

Ćwiczenie: „Oznaczanie chłonności wody tworzyw sztucznych”

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest oznaczenie chłonności wody przez próbkę tworzywa jedną z metod przedstawionych w niniejszej instrukcji.

2 Określenie podstawowych zagadnień

Wyroby z tworzyw sztucznych w swoich zastosowaniach często ekspozowane są w środowisku naturalnym (na zewnątrz), gdzie poddane zostają działaniu różnorodnych czynników środowiskowych, takich jak: wilgoć, zjawiska atmosferyczne, agresywne gazy czy promieniowanie elektromagnetyczne. Obecność danych czynników może w istotny sposób wpływać na właściwości tworzywa i wyrobu. W niniejszym ćwiczeniu zajmiemy się wpływem wilgoci na materiały polimerowe.

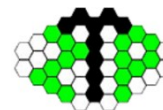
Gazy i ciecze w kontakcie z tworzywami sztucznymi mogą wnikać w głąb materiału i wiązać się z polimerem za pomocą wiązań chemicznych lub fizykochemicznych i mechanicznych, powodując zmniejszenie siły wiązań międzycząsteczkowych oraz zwiększenie ruchliwości cząstek. W rezultacie może to prowadzić do spadku modułu sprężystości, wytrzymałości, twardości, właściwości elektrycznych i fizycznych. Wszystko zależy od rodzaju polimeru i jego budowy: obecności grup funkcyjnych, polarności, itd. Zjawiska te mogą być odwracalne pod warunkiem, że wilgoć zostanie usunięta w materiale. Jednak w przypadku cieczy związanych chemicznie z polimerem (najtrudniejszych do usunięcia) proces suszenia nie jest skuteczny.

Absorpcja wilgoci ma charakter dyfuzyjny, w którym następuje przemieszczanie cząsteczek wody z otoczenia (powietrza) do i przez element z tworzywa. Stopień dyfuzji lub przepuszczalności zależy od ilości wody w powietrzu i natury samego materiału. Pod względem skłonności do wchłaniania wody tworzywa sztuczne, jak i inne materiały, można podzielić na higroskopijne i niehigroskopijne. W przypadku tworzyw niehigroskopijnych wilgoć przywiera tylko na powierzchni materiału (PS, PP), natomiast tworzywa higroskopijne absorbują wilgoć w głąb materiału (PMMA, ABS). Ilość wody jaka zostanie wchłonięta przez tworzywo zależy od czasu trwania ekspozycji w środowisku naturalnym i stopnia jego zawilgocenia (wilgotności względnej). Bowiem tworzywa higroskopijne, silnie powinowate do wody, absorbują wilgoć z powietrza lub uwalniają ją w bezpośredniej proporcji do otaczającej wilgotności względnej. Dążą zatem do osiągnięcia równowagi z otoczeniem.

Obecność cieczy w tworzywie polimerowym ma szczególnie istotne znaczenie już na poziomie procesu przetwórstwa. W procesie wtrysku czy wytłaczania, w warunkach podwyższonej temperatury wiele polimerów wykazuje wrażliwość na obecną w nich wilgoć. W przypadku poliestrów termoplastycznych już niewielkie ilości wody w granulacie powodują proces hydrolizy, w wyniku którego następuje degradacja łańcuchów polimerowych. To prowadzi do obniżenia wytrzymałości wyrobu, powstawanie smug i pęcherzy. W innych przypadkach nadmiar cieczy (wody) w tworzywie generuje parę wodną, a ta w efekcie może powodować powstanie defektów w gotowym wyrobie (bąble, skazy na powierzchni, puste przestrzenie, itd.). Dlatego tak ważna jest kontrola zawartości wody przed rozpoczęciem procesu przetwórczego.

Inny wpływ może mieć zawartość wilgoci w gotowym materiale. Przykładem są tu poliamidy, które chłoną wodę lub wilgoć z powietrza. Poliamid wysuszony jest kruchy o niskiej udarności i dużej wytrzymałości na rozciąganie i zginanie. Wzrost zawartości wody w tworzywie powoduje wzrost udarności i elastyczności, obniża natomiast wytrzymałość. Zatem daje to możliwość sterowania właściwościami materiału w zależności od cech pożądanых. Należy jednak pamiętać, że z wchłanianiem wody związane jest także powiększanie objętości tworzywa, a więc i wymiarów kształtki.

Ze zjawiskiem zawartości wody w tworzywie sztucznym związane są dwa pojęcia: **wilgotność i**



chłonność.

Wilgotność wyrażana jest w procentach wagowych lub objętościowych i określa zawartość wody w danym materiale.

Większość tworzyw nie wykazuje skłonności do absorpcji wody, zatem ich wilgotność jest niewielka. Nie mniej jednak w przypadku tworzyw wrażliwych na obecność wilgoci, zwłaszcza tworzyw konstrukcyjnych, istotne jest, aby przed procesem przetwórczym poddać je suszeniu z zachowaniem specyficznych dla danego typu materiału parametrów. To pozwoli na uniknięcie strat materiału i otrzymanie wyrobu o wysokiej jakości.

Pomiar wilgotności

Najprostszą metodą pomiaru wilgotności tworzywa jest metoda wagowa. Polega ona na określeniu ubytku masy próbki materiału przed i po suszeniu w określonej temperaturze. Wynik oblicza się ze wzoru (wilgotność wagowa):

$$W_w = \frac{m_1 - m_2}{m_2} 100, \% \text{wag} \quad (1)$$

gdzie: m_1 – masa próbki przed suszeniem [g], m_2 – masa próbki wysuszonej [g]

Aby określić poziom wilgoci dla tworzyw porowatych należy uwzględnić gęstość pozorną danego tworzywa (wilgotność objętościowa):

$$W_o = W_w d_p \quad (2)$$

gdzie: d_p – gęstość pozorną [g/cm³]

Przy pomiarze wilgotności i interpretacji danych liczbowych należy zawsze odnosić je do gęstości danego tworzywa, bowiem inna będzie interpretacja wyników dla tworzyw litych, inna dla porowatych. Ta sama wartość wilgotności wagowej będzie w rzeczywistości oznaczała inną ilość wody w 1 cm³ materiału (tabela 1).

Tabela 1. Porównanie zawartości wilgoci dla tworzyw litych i porowatych

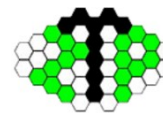
Rodzaj tworzywa	Zaw. wilgoci [%]	Gęstość [g/cm ³]	Zaw. wody w 1 cm ³
poliamid	5	1,1	0,05 g
pianka poliuretanowa	5	pozorna: 0,03	0,0015 g
beton	5	pozorna: 2,4	0,12 g

Chłonność (nasiąkliwość) również wyraża się w procentach i jest definiowana jako stosunek masy wody pochłoniętej przez próbkę do masy próbki w stanie suchym. W ten sposób oblicza się nasiąkliwość wagową.

Szybkość pochłaniania wody przez tworzywa sztuczne jest stosunkowo niska. Istotne znaczenie ma tu również wielkość próbki materiału. Probki mniejsze nasycają się wodą szybciej, przy czym nie powinno to mieć wpływu na wynik końcowy oznaczenia, ale raczej na czas trwania badania. Czasem dla uniknięcia błędów wynikających z różnych kształtów próbek chłonność wody określa się jako stosunek masy pochłoniętej wody (mg) do powierzchni próbki (cm²).

Oznaczanie chłonności wody

Wybór metody oznaczenia chłonności uzależnia się od właściwości danego tworzywa, a przede



wszystkim od jego odporności cieplnej i obecności składników rozpuszczalnych w wodzie. Aby stwierdzić czy próbka tworzywa zawiera takie składniki, należy poddać ją dwukrotnemu suszeniu i ważeniu: przed i po kąpeli wodnej. Ubytek masy próbki w stosunku do masy pierwotnej jednoznacznie wskazuje na obecność substancji wymywalnych.

Do oznaczania chłonności tworzyw stosowane są następujące metody oznaczeń:

- oznaczenie chłonności we wrzącej wodzie tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie,
- oznaczenie chłonności we wrzącej wodzie tworzyw zawierających substancje rozpuszczalne w wodzie,
- oznaczenie chłonności w zimnej wodzie tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie,
- oznaczenie chłonności w zimnej wodzie tworzyw zawierających substancje rozpuszczalne w wodzie.

3 Metody

3.1 Metoda oznaczenia chłonności we wrzącej wodzie

3.1.1 Zakres stosowania metody

Metoda stosowana jest do oznaczania chłonności tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie jak i zawierających takie substancje [5].

3.1.2 Opis metody

Oznaczenie chłonności we wrzącej wodzie tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie polega na wysuszeniu tworzywa przez 24 godziny, po czym ochłodzeniu i zważeniu. Próbkę umieszcza się kolejno: w naczyniu ze wrzącą wodą destylowaną a następnie w naczyniu z wodą o temperaturze pokojowej. Po upływie określonego czasu próbkę wyjmuje się, osusza i dokonuje kolejnego ważenia. Wynik stanowi różnica mas (wzór 3.1)

$$X = m_2 - m_1, \text{ g} \quad \text{lub} \quad X = \frac{m_2 - m_1}{m_1} 100, \text{ \% wag (3.1)}$$

gdzie: m_1 - masa próbki po wysuszeniu, m_2 - masa próbki po termostatowaniu w wodzie.

Oznaczenie chłonności we wrzącej wodzie tworzyw zawierających substancje rozpuszczalne w wodzie przebiega analogicznie jak dla tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie, z tym że po zważeniu nasiąkniętej próbki dokonuje się ponownego suszenia w tych samych warunkach i ponownie oznacza masę próbki. Chłonność wylicza się ze wzoru 3.2:

$$X = m_2 - m_3, \text{ g} \quad \text{lub} \quad X = \frac{m_2 - m_3}{m_1} 100, \text{ \% wag (3.2)}$$

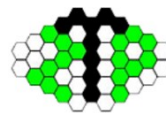
gdzie: m_1 - masa próbki po wysuszeniu, m_2 - masa próbki po termostatowaniu w wodzie, m_3 - masa próbki po drugim suszeniu.

Do oznaczania nasiąkliwości w wodzie wrzącej stosuje się tworzywa o dość dużej odporności cieplnej. Dla polimerów, które w podwyższonej temperaturze mięknią i mogą ulec deformacji stosuje się inne metody.

3.1.3 Przyrząd pomiarowy

Przyrządem pomiarowym wykorzystywanym w powyższej metodzie są:

- waga laboratoryjna,
- urządzenie do ogrzewania zlewki z wodą,
- suszarka .



3.1.4 Wykonanie pomiaru

- tworzywo wysuszyć w temperaturze $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ przez 24 godziny i ochłodzić,
- zważyć z dokładnością do 1 mg,
- próbkę umieścić w naczyniu z wrzącą wodą destylowaną i termostatować 30 minut,
- następnie próbkę umieścić w naczyniu z wodą o temperaturze pokojowej na kolejne 15 minut,
- po upływie tego czasu próbkę wyjąć, osuszyć i zważyć,
- w przypadku gdy mamy do czynienia z tworzywami zawierającymi substancje rozpuszczalne w wodzie należy po zważeniu nasiąkniętej próbki dokonywać ponownego suszenia w tych samych warunkach i ponownie oznaczyć masę próbki,
- wyliczyć chłonność próbki z odpowiednich wzorów (3.1 lub 3.2)

3.2 Metoda oznaczenia chłonności w zimnej wodzie

3.2.1 Zakres stosowania metody

Metoda stosowana jest do oznaczania chłonności tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie jak i zawierających takie substancje.

3.2.2 Opis metody

Oznaczenie chłonności w zimnej wodzie tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie polega na wysuszeniu tworzywa przez 24 godziny, po czym ochłodzeniu i zważeniu. Następnie próbki umieszczane są w naczyniu z wodą destylowaną na 24 godziny. Po upływie zadanego czasu próbki wyciąga się, osusza i znów waży. Do obliczeń wykorzystuje się wzór (wzór 3.1). Oznaczenie chłonności w zimnej wodzie tworzyw zawierających substancje rozpuszczalne w wodzie przebiega analogicznie jak dla tworzyw nie zawierających substancji rozpuszczalnych w wodzie, z tym, że po zważeniu nasiąkniętej próbki dokonuje się ponownego suszenia w tych samych warunkach i ponownie oznacza masę próbki. Chłonność wylicza się ze wzoru 3.2.

3.2.3 Przyrząd pomiarowy

Przyrządem pomiarowym wykorzystywanym w powyższej metodzie są:

- waga laboratoryjna,
- suszarka.

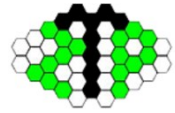
3.2.4 Wykonanie pomiaru

- tworzywo wysuszyć w temperaturze $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ przez 24 godziny i ochłodzić,
- zważyć próbkę z dokładnością do 1 mg,
- próbkę umieścić w naczyniu z zimną wodą destylowaną (o temperaturze $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) i termostatować 24 godziny,
- po upływie tego czasu próbkę wyjąć, osuszyć i zważyć,
- w przypadku gdy mamy do czynienia z tworzywami zawierającymi substancje rozpuszczalne w wodzie należy po zważeniu nasiąkniętej próbki dokonywać ponownego suszenia w tych samych warunkach i ponownie oznaczyć masę próbki,
- wyliczyć chłonność próbki z odpowiednich wzorów (3.1 lub 3.2).

4 Opracowanie wyników

Po wykonaniu ćwiczenia student zobowiązany jest do opracowania sprawozdania z jego przebiegu. Sprawozdanie powinno zawierać:

- opis stosowanej metody,
- wartości wyznaczonej chłonności wraz z obliczeniami dla danej metody,
- pełną informację dotyczącą badanego tworzywa.



5 Literatura

1. Broniewski T., Kapko J., Płaczek W., Thomalla J., „Metody badań i ocena właściwości tworzyw sztucznych” WNT, Warszawa, 2000
2. Poradnik „Tworzywa Sztuczne” WNT, Warszawa, 2000
3. Zabrzewski B. Tw. sztuczne i chemia nr 4(5) lipiec, sierpień 2002
4. Tw. sztuczne i chemia nr 9(10) maj, czerwiec 2003
5. PN-ISO 8361-1:1994