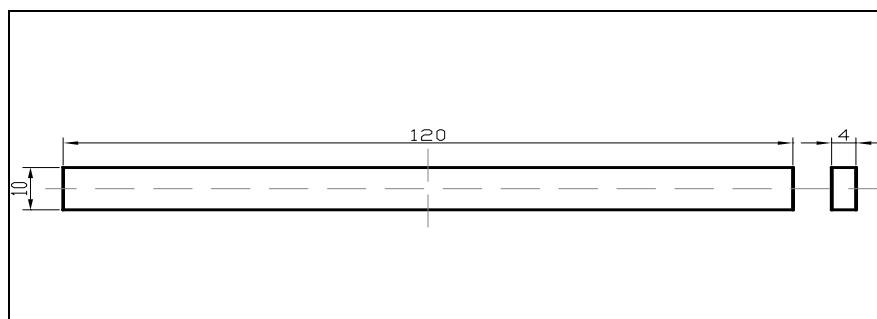


Ćwiczenie 5 - Badanie udarności tworzyw sztucznych metodą młota Charpy'ego, badanie udarności metodą spadającego młota, badania wytrzymałościowe, temperatura mięknienia wg Vicata.

Badania udarności metodą Charpy'ego

Badania metodą Charpy'ego pozwalają na określenie pracy wymaganej do zniszczenia próbki o znormalizowanym kształcie w bardzo krótkim czasie. W celu koncentracji naprężeń dopuszczalne jest nacięcie karbu na próbce. Normy stosowane dla tego urządzenia (DIN 53453, ISO 179, ASTM D 5942, ASTM D 256, BSI 2782-359).



Rys. 1. Wymiary próbek do badań udarnościowych.

Wyniki uzyskane przy udarowym zginaniu z karbem są porównywalne z wynikami otrzymanymi przy badaniu w tych samych warunkach próbek o tych samych wymiarach i kształtach karbu. Udarność jest więc umownym wskaźnikiem porównawczym. Odwrotnie niż podczas statycznego rozciągania, odkształcenie plastyczne próbki jest minimalne.



Rys. 2. Młot udarowy.

Pomiary udarności metodą spadającego młota DartTester

Przeprowadzenie próby pomiaru dynamicznej odporności na pękanie wymaga odpowiedniego stanowiska badawczego. Od takiego stanowiska wymagamy możliwości przyłożenia obciążenia z odpowiednią prędkością oraz pomiaru wybranych parametrów mechanicznych. Tradycyjnie zaadoptowano do tego celu znane rozwiązania tj. młot typu Charpy'ego lub młot spadowy. Młot spadowy ma pewną przewagę na młotem Charpy'ego ponieważ pozwala na uzyskanie większych prędkości uderzenia. Wyposażenie tych urządzeń w odpowiednie tory pomiarowe czyni z nich instrumentowane stanowiska badawcze.

Metoda dynamicznego pomiaru udarności za pomocą spadającego młota (rys. 3.) polega na opuszczeniu obciążonego zbijaka (z czujnikiem) w kierunku próbki z odpowiedniej do przebiecia wysokości. Młot spadowy pozwala na uzyskanie maksymalnej prędkości uderzenia w próbkę $4,43 \text{ m/s}$ przy obciążeniu *max. 1kg*. Czujniki pomiarowe pozwalają mierzyć siłę w bijaku młota, przemieszczenia bijaka młota, prędkość przed uderzeniem w próbkę i po jej złamaniu. Podczas badania na ekranie komputerowym pojawi się wykres zależności energii i udarności w czasie. Czas próbkowania należy ustalić samemu przed pomiarem na podstawie badań wstępnych.



Rys. 3. Młot spadowy DartTester firmy Ceast

Podstawowe parametry urządzenia:

- pomiar odporności na uderzenia folii i płyt metodą spadającego ciężarka z rejestracją przebiegu zniszczenia próbki w czasie
- zakres pracy:
 - energia zniszczenia: do 50 J;
 - szybkość uderzenia: do 4,43 m/s
 - wysokość swobodnego spadania: 100 cm.
 - normowane metody badań: ISO 179, ISO 6603-1/2, ISO 7765-1/2, ASTM D 1709, ASTM D 3763, DIN 53443-1/2.

Wytrzymałość tworzyw sztucznych podczas zrywania w jednoosiowym stanie naprężeń

Wielkościami mierzonymi bezpośrednio przy próbie rozciągania są wydłużenie ε oraz siła odkształcająca F .

Wydłużenie bezwzględne Δl_x definiuje się jako różnicę między końcową, a początkową długością odcinka pomiarowego użytej próbki.

$$\Delta l_x = l_x - l_o \quad [mm]$$

gdzie : l_o – początkowa długość odcinka pomiarowego [mm],

l_x – długość końcowa odcinka pomiarowego [mm].

Wydłużenie względne ε_x jest odkształceniem bezwzględnym wyrażonym w procentach wyjściowej długości odcinka pomiarowego.

$$\varepsilon_x = \frac{\Delta l_x}{l_o} \cdot 100 \quad [\%]$$

Naprężenie σ jest to stosunek siły odkształcającej do początkowej powierzchni przekroju poprzecznego rozciąganej próbki, zmierzonej przed przyłożenia obciążenia.

$$\sigma = \frac{F}{A_o} \quad [MPa]$$

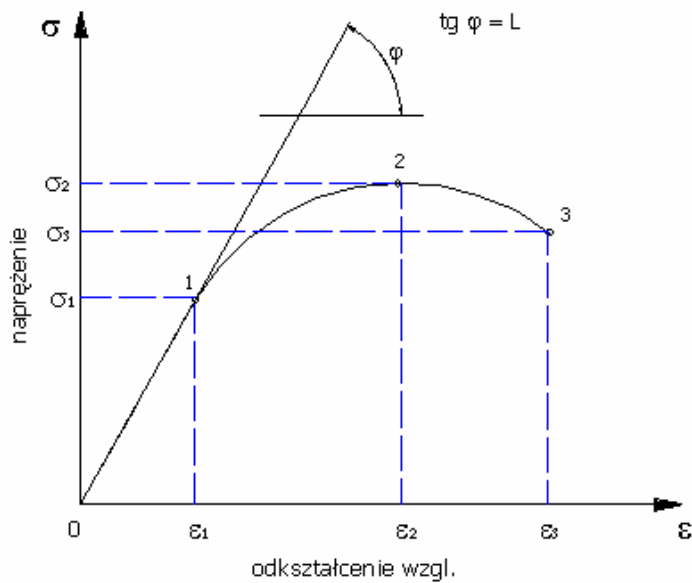
gdzie:

F – siła odkształcająca , N

A_o – powierzchnia początkowego przekroju poprzecznego, mm^2

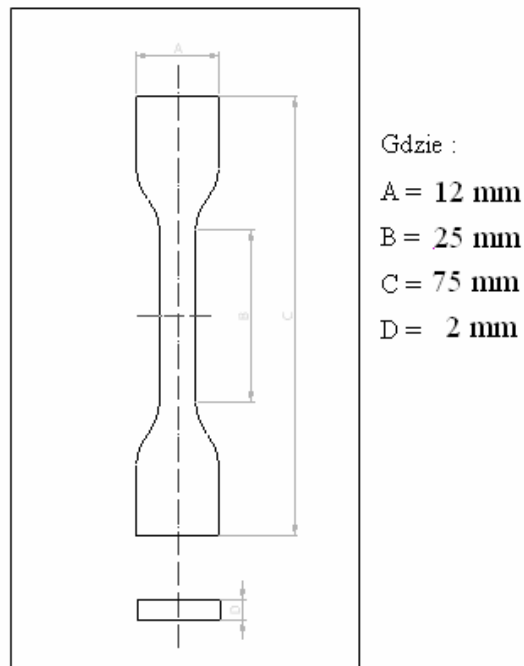
W wyniku pomiaru otrzymuje się wykres $\sigma = f(\varepsilon)$, który umożliwia prześledzenie zachowania się tworzywa poddanego rozciąganiu w czasie całego badania.

Schematyczny wykres rozciągania przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Schematyczny wykres rozciągania mieszanin tworzyw sztucznych

Maksymalne naprężenie zarejestrowane w czasie rozciągania σ , jest to tzw. doraźna wytrzymałość na rozciąganie. Odpowiada mu wydłużenie ε_2 . Maksymalne wydłużenie zaobserwowane w czasie rozciągania ε_3 jest zwane wydłużeniem względnym przy zerwaniu. Rzędna punktu, czyli naprężenie obserwowane w chwili zerwania próbki nosi nazwę naprężenia zrywającego σ_3 . Przedstawiony wykres obrazuje plastyczno-krucho zachowanie się wielu tworzyw, jest też typowy dla mieszanin polimerowych.



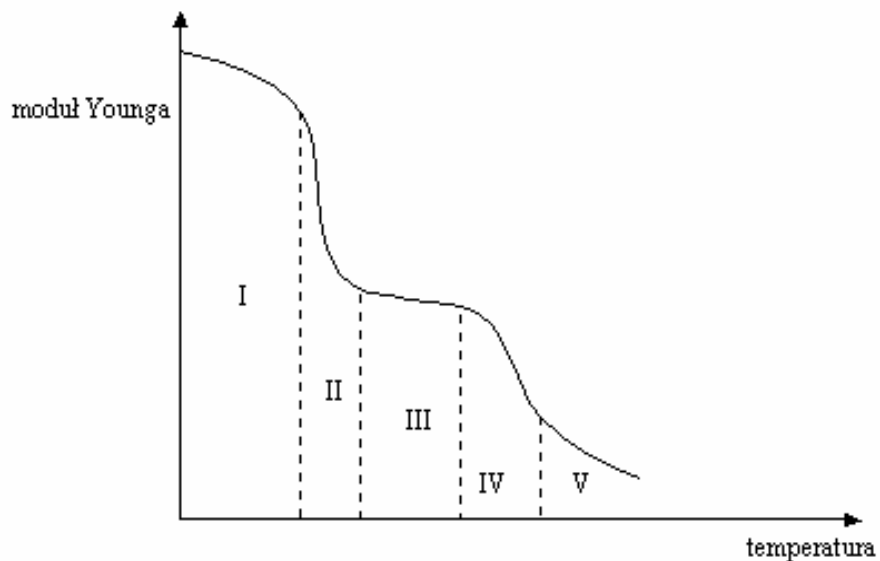
Rys.5. Wymiary próbek do badań wytrzymałościowych.

W trakcie przeprowadzonych badań wyznacza się:

- Moduł Younga, moduł sprężystości podłużnej, charakteryzuje odkształcalność materiału [MPa].
- Naprężenie przy zerwaniu, stosunek siły przyłożonej do przekroju próbki w momencie jej zerwania [MPa].
- Wydłużenie przy zerwaniu, określające o ile procent w stosunku do bazy pomiarowej wydłuży się próbka do momentu jej zerwania [%].
- Naprężenie maksymalne, stosunek maksymalnej siły przyłożonej do jej przekroju próbki. [MPa]
- Wydłużenie przy maksymalnym obciążeniu, czyli procentowe wydłużenie próbki w momencie przyłożenia największej siły [MPa]

Temp. mięknienia wg Vicata

Tworzywa termoplastyczne zmieniają swe właściwości wraz ze zmianą temperatury ich użytkowania. Spadek właściwości mechanicznych wraz ze wzrostem temperatury spowodowany jest stopniowym wzrostem ruchliwości cząsteczek aż do momentu swobodnego poruszania się wszystkich makrocząsteczek (co jest charakterystyczne dla stanu ciekłego). Model zmian właściwości mechanicznych pod wpływem ogrzewania tworzywa przedstawiono na rys. 6.



Rys. 6. Wartość modułu Younga dla polimerów w zależności od temperatury

Stany fizyczne polimerów w zależności od temperatury oraz temperatury przejścia między poszczególnymi stanami (pokazane na rys. 6.)

- I. stan szklisty kruchy
- II. stan szklisty-lepkosprężysty
- III. stan kauczukopodobny
- IV. stan upłynniania
- V. stan płynny

I – II – temperatura kruchości

II – III – temperatura zeszklenia

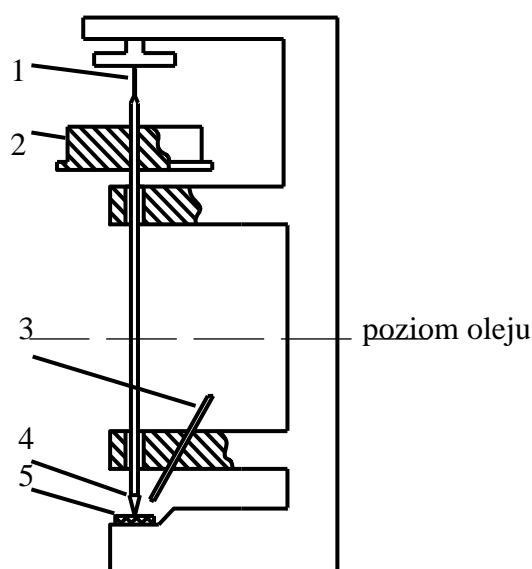
III – IV – temperatura mięknienia

IV – V – temperatura płynięcia

Za pomocą próby Vicata można ocenić odporność cieplną tworzyw termoplastycznych. Badanie to nazywa się również oznaczaniem temperatury mięknięcia. Polega na określeniu temperatury, w której znormalizowana tępą igła stalowa o powierzchni przekroju 1 mm^2 , zagłębi się w powierzchnię próbki na głębokość 1 mm przy równomiernym wzroście temperatury.

Temperaturę w stopniach Celsjusza, w której igła zagłębi się na 1 mm, podaje się jako temperaturę mięknięcia wg Vicata (VST).

Próbki mają kształt płytek prostokątnych o boku co najmniej 10 mm lub krążków o średnicy co najmniej 10 mm i grubości 3 – 6,5 mm. Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Schemat urządzenia do oznaczania temperatury mięknięcia metodą Vicata. 1 - czujnik przemieszczenia, 2 - obciążenie, 3 - termopara, 4 - igła, 5 - badana próbka.