



Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej

Data: 03.04.23

Imię i Nazwisko	Jarosław Lewszyk, Kamil Juralewicz, Jan Pytel
Nr indeksu	230096, 258850, 258825
Laboratorium	Tworzywa polimerowe – semestr letni 2022/2023
Tytuł ćwiczenia	Wyznaczanie masowego współczynnika szybkości płynięcia (MFR) tworzyw termoplastycznych.

OCENA

Uwagi	Ocena	Podpis prowadzącego

OPIS ĆWICZENIA

1. Materiały Podać producentów, nazwy systematyczne i zwyczajowe, wzory chemiczne, charakterystyczne parametry (np. temperatury przemian fazowych, istotne dla ćwiczenia współczynniki).

LDPE – Polietylen o niskiej gęstości FABS 23-D022 - $(C_2H_4)_n$

Gęstość: 0.923 g/cm^3

Temperatura mięknięcia Vicata: 91°C

Temperatura topnienia: 112°C

MFR (190°C , 2.16kg): 1.95 g/10 min

HDPE – Polietylen o wysokiej gęstości HOSTALEN AC 9255 PLUS - $(C_2H_4)_n$

Gęstość : 0.957 g/cm^3

Temperatura mięknięcia Vicata: 76°C

Temperatura topnienia: 133°C

MFR (190°C , 5.0 kg): 0.4 g/10 min

MFR (190°C , 21.6kg): 12.0 g/10 min

PP – Polipropylen MOPLen HP456j - $(C_3H_6)_n$

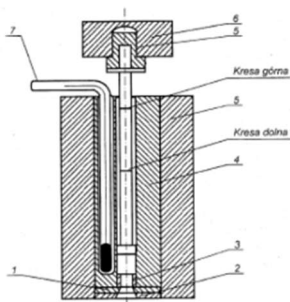
Gęstość: 0.900 g/cm^3

Temperatura mięknięcia Vicata: 156°C

MFR (230°C , 2.16kg): 3.4 g/10 min

2. Aparatura Podać rodzaj aparatury, producenta, typ oraz charakterystyczne parametry, ew. podać schemat aparatury.

Plastometr Zwick Roell Mflow



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

RYSUNEK 1. Schemat aparatury do oznaczania wskaźnika szybkości płynięcia

3. Przebieg ćwiczenia

Opisać etapy i kluczowe czynności podczas realizacji ćwiczenia. Podać ilości (masy, objętości, stężenia) zużytych materiałów, opisać wszelkie obserwacje i uwagi.

Wcześniej przygotowaną naważkę granulatu danego tworzywa, umieszczano porcjami w ogrzewanym cylindrze plastometru. Pomiędzy każdą porcją granulatu tworzywa znajdujące się w cylindrze ubijano. Kilka początkowych wytłoczyn odrzucono, aby upewnić się, że w badanych wytłoczynach nie ma pęcherzy powietrza. Następnie założono docelowe obciążenie i dobrano taki czas odcinania, aby długość odcinanej wytłoczyny mieściła się w przedziale 10-20mm. Czas ten wprowadzono do ustawień plastometru. Pomiary były poprzedzone pięciominutowym wstępnym ogrzewaniem. W czasie dogrzewania dobierano takie obciążenie, aby po zakończeniu wstępnego ogrzewania dolna kreska odcinka pomiarowego na tłoku znalazła się możliwie blisko szczytu cylindra. W ostatniej minucie termostatowania zakładano właściwe obciążenie w celu ustabilizowania prędkości przesuwu tłoka. Gdy dolna kreska znajdowała się na wysokości krawędzi cylindra rozpoczynał się pomiar. Próbkę były na bieżąco zbierane i szeregowane w kolejności zbierania. Następnie były one w tej kolejności ważone na wadze analitycznej. W sumie zostało wykonanych 5 serii pomiarów dla następujących próbek:

LDPE – pomiary dla obciążenia 2.16 i 5kg, naważki granulatu odpowiednio 7.64 i 7.65 g

HDPE – pomiar dla obciążenia 21.6 kg, naważka granulatu 7.45 g

PP – pomiary dla obciążenia 2.16 i 5 kg, naważki granulatu odpowiednio 7.06 i 7.72 g

Dla pomiarów tworzyw LDPE i HDPE temperatura oznaczania wynosiła 190°C a dla tworzywa PP 230°C

Nie zaobserwowano jednoznacznego monotonicznego dryfu wartości pomiaru masy.

4. Obliczenia

Przedstawić i opisać obliczenia oraz podać ich rezultaty.

Wyznaczanie MFR

$$MFR \left[\frac{g}{10min} \right] = MVR \left[\frac{cm^3}{10min} \right] \cdot \rho \left[\frac{g}{cm^3} \right]$$

$$MFR \left[\frac{g}{10min} \right] = \frac{600[s/10min] \cdot m[g]}{t[s]}$$

	PELD 1	PELD 2	PEHD 1	PP 1	PP 2
m1 [g]	0,124	0,131	0,081	0,066	0,113
m2	0,125	0,131	0,081	0,065	0,113
m3	0,125	0,131	0,081	0,063	0,114
m4	0,125	0,131	0,082	0,064	0,113
m5	0,121	0,132	0,082	0,064	0,114
m6	0,125	0,133	0,078	0,062	0,115
m7	0,127	0,13	0,08	0,063	0,115
m8	0,127	0,129	0,079	0,061	0,115
m9	0,127	0,129	0,082	0,06	0,115
m10	0,129	0,127	0,08	0,06	0,117
m11	0,118	0,129	-	0,061	0,116
Średnia	0,1248	0,1303	0,0806	0,0626	0,1145
Odchylenie standardow	0,0029	0,0016	0,0013	0,0019	0,0012

Tabela 1, masy wytłoczonych odcinków tworzywa [g]

	PELD 1	PELD 2	PEHD 1	PP 1	PP 2
Obciążenie [kg]	2,16	5	21,6	2,16	5
Temperatura [st. C]	190	190	190	230	230
Okres odcinania [s]	36	10	3	12	4
Gęstość tworzywa [g/cm ³]	0,923	0,923	0,957	0,900	0,900
MVR [cm ³ /10min]	2,27	8,71	21,14	3,49	18,4
MFR obliczony z MVR [g/10min]	2,095	8,039	20,231	3,141	16,56
MFR obliczony ze średniej masy [g/10min]	2,08	7,816	16,12	3,132	17,182

Tabela 2, parametry i wyniki wyznaczania MFR

Wyznaczanie lepkości

$$\eta [\text{Pa} \cdot \text{s}] = \frac{\tau}{\gamma}$$

$$\tau [\text{Pa}] = \frac{mgR_k}{2L_k S_c}$$

$$\gamma [\text{s}^{-1}] = \frac{4 \cdot MFR}{600\rho\pi R_k^3}$$

Gdzie: η – lepkość, τ – naprężenie styczne na ścianie kapilary, γ – szybkość ścinania na ścianie kapilary,

R_k – promień kapilary, L_k - długość kapilary, S_c - pole powierzchni przekroju poprzecznego cylindra

(tłoka), pozostałe oznaczenia trywialne

	PELD 1	PELD 2	PEHD 1	PP 1	PP 2
Obciążenie [kg]	2,16	5	21,6	2,16	5
Temperatura [st. C]	190	190	190	230	230
Gęstość [g/cm ³]	0,923	0,923	0,957	0,900	0,900
MFR [g/10min]	2,08	7,816	16,12	3,132	17,18
Lepkość [Pa s]	4654	2867	6227	3014	1272

Tabela 3, parametry i wyniki wyznaczania lepkości

5. Wnioski

- W pomiarach dla tych samych tworzyw (zarówno dla PELD i PP), różniących się tylko obciążeniem, obserwujemy, że wskaźniki szybkości płynięcia rosną dla zwiększanego obciążenia.
- W pomiarach dla tworzyw PELD i PP, wykonanych dla tych samych obciążeń, obserwujemy wyższe wartości wskaźników płynięcia dla polipropylenu. Nie można jednak stwierdzić, czy jest to związane wyłącznie z różnicą w budowie tworzywa (średnim ciężarem cząsteczkowym lub splątaniem łańcuchów), ponieważ pomiary różnią się temperaturą. Podejrzewamy jednak, że w istocie większe wartości powyższych parametrów powodują niższe wartości wskaźników dla PELD.
- Obranie tak dużego obciążenia dla PEHD wynika z bardzo długich czasów odcinania dla mniejszych obciążeń. Można z tego wywnioskować, że, gdyby go wyznaczono, MVR dla PEHD byłby istotnie mniejszy niż dla PELD przy tych samych obciążeniach. (przy względnie podobnej gęstości obu tworzyw to samo tyczy się MFR). Jako, że pomiary czasów odcinania wykonano dla tych tworzyw w tej samej temperaturze, można z dużą pewnością twierdzić, że na wartości wskaźników wpłynęły właśnie

różnice w budowie tworzyw – słabsze oddziaływanie między łańcuchami PELD (lub, ewentualnie mniejszy średni ciężar cząsteczkowy).

- Jeżeli za korzystne dla procesu przetwórstwa prowadzonego w danej temperaturze uznamy wysokie wartości wskaźników płynięcia tworzyw (tą samą ilość polimeru przetworzymy szybciej lub mniejszym nakładem sił) to, zgodnie z rozumowaniem przytoczonym powyżej, PELD jest korzystniejszy w przetwórstwie niż HDPE.
- Wyznaczone wartości MFR są zbliżone ale niezgodne z wartościami podanymi w specyfikacjach technicznych. Jako że norma PN EN ISO 1133 nie jest dostępna bezpłatnie, nie możemy upewnić się, że pomiary przebiegały z nią zgodnie. Kapilara nie była dokładnie czyszczona pomiędzy pomiarami dla różnych tworzyw, podobnie jak nóż odcinający wytłoczyny.
- Należy zauważyć, że lepkość danych tworzyw nie jest stała dla różnych obciążeń (*ceteris paribus*). Innymi słowy (rozważ wzory użyte do wyznaczenia lepkości) ewentualna zależność MFR od zadanego obciążenia nie byłaby liniowa. Dla pełnej charakterystyki lepkości tworzyw polimerowych, wydaje więc się zasadne, przeprowadzenie pomiarów dla wielu obciążeń i wyznaczenie lepkości jako funkcji. W przypadku przeprowadzonych przez nas pomiarów lepkość, a zatem i stosunek obciążenia do MFR, maleje, ze wzrostem obciążenia.

6. Załączniki:

Wyszczególnić wszystkie dokumenty (wykresy, wydruki, notatki) dołączone do sprawozdania

W poniższym folderze znajdują się specyfikacje techniczne używanych tworzyw, instrukcja do ćwiczenia oraz artykuł, z którego zaczerpnięto wzór na lepkość.

https://drive.google.com/drive/folders/1oVETKPbeX_xALfs5SiT3BtEoExlxjwX?usp=sharing