdy z silników indukcyjnych klatkowych w motoreduktorach przeñoennika łańcuchowego jest zasilany poprzez przeñoennik ACS600 z oprogramowaniem Master Follower. Przeñoenniki umieszczone w jednej szafie połączone i zaprogramowano do pracy z jednokowym momentem silników

pod warunkiem zbliżonych prędkości napędów lub regulacji momentu i prędkości, gdy różnica prędkości napędów jest duża. W przypadku rosnącego obciążenia jednego z silników, drugi odciążany napęd zwiększa moment napędowy i prędkość, likwidując tendencję do łańdowania łańcucha, utrzymując stałe napięcie łańcucha i eliminując wzrost obciążenia pierwszego napędu. Doświadczalnie stwierdzono wrażliwość poprawnej pracy przeñoennika na stosunkowo niewielkie różnice momentów silników, co tłumaczy wcześniejsze niepowodzenia sterowania na podstawie pomiaru prądu silników.

Prędkość przeñoennika jest zadawana lokalnie z użyciem panelu przeñoennika Master, przez potencjometr elektro-

niczny lub zdalne sterowanie sygnałem analogowym. Przy doborze nastaw programów przeñoenników zapewniono łagodne wyrównanie obciążenia silników przez napinanie łańcucha z zadaną dynamiką, ograniczono różnicę prędkości dla ograniczenia niekontrolowanych szarpnięć w przeñoenniku na całej jego długości oraz ograniczono przyspieszenia, aby zabezpieczyć zawieszony ładunek przed kołysaniem.

Opisany układ napędowy pracuje od ponad dwóch lat. W tym okresie, bez względu na nierównomierności obciążeń przeñoennika i zmienne cykle pracy linii montażowych, nie wystąpiły przypadki wyłączenia przeñoennika w wyniku przeciążenia napędów oraz obserwowane wcześniej niekorzystne zachowania łańcucha w pobliżu zestawów napędowych. Bez względu na stan obciążenia, rozkład obciążeń, zmiany trasy i liczby zejść przeñoennika do zmienianych w tym czasie stanowisk montażowych uzyskano stabilną pracę napędów bez korekty nastaw przeñoenników oraz bezstopniową regulację prędkości w wymaganym zakresie od 1,5 m/min do 4,5 m/min.

W czasie dwuletniej eksploatacji zmodernizowanego przeñoennika nie wydarzyła się ani jedna awaria jego napędów. ■

Artykuł promocyjny

BIAP Sp. z o.o.

dr inż. Andrzej Morawski

BIAP Sp. z o.o. Wrocław

mgr inż. Jan Perucki

POLAR SA we Wrocławiu