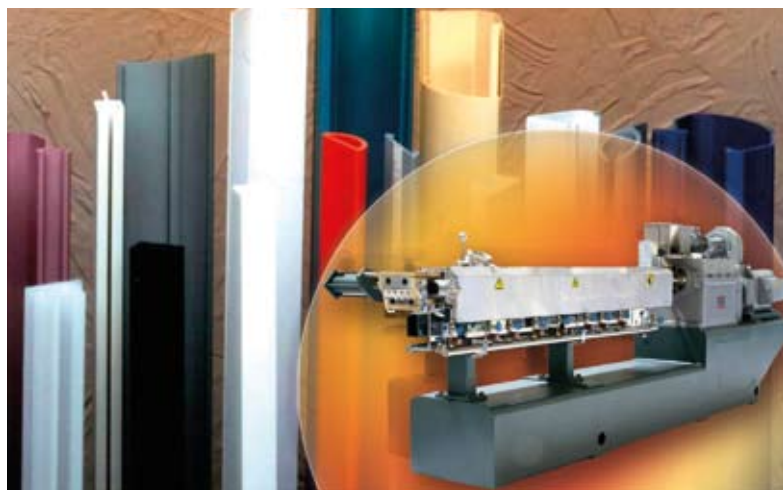


WYBRANE PROBLEMY PROCESU WYTŁACZANIA TWORZYW POLIMEROWYCH ■ CZ. 5

Wytłaczarki dwuślimakowe – walcowe oraz stożkowe układy uplastyczniające



Ze względu na posiadane zalety wytłaczarki dwuślimakowe znajdują coraz większe zastosowanie w praktyce przemysłowej. Są one wykorzystywane przede wszystkim do wytłaczania profili z materiałów wrażliwych termicznie, np. PVC, jak również do realizowania specjalnych operacji technologicznych, jak mieszania tworzyw, odgazowania czy wytłaczania reaktywnego.

Wytłaczarkę tworzą najważniejsze układy funkcjonalne, takie jak układ zasilania maszyny w materiał, układ uplastyczniania, sterowania oraz układ napędowy (silnik z regulowaną prędkością obrotową wraz z przekładniami redukcyjno-rozdzielczymi). Funkcję podstawową wytłaczarki realizuje układ uplastyczniający, zbudowany z cylindra, ślimaków, układu grzejno-chłodzącego cylindra oraz układu wyrównywania temperatur ślimaków. Z punktu widzenia kształtów rdzeni ślimaków układ uplastyczniający może być wykonany jako walcowy (cylindryczny) lub stożkowy (rys. 1). Oba układy pokazane na rys. 1 mają jednakową wy-

dajność uplastyczniania. Zwraca uwagę wyraźnie mniejsza długość układu stożkowego oraz większy odstęp L_s w trzonach ślimaków tego układu niż odstęp L_w w układzie walcowym.

Wytłaczarki o małej wydajności wytłaczania, do ok. 300 kg/h, wytwarzane są zazwyczaj jako stożkowe, natomiast przy większych wydajnościach stosuje się częściej wytłaczarki walcowe. Ich zaletą jest głównie łatwiejsze wykonanie cylindra oraz możliwość zmiany długości układy uplastyczniającego w zależności od wymagań procesu uplastyczniania, podstawowymi wadami natomiast są skomplikowana budowa przekładni rozdzielczej i dłuższy układ uplastyczniający.

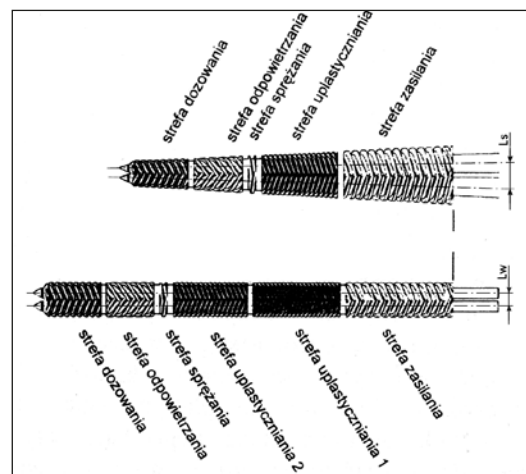
Współczesne wytłaczarki stożkowe zawierają najczęściej ślimaki o tzw. podwójnym stożku, a więc o zmniejszającej się na długości ślimaka zarówno średnicy, jak również wysokości kanału, spotykane są jednak także układy ze stałą lub zwiększającą się wysokością kanału. Układy stożkowe spotyka się najczęściej w wytłaczarkach przeciwbieżnych, choć występują również wytłaczarki stożkowe współbieżne.

■ Mechanizm napędowy

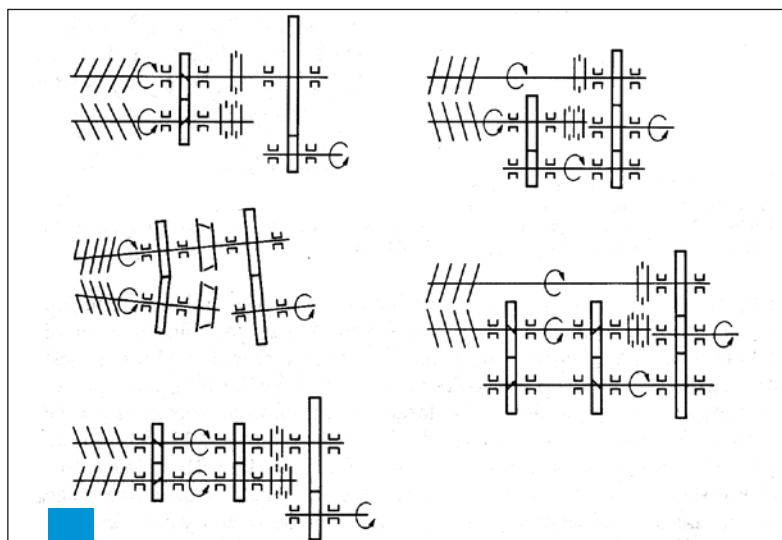
Ślimaki napędzane są następuje za pośrednictwem mechanizmu ze wspólnym napędem, który przenoszony jest z silnika na ślimaki za pomocą przekładni pasowej, a następnie kół zębatach tworzących przekładnię napędową, złożoną z dwóch części: redukcyjnej i rozdzielczej. Ponieważ prędkości obrotowe ślimaków są rzędu 1 obr/s, natomiast silniki, które napędzają ślimaki obracają się z prędkością ok. 20 obr/s, bezpośrednio za przekładnią pasową umieszcza się przekładnię redukcyjną, której zada-

niem jest redukcja liczby obrotów.

Przekładnie rozdzielcze, szczególnie w przypadku wytłaczarek przeciwbieżnych, sprawiają poważne problemy w projektowaniu i wykonaniu. Duża moc napędu (rzędu 100 kW) oraz niewielka szybkość obrotowa to przyczyniają się do obciążenia wałów przekładni napędzających ślimaki bardzo dużymi momentami obrotowymi M , rzędu 15 000 N^3m . Wymagana jest zatem bardzo duża wartość jednostkowego momentu napędowego M_j , wyznaczana jako stosunek momentu napędowego do trzeciej potęgi rozstawu L osi ślimaków, M / L^3 . Wskutek małego, szczególnie w przypadku wytłaczarek ze ślimakami walcowymi (rys. 1), rozstawu osi ślimaków, koła zębata napędzające wały ślimaków muszą mieć małe średnice, co skutkuje olbrzymimi obciążeniami i odkształceniami zębów kół, często przekraczającymi warunki ich prawidłowej pracy. W celu rozwiązania tego problemu stosuje się różne rozwiązania konstrukcyjne przekładni rozdzielczych (rys. 2).



Rys. 1. Układy stożkowy (na górze) i walcowy (na dole) ślimaków w wytłaczarkach dwuślimakowych (Oprac. na podst.: Leingartner J., Dwuślimakowe wytłaczarki cylindryczne i stożkowe – wady i zalety, mat. Plastech 99, Plastech Wyd. Poradników i Książek Technicznych, Warszawa 1999)



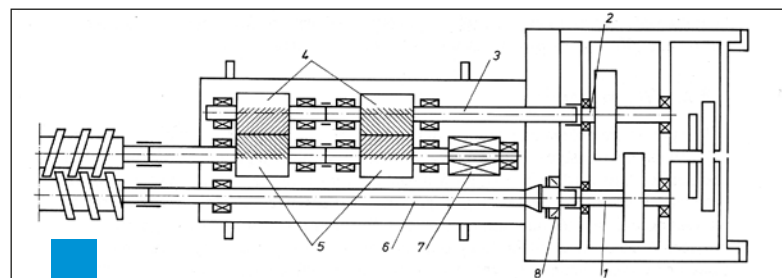
Rys. 2. Przykładowe schematy przekładni rozdzielczej wylączarek dwuślimakowych
(Oprac. na podst.: Sikora R., Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych, Wyd. Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1993)

Siły osiowe w przekładni rozdzielczej wylączarek stożkowych są stosunkowo niewielkie, gdyż wzrastające ciśnienie na długości ślimaków oddziałuje na coraz mniejszą powierzchnię boczną zwojów ślimaków, co wynika z ich budowy (ślimaki z podwójnym stożkiem). Siły te są zazwyczaj przenoszone przez typowe łożyska oporowe. Nieco inna sytuacja występuje w przypadku wylączarek ze ślimakami walcowymi. Z powodu małego rozstawu osi L, znacznie mniejszego niż w przypadku wylączarek stożkowych, mamy tam do czynienia z bardzo dużymi wartościami jednostkowych momentów napędowych. Ponieważ dopuszczalny moment obrotowy jest ograniczony przez trwałość materiału, z którego wykonane zostały wały napędowe i trzony ślimaków, zatem w następstwie istniejących naprężeń gnących (będących wynikiem działania sił wstecznych w ślimakach i wałach przekładniowych), wytrzymałość zmęczeniowa materiału często zostaje osiągnięta już na początku procesu. W wylączarkach ze ślimakami walcowymi siły osiowe przenoszone są często poprzez specjalne łożyskowania oporowe (rys. 3).

Układ napędowy wylączarki jest, poza układem uplastyczniającym, podstawowym gwarantem prawidłowego przebiegu procesu uplastyczniania materiału polimerowego. Powinien on spełniać następujące wymagania podstawowe:

- szeroki zakres szybkości obrotowej ślimaka (około 1-10), przy zachowaniu dużej sprawności,
- stabilność szybkości obrotowej przy obciążeniu zmieniającym się od 0 do 100%,
- stałość momentu obrotowego w funkcji szybkości obrotowej,
- prosta obsługa oraz małe koszty zakupu i eksploatacji.

Układ napędowy powinien również posiadać zabezpieczenie maksymalnego momentu obrotowego



Rys. 3. Przykładowy schemat przekładni napędowej wylączarki przeciwbieżnej walcowej: 1, 2 – wały napędzające ślimak lewy i prawy, 3 i 6 – wały pośrednie, 4 i 5 – koła zębata walcowe, 7 – specjalne łożyskowanie oporowe, 8 – łożysko oporowe ślimaka lewego
(Oprac. na podst.: Sikora R., Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych, Wyd. Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1993)

wego w celu zabezpieczenia przed uszkodzeniem ślimaków lub wałów napędowych. Zazwyczaj stosowane są dwa systemy, w tym sprzęgło przeciążeniowe pomiędzy silnikiem a przekładnią redukcyjno-rozdzielczą oraz bezpiecznik mechaniczny na wale napędowym.

Podsumowanie

Ślimaki wylączarki dwuślimakowej cylindrycznej (walcowej) wykazują na całej długości układu uplastyczniającego jednakowy odstęp pomiędzy osiami oraz jednakową ich średnicę, natomiast wylączarki stożkowe charakteryzują się zbieżnymi osiami ślimaków, których odstęp zmniejsza się od strefy zasypowej do ich wierzchołków. Obydwa typy maszyn mają swoje wady oraz zalety. W zastosowaniu znajdują oba układy, a o wyborze decydują przede wszystkim kryteria wydajnościowe oraz sta-

bilności cieplnej, jak również dane wynikające z zastosowanych receptur. Receptury takie mogą być każdorazowo dostosowywane do konstrukcji wylączarki, lub na odwrót – można dostosowywać wylączarki do charakterystyk uplastyczniających danej mieszanki. Generalnie można powiedzieć, iż przewaga wylączarek stożkowych staje się bardziej widoczna przy stosunkowo niewielkiej produkcji oraz przeciętnej średnicy do ok. 80 mm. Przy dużych wydajnościach produkcji wylączarki stożkowe wykorzystywane są rzadko i tylko do wytwarzania rur i profili.

Jacek Iwko
Politechnika Wroclawska

Literatura:

1. Stasiak J., Wylączanie tworzyw polimerowych. Zagadnienia wybrane, Wyd. Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno – Przyrodniczego w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2007
2. Leingartner J., Dwuślimakowe wylączarki cylindryczne i stożkowe – wady i zalety, mat. Plastech 99, Plastech Wyd. Poradników i Książek Technicznych, Warszawa 1999
3. Sikora R., Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych, Wyd. Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1993

Tabela 1. Zalety i wady wylączarek walcowych i stożkowych

CECHA	UKŁAD WALCOWY	UKŁAD STOŻKOWY
charakterystyka zasypania	ściśle zależna od liczby zwojów	dobra dla wszystkich materiałów sypkich, nawet przy niewielkim nachyleniu
charakterystyka uplastyczniania	krótki czas przebywania (duże nachylenie zwojów); dlatego konieczna długa strefa uplastyczniania	długi czas przebywania w strefie zasilania (duża objętość kanałów – korzystny wpływ na szybsze uplastycznianie) i uplastyczniania
charakterystyka wydajności	- zwiększony przepływ przeciekowy w strefie dozowania - duże tarcie w strefie dozowania, zwłaszcza przy wysokich oporach głowicy	- duża stabilność ciśnienia strefy dozowania - małe tarcie w strefie dozowania (wymagane tylko nieznaczne chłodzenie cylindra) - korzystny przy mieszankach wrażliwych na ścinanie
przenoszenie ciepła	stała prędkość obwodowa na całej długości ślimaka powoduje generowanie niewielkich ilości ciepła (tarcie wewnętrzne) w układzie zasilania, a większych w układzie dozowania (duże ciśnienia na końcu układu)	większe prędkości obwodowe oraz pola powierzchni zwojów ślimaków w strefach zasilania i uplastyczniania wstępnego, a znacznie mniejsze w strefie dozowania powodują większe generowanie ciepła w tworzywie w stanie stałym (tarcie wewnętrzne), a mniejsze w stanie uplastycznionym
odporność na ścieranie	- specjalne konstrukcje łożyska nacisku wstecznego (odpornego na ścieranie) - dwukrotnie większy nacisk wsteczny na ślimaki	- prosta konstrukcja mechanizmu, wysoka wytrzymałość na skręcanie, odporne łożysko nacisku wstecznego - mniejszy nacisk wsteczny ślimaka
zakres zastosowań	przetwarzanie mieszanek o stałej jakości, mała elastyczność na zmiany jakościowe przetwarzanych surowców	przetwórstwo mieszanek o nierównomierniej jakości przy wszystkich wydajnościach
zmiany w układzie uplastyczniającym	możliwość zmiany jego długości w zależności od wymagań procesu uplastyczniania	niemożliwa zmiana długości układu
koszty produkcji	- mały przy produkcji cylindra - duży przy mechanizmie przenoszenia napędu	- duży przy cylindrze - niewielki przy mechanizmie przenoszenia napędu