

# Zagadnienia

1. definicja i sposób oznaczenia masowego wskaźnika szybkości płynięcia
2. czynniki wpływające na wartość wskaźnika szybkości płynięcia
3. znaczenie wskaźnika szybkości płynięcia w technologii polimerów
4. stany fizyczne polimerów termoplastycznych - opis
5. charakterystyczne temperatury przemian fazowych
6. charakterystyka PP oraz PE

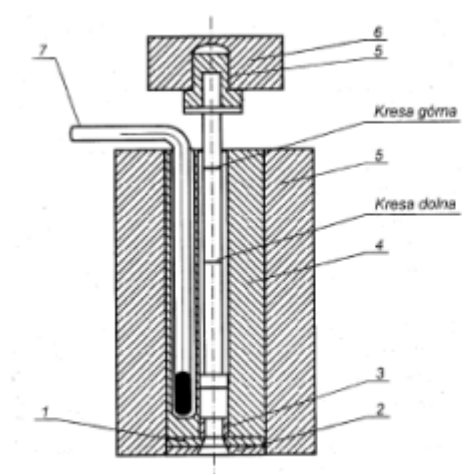
# Odpowiedzi

1. Masowy wskaźnik szybkości płynięcia, MFR - obok objętościowego wskaźnika szybkości płynięcia (MVF) jedna z wielkości charakteryzujących szybkość płynięcia tworzyw termoplastycznych w procesie przetwórstwa. Wyrażana jest jako liczba gramów tworzywa wytłoczonego:
  - w czasie 10 min
  - przez dyszę o określonej średnicy
  - w określonej temperaturze
  - pod określonym obciążeniem

Sposób oznaczania. Po jego uprzednim ogrzaniu (temperaturę utrzymuje się przez 15 min przed badaniem i w jego trakcie), próbkę tworzywa uplastycznienia się w cylindrze plastometru. Przez dyszę wytłacza się pręt, który jest odcinany po upływie określonego czasu (10 min) i ważony. Wartość MFR wyznacza się ze wzoru:

$$MRF(\theta, m_{nom})[\frac{g}{10min}] = \frac{t_{ref}[\frac{s}{10min}]m[g]}{t[s]} = \frac{600[\frac{s}{10min}]m[g]}{t[s]}$$

gdzie MFR – masowy wskaźnik szybkości płynięcia,  $\theta$  – temperatura oznaczania [ $^{\circ}\text{C}$ ],  $m_{nom}$  – nominalne obciążenie [kg],  $m$  – średnia masa wytłoczonego odcinka tworzywa [g],  $t_{ref}$  – czas odniesienia,  $t$  – czas wypływu wytłoczonego odcinka tworzywa (odstęp czasu odcinania) [s].



- 1 – płytka podtrzymująca dyszę
- 2 – płytka izolująca
- 3 – dysza
- 4 – cylinder
- 5 – izolacja cieplna
- 6 – obciążnik
- 7 – termometr kontrolny

RYСУNEK 1. Schemat aparatury do oznaczania wskaźnika szybkości płynięcia

2. Czynniki:

- temperatura
- obciążenie

- kształt i rozmiar dyszy
- właściwości tworzywa
  - średni ciężar cząsteczkowy
  - stopień usieciowania

Kształt dyszy, a także temperaturę i obciążenie dla danego tworzywa określa norma. Jeżeli pomiar wykonujemy zgodnie z normą to nie można powiedzieć, że te czynniki wpływają na wartość wskaźnika.

3. Wskaźniki szybkości płynięcia służą do szybkiej i praktycznej oceny płynności tworzywa w warunkach technicznych. Wskaźniki charakteryzują średnią prędkość płynięcia przy ustalonych wartościach podstawowych parametrów procesu przetwórstwa - temperatury i ciśnienia.

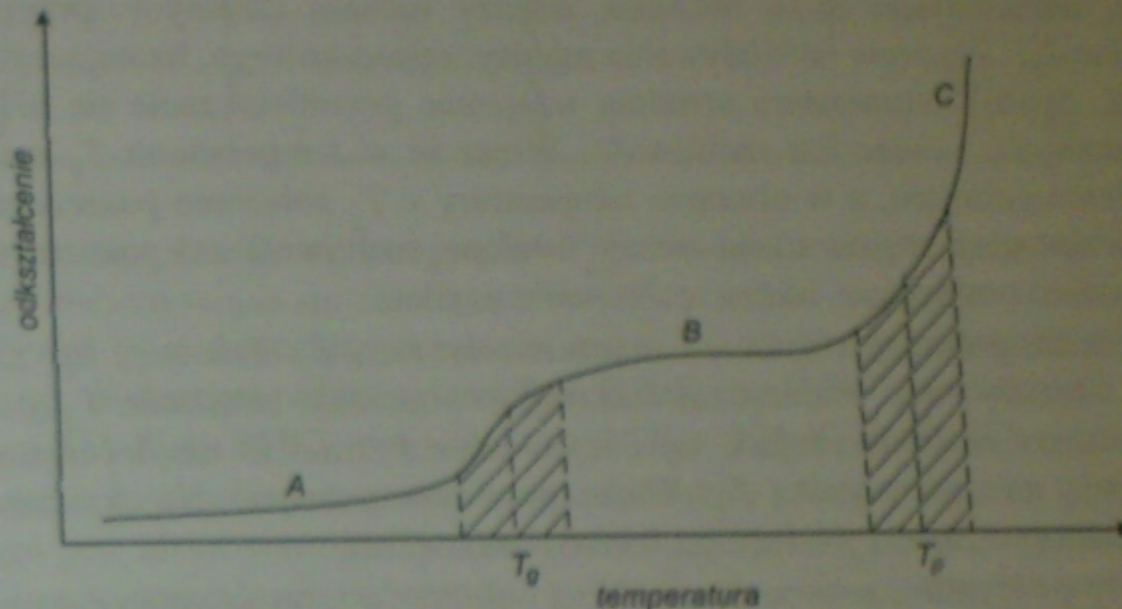
Tzn. (chyba!) jak mamy jakiś proces technologiczny i znamy ciśnienie i temperaturę przetwarzania polimeru w tym procesie to możemy sobie wyznaczyć MFR/MVR dla tej temperatury i dla obciążenia opowiadającego temu ciśnieniu i mieć jakieś takie pojęcie o szybkości płynięcia polimeru w aparaturze.

Ważny komentarz, który nie pasuje gdzie indziej: im wyższa płynność tworzywa tym mniejsza jego lepkość.

#### 4. Stany:

1. szklisty - występuje w nim pewien stopień uporządkowania bliskiego zasięgu sąsiadujących makrocząsteczek lub ich fragmentów. Makrocząsteczki nie są zdolne do przemieszczania się względem siebie. Pod wpływem działania siły zewnętrznej występują bardzo niewielkie, sprężyste odkształcenia.
2. lepkosprężysty (elastyczny) - znaczna ruchliwość segmentów łańcucha. Pod wpływem działania siły zewnętrznej odkształca się sprężysto. Odkształcenia są duże (mały moduł sprężystości). W tym stanie zachodzą zjawiska relaksacji naprężeń oraz odkształceń
3. plastyczny (lepkociekły) - oddziaływanie siły zewnętrznej odkształca polimer nieodwracalnie, nie wywołując naprężeń. Makrocząsteczki, zmieniające względem siebie położenie, nie mogą być połączone wiązaniami. Ważnym parametrem w przetwórstwie polimerów termoplastycznych jest lepkość w stanie stopionym  $\eta$ .

#### 5. Temperatury przemian (niekoniecznie) fazowych



Rys. 1.1. Krzywa termomechaniczna obrazująca stany fizyczne polimerów termoplastycznych: A – stan szklisty, B – stan lepkosprężysty, C – stan plastyczny;  $T_g$  – temperatura zeszklenia,  $T_p$  – temperatura płynięcia

Temperatury przemian (które niekoniecznie można nazwać fazowymi ale o jakie inne miałyby chodzić), są średnią temperaturą zakresu, w którym zachodzi zmiana stanu polimeru.

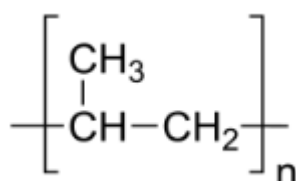
Temperatura zeszklenia,  $T_g$

czynnik (ceteris paribus)	wpływ na $T_g$
mocniejsze oddziaływanie międzycząsteczkowe	↗
większy ciężar cząsteczkowy	↗ (od pewnej wartości krytycznej stały)
większa giętkość makrocząsteczki (mniej sztywne podstawniki boczne)	↘
polarność	↗
obecność plastyfikatora	↘

Temperatura płynięcia,  $T_p$

czynnik (ceteris paribus)	wpływ na $T_p$
większy ciężar cząsteczkowy	↗
większa giętkość makrocząsteczki (mniej sztywne podstawniki boczne)	↘

## 6. Polimery



### 1. PP, polipropylen,

#### 1. Właściwości

- Oddziaływania steryczne między podstawnikami  $-\text{CH}_3$  powodują ich odchylenie od płaszczyzny wyznaczonej pozostałymi atomami węgla. Każda grupa metylowa jest przesunięta względem poprzedniej o kąt  $120^\circ$ . Powstaje w ten sposób struktura helikalna (śrubowa)

Tabela. 6.3. Wybrane właściwości izotaktycznego polipropylenu

Rodzaj właściwości	PP	PE-HD
gęstość [g/dm <sup>3</sup> ]	900–920	940–965
temperatura topnienia [K]	433–443	393–408
naprężenie zrywające [MPa]	26–40	22–36
naprężenie zrywające po zorientowaniu [MPa]	245–390	
wydłużenie względne przy zerwaniu [%]	200–800	200–900
maksymalna temperatura stosowania [K]	419	353
temperatura kruchości [K]	263–268	173–223
absorbacja wody po 30 dniach w temp. 297 K [%]	0,01	0,03–0,04
oporność elektryczna właściwa skrośna [ $\Omega \cdot m$ ]	$10^{15}$	$10^{15}$

## 2. Rodzaje:

- izotaktyczny - grupy metylowe przy asymetrycznym atomie węgla znajdują się po tej samej stronie łańcucha
- syndiotaktyczny - gr. met. przy a.a.w. występują na przemian po jednej i po drugiej stronie łańcucha
- ataktyczny - przypadkowe rozmieszczenie grup metylowych

## 3. Zastosowania

- sprzęt medyczny wymagający sterylizacji termicznej
- rury do ciepłej wody
- zbiorniki i pojemniki dużych rozmiarów
- wyposażenie mieszkań (futriny, drzwi, wanny)
- elementy produkcji samochodów
- po procesie orientacji:
  - bardzo wytrzymałe włókna - liny okrętowe, tkaniny, wykładziny, materiały wchłaniające wodę
  - cienkie folie - opakowania spożywcze, folia izolacyjna w elektronice, folie termokurczliwe


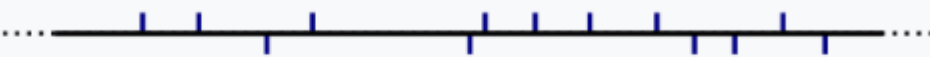
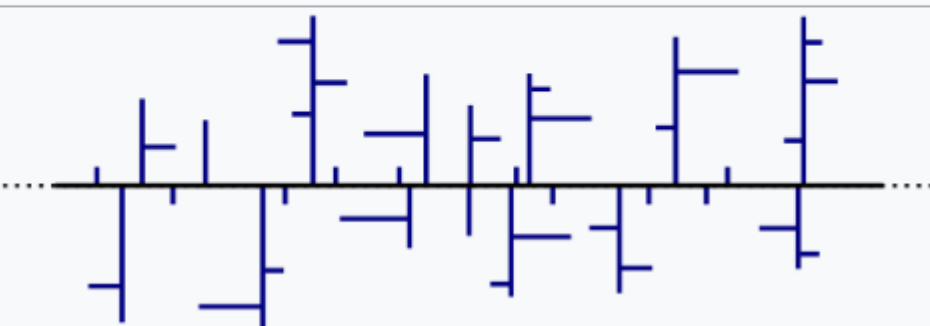
## 2. PE, polietylen, $(-CH_2 - CH_2-)_n$

### 1. Właściwości:

- obojętny fizjologicznie
- odporny na działanie związków chemicznych
- właściwości dielektryczne
- bardziej odporny na starzenie atmosferyczne i termiczne niż inne termoplasty

### 2. Rodzaje:

- polietylen małej gęstości, PE-LD
- polietylen dużej gęstości, PE-HD
- polietylen liniowy małej gęstości, PE-LLD

PE-HD	..... 
PE-LLD	..... 
PE-LD	..... 

Rodzaj właściwości	PE-LD	PE-LLD	PE-HD
gęstość [g/dm <sup>3</sup> ]	910–925	912–935	940–965
temperatura topnienia [K]	378–383	387–400	393–408
naprężenie zrywające [MPa]	10–15	18–36	20–36
wydłużenie względne przy zerwaniu [%]	150–600	450–900	200–900
twardość wg Brinella	13–25	20–35	44–57
maksymalna temp. stosowania [K]	333	343	353
oporność skrośna [ $\Omega \cdot m$ ]	$10^{15}$	$10^{15}$	$10^{15}$

### 3. Zastosowania

- opakowania (metoda wtryskiwania/wtryskiwania z rozdmuchiwaniem)
- folie (wytłaczanie)
- węże, rury, przewody i kable (wytłaczanie)