

TENDENCJE ROZWOJOWE NAPĘDÓW WYTŁACZAREK

Zbigniew Frąszczak, Jerzy Przytuła

Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników
ul. M. Skłodowskiej-Curie 55, 87-100 Toruń, z.fraszczak@impib.pl

Streszczenie. Konieczność ciągłej poprawy ekonomiczności procesu wytłaczania tworzyw polimerowych wymusza rozwój napędów wytłaczarek ślimakowych. Ekonomia jest ściśle powiązana z ciągłym podwyższaniem wydajności wytłaczania przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiej jakości uplastycznionego tworzywa. Stan ten można osiągnąć poprzez stosowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych napędów wytłaczarek, uwzględniających rozwiązania bezprzekładniowe, oraz inne zmiany konstrukcyjne układów uplastyczniających poprzez wprowadzenie nowych elementów.

Słowa kluczowe: silnik momentowy, napęd kompaktowy, napęd bezpośredni

WSTEP

W 2004 r. producenci wyłaczarek zaczęli wyposażać napędy swych urządzeń w silniki o dużym momencie obrotowym i niezwykle szybko zaczęło to przynosić efekty ekonomiczne. Spowodowało to również zwiększenie liczby jeszcze innych innowacyjnych technik przenoszenia napędu. Są one poddawane ciągłej weryfikacji i porównywane z dotychczas stosowanymi systemami.

KIERUNKI ZMIAN KONSTRUKCYJNYCH NAPĘDU WYTŁACZARKI

Wymagania dotyczące napędów wylączarek, do których można zaliczyć: płynną regulację prędkości obrotowej, niezależnej od zmian obciążenia w zakresie wartości znamionowych, dużą dokładność wskazywania aktualnej szybkości obrotowej, zapewnienie znamionowego momentu obrotowego w całym zakresie prędkości obrotowej, wysoką sprawność, szybką i bezproblemową obsługę, niski poziom hałasu oraz niski koszt wykonania wymuszają ciągle poszukiwania nowych rozwiązań [Thewes 2006].

W pierwszych konstrukcjach wytłaczarek zmianę prędkości obrotowej ślimaka realizowano za pomocą przekładni przy stałej prędkości obrotowej silnika prądu przemiennego. Później, w miarę rozwoju przemysłu energoelektronicznego, stosowano silniki prądu stałego z regulacją prędkości obrotowej za pomocą układów tyrystorowych

poprzez zmianę napięcia prądu stałego. Napęd ten stał się prawdziwym przełomem. Nowoczesne wówczas rozwiązanie spełniło wymagania w zakresie regulacji szybkości obrotowej i wartości momentu obrotowego. Rozwiązanie, o którym mowa miało również wady, do których zalicza się: niską sprawność przy małych prędkościach obrotowych, znacznie droższy silnik prądu stałego, komutator i szczotki wymagające częstej obsługi.

W połowie lat 90. silnik indukcyjny prądu przemiennego w połączeniu z przemiennikiem częstotliwości wyparł dotychczas stosowany silnik prądu stałego. Ze względu na dużą liczbę produkowanych napędów, można było obniżyć cenę stosowanych przemienników, co w połączeniu z korzystniejszymi silnikami prądu przemiennego dało zespół napędowy, który pod względem kosztów nie odbiegał od wcześniejszych napędów z silnikami prądu stałego. Poprzez zastosowanie silnika prądu przemiennego wyeliminowano bez szkody dla zespołu napędowego elementy, które wymagały częstej obsługi. W wyniku tych działań nastąpiły dalsze korzystne zmiany w zespołach napędowych:

- eliminacja przekładni pasowej,
- wyższa sprawność w pełnym zakresie regulacji prędkości obrotowej,
- mniejszy zakres obsługi i wydłużenie czasu międzyobsługowego.

Dalszy postęp w rozwoju techniki napędowej i przemysłu energoelektronicznego umożliwił powrót silników indukcyjnych prądu przemiennego. Powstawały przemienniki częstotliwości. Początkowo proste konstrukcje zapewniające tzw. sterowanie U/f , a następnie coraz bardziej złożone, tzw. wektorowe bezczujnikowe i wektorowe z czujnikiem (enkoderem) położenia wału silnika. Nowoczesne przemienniki częstotliwości, o bogatym oprogramowaniu zapewniły parametry pracy napędów porównywalne z napędami prądu stałego, eliminując jednocześnie wady tych ostatnich. Ze względu na rosnącą liczbę produkowanych napędów zaczęła spadać ich cena. Poprzez zastosowanie silnika prądu przemiennego wyeliminowane zostały elementy, które wymagały częstej obsługi. W wyniku tych działań nastąpiły dalsze korzystne zmiany w zespołach napędowych. W zespołach tych nadal napędowym elementem wymagającym obsługi jest przekładnia. Z punktu widzenia energetycznego przekładnia jest zespołem obniżającym sprawność całego układu. Konieczność oszczędzania energii, ograniczania hałasu, zmniejszania gabarytów oraz redukcji czynności serwisowych wymusiła na początku XXI wieku wprowadzenie nowych rozwiązań konstrukcyjnych do napędów wytłaczarek. Należą do nich silniki przekładniowe CMG (Compact Motor Gear) firmy Knödler i napędy momentowe m.in. takich firm jak Siemens, Baumüller, Oswald.

CMG – napęd kompaktowy firmy Knödler

W napędzie firmy Knödler cztery silniki asynchroniczne prądu przemiennego rozmieszczone są symetrycznie w narożnikach kwadratu, napędzając koło słoneczne i tworząc pewien rodzaj przekładni planetarnej [Informator firmy Knödler 2008]. Moment obrotowy takiej przekładni zgodnie z zasadą addycji (sumowania) jest sumą momentów obrotowych silników. Koło słoneczne poprzez łożysko oporowe przekazuje napęd na ślimak. Poprzez zastosowanie dodatkowej przekładni redukcyjnej lub multiplikacyjnej można dostosować zakres szybkości obrotowej i uzyskać maksymalny moment obrotowy. W tym rodzaju napędu bezpośredniego nie chodzi o wyeliminowanie przekładni. Można to jednak osiągnąć poprzez bezpośrednie sprzęgnięcie ślimaka z układem napędowym. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych przedstawiono na rysunkach 1 i 2 [http://www.knoedler-getriebe.de.2008]



Rys. 1. Napęd kompaktowy jednostopniowy z czterokrotnym zazębieniem „i” do 12

Fig. 1. Single stage with quadruple teeth mesh, ratios up to 12



Rys. 2. Napęd kompaktowy dwustopniowy z dwukrotnym zazębieniem „i” do 45

Fig. 2. Double stage with 2×2 teeth mesh, ratios up to 45

Napęd bezpośredni (bezprzekładniowy)

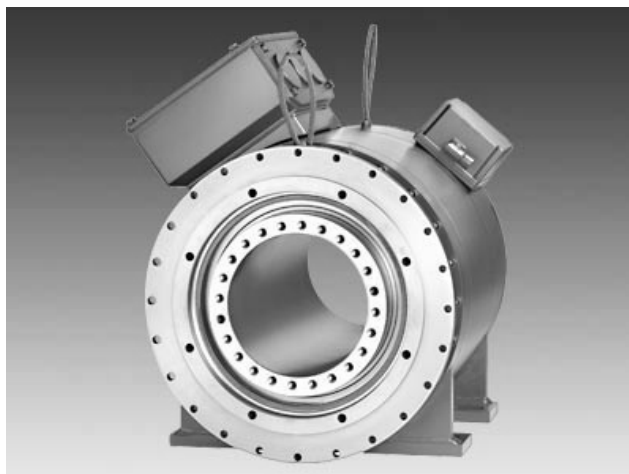
Już w latach 80. pojawiły się pierwsze napędy o znamionowej prędkości obrotowej 750 obr/min. Silniki te były bezpośrednio połączone ze ślimakami za pomocą łożyska oporowego. Takie rozwiązanie konstrukcyjne jest jeszcze stosowane przy małych wytłaczarkach.

Po raz pierwszy napęd o wysokiej wartości momentu obrotowego z silnikiem synchronicznym z magnesami stałymi do wytłaczarki zastosowała firma Reifenhäuser [Thewes 2006]. W silnikach synchronicznych moment obrotowy zależy od wymiarów geometrycznych silnika (średnicy i długości). Poprzez kombinacje tych dwóch parametrów geometrycznych można optymalizować koszty zastosowania takiego napędu do wytłaczarki.

Dzięki dużej średnicy otworu pod wał, poprzez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji, istnieje możliwość montażu i demontażu ślimaka do przodu i do tyłu. Ten rodzaj silników przy przewymiarowaniu może działać całkowicie bez chłodzenia, korzystniejsze jest jednak zastosowanie chłodzenia wodnego. Taki rodzaj chłodzenia, w porównaniu ze znanymi systemami chłodzenia za pomocą nadmuchu i chłodzenia powierzchniowego, zapewnia mniejszy poziom hałasu przy pełnym obciążeniu, tj. nieprzekraczający 70dB, a więc wartości obowiązującej w zaokrąglonych wytycznych europejskich.

Jeżeli porównamy napęd bezpośredni z kombinacją napędów składającą się z przemiennika częstotliwości, silnika, sprzęgła i przekładni, to w zależności od sposobu działania można osiągnąć oszczędności energetyczne do 10, a nawet 15%.

W technice wytłaczania stosuje się obecnie w sposób ekonomiczny silniki o wartościach momentu obrotowego w zakresie od 200 do około 20000 Nm. W zależności od wielkości silnika i jego zastosowania prędkości obrotowe mogą wynosić do 500 obr/min [Informaotr firmy Simens 2008].



Rys. 3. Silnik momentowy firmy Siemens

Fig. 3. Torque motor of Siemens

Dzięki specjalnej kombinacji i konstrukcji napędów istnieje możliwość uzyskania wyższej prędkości obrotowej, np. 800 obr/min przy 14 000 Nm. Obok wymienionych wcześniej zalet, zastosowanie silników momentowych zapewnia prawie całkowitą bezobsługowość, dowolny układ zabudowy, montaż i demontaż ślimaka do przodu i do tyłu.

Silniki momentowe jeszcze przez długi czas będą innowacyjne. Przewiduje się rozszerzenie ich zastosowania w przemyśle papierniczym, kablowym, drzewnym. Poprzez wzrastającą produkcję tych silników koszty napędów będą się wyraźnie zmniejszać. Można założyć, że ze względu na swoje zalety będą stopniowo wypierać napędy z przekładniami. Wraz z wzrostem popytu nastąpi dalszy rozwój silników w kierunku zwiększania wartości momentu obrotowego, nawet do 50000 Nm.

PIŚMIENNICTWO

Informator Firmy Knödler 2008, CMG innovation (<http://www.knoedler-getriebe.de>)

Informator Firmy Simens 2008, Complete torque motors.

Thewes D. 2006. Moderne Antriebstechnik, Extrusionstechnik 2006, VDIK (155–162).

DEVELOPMENT TENDENCES IN EXTRUDER DRIVES

Summary. The need of permanent improvement of extrusion process forces the steady progress in construction of single-screw extruders. The extrusion economics is strictly connected with enhancing the output capacity as well as high quality of plasticized polymer. Such state may be achieved by using new conceptions of extruder drives and other constructional alterations by applying new elements, e.g. gearless drives.

Key words: torque motor, compact drive, gearless drive