



# Wydział Inżynierii Lądowej

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

## MATERIAŁY BUDOWLANE

ĆWICZENIA LABORATORYJNE

## Materiały z tworzyw sztucznych

Autor:

dr inż. Joanna Julia Sokołowska

## Spis treści

1. Cel ćwiczenia .....	3
2. Podstawowe informacje.....	3
2.1. Podstawowe pojęcia .....	3
3. Oznaczenia do wykonania.....	4
3.1. Gęstość pozorna .....	4
3.1.1. Materiały i wyposażenie do użycia .....	4
3.1.2. Wykonanie oznaczenia .....	4
3.2. Oznaczenie giętkości.....	4
3.2.1. Materiały i wyposażenie do użycia .....	4
3.2.2. Wykonanie oznaczenia .....	4
3.3. Lepkość - czas wypływu (kubek Forda).....	5
3.3.1. Materiały i wyposażenie do użycia .....	5
3.3.2. Wykonanie oznaczenia .....	5
3.4. Badanie zdolności krycia powłok malarskich .....	6
3.4.1. Materiały i wyposażenie do użycia .....	6
3.4.2. Wykonanie oznaczenia .....	6
3.5. Badanie odporności powłok malarskich na zarysowanie.....	7
3.5.1. Materiały i wyposażenie do użycia .....	7
3.5.2. Wykonanie oznaczenia .....	7
3.6. Badanie odporności powłok malarskich na uderzenie .....	8
3.6.1. Materiały i wyposażenie do użycia .....	8
3.6.2. Wykonanie oznaczenia .....	8
4. Zestawienie wyników badań .....	9
5. Sprawozdanie z ćwiczenia .....	9
6. Zalecana literatura uzupełniająca do tematu .....	10

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z wybranymi rodzajami tworzyw sztucznych, ich właściwościami oraz metodami badań.

Wykonanie badań/oznaczeń:

Oznaczenie:	Materiał:
• gęstość pozorna	styropian termoizolacyjny
• oznaczenie giętkości	próbka wykładziny (np. PCW)
• lepkość - czas wypływu (kubek Forda)	próbka farby (np. silikonowa)
• badanie zdolności krycia	w stanie ciekłym
• badanie odporności powłok malarskich na zarysowanie (Przyrząd Clemena)	próbka farby (np. silikonowa)
• badanie odporności powłok malarskich na uderzenie (aparatus Du Ponta)	utwardzona powłoka

## 2. Podstawowe informacje

### 2.1. Podstawowe pojęcia

**Tworzywa sztuczne** - materiały zawierające jako podstawowy składnik wielkocząsteczkowe substancje organiczne – polimery oraz dodatki (wypełniacze, plastyfikatory, utrwalacze, barwniki);

**Polimery** (gr. *polymeres* – wieloczęściowy) to związki wielkocząsteczkowe, które powstają w wyniku polireakcji monomerów (substancji małowcząsteczkowych);

**Poliery naturalne** – polimery występujące naturalnie w organizmach żywych, które są przez nie produkowane, np. kauczuk naturalny, polisacharydy (celuloza, skrobia), kwasy nukleinowe (DNA i RNA), polipeptydy i białka (kazeina).

**Polimery sztuczne/syntetyczne** – nie występują naturalnie, są w całości produktem syntezy chemicznej, np. polietylen, polistyren, poli(chlorek winylu).

**Polimery modyfikowane** – polimery naturalne sztucznie zmodyfikowane chemicznie, zwykle w celu zmiany ich własności użytkowych, np. ppoli(alkohol winylowy).

**Polimeryzacja** – reakcja, w wyniku której monomery lub mieszanina monomerów reagują ze sobą i powstają cząsteczki o wielokrotnie większej masie cząsteczkowej od substratów, tworzące polimery;

**Poliaddycja** – powtarzający się proces przyłączania monomeru bez wydzielenia produktu ubocznego (tak polimeryzuje np. polietylen);

**Polikondensacja** – powtarzający się proces łączenia monomerów z wydzieleniem małowcząsteczkowego produktu ubocznego – np. H<sub>2</sub>O, HCl (tak polimeryzuje np. żywica melaminowa);

**Tworzywa termoplastyczne** - topią się podczas ogrzewania i zestalają podczas chłodzenia

Przetwarzanie: wytłaczanie, wtryskiwanie (np. polietylen).

**Tworzywa termoutwardzalne, chemoutwardzalne** - utwardzają się pod wpływem ogrzewania, UV lub związków chemicznych; nie topią się podczas ogrzewania, w dostatecznie wysokiej temperaturze rozkładają się nieodwracalnie (np. żywice epoksydowe).

### 3. Oznaczenia do wykonania

#### 3.1. Gęstość pozorna

##### 3.1.1. Materiały i wyposażenie do użycia

- próbka styropianu (polistyrenu spienionego) o regularnym kształcie,
- waga automatyczna,
- suwmiarka.

##### 3.1.2. Wykonanie oznaczenia

Należy określić wymiary badanej próbki styropianu (o regularnym kształcie) i masę ( $m$ ) dokładnością do 0,1 grama. Następnie oblicza się objętość próbki ( $V$ ) w cm<sup>3</sup> i gęstość pozorną z dokładnością do 0,001 g/cm<sup>3</sup> korzystając ze wzoru:

$$\rho_p = \frac{m}{V}$$

Gdzie:

$\rho_p$  – gęstość pozorna (objętościowa) [g/cm<sup>3</sup>],

$m$  – masa próbki [g],

$V$  – objętość próbki (z porami) [cm<sup>3</sup>].

#### 3.2. Oznaczenie giętkości

##### 3.2.1. Materiały i wyposażenie do użycia

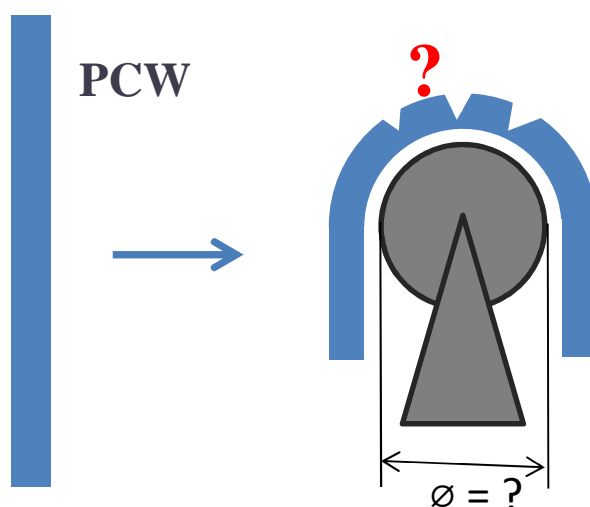
- wykładzina z PCW (polichlorku winylu),
- stalowy bolec do badania elastyczności,
- suwmiarka.

##### 3.2.2. Wykonanie oznaczenia

- Określić wymiary zewnętrzne (za pomocą suwmiarki) próbki wykładziny.

- Próbkę wykładziny przyłożyć do metalowego pręta (walca) o znanej średnicy (warstwą wierzchnią na zewnątrz) – Rys. 1.
- Wygiąć wykładzinę, owijając ją wokół walca.
- Ocenic zmiany na powierzchni wykładziny, w tym obecność rys i pęknięć.
- Czynności powtórzyć dla wykładziny przyłożonej do walca warstwą spodnią na zewnątrz.

Za wynik badania przyjmuje się najmniejszą średnicę pręta w mm (z kompletu metalowych prętów) przy zginaniu, wokół którego próbka nie wykazuje powstania uszkodzeń na powierzchni. Niedopuszczalne są rysy i pęknięcia.



Rys.1. Oznaczenie giętkości wykładziny

### 3.3. Lepkość - czas wypływu (kubek Forda)

#### 3.3.1. Materiały i wyposażenie do użycia

- próbki farby w stanie ciekłym (farba silikonowa),
- kubek wypływowy Forda,
- zlewka o pojemności 250 ml,
- stoper (w telefonie).

#### 3.3.2. Wykonanie oznaczenia

Oznaczanie czasu wypływu farby za pomocą kubka wypływowego Forda wykonuje się wg PN-EN ISO 2431. Przebieg wykonywanych czynności:

- Wypełnić kubek Forda próbką (przesączoną przez odpowiednie sito), zatykając uprzednio otwór.
- Nadmiar próbki (wraz z ewentualnymi pęcherzykami powietrza) usunąć linijką lub szklaną płytką.

- Pod kubkiem wypływowym umieścić naczynie tak, aby odległość między otworem kubka a powierzchnią ściekającej próbki była nie większa niż 100 mm.
- Usunąć palec z otworu, włączając jednocześnie czasomierz.
- Czas wypływu należy mierzyć z dokładnością 0,5 s do pierwszego przerwania strumienia wypływającej próbki.

Za wynik przyjmuje się średnią z dwóch pomiarów, nieróżniących się więcej niż o 5% od ich średniej.

### **3.4. Badanie zdolności krycia powłok malarskich**

#### **3.4.1. Materiały i wyposażenie do użycia**

- próbki farby w stanie ciekłym (farba silikonowa),
- pędzel lub wałek,
- płytki szklane,
- suszarka.

#### **3.4.2. Wykonanie oznaczenia**

Badanie zdolności krycia powłoki malarskiej (oznaczanie krycia ilościowego) polega na określeniu najmniejszej ilości warstw powłoki nałożona w warunkach ustalonych normą na białe czarne podłoże (wzór szachownicy) zapewnia niewidoczność podłoża (wzoru) w każdym jego miejscu. Przebieg wykonywanych czynności:

- Na próbkę powierzchni ze wzorem czarno-białej szachownicy (lub płytkę szklaną osłaniającą szachownicę) należy nałożyć warstwę farby (nakładać pędzlem w jednym kierunku), a następnie umieścić próbkę w suszarce.
- Po wyschnięciu próbki trzeba dokonać obserwacji badanej powłoki - ocenić, czy widoczny jest wzór szachownicy z podłoża. Jeśli nie jest widoczny, badanie można zakończyć. W przeciwnym razie:
- Na próbkę należy nanieść kolejną warstwę farby (farbę nakładać w kierunku prostopadłym do kierunku nakładania poprzedniej warstwy), a następnie umieścić próbkę w suszarce.
- Po wyschnięciu próbki należy ocenić, czy widoczny jest wzór szachownicy z podłoża. Jeśli nie jest widoczny, badanie można zakończyć. W przeciwnym razie powtórzyć czynności z poprzedniego punktu.

Wynikiem jest liczba warstw powłoki niezbędnych do uzyskania całkowitego krycia.

### 3.5. Badanie odporności powłok malarskich na zarysowanie

#### 3.5.1. Materiały i wyposażenie do użycia

- próbki powłoki (np. farba epoksydowa) na płycie metalowej,
- przyrząd Clemena.

#### 3.5.2. Wykonanie oznaczenia

Badanie wykonuje się wg PN-EN ISO 1518. Zasada metody polega na sprawdzeniu, czy obciążony rylec przyrządu Clemena powoduje zarysowanie powierzchniowe powłoki bez odsłonięcia podłoża (Rys. 2). Należy stosować płytki o wymiarach 100 mm x 80 mm x 1 mm (przygotowane wg PN-64/C-81513) z powłoką o grubości  $30 \div 40 \mu\text{m}$  (masę obciążnika wg normy dla badanego wyrobu). Przebieg wykonywanych czynności:

- Badaną próbkę umieszcza się na stoliku, który przesuwa się na długości co najmniej 60 mm.
- Wykonać 3 zarysowania odległe od siebie na co najmniej 10 mm.
- Zarysowanie należy obserwować nieuzbrojonym okiem.
- Badanie powtarzać z obciążnikiem o większej masie, aż do przerwania ciągłości powłoki.

W przypadku braku normy przedmiotowej za odporność na zarysowanie należy przyjąć największe obciążenie rylca przyrządu, które powoduje zarysowanie powierzchniowe, bez odsłonięcia podłoża (tj. przy którym nie nastąpiło przerwanie ciągłości powłoki farby).



Rys.2. Oznaczenie odporności na zarysowanie w przyrządzie Clemena (Anyicor)

[źródło: <https://anticorr.pl/clemen-test,p,354,863.html>]

### 3.6. Badanie odporności powłok malarskich na uderzenie

#### 3.6.1. Materiały i wyposażenie do użycia

- próbki powłoki (np. farba epoksydowa) na płytce metalowej,
- aparat Du Ponta.

#### 3.6.2. Wykonanie oznaczenia

Badanie odporności powłok malarskich na uderzenie wykonuje się za pomocą aparatu Du Ponta wg PN-EN ISO 6272-1. Pomiar polega na określeniu maksymalnej wysokości, z jakiej ciężarek o masie 1 kg spada na płytkę z badaną powłoką, nie powodując przy tym uszkodzenia mechanicznego powłoki (Rys. 3). Przebieg wykonywanych czynności:

- Płytkę umieszcza się powłoką ku górze na kowadełku pod iglicą.
- Po zamocowaniu ciężarka na wymaganej wysokości należy zwolnić zacisk.
- Następnie trzeba dokonać obserwacji badanej powłoki. Jeżeli nie stwierdza się pęknięć lub odprysków powłoki od płytki, wówczas należy opuścić ciężarek z większej wysokości.

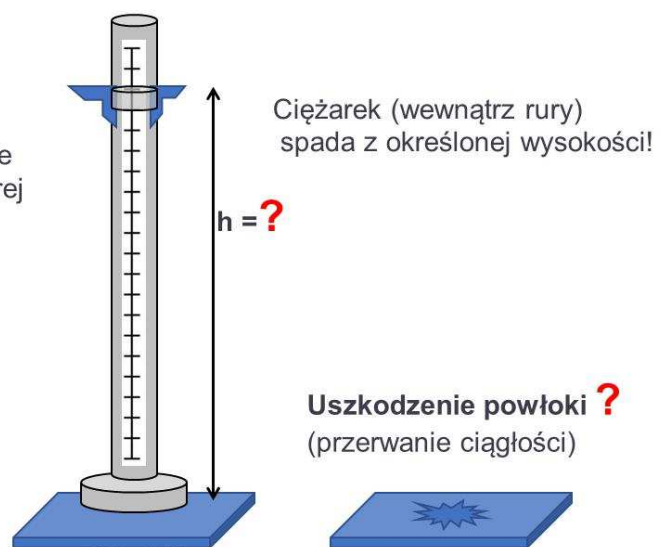
Odporność powłoki na uderzenie określa się jako najwyższą wysokością, przy której nie nastąpiło uszkodzenie powłoki. Należy wykonać 12 pomiarów na 3 płytkach, po 4 uderzenia na każdej. Za ostateczny wynik przyjmuje się średnią arytmetyczną poszczególnych wyników (odrzucając najwyższy i najniższy) z tym, że różnica między wynikami nie powinna przekraczać 1,5 cm wysokości.



aparat Du Ponta

**Uwaga:**  
Odporność na uderzenie to max wysokość, z której opadający ciężarek **nie uszkodzi** powłoki!

(na takie obciążenie powłoka jest odporna!)



Rys.3. Badanie odporności powłok malarskich na uderzenie w aparacie Du Ponta



## 4. Zestawienie wyników badań

Tabela 1. Przykładowa tabela prezentująca wyniki badań laboratoryjnych

Oznaczenie	Gęstość pozorna, g/cm <sup>3</sup>	Oznaczenie giętkości	Lepkość, s	Zdolność krycia	Odporność na zarysowanie, g	Odporność na uderzenie, cm
Styropian .....		x	x	x	x	x
Styropian .....		x	x	x	x	x
Styropian .....		x	x	x	x	x
Styropian .....		x	x	x	x	x
Wykładzina PCW ...			x	x	x	x
Wykładzina PCW ...			x	x	x	x
Wykładzina PCW ...			x	x	x	x
Wykładzina PCW ...			x	x	x	x
Farba silikonowa ...	x	x		x	x	x
Farba silikonowa ...	x	x		x	x	x
Farba silikonowa ...	x	x		x	x	x
Farba silikonowa ...	x	x		x	x	x
Farba silikonowa <u>biała</u>	x	x	x		x	x
Farba epoksydowa ...	x	x	x	x		
Farba ...	x	x	x	x		

## 5. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie powinno zawierać następujące punkty:

- I. Przedmiot badań  
(podstawowe informacje o badanych materiałach/wyrobach)
- II. Wyniki badań  
(pozyskane na zajęciach laboratoryjnych wyniki oznaczeń przedstawione w tabelach i opracowane we wskazany sposób)
- III. Wnioski  
(wypunktowane twierdzenia sformułowane na podstawie uzyskanych wyników)

#### IV. Literatura

(odniesienia do literatury wykorzystanej do przygotowania sprawozdania)

### **6. Zalecana literatura uzupełniająca do tematu**

- Chojczak W., Materiały budowlane. Właściwości techniczne, kamień naturalny, ceramika. Ćwiczenia laboratoryjne. Część 1, OWPW, 2016
- Praca zbiorowa, Budownictwo ogólne. Tom I. Materiały i wyroby budowlane. Arkady, 2010