



POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA



Wydział Inżynierii Zarządzania
Politechniki Białostockiej

KATEDRA ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu:

Towaroznawstwo

Kod przedmiotu: LS02282, LN02282

Ćwiczenie 5

**BADANIE WŁASNOŚCI MECHANICZNYCH PRZY
ROZCIĄGANIU**

Autorzy:

**prof. dr hab. Andrzej Wasiak
dr inż. Olga Orynych**

Białystok 2021

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ze próbą rozciągania oraz podstawowymi własnościami mechanicznymi różnych materiałów, doświadczalne wyznaczenie dla różnych materiałów charakterystyk takich jak:

- a) granica plastyczności (bądź naprężenie przy umownej granicy plastyczności),
- b) maksymalne naprężenie rozciągające,
- c) naprężenie zrywające,
- d) wydłużenie względne przy granicy plastyczności,
- e) wydłużenie względne przy maksymalnym naprężeniu,
- f) wydłużenie względne przy zerwaniu.

Podstawy teoretyczne

Zachowanie się materiałów i wyrobów pod wpływem obciążeń mechanicznych stanowi jedną z głównych cech określających przydatność konstrukcyjną i użytkową. Podczas pracy w rzeczywistych warunkach materiały i wyroby poddawane są różnorodnym, często złożonym obciążeniom. Badania charakterystyk, które są odpowiedzialne za zachowanie materiałów pod obciążeniem są jednymi z najważniejszych w nauce i praktyce. Najczęściej prowadzone badania własności mechanicznych prowadzone są w warunkach wyizolowanych typów obciążeń. Obciążeniami tymi są: rozciąganie, ścinanie, ściskanie, skręcanie, bądź zginanie.

Wielkością charakteryzującą obciążenie materiału, bądź wyrobu jest naprężenie zdefiniowane jako stosunek siły F działającej na określoną powierzchnię do wielkości tej powierzchni A . Możemy je więc zapisać jako:

$$\sigma = \frac{F}{A},$$

W szczególnych przypadkach rozróżniamy naprężenie normalne i naprężenie styczne (ścinające - oznaczane zwykle literą τ). naprężenie normalne jest wielkością odpowiedzialną za rozciąganie próbki materiału.

Reakcją na przyłożone do ciała naprężenie jest odkształcenie, które w przypadku naprężeń normalnych określamy jako wydłużenie:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0},$$

Podczas rozciągania próbki obserwujemy różne zachowanie różnych materiałów poddanych działaniu sił rozciągających. Najbardziej typowe reakcje materiału przedstawione są na Rys. 1.



Rys. 1. Typowe krzywe naprężenie – wydłużenie dla różnych materiałów

Na wykresie zaznaczono następujące charakterystyki:

σ_R – naprężenie przy zerwaniu,

σ_B – maksymalne naprężenie rozciągające,

σ_S – granica plastyczności,

ε_R – wydłużenie przy zerwaniu,

ε_B – wydłużenie przy maksymalnym naprężeniu rozciągającym,

ε_S – wydłużenie przy granicy plastyczności.

Na podstawie przebiegu zależności naprężenie – wydłużenie można wyznaczyć szereg charakterystyk materiałowych.

Moduł sprężystości podłużnej (moduł Younga) jest to współczynnik proporcjonalności dla pierwszej części procesu gdy siła (naprężenie) rośnie wprost proporcjonalnie do wydłużenia.

Zależność:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon,$$

jest nazywana prawem Hooke'a. Zależność ta jest słuszna tylko w zakresie odkształceń czysto sprężystych. Moduł Younga E , wyznaczamy jako stosunek przyrostów $\Delta\sigma/\Delta\varepsilon$ zawartego pomiędzy prostoliniową częścią wykresu przebiegu odkształcenia, a osią odciętych i posiada wymiar naprężenia (MPa).

Wytrzymałość na rozciąganie jest to maksymalne naprężenie (nominalne), jakie tworzywo przenosi podczas statycznego, krótkotrwałego rozciągania.

gdzie:
$$\sigma = \frac{F}{A},$$

σ - wartość naprężenia, MPa

F - wartość siły naprężającej, N

A - początkowy przekrój poprzeczny kształtki, m^2 .

Granica plastyczności jest to pierwsze naprężenie, przy którym wzrost wydłużenia nie powoduje wzrostu naprężenia, wyraża się w (MPa).



Wydłużenie względne przy zerwaniu jest to maksymalne odkształcenie względne przy rozciąganiu (nominalne):

$$\varepsilon(\%) = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100,$$

ε - wartość wydłużenia względnego, wyrażona, jako wielkość

bezwymiarowa lub w procentach,

l_0 - początkowa długość odcinka pomiarowego, m

Δl - przyrost długości odcinka pomiarowego, m.

Rys.2. Maszyna wytrzymałościowa IMADA

Maszyna wytrzymałościowa do prób rozciągania

Do badań stosuje się urządzenie zapewniające utrzymanie stałej prędkości posuwu uchwytu. Maszyna wytrzymałościowa jest wyposażona w następujące urządzenia:

- a) uchwyty do próbek, z których jeden jest połączony z częścią nieruchomą (stacjonarną) maszyny, a drugi – z częścią ruchomą (napędzaną) maszyny. W celu zapewnienia osiowego przyłożenia obciążenia do próbek, należy zadbać o dokładnie pionowe zamocowanie próbki w uchwytach.
- b) urządzenie do pomiaru siły rozciągającej działającej na próbkę,
- c) komputer z oprogramowaniem umożliwiający rejestrację wyników pomiaru

Wykonanie testu

1. Przygotowanie oraz wykonanie testu przeprowadza się zgodnie ze wskazówkami zawartymi w instrukcji obsługi zrywarki.
2. Próbkę rozciągania przeprowadzamy na próbkach otrzymanych od prowadzącego zajęcia.
3. Próba polega na rozciąganiu próbki aż do rozerwania i wyznaczeniu własności mechanicznych tworzywa, z którego próbka została wykonana.
4. Oznaczenie własności wytrzymałościowych należy wykonać w temperaturze 23 ± 2 °C i wilgotności względnej 50 ± 5 %, jeśli w normach przedmiotowych dotyczących badanego tworzywa nie ma innych wskazań.

Przebieg ćwiczenia

1. Pomiar cech geometrycznych próbki.
 - a) całkowita długość próbki L ,
 - b) grubość h , szerokość b_1 i b_2 (próbki mierzymy w trzech różnych miejscach – z otrzymanych danych oblicza się średnią arytmetyczną, a na tej podstawie oblicza się powierzchnię początkowego przekroju poprzecznego A_0),
 - c) długość pomiarowa L_0 ,

2. Zaznaczenie na próbce długości pomiarowej (może to być długość odcinka pomiędzy szczękami).
3. Zamocowanie próbki w maszynie wytrzymałościowej w taki sposób, aby oś próbki zgodna była z kierunkiem rozciągania.
4. Przeprowadzenie próby.
5. Pomiar próbki po zerwaniu – L_u .
6. Narysowanie wykresu rozciągania na podstawie zarejestrowanych parametrów pomiarowych.
7. Wyznaczenie charakterystycznych wielkości (patrz cel ćwiczenia).

Sprawozdanie powinno zawierać:

1. Cel i zakres ćwiczenia.
2. Opis stanowiska badawczego.
3. Metodyka badań i przebieg realizacji eksperymentu.
4. Analiza otrzymanych wyników i przyczyny powstawania błędów.
5. Wnioski.

Literatura:

1. Kossakowski P. (2008), *Materiały pomocnicze do laboratorium wytrzymałości materiałów*, Kielce, Wydaw. Politechniki Świętokrzyskiej.
2. Jasiński R., Oświęcimski W. (2006, z. 6-M), *Wpływ prędkości rozciągania na własności mechaniczne polistyrenu*, Czasopismo Techniczne. Mechanika.
3. Lech J. (2005), *Opracowanie wyników pomiarów w laboratorium podstaw fizyki*, Częstochowa, Wydawnictwo Wydziału Inżynierii Procesowej, Materiałowej i Fizyki Stosowanej.
4. Broniewski T., Kapko J., Płaczek W., Thomalla J. (2000), *Metody i ocena właściwości tworzyw sztucznych*, Warszawa, WNT.
5. Przygocki W. (1990), *Metody fizyczne badań polimerów*, Warszawa, PWN.
6. Bełzowski A. i in. (2001), *Laboratorium wytrzymałości materiałów: praca zbiorowa / pod red. Zdzisława Rechulą, Jerzego Ziaji, Ryszarda Żuchowskiego*, Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej.
7. Beluch W. i in. (2002), *Laboratorium z wytrzymałości materiałów: praca zbiorowa / pod red. Tadeusza Burczyńskiego, Witolda Belucha, Antoniego Johna*.

Przykładowe normy związane z tematyką ćwiczeń:

- Polska norma PN-81/C-89034 (ISO 527-1 i 527-2).
- Norma PN-EN ISO 527-2: *Tworzywa sztuczne. Oznaczanie właściwości mechanicznych przy statycznym rozciąganiu.*

ZAŁĄCZNIK

Oprogramowanie sterujące

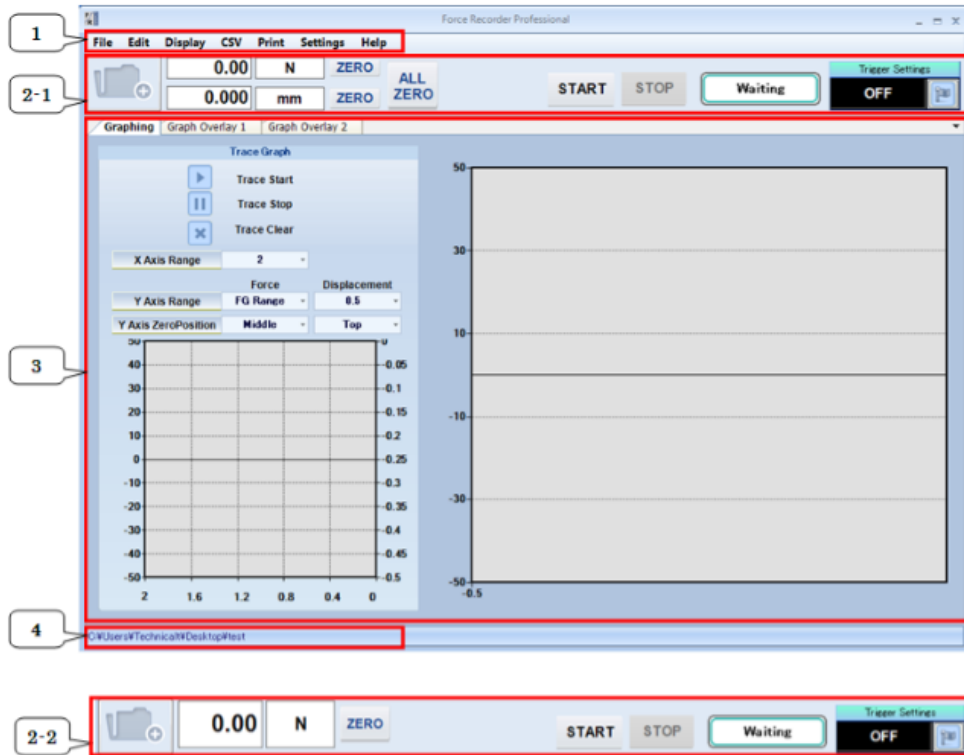
1. Włączyć zasilanie maszyny, czujnika siły, a następnie komputera
2. Uruchomić program IMADA Force Recorder Professional
3. W oknie dialogowym określić „folder” i nazwę pliku do gromadzenia danych
4. Program nawiązuje połączenie z czujnikiem siły i w oknie status (operation menu) ukazuje się wskaźnik „waiting”

UWAGA

Należy unikać włączania i wyłączania czujnika siły, bądź rozłączania kabla USB podczas gdy połączenie jest nawiązane.

3-1 Main Window

Main window appears as below when Force Recorder starts up.



Functions are as below:

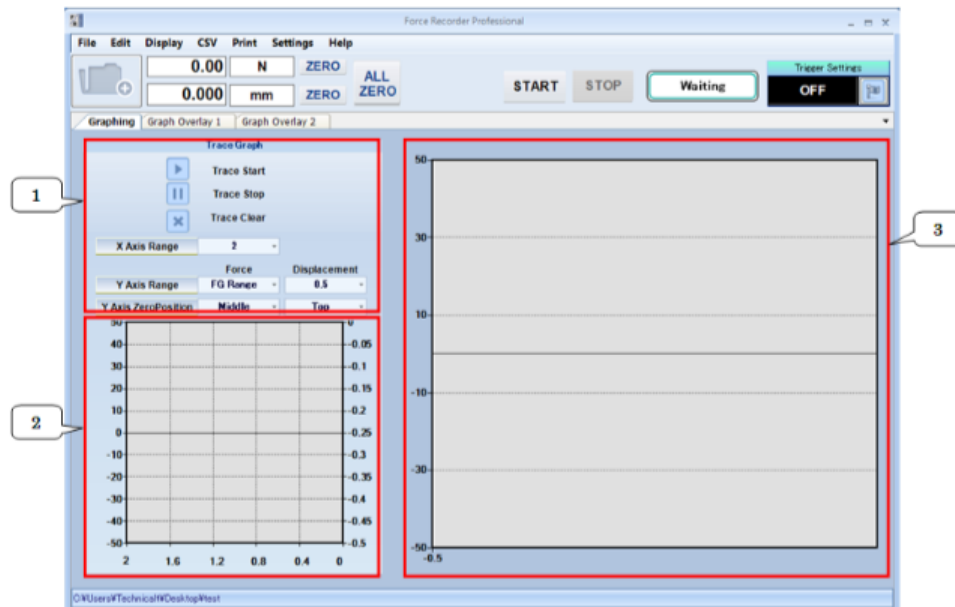
No.	Name	Descriptions
1	Menu Bar	Change settings of Force Recorder, ZT series and use other functions.
2-1	Operation Menu (Force vs. Displacement)	Show basic function (recording start/stop) and information such as current force value.
2-2	Operation Menu (Force vs. Time)	
3	Tabs	Change tabs among Graphing tab, Graph Overlay tabs and opened graph file tabs.
4	Assigned File & Folder	Show the location and name of the file and folder to save.

3-4 Tabs

Select a tab among graphing tab and graph file tabs opened.

3-4-1 Graphing Tab

Select **Graphing** to monitor graphs.



No.	Items	Descriptions
1	Graph Tracing Operation Icons	Start / stop / clear tracing graph. Change settings of axis ranges and Y-axis zero position.
2	Tracing Monitor*	Show tracing graph of acquired force. The graph refreshes at 10 times per second and show changes in force acquired. *When 'force vs. displacement' is selected, the force value appears on the left of Y axis and the displacement on the right of Y axis.
3	Recording Monitor*	Show the whole graph of acquired force from the beginning of recording. The graph refreshes 5 times per second.

* The tracing and recording graphs are plotted with the refreshing rates stated above. The actual graph data to be saved is, however, plotted according to the recording rate (selected in [Settings] - [Set up Graphing]). These graphs therefore differ from each other.

* With the recording rate set lower than 0.5 sec, the recording rate applies to the plotting on the recording monitor.

3-4-2 Graph Overlay Tab

Click **Graph Overlay 1** **Graph Overlay 2** (1 or 2) to overlay up to 5 graphs on each tab. The graphs can be overlapped at the selected value point for comparison.

WYMAGANIA BHP

Warunkiem przystąpienia do praktycznej realizacji ćwiczenia jest zapoznanie się z instrukcją BHP i instrukcją przeciwpożarową oraz przestrzeganie zasad w nich zawartych. Wybrane urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym mogą posiadać instrukcje stanowiskowe.

Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z instrukcjami stanowiskowymi wskazanymi przez prowadzącego.

W trakcie zajęć laboratoryjnych należy przestrzegać następujących zasad.

- ♦ Sprawdzić, czy urządzenia dostępne na stanowisku laboratoryjnym są w stanie kompletnym, nie wskazującym na fizyczne uszkodzenie.
- ♦ Sprawdzić prawidłowość połączeń urządzeń.
- ♦ Załączenie napięcia do układu pomiarowego może się odbywać po wyrażeniu zgody przez prowadzącego.
- ♦ Przyrządy pomiarowe należy ustawić w sposób zapewniający stałą obserwację, bez konieczności nachylania się nad innymi elementami układu znajdującymi się pod napięciem.
- ♦ Zabronione jest dokonywanie jakichkolwiek przełączeń oraz wymiana elementów składowych stanowiska pod napięciem.
- ♦ Zmiana konfiguracji stanowiska i połączeń w badanym układzie może się odbywać wyłącznie w porozumieniu z prowadzącym zajęcia.
- ♦ W przypadku zaniku napięcia zasilającego należy niezwłocznie wyłączyć wszystkie urządzenia.
- ♦ Stwierdzone wszelkie braki w wyposażeniu stanowiska oraz nieprawidłowości w funkcjonowaniu sprzętu należy przekazywać prowadzącemu zajęcia.
- ♦ Zabrania się samodzielnego włączania, manipulowania i korzystania z urządzeń nie należących do danego ćwiczenia.
- ♦ W przypadku wystąpienia porażenia prądem elektrycznym należy niezwłocznie wyłączyć zasilanie stanowisk laboratoryjnych za pomocą wyłącznika bezpieczeństwa, dostępnego na każdej tablicy rozdzielczej w laboratorium. Przed odłączeniem napięcia nie dotykać porażonego.