

Ćwiczenie: „Oznaczanie twardości tworzyw polimerowych”

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie z metodą oznaczania twardości tworzyw sztucznych za pomocą obciążonej kulki oraz metodą Shore’a. Metody badań tworzyw sztucznych mają zastosowanie do celów badawczych i projektowych, w kontroli jakości i odbiorze partii wyrobu zgodnie z warunkami dostawy.

2 Określenie podstawowych zagadnień

Twardość – własność ciał stałych polegająca na stawianiu oporu odkształceniom plastycznym przy lokalnym oddziaływaniu nacisku na ich powierzchni, wywieranego przez inne, twardsze ciało. Twardość jest cechą umowną, umożliwiającą porównywanie odporności na uszkodzenia powierzchni różnych materiałów. Powszechnie stosuje się kilka metod badania twardości. Dzięki doświadczalnie stwierdzonym zależnościom pomiędzy twardością a innymi własnościami materiałów (np. wytrzymałością na rozciąganie) oraz na podstawie ustaleń, że próby twardości jedynie w minimalnym stopniu uszkadzają badany materiał, mogą one w wielu przypadkach zastąpić próby znacznie trudniejsze do przeprowadzenia, np. rozciąganie.

3 Metoda wciskania kulki

3.1 Zakres stosowania metody

Metoda określania twardości przez wciskanie kulki w odniesieniu do tworzyw sztucznych ma zastosowanie do celów badawczych i projektowych, w kontroli jakości i odbiorze partii wyrobu zgodnie z warunkami dostawy.

3.2 Opis metody

Oznaczanie twardości metodą wciskania kulki polega na powolnym wciskaniu kulki w badaną próbkę pod działaniem określonego obciążenia. Po upływie określonego czasu (30s.) ustala się stan równowagi, w którym powiększająca się powierzchnia odcisku równoważy wywierane obciążenie przez wgłębiającą się kulkę. Głębokość odcisku mierzy się pod obciążeniem. W tym stanie stosunek siły obciążającej do powierzchni odcisku w materiale określa jego twardość:

$$H = \frac{F_t}{A}, \left[\frac{N}{mm^2} \right], [MPa]$$

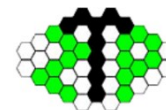
gdzie:

H – twardość metodą wciskania kulki,

F_t – zastosowane obciążenie, N

A – powierzchnia odcisku, mm²

Ze względu na charakter zachodzących odkształceń podczas pomiaru twardości w tworzywach sztucznych, oznaczanie twardości prowadzi się poprzez pomiar głębokości odcisku h przy trwającym obciążeniu. W metodzie wciskania kulki otrzymuje się powtarzalne wyniki tylko dla określonych głębokości odcisków. Przy małych głębokościach warstwa powierzchniowa tworzywa może wpłynąć na zniekształcenie wyników, natomiast przy dużych odciskach



wgłębiająca się kulka rozszerza tylko powstały już odcisk. Wyniki oblicza się ze wzoru:

$$H = \frac{F}{\pi Dh}, \frac{N}{\text{mm}^2}$$

gdzie:

D – średnica kulki, mm

H – głębokość odcisku, mm

F – obciążenie, N

3.3 Przyrząd

Przyrząd do pomiaru twardości metodą wciskania kulki składa się z ramy z regulowanym stolikiem pomiarowym podtrzymującym próbkę, wgłębnika (tu: hartowana polerowana kulka o średnicy $5,0\text{mm} \pm 0,05\text{mm}$) z dopasowaną końcówką i urządzenia umożliwiającego zastosowanie obciążenia w sposób płynny. Przyrząd wyposażony jest w urządzenie do pomiaru głębokości odcisku z dokładnością $\pm 0,005$ mm w zakresie 0,4 mm. Odształcenie ramy pod działaniem maksymalnego obciążenia, mierzone wzdłuż głównej osi siły, nie powinno przekraczać 0,05 mm. Przyrząd po pomiaru twardości metodą wciskania kulki powinien zapewniać obciążenie wstępne o wartości 9,8 N, oraz obciążenia pomiarowe o następujących wartościach: 49,0 N – 132 N – 358 N – 961 N. Próbka do badań powinna być gładką i płaską płytką o odpowiednich wymiarach, takich aby zredukować do minimum wpływ krawędzi na wyniki pomiaru, np. 50 x 50 mm. Powierzchnie próbki do badań powinny być równoległe. Zalecana minimalna grubość próbki – 4 mm

4 Przebieg ćwiczenia

Umieścić próbkę na stoliku pomiarowym i przyłożyć obciążenie wstępne, aby punkt styku kulki był oddalony co najmniej 10 mm od krawędzi próbki i ustawić czujnik pomiaru głębokości na zero. Przyłożyć obciążenie pomiarowe (należy tak dobrać obciążenie, aby głębokość odcisku mieściła się w zakresie 0,15 – 0,35 mm). Po upływie 30 sekund od zastosowania obciążenia zmierzyć pod obciążeniem głębokość odcisku z dokładnością $\pm 0,005$ mm. Następne pomiary wykonać należy w odległości nie mniejszej niż 10 mm od innych punktów i krawędzi próbki. Oznaczenia wykonywać w taki sposób, aby pęcherze lub pęknięcia w badanej próbce nie miały wpływu na wyniki badań. Wykonać 10 oznaczeń na jednej lub wielu próbkach do badań. Wartości twardości większe niż 250 N/mm² należy zaokrąglić do wielokrotności 1 N/mm². natomiast wartości mniejsze od 250 N/mm² należy zaokrąglić do wielokrotności 10 N/mm².

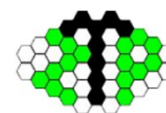
5 Metoda Shore'a

5.1 Zakres stosowania metody

Metodę oznaczania twardości wg Shore'a stosuje się do badania wszystkich rodzajów gumy oraz tworzyw pełnych jak i mikrokomórkowych stosowanych na spody obuwia, z wyjątkiem gumy porowatej. Do materiałów o twardości poniżej 90 jednostek Shore'a A należy stosować twardościomierz Shore'a typ A, a do materiałów o twardości powyżej 90 jednostek Shore'a A należy stosować twardościomierz Shore'a typ C lub typ D. Wyniki uzyskane przy stosowaniu różnych typów twardościomierzy nie są porównywalne.

5.2 Opis metody

Oznaczanie twardości według metody Shore'a polega na pomiarze oporu jaki stawia badana



próbka podczas zagłębiania w niej iglicy o określonym kształcie i wymiarach. Opór ten mierzy się za pomocą sprężyny o znanej charakterystyce i wyraża się w umownych jednostkach twardości Shore'a A, C lub D. Twardość jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości zagłębienia iglicy. Umownych jednostek twardości Shore'a nie można porównywać z innymi jednostkami twardości.

5.3 Przyrząd

Przyrząd do oznaczania twardości według metody Shore'a powinien składać się z:

- iglicy z hartowanej stali o polerowanej powierzchni. Dla twardościomierza typu A i C ma zastosowanie zaostrzona iglica, natomiast twardościomierz typu D zakończona kulką o promieniu $R 0,1$ mm;
- sprężyny obciążającej iglicę o odpowiedniej charakterystyce;
- urządzenia dociskającego ze stolikiem pomiarowym zapewniającego w czasie pomiaru stały nacisk przyrządu na próbkę równy 10N dla twardościomierza typ A oraz 50N dla twardościomierza typ C i D;
- podziałki w umownych jednostkach twardości od 0 do 100 tak wyskalowanej, aby 0 odpowiadało maksymalnemu zagłębieniu iglicy równemu $2,5 \pm 0,04$ mm, a 100 – zerowemu zagłębieniu;
- stopki oporowej o powierzchni nie mniejszej niż 100 mm^2 .

Dopuszcza się stosowanie twardościomierzy bez urządzenia dociskającego w przypadku

nie

niszczącego badania wyrobów gotowych. Uzyskane wówczas wyniki mają charakter orientacyjny. Próbki do badań powinny mieć kształt krążków lub prostokątnych płytek o grubości nie mniejszej niż 5 mm i pozostałych wymiarach umożliwiających wykonanie pomiarów w trzech punktach odległych od siebie o co najmniej 5 mm oraz co najmniej 13 mm od krawędzi próbki. Dopuszcza się badanie twardości na próbkach złożonych z kilku warstw próbek. Grubość pojedynczej warstwy nie powinna być mniejsza niż 2 mm

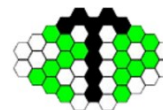
5.4 Wykonanie pomiaru

Badaną próbkę materiału należy umieścić na stoliku pomiarowym. Ruchem płynnym, bez gwałtownych wstrząsów i uderzeń należy docisnąć twardościomierz tak, aby jego stopka oporowa przylegała do próbki. Podczas badania iglica powinna być ustawiona prostopadłe do próbki. Na każdej próbce należy wykonać pomiary w trzech miejscach. Odległość pomiędzy poszczególnymi miejscami pomiaru powinna wynosić co najmniej 5 mm, odległość od krawędzi próbki co najmniej 13 mm. Twardość należy odczytać po upływie 3s. Od chwili przyłożenia twardościomierza do próbki. Dla próbek dla których obserwuje się dalsze zagłębianie iglicy, twardość należy odczytać po 15 s i w protokole badania zamieścić odpowiednią uwagę.

Za wynik oznaczania twardości przyjmuje się średnią arytmetyczną wszystkich pomiarów zaokrągloną do całości. Różnica między poszczególnymi wynikami a średnią arytmetyczną wszystkich pomiarów nie może być większa niż ± 2 jednostki Shore'a. W przypadku uzyskania większej różnicy między poszczególnymi wynikami pomiaru w protokole należy podać wynik wszystkich pomiarów

6 Literatura

- 1 Hyla I., "Tworzywa Sztuczne — laboratorium", Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1990
- 2 Sikora R., "ćwiczenia laboratoryjne: materiały niemetalowe, tworzywa



- wielkocząsteczkowe”, Skrypt Politechniki Lubelskiej, Lublin 1988
- 3 Broniewski T., Kapko J., Płaczek W. Thomalla J., “Metody bada. i ocena własności tworzyw sztucznych”, WNT Warszawa 2000
 - 4 *PN-EN ISO 2039-1:2004* Tworzywa sztuczne. Oznaczanie twardości. Część 1: Metoda wciskania kulki
 - 5 *PN-EN ISO 2039-2:2002* Tworzywa sztuczne. Oznaczanie twardości. Część 2: Twardość Rockwella
 - 6 *PN-EN ISO 868:2004 (U)* Tworzywa sztuczne i ebonit. Oznaczanie twardości przy wciskaniu z zastosowaniem twardościomierza (twardość Shore'a)
 - 7 *PN-ISO 48:1998/A1:2000* Guma i kauczuk termoplastyczny. Oznaczanie twardości (twardość w zakresie od 10 IRHD do 100 IRHD)
 - 8 *PN-ISO 2439:2000/Ap1:2001* Elastyczne tworzywa sztuczne porowate. Oznaczanie twardości za pomocą węgelnika