



## Badanie wybranych własności mechanicznych i cieplnych materiałów polimerowych

M.M. Szindler<sup>a</sup>, J. Weszka<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Zakład Inżynierii Materiałów Biomedycznych  
e-mail: jan.weszka@polsl.pl, magdalena.szindler@polsl.pl

<sup>b</sup> Centrum Materiałów Polimerowych i Węglowych PAN, ul. M. Curie-Skłodowskiej 34, 41-819 Zabrze

**Streszczenie:** W artykule opisano metody badania wybranych własności materiałów polimerowych. Przedstawiono przykłady urządzeń za pomocą których realizowano badania (pomiar twardości, udarności, wytrzymałości na zginanie, wyznaczenie wagowego i objętościowego współczynnika płynięcia a także wyznaczenie temperatury ugięcia pod obciążeniem (HDT) i wyznaczenie temperatury mięknienia wg Vicata).

**Abstract:** This paper describes the test methods for selected properties of polymeric materials. The examples of devices with which the research was carried out (measurement of hardness, impact strength, flexural strength, determination of the weight and volumetric flow rate as well as the determination of the deflection temperature (HDT) and determination of Vicat softening temperature).

**Słowa kluczowe:** materiały polimerowe, twardość, udarność, współczynnik płynięcia

### 1. WSTĘP

Materiały polimerowe należą do grupy związków chemicznych, zbudowanych z powtarzających się jednostek chemicznych. Jednostki te nazywane są strukturalnymi, powtarzalnymi lub po prostu merami (tj. najmniejszy, powtarzający się element łańcucha). Makrocząsteczki (polimery) powstają przez połączenie monomerów w długie łańcuchy lub struktury przestrzenne. Dzięki temu posiadają wiele cennych własności [1-5].

Materiały polimerowe stanowią grupę materiałów organicznych, złożoną ze związków węgla, wodoru i innych pierwiastków niemetalicznych. Stanowią ważną grupę materiałów inżynierskich, obecnych w codziennym życiu [5,6].

Ze względu na swoje charakterystyczne własności znalazły praktyczne zastosowanie m.in. w takich dziedzinach jak [2-7]:

- budownictwo - do produkcji wykładzin podłogowych, stolarki okiennej i drzwiowej, listew wykończeniowych, uszczelnienia, rur i kształtek do instalacji wodno-kanalizacyjnych w budynkach,

- medycyna - dreny, sondy, cewniki, strzykawki,
- energetyka - głównie jako materiał izolacyjny: izolacje termiczne (pianki) oraz elektryczne (powłoki kabli).

Szeroko stosowane są w gospodarstwie domowym (miseczki, wiadra, obudowy sprzętu zmechanizowanego) oraz wszelkich dyscyplinach sportowych (igelit do pokrywania nawierzchni skoczni narciarskich, stoków zjazdowych, peronów kolejek linowych, do pokrywania boisk piłki siatkowej, ręcznej, halowej piłki nożnej) a także do produkcji ubrań (poliestry, poliamidy) i zabawek (rysunek 1) [5-9].



Rysunek 1. Przykłady zastosowania materiałów polimerowych [8]

Figure 1. Examples of application of polymeric materials [8]

Uzyskanie wyrobów o pożądanych właściwościach użytkowych nie jest sprawą prostą. Wymaga to rozległej wiedzy inżynierskiej oraz praktycznej znajomości procesów produkcyjnych. Aktualnie stosowane materiały są stale kontrolowane w procesie produkcyjnym i w czasie eksploatacji, a ich właściwości są w miarę możliwości modyfikowane i dostosowywane do potrzeb konsumentów [7-14].

## 2. PRACOWNIA BADANIA MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH

Badania właściwości materiałów polimerowych realizowane są w Pracowni Badań Materiałów Polimerowych. Spośród urządzeń znajdujących się w pracowni można wyróżnić młot wahadłowy z oprzyrządowaniem do badania udatności metodą Charpy'ego i Izoda, oraz urządzenie HDT/Vicat Standard do wyznaczania temperatury ugięcia pod obciążeniem (HDT) i wyznaczania temperatury mięknięcia wg Vicata. Dostępny jest również plastometr Mflow do wyznaczania wagowego współczynnika płynięcia i objętościowego współczynnika płynięcia (MVR) wraz z wagą analityczną i zestawem do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy, tester do badań wytrzymałości na zginanie materiałów polimerowych oraz twardościomierz do badania twardości kulkowej tworzyw sztucznych.

Badania wytrzymałości udarowej realizowane są z wykorzystaniem młota wahadłowego z wahadłami o dużej sztywności (rysunek 2). Udatność charakteryzuje odporność materiału

na uderzenia. Jest ona miarą kruchości materiałów, która określana jest za pomocą pracy użytej do dynamicznego złamania próbki i odniesionej do wielkości najmniejszego poprzecznego przekroju próbki. Badania te są wykonywane w celu określenia zachowania materiału przy wyższych prędkościach odkształceń. Stosowanych jest zazwyczaj kilka procedur badawczych, a najczęściej realizuje się:

- badanie metodą Charpy'ego (ISO 179-1, ASTM D 6110),
- badanie Izod (ISO 180, ASTM D 256, ASTM D 4508).



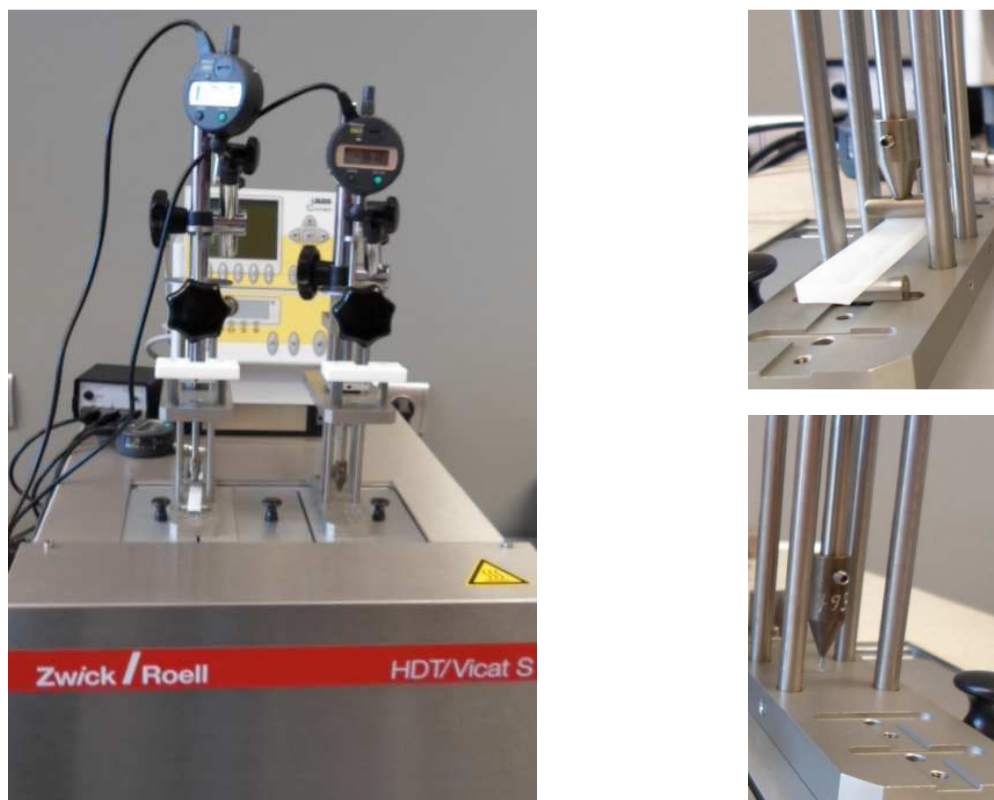
Rysunek 2. Młot wahadłowy do badania udarności, Zwick/Roell serii HIT 50

*Figure 2. The hammer impact strength test device, Zwick/Roell series HIT 50*

W zakresie kontroli dostaw i nadzoru produktu oraz w celach edukacyjnych stosowane jest urządzenie HDT/Vicat Standard. Przy użyciu tego urządzenia możliwe jest wyznaczenie temperatury ugięcia pod obciążeniem (HDT), wyznaczenie temperatury mięknięcia wg Vicata (VST) oraz wyznaczenie charakterystyki pełzania pod obciążeniem zginającym.

Temperatura ugięcia pod obciążeniem HDT wskazuje względne zachowanie różnych materiałów pod obciążeniem w podwyższonych temperaturach. Wyznaczenie temperatury ugięcia pod obciążeniem HDT możliwe jest dla materiałów termoplastycznych, twardej gumy oraz tworzyw utwardzanych oraz wzmacnianych włóknami. Badanie realizuje się zgodnie z normami ISO 75 Części 1 do 3 oraz ASTM D 648. Temperatura mięknięcia Vicata VST to wartość temperatury, przy której materiał termoplastyczny zaczyna gwałtownie mięknąć. Wyznaczenie temperatury mięknięcia wg Vicata VST możliwe jest dla materiałów termoplastycznych, zgodnie z normami ISO 306 oraz ASTM D 1525.

Próby wytlaczania stanowią prostą metodę określania płynących własności materiału polimerowego. Przy użyciu plastometru MFlow (rysunek 4) wyznacza się wagowy współczynnik płynięcia oraz objętościowy współczynnik płynięcia (MVR). Urządzenie jest stosowane w przemyśle i laboratoriach podczas kontroli jakości.



Rysunek 3. Urządzenie HDT/Vicat Standard  
*Figure 3. The HDT/Vicat Standard device*



Rysunek 4. Plastometr MFlow  
*Figure 4. MFlow plastometer*

Badanie twardości polega na wciskaniu wglębika w badany materiał poza granicę sprężystości aż do spowodowania odkształceń trwałych. Twardość to miara odporności materiału na odkształcenia trwałe powstające w wyniku wciskania wglębika. W pracowni badania materiałów polimerowych twardościomierz Zwick 3106 (rysunek 5) używany jest do badania twardości materiałów polimerowych wykorzystujących pomiar zagłębienia zgodnie z normą ASTM D 785. Jest jednak możliwe, aby zgodnie z normami prowadzić inne badania, a w szczególności:

- ISO 2039-1: badanie twardości kulkowej tworzyw sztucznych,
- ISO 6508: Rockwell (metale),
- DIN 1168-2: twardość gipsu,
- DIN 1996: metoda badawcza zagłębienia dla asfaltu,
- DIN 51917: Rockwell (materiały węglowe),
- EN 433: wgniecenie resztkowe na elastycznych pokryciach podłogowych.



Rysunek 5. Twardościomierz Zwick 3106

*Figure 5. Zwick 3106 hardness tester*

### 3. PODSUMOWANIE

Stosowanie urządzeń do badania własności ułatwia poznanie procesów zachodzących w materiale. Aktualnie wytwarzane materiały polimerowe poddawane są kontroli w procesie produkcyjnym, a także w czasie lub po eksploatacji. Często ich własności są modyfikowane i dostosowywane do wymogów bezpieczeństwa. Niezbędna jest tutaj wiedza inżynierska oraz znajomość procesów produkcyjnych. Opisane urządzenia pozwalają na zapoznanie się z technikami stosowanymi w przemyśle oraz dają możliwość badania próbek, w celu polepszania własności materiałów polimerowych w laboratorium.

**LITERATURA**

1. J.F. Rabek, Współczesna wiedza o polimerach, PWN, Warszawa, 2013.
2. W. Przygocki, A. Włochowicz, Fizyka polimerów. Wybrane zagadnienia, PWN, Warszawa, 2001.
3. M. Żenkiewicz i in., Metody badań i oceny niektórych właściwości tworzyw polimerowych i metali, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, 2012.
4. M.F. Ashby, D.R.H. Jones, Materiały inżynierski, WNT, Warszawa, 1996.
5. M. Blicharski, Wstęp do inżynierii materiałowej, WNT, Warszawa, 2001.
6. L.A. Dobrzański, Metaloznawstwo z podstawami nauki o materiałach, WNT, Warszawa, 1998.
7. R. Ślusarski, Materiały polimerowe modyfikowane nanocząstkami, właściwości, technologie, zastosowanie, Inżynieria Materiałowa, Sigma-Not, 6/2006.
8. [www.plastchem.com.pl](http://www.plastchem.com.pl).
9. I. Hyla, Tworzywa Sztuczne - laboratorium, Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1990.
10. R. Sikora, Ćwiczenia laboratoryjne: materiały niemetalowe, tworzywa wielkocząsteczkowe, Skrypt Politechniki Lubelskiej, Lublin, 1988.
11. T. Broniewski, Metody badań i ocena własności tworzyw sztucznych”, WNT, Warszawa, 2000.
12. PN-EN ISO 179-1:2004 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie udarności metodą Charpy'ego: Nieinstrumentalne badanie udarności.
13. PN-EN ISO 179-2:2001 Tworzywa sztuczne. Oznaczanie udarności metodą Charpy'ego: Instrumentalne badanie udarności.
14. PN-EN ISO 180:2004 Tworzywa sztuczne: Oznaczanie udarności metodą Izoda.