

# Właściwości materiałów budowlanych

---

dr inż. Henryk Żelazny

# Właściwości techniczne materiałów - rozdzielenie

- A. Właściwości fizyczne.
- B. Właściwości mechaniczne.
- C. Właściwości chemiczne.

# Właściwości fizyczne

1. Gęstość – jest to masa jednostki materiału bez uwzględnienia porów wewnątrz materiału, a więc w stanie zupełnej szczelności

$$\rho = m_s/V \quad [\text{kg/m}^3]$$

gdzie:

$m_s$  – masa suchej sproszkowanej próbki materiału,  
kg,

$V$  – objętość sproszkowanej próbki materiału (bez porów),  $\text{m}^3$ .

# Właściwości fizyczne

2. Gęstość objętościowa – jest to masa jednostki objętości materiały wraz z zawartymi w niej porami (w stanie naturalnym)

$$\rho_o = m_s/V_o \quad [\text{kg/m}^3]$$

gdzie:

$m_s$  – masa suchej próbki materiału, kg,

$V_o$  – objętość próbki materiału wraz z porami (w stanie naturalnym),  $\text{m}^3$ .

W większości materiałów jest mniejsza od gęstości.

# Wartości gęstości i gęstości objętościowej wybranych materiałów

Materiał	Gęstość $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Gęstość objętościowa $\rho_o$ [g/cm <sup>3</sup> ]
BETON ZWYKŁY	2,80	2,00÷2,20
CERAMIKA	2,70	1,80÷1,95
DREWNO	1,55	0,45÷0,95
SZKŁO	2,65	2,65
STAL	7,85	7,85
STYROPIAN	1,10	0,03

# Właściwości fizyczne

3. Gęstość nasypowa – jest to masa jednostki objętości w stanie luźnym.

# Właściwości fizyczne

4. Szczelność – określa jaką część całkowitej objętości zajmuje masa materiału bez porów

$$s = \rho_o / \rho \cdot 100\%.$$

# Właściwości fizyczne

5. Porowatość – określa jaką część całkowitej objętości materiału stanowi objętość porów

$$p = [(\rho - \rho_o) / \rho] \cdot 100\% \text{ lub } p = (1 - s) \cdot 100\%$$

Rozróżnia się materiały:

- a) drobnoporowate,
- b) wielkoporowate.

Przykłady porowatości:

- 1) 0% - bitумы, metale, szkło,
- 2) 95% - wełna mineralna, poliuretany.

Porowatość i szczelność materiałów decydują o wytrzymałości, mrozoodporności, właściwościach izolacyjnych, cieplnych, dźwiękochłonnych.



# Właściwości fizyczne

6. Wilgotność – określa się stosunkiem masy wody pobranej przez materiał do masy w stanie suchym

$$w = [(m_w - m_s)/m_s] \cdot 100\%$$

gdzie:

$m_w$  – masa materiału w stanie wilgotnym, kg,

$m_s$  – masa materiału w stanie suchym, kg.

# Właściwości fizyczne

## 7. Nasiąkliwość

a) masowa – jest to stosunek masy wchłoniętej wody do masy próbki materiału suchego

$$n_w = [(m_n - m_s)/m_s] \cdot 100\%$$

gdzie:

$m_n$  – masa materiału w stanie nasycenia wodą, kg,

$m_s$  – masa materiału w stanie suchym, kg;

b) objętościowa – jest to stosunek masy wchłoniętej wody do objętości próbki materiału suchego

$$n_o = [(m_n - m_s)/V] \cdot 100\%$$

gdzie:

$V$  – objętość materiału w stanie suchym,  $m^3$ .

$$n_o = n_w \cdot \rho_o$$

# Właściwości fizyczne

8. Higroskopijność – jest to zdolność szybkiego wchłaniania z powietrza par ciecchy (pary wodnej).
- Na stopień wchłaniania wpływają temperatura oraz wilgotność względna materiału.
  - Dzięki tej właściwości wilgotność materiału jest zwykle większa niż wilgotność powietrza. Materiały takie zawierają zwilżone kapilary, które zwykle łatwo nasycają się wodą i parą.
  - Higroskopijność powoduje zmianę wymiarów lub postaci materiału (w cemencie, wapnie, gipsie).

# Właściwości fizyczne

9. Kapilarność – jest to zawilgocenie materiału powstające na skutek włoskowatego podciągania wody przez kapilary przy zetknięciu materiału z wodą lub inną cieczą.

Występuje szczególnie wyraźnie w materiałach o strukturze mikroporowatej o porach otwartych.

# Właściwości fizyczne

10. Przesiąkliwość – jest to cecha ważna dla materiałów hydroizolacyjnych i pokryć dachowych.

Nieprzesiąkliwe materiały:

- a) szczelne – szkło, bitumy, stal;
- b) z porami zamkniętymi – szkło piankowe, spienione PCV.

# Właściwości fizyczne

11. Stopień nasycenia – jest to stosunek nasiąkliwości objętościowej do porowatości materiału

$$n = n_o/p$$

# Właściwości fizyczne

12. Sorpcja – jest zjawiskiem kompleksowym charakteryzującym się zdolnością do pochłaniania przez materiał pewnego czynnika, np. pary wodnej znajdującej się w powietrzu.

Obejmuje dwa zjawiska:

- 1) adsorpcja – jest to pochłanianie powierzchniowe, np. par pewnego czynnika przez powierzchnię materiału,
- 2) absorpcja – jest to zjawisko przenikania par pewnego czynnika w masę materiału.

# Właściwości fizyczne

13. Zdolność odparowania – jest to czas potrzebny do wysuszenia materiału nasyconego wilgocią do stanu, w którym on osiąga stałą masę.



# Właściwości fizyczne

## 14. Przepuszczalność gazów (infiltracja)

- Zależy także od porowatości materiału.
- W przypadku pary wodnej latem przenika ona z zewnątrz przez przegrody, w zimie odwrotnie.
- Duża przepuszczalność gazów prowadzi do dużych strat ciepła.

# Właściwości fizyczne

15. Mrozoodporność – jest to przeciwstawianie się materiału nasyconego wodą zniszczeniu jego struktury przy wielokrotnych naprzemiennych cyklach zamrażania i odmrażania.

→ Woda w porach zwiększa swoją objętość o ok. 10%.

→ Na zjawisko ma wpływ wielkość porów, ich połączenie między sobą oraz stopień wypełnienia wodą.

# Właściwości fizyczne

16. Skurcz – jest to zmiana objętości (w % objętości) lub wymiarów liniowych ( w mm/m) materiału wilgotnego przy wysychaniu (drewno, glina), twardnieniu (betony, zaprawy) lub oziębianiu (materiały organiczne i nieorganiczne).

# Właściwości fizyczne

17. Rozmiękczenie – jest to stosunek wytrzymałości na ściskanie materiału nasyconego wodą do wytrzymałości na ściskanie w stanie suchym

$$K = R_n/R_s$$

Materiały o współczynniku  $K < 0,8$  nie powinny być stosowane w miejscach narażonych na wilgoć.

# Właściwości fizyczne

18. Rozszerzalność cieplna – jest to zmiana wymiarów liniowych lub objętości pod wpływem zmian temperatury (rozszerzalność liniowa i objętościowa).

# Właściwości fizyczne

19. Przewodność cieplna – jest to przewodzenie przez materiał ciepła w wyniku różnicy temperatury na przeciwległych jego powierzchniach

$$\lambda = (Q \cdot g) / (F \cdot \Delta T \cdot t) \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$$

gdzie:

Q – ilość ciepła potrzebna do ogrzania materiału o 1 K,

g – grubość materiału, m,

F – powierzchnia materiału, m<sup>2</sup>,

$\Delta T$  – różnica temperatury między powierzchniami, K,

t – czas przepływu ciepła, s.

# Właściwości fizyczne

20. Pojemność cieplna – jest to zdolność do pochłaniania i kumulowania ciepła przez materiał w czasie jego ogrzewania.

Miarą pojemności cieplnej jest ilość ciepła potrzebnego do ogrzania  $1 \text{ m}^3$  materiału ogrzanego o  $1 \text{ K}$

$$V_c = c \rho_o \quad [\text{J}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})]$$

gdzie:

$c$ - ciepło właściwe,  $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ,

$\rho_o$  - gęstość objętościowa,  $\text{kg}/\text{m}^3$  .

# Właściwości fizyczne

21. Ciepło właściwe – jest to ilość ciepła, jaka jest potrzebna do ogrzania materiału o masie 1 kg o 1 K

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T \quad [\text{J}]$$

gdzie:

$\Delta T = T - T_0$  – różnica temperatury, K,

T – temperatura po ogrzaniu, K,

$T_0$  – temperatura początkowa, K.

Materiały ciepłochronne charakteryzują się małym współczynnikiem przewodzenia ciepła, dużą wartością ciepła właściwego (drewno, spienione tworzywa sztuczne).



# Właściwości fizyczne

22. Żaroodporność – jest to odporność na działanie podwyższonej temperatury (do 350 °C), powtarzającej się cyklicznie.

# Właściwości fizyczne

23. Żarowytrzymałość – jest to zdolność do zachowania w wysokiej lub podwyższonej temperaturze właściwości wyjściowych materiału.

# Właściwości fizyczne

24. Odporność ogniowa – jest to niepodatność na niszczący wpływ ognia podczas jego samorzutnego i niekontrolowanego rozprzestrzeniania się na materiał, w postaci zmian np. jego struktury, kształtu czy wytrzymałości mechanicznej.

O odporności decydują cechy:

1) palność – jest to podatność materiału na zapalenie się.

Rozróżnia się materiały:

a) palne:

- trudno zapalne – zapalają się z trudnością, żarzą się i zwęglają, usunięcie ognia przerywa proces ich palenia,
- łatwo zapalne – zapalają się płomieniem lub żarzą i proces ten trwa nawet po usunięciu źródła ognia;

b) niepalne – ulegają tylko deformacjom (stal) lub zniszczeniu (kamień);

2) toksyczność – jest to zdolność materiału do wydzielania szkodliwych gazów, oparów i dymów w podwyższonej temperaturze.

# Właściwości mechaniczne

1. Wytrzymałość:

1) na ściskanie  $R_c = P_c/A_c$ ,

2) na rozciąganie  $R_r = P_r/A_r$ ,

3) na ścinanie  $R_c = P_c/A_c$ ,

4) na docisk  $R_d = P_d/A_d$ ,

5) na zginanie  $R_m = M/W$

Wytrzymałość mechaniczna – jest to opór stawiany przez materiał przeciw zniszczeniu jego struktury pod działaniem sił zewnętrznych.

# Właściwości mechaniczne

2. Sprężystość – jest to zdolność ciała do przyjmowania pierwotnej postaci o tych samych wymiarach po usunięciu obciążenia, pomimo, że pod obciążeniem zmieniło ono swój kształt.

Wielkością charakteryzującą cechy sprężystości danego ciała są tzw. moduły sprężystości.

# Właściwości mechaniczne

3. **Plastyczność** – jest to zdolność materiału do zachowania odkształceń, czyli do zachowania trwałych zmian w jego postaci pomimo odłożenia sił, które to spowodowały.

# Właściwości mechaniczne

4. Pełzanie – jest to zjawisko charakteryzujące się nieprzerwanym wzrostem odkształceń plastycznych przy niezmiennym obciążeniu.

# Właściwości mechaniczne

5. Relaksacja – związana jest ze zjawiskiem pełzania i charakteryzuje się spadkiem wewnętrznych naprężeń przy stałym, niezmiennym obciążeniu.



# Właściwości mechaniczne

6. Ciągłość – charakteryzuje się tym, że materiały ulegające znacznym odkształceniom plastycznym nie wykazują zniszczeń.

# Właściwości mechaniczne

7. Kruchość – jest przeciwieństwem ciągliwości, materiał ulega nagłemu zniszczeniu bez wyraźnych odkształceń poprzedzających zwykle zniszczenie materiałów.

# Właściwości mechaniczne

8. Twardość – jest to odporność materiału na odkształcenia trwałe przy wciskaniu w niego ciała bardziej twardego (ocena wg skali Mohsa).

# Właściwości mechaniczne

9. Ścieralność – jest to podatność materiału do zmniejszania objętości lub masy pod wpływem sił ścierających (badanie na tarczy Böhme).

# Właściwości mechaniczne

9. Odporność na uderzenia – jest to zdolność wytrzymania nagłych uderzeń dynamicznych.

# Właściwości mechaniczne

10. Lepkość – jest to miara tarcia wewnętrznego cząstek materiału (charakterystyczne płynięcie, czyli natychmiastowe odkształcenie pod wpływem działania nawet małego działania naprężenia stycznego)

# Właściwości mechaniczne

11. Tiksotropia – rozpad struktury szkieletowej żelu (niektóre grunty) pod wpływem czynników mechanicznych (wstrząsania lub mieszania) i ponowne jej odtworzenie w stanie spoczynku, a więc upłynnieniu pod wpływem sił ścinających, a następnie odbudowanie struktury.

# Właściwości chemiczne materiałów

1. Oporność na korozję (metal, betonu, drewna) – a) zmiana połysku, barwy, b) zmniejszenie wytrzymałości mechanicznej, c) powstawanie na powierzchni wykwitów, zarysowań, pęknięć, d) całkowite zniszczenie.



# Właściwości chemiczne materiałów

2. Starzenie się tworzyw sztucznych – proces zmian właściwości w funkcji czasu (czynniki destrukcyjne: ciepło, światło, powietrze, promienie UV).