

## Ćwiczenie: „Przetwórstwo wtryskowe tworzyw termoplastycznych”

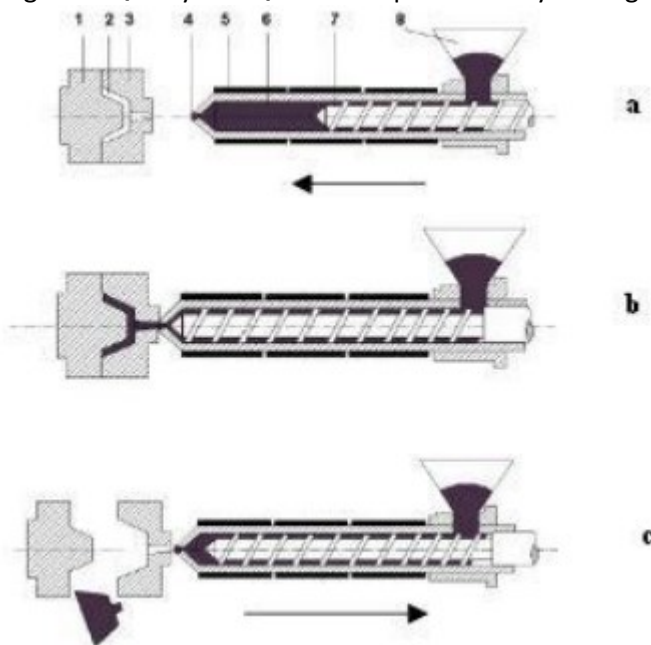
### 1 Cel ćwiczenia

Podstawowym celem ćwiczenia jest :

- poznanie budowy wtryskarki ślimakowej, tłokowej, działanie poszczególnych zespołów, ustalenie parametrów przetwórczych, wykonanie wypraski (wtrysk tworzywa do formy wtryskowej)
- przeprowadzenie badań pozwalających określić wpływ parametrów przetwórczych (temperatura wtrysku, ciśnienie wtrysku, temperatura formy) na jakość uzyskanej wypraski
- określenie stopnia rozplýwu tworzywa w formie spiralnej otwartej i zamkniętej ( kwadratowej i okrągłej) oraz skurczu pierwotnego i wtórnego wyrobów w zależności od parametrów przetwórczych oraz składu przetwarzanych kompozycji polimerowych
- ustalenie optymalnych parametrów przetwórczych materiałów polimerowych w zależności od ich składu (przetwórstwo kompozycji polimerowych modyfikowanych różnego rodzaju napętniaczami).

### 2 Określenie podstawowych zagadnień

Przetwórstwo wtryskowe jest jedną z metod przetwarzania tworzyw termoplastycznych. Jest to proces cykliczny prowadzony na urządzeniach zwanych wtryskarkami. Polega na wtryśnięciu pod odpowiednim ciśnieniem (ciśnienie wtrysku) uplastycznionego tworzywa do narzędzia formującego zwanego formę wtryskową. Schemat procesu wtryskowego przedstawiony jest na rys.1.

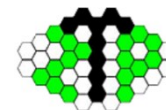


Rysunek 1. Schemat procesu tryskowego: 1 – płyta stemplowa formy, 2 – gniazdo formujące, 3 – płyta matrycowa formy, 4 – dysza wtryskowa układu uplastyczniania, 5 – grzałki, 6 – cylinder, 7 – ślimak, 8 – lej zasypowy

Etap I ( a) – zamknięcie obydwu połówek formy i dojazd układu uplastyczniania,

Etap II ( b) – wtrysk tworzywa do formy

Etap III ( c) – otwarcie obydwu połówek formy, wyjście wypraski , odjazd układu uplastyczniania i pobranie nowej dawki tworzywa (granulatu)



Wtryskarki można podzielić uwzględniając:

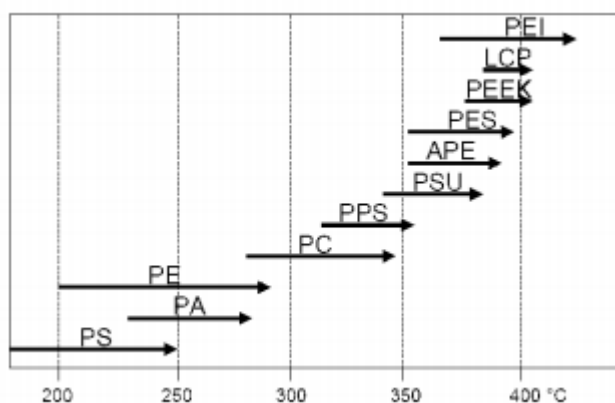
- rodzaj przetwarzanego materiału ( tworzywa termoplastyczne, termoutwardzalne, elastomery, guma) pojemność układu uplastyczniania i wielkość siły zwarcia( zamykania) obu połówek formy
- sposób uplastyczniania materiału ( ślimakowe, tłokowe, ślimakowo- tłokowe )
- rodzaj zastosowanego układu zamykającego
- rodzaj zastosowanego napędu ( hydrauliczny, pneumatyczny, elektryczny, mechaniczny)
- system sterowania ( automatyczny, półautomatyczny, ręczny )

Podstawowe parametry przetwórcze to : ciśnienie wtrysku ,temperatura przetwórstwa (rys.2),czas docisku, czas chłodzenia. Wtryskarka składa się z 3 podstawowych zespołów [1,2]:

- układ uplastyczniania,
- układ zamykania,
- układ napędowy i sterowania,

Układ uplastyczniania ma na celu uplastycznienie tworzywa, jego homogenizację i sprężenie. Proces uplastyczniania jest prowadzony w cylindrze na którym znajdują się grzałki zapewniające odpowiednie jego nagrzanie. Homogenizacja i sprężanie tworzywa odbywa się za pomocą ślimaka. Ślimak w procesie przetwórstwa wtryskowego wykonuje ruch posuwisty ( wtrysk uplastycznionego tworzywa do formy wtryskowej ) oraz obrotowy ( proces uplastyczniania tworzywa oraz pobierania nowej dawki ).

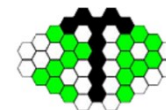
Ślimak wykonany jest w postaci trzpienia który na swoim obwodzie posiada zwoj .Wyróżniamy trzy podstawowe strefy ślimaka różniące się skokiem oraz głębokością zwoju. Strefa pierwsza – zasilania charakteryzuje się dużą głębokością zwoju ( znajduje się pod lejem zasypowym ) , strefa druga sprężania małą głębokości zwoju ( zazwyczaj 3-5 zwojów w części środkowej ślimaka) oraz strefa dozowania ( część przednia ślimaka ) . Wielkością charakterystyczną ślimaków jest stopień sprężania oraz  $L/D$  ( stosunek długość ślimaka do średnicy ).W zależności od rodzaju przetwarzanego tworzywa cechy konstrukcyjne ślimaka mogą być różne ( 2,3 lub więcej stref na ślimaku, stopień sprężania,  $L/D$  do 35 ) . Rozkład temperatur na cylindrze powinien zapewniać uplastycznienie tworzywa ( najniższa temperatura pod lejem zasypowym, najwyższa w części środkowej. Cylinder układu uplastyczniania jest zakończony dyszą wtryskową przez którą tworzywo jest wprowadzane do formy wtryskowej.



Rysunek 2. Temperatura przetwórstwa tworzyw termoplastycznych.

Układ zamykający ma za zadanie zamknięcie obydwu połówek formy z odpowiednią siłą uniemożliwiającą otwarcie formy w trakcie procesu wtryskowego. Wielkość siły zamykania jest wielkością charakteryzującą wtryskarkę ( np. MonoMat 160 – siła zamykania 160 Ton ).

Forma wtryskowa zamocowana jest do wtryskarki – płyty stałej i płyty ruchomej. Znajdujące się w formie gniazdo lub gniazda formujące odzwierciedlają kształt wyrobu – wypraski . Istotą procesu wtryskowego jest otrzymanie wypraski spełniającej odpowiednie wymagania przy zachowaniu zadanych parametrów przetwórczych. Dobór parametrów prowadzony jest drogą doświadczalną. Niewłaściwie dobrane parametry prowadzą do :



- powstawania niedolewów wyprasek
  - widocznych wad na powierzchniach wyprasek
  - dużych skurczów pierwotnych i wtórnych wyprasek
  - obniżenia właściwości eksploatacyjnych wyprasek
  - powstawanie wad wewnątrz wyprasek
- Właściwości przetwórcze tworzyw można określić na podstawie :
- rozplywu tworzywa w formie spiralnej okrągłej i kwadratowej zamkniętej lub otwartej ( rys.3)
  - skurczu pierwotnego i wtórnego
  - stopnia wypełnienia gniazda formującego w kształcie wyrobu tzw. schodkowego (rys.4)

Pod pojęciem rozplywu rozumie się stopień zapełnienia formy spiralnej określony długością otrzymanej spirali przy zachowaniu odpowiednich parametrów przetwórczych. Skurcz definiuje się jako zmniejszenie objętości , bądź zmniejszenie wymiarów wypraski w stosunku do gniazda formującego. Stopień wypełnienia gniazda formującego "schodkowego" pozwala na jakościową ocenę uzyskanej wypraski przy zadanych parametrach przetwórczych ( wtrysk wyrobów cienkościennych i grubościennych).

### 3 Określenie stopnia rozplywu tworzywa w formie spiralnej otwartej i zamkniętej

#### 3.1 Zakres stosowania metody

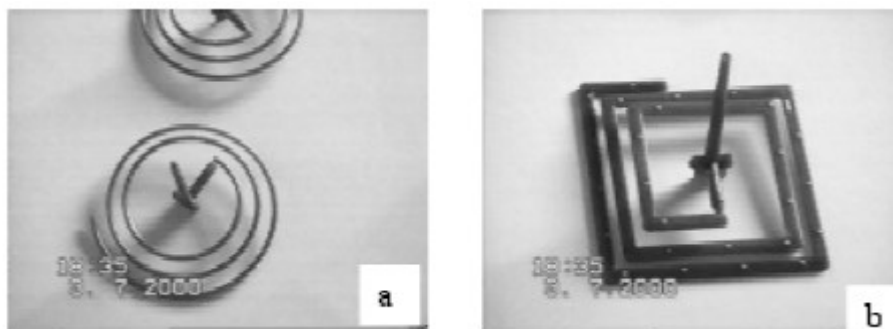
Badania prowadzone są dla nowych materiałów i pozwalają na doświadczalny dobór parametrów przetwarzania, które umożliwią uzyskanie wypraski o odpowiedniej jakości. Mają duże znaczenie w praktyce technologicznej. Wtrysk tworzyw prowadzony jest do form wyposażonych w indywidualne systemy chłodzenia wypraski. Pozwala to na zmianę parametrów termicznych formy ( procesu chłodzenia lub nagrzewnia formy ).

#### 3.2 Opis metody

Stosowane są dwie metody badań :

- wtrysk tworzywa do formy spiralnej okrągłej i kwadratowej otwartej
- wtrysk tworzywa do formy spiralnej okrągłej otwartej i kwadratowej zamkniętej

Badania rozplywu w formie okrągłej otwartej prowadzone są na wtryskarce ślimakowej typu SAZ WH 63 za w formie zamkniętej na wtryskarce ślimakowej typu Boy 15. Badania prowadzone są na wypraskach uzyskanych z procesu wtryskowego .Kształty wyprasek przedstawia rys.3 a ,b.

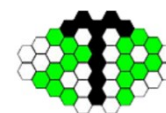


Rysunek 3. Wypraski spiralne a – okrągła, b – kwadratowa.

Wypraski na swoim obwodzie posiadają punkty pomiarowe oddalone od siebie o 2cm.

#### 3.3 Wykonanie badań

Badania prowadzone są dla :



- Polipropylenu PP Malen J-300,
- Polipropylenu recyklatu  $PP_{rec}$ ,
- Polipropylenu recyklatu  $PP_{rec}$  modyfikowanego napełniaczem drzewnym lub gumowym w ilości 10,20,30,40 % wag.

Dla Polipropylenu Malen J-300 ustala się parametry przetwórcze ( temperatura układu uplastyczniania – 180 ,220,200,160 0 C, ciśnienie wtrysku 0,9 MPa ) oraz wielkość dawki wtryskiwanego materiału (stała dla wszystkich prowadzonych badań).

Zmieniając parametry wtrysku ( np. temperaturę ) dokonujemy wtrysku 3 spiral ( temperatura formy const. -25°C ). Następnie obliczamy długość spirali. Badania wykonujemy dla każdego rodzaju materiału w różnych warunkach przetwórczych zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1. Parametry przetwórstwa.

Materiał	Temperatura przetwórstwa, °C	Temperatura formy, °C	Ciśnienie wtrysku, MPa
PP Malen J-300	180, 220, 200, 160,	25	0,9
PP recyklat - $PP_{rec}$	170, 200, 190, 160	40	1,1
PP recyklat - $PP_{rec}$ modyfikowany (10,20,30,40%wag. napełniacza)			

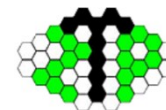
## 4 Badanie skurczu pierwotnego i wtórnego oraz stopnia wypełnienia gniazda formującego w kształcie wyrobu tzw. Schodkowego

### 4.1 Zakres stosowania metody

Badania prowadzone są dla tworzyw termoplastycznych i pozwalają na określenie właściwości przetwórczych materiałów przy zadanych parametrach przetwórczych. Mają duże znaczenie technologiczne. Analiza skurczu pierwotnego oraz wtórnego ma istotne znaczenie dla eksploatacji wyrobu jak również jej znajomość jest konieczna przy projektowaniu gniazda formującego. Istotny wpływ na wielkość skurczu mają parametry przetwórstwa oraz skład materiału. Badania stopnia wypełnienia gniazda formującego w kształcie wyrobu tzw. schodkowego pozwalają na dobór parametrów przetwórstwa dla wykonywania wyrobów o różnej grubości. Wyroby cienkościenne wymagają wyższych ciśnień wtrysku i temperatury przetwarzania. Natomiast przy tych parametrach przetwórczych wyroby grubościennie wykazują duży skurcz oraz znaczna deformację powierzchni. Dobór odpowiednich parametrów przetwórczych może zdecydowanie wpłynąć na jakość uzyskanej wypraski .

### 4.2 Opis metody

Badania prowadzone są na wypraskach uzyskanych z procesu wtryskowego. Kształt wypraski przedstawia rys.4.



Rysunek 4. Wypraska schodkowa wielostopniowa.

Wypraska schodkowa charakteryzuje się tym, że poszczególne jej elementy posiadają różną wysokość (0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 mm).

### 4.3 Wykonanie badań

Badania prowadzone są dla :

- Polipropylenu PP Malen J-300,
- Polipropylenu recyklatu PP<sub>rec</sub>,
- Polipropylenu recyklatu PP<sub>rec</sub> modyfikowanego napełniaczem drzewnym lub gumowym w ilości 10,20,30,40 % wag.

Dla Polipropylenu Malen J-300 ustala się parametry przetwórcze ( temperatura układu uplastyczniania – 180 ,220,200,160 0 C, ciśnienie wtrysku 0,9 MPa ) oraz wielkość dawki wtryskiwanego materiału .

Zmieniając parametry wtrysku ( np. temperaturę ) dokonujemy wtrysku 5 wyprasek schodkowych ( temperatura formy const. -25°C ). Następnie obliczamy wielkość skurczu pierwotnego zaś po 7 dniach skurczu wtórnego. Badania wykonujemy dla każdego rodzaju materiału w różnych warunkach przetwórczych zgodnie z tabelą 1.

## 5 Opracowanie wyników

Na podstawie przeprowadzonych badań należy wykonać sprawozdanie. Sprawozdanie obejmuje :

- cel badań
- rysunki wyprasek
- graficzne przedstawienie wyników badań
  - 1 wpływ temperatury przetwórstwa na długość spirali
  - 2 wpływ koncentracji napełniacza na długość spirali
  - 3 wpływ temperatury formy na długość spirali
- analizę wpływu parametrów przetwórstwa na jakość wypraski
- analizę wielkości skurczu pierwotnego i wtórnego w zależności od składu materiału , parametrów przetwarzania
- wnioski z przeprowadzonych badań

## 6 Literatura

- 1 Smorawiński – Technologia wtrysku .WNT 1984
- 2 Sikora R. - Postawy przetwórstwa tworzyw wielkocząsteczkowych. Wyd. Politechnika Lubelska.1997
- 3 Szlezynger W. Tworzywa sztuczne. Wyd. Politechnika Rzeszowska .2001
- 4 Dobrosz K., Matysiak A. Tworzywa sztuczne, Materiałoznawstwo i przetwórstwo. Wyd. Szkolne i Pedagogiczne.1986