

Katedra Budownictwa Ogólnego



ĆWICZENIE NR 2,3

Materiały kamienne

- oznaczenie gęstości objętościowej i porowatości otwartej
- oznaczenie gęstości i porowatości całkowitej

Instrukcja z laboratorium:

„Budownictwo ogólne i materiałoznawstwo”

Wprowadzenie

Oznaczanie gęstości objętościowej wykonuje się jedną z następujących metod:

- metodą bezpośrednią na próbkach regularnych - gdy uwarstwienie, spękanie itp. cechy strukturalne materiału kamiennego nie stanowią przeszkody w uzyskaniu próbki mającej kształt prostej bryły geometrycznej (sześcianu, walca itp.);
- metodą hydrostatyczną - gdy materiał kamienny nie odpowiada postawionym wcześniej wymaganiom.

Oznaczanie gęstości (ciężaru właściwego) wykonuje się w zależności od wymaganej dokładności pomiaru, jedną z dwóch opisanych metod, mianowicie w piknometrze lub w kolbie Le Chateliera.

2.1. Oznaczanie gęstości objętościowej metodą hydrostatyczną oraz porowatości otwartej (wg PN-EN 1936)

Przyrządy

Do oznaczenia gęstości objętościowej metodą hydrostatyczną są wymagane następujące przyrządy:

- suszarka szafkowa z urządzeniem do regulowania temperatury;
- naczynie próżniowe;
- waga o dokładności ważenia co najmniej 0,01% masy, pozwalająca także ważyć próbkę w wodzie;
- eksykator ze środkiem osuszającym.

Przygotowanie próbek i przebieg badania

Z każdego elementu, bloku lub odłamka kamienia przeznaczonego do badań należy przygotować co najmniej **sześć próbek** w kształcie sześciątów, walców lub graniastosłupów. Powinny one być wycięte piłą diamentową lub wycięte z rdzenia. Objętość próbek obliczona na podstawie pomiarów geometrycznych powinna wynosić co najmniej 60 ml. Dodatkowo stosunek pola powierzchni do objętości powinien być zawarty w granicach od $0,08 \text{ mm}^{-1}$ do $0,2 \text{ mm}^{-1}$. Próbki należy ponumerować w sposób trwały.

Przystępując do wykonania oznaczania, należy każdą próbkę wysuszyć do stałej masy w temperaturze $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ i ostudzić w eksykatorze. Następnie włożyć próbki do naczynia próżniowego i stopniowo obniżać ciśnienie do uzyskania $(2,0 \pm 0,7) \text{ kPa} = (15 \pm 5) \text{ mmHg}$. Utrzymywać to ciśnienie przez $(2 \pm 0,2) \text{ h}$ w celu eliminacji powietrza zawartego w porach otwartych próbek. Wprowadzić powoli zdemineralizowaną wodę o temperaturze $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ do naczynia (czas całkowitego wprowadzenia, aż do całkowitego zanurzenia próbek, nie powinien być mniejszy niż 15 min). Podczas wprowadzania wody utrzymywać ciśnienie $(2,0 \pm 0,7) \text{ kPa}$. Po tym czasie przywrócić w naczyniu ciśnienie atmosferyczne i pozostawić próbki pod wodą przez następne $(24 \pm 2) \text{ h}$. Następnie każdą próbkę:

- zważyć w wodzie i odnotować masę w wodzie m_h ;
- szybko wytrzeć wilgotną ściereczką i oznaczać masę m_s próbki nasyconej wodą.

Obliczenie wyniku

Gęstość objętościowa (g/cm^3) wyrażona jest przez stosunek masy suchej próbki do jej objętości, zgodnie ze wzorem:

$$\rho_b = \frac{m_d}{m_s - m_h} \cdot \rho_{rh} \quad (2.1)$$

gdzie: m_d - masa próbki wysuszonej do stałej masy, g;

m_s - masa próbki nasyconej wodą, g;

m_h - masa próbki w wodzie, g;

ρ_{rh} - gęstość wody w badanej temperaturze, g/cm^3 .

Porowatość otwarta

Porowatość otwarta jest wyrażona przez stosunek (w procentach) objętości porów otwartych do objętości próbki, zgodnie ze wzorem:

$$p_o = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h} \cdot 100 \quad (2.2)$$

gdzie: m_d - masa próbki wysuszonej do stałej masy, g;

m_s - masa próbki nasyconej wodą, g;

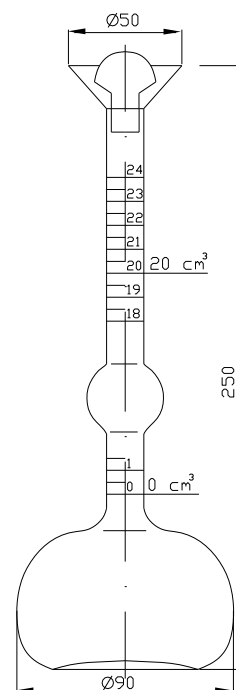
m_h - masa próbki w wodzie, g;

3.1. Oznaczanie gęstości w kolbie Le Chateliera

Badanie gęstości w kolbie Le Chateliera daje wystarczającą dokładność pomiaru do celów budowlanych. Ogólny widok zestawu pomiarowego przedstawiono na rys. 1 i 2.



Rys.1. Przyrządy do wyznaczania gęstości metodą Le Chateliera



Rys.2. Kolba Le Chateliera

Przyrządy

Do wykonania oznaczenia należy wykorzystać przyrządy:

- młynek kulowy, moździerz agatowy, moździerz ze stali utwardzonej;
- sito o wymiarze boku oczka kwadratowego 0,063 mm;
- suszarka szafkowa z urządzeniem do regulowania temperatury;
- waga analityczna;
- objętościomierz Le Chatelier (rys. 1.2.), z podziałką co 0,1 ml;
- eksykator ze środkiem osuszającym;
- termostat pozwalający na utrzymanie stałej temperatury $20 \pm 1^\circ\text{C}$.

Próbki materiału

Materiał kamienny należy rozdrobnić w młynku kulowym lub w moździerzu tak, aby całość przeszła przez sito o wymiarze boku oczka 0,063 mm. W razie zanieczyszczenia materiału kamiennego cząstkami żelaza należy je usunąć magnesem.

Wysuszyć sproszkowany materiał do stałej masy w temperaturze $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ i odważyć masę m_e ok. 50 g z dokładnością do $\pm 0,1$ g.

Wykonanie oznaczenia

Objętościomierz Le Chateliera napełnić wodą dejonizowaną do poziomu 0. Następnie dodać zważoną sproszkowaną próbkę o masie m_e do kolby w pięciu porcjach po 10 g każda. Należy upewnić się, że każda porcja zanurzyła się w cieczy. Po wprowadzeniu wszystkich porcji całość wymieszać w celu dyspersji sproszkowanej próbki w cieczy. Z podziałki należy odczytać objętość V_s cieczy wypartej przez masę m_e sproszkowanej próbki w mililitrach z dokładnością do 0,1 ml. Przed ustaleniem początkowego poziomu i końcowych odczytów objętości sprawdzić, czy temperatura otaczającego powietrza wynosi $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Wynik badania

Gęstość (ciężar właściwy) ρ_r [g/cm^3] badanego materiału kamiennego wyraża się jako stosunek masy sproszkowanej suchej próbki m_e do objętości cieczy wypartej przez tę masę m_e , zgodnie ze wzorem:

$$\rho_r = \frac{m_e}{V_s} \cdot \rho_{rh} \quad (3.1)$$

gdzie: m_e - masa sproszkowanej suchej próbki, wysuszonej do stałej masy, g;

V_s - objętość próbki wsypanej odpowiadająca objętości wypartej przez nią cieczy (odczyt na kolbie), cm^3 ;

ρ_{rh} - gęstość wody w temperaturze badania, g/cm^3 .

Norma nakazuje wykonanie dwóch oznaczeń. Za wynik ostateczny przyjmuje się średnią arytmetyczną gęstości (ciężarów właściwych) materiału kamiennego obliczoną dla obu próbek. Dopuszczalna różnica między wynikami dwóch wykonanych oznaczeń wynosi $0,02 \text{ g}/\text{cm}^3$. W razie jej przekroczenia oznaczenie należy powtórzyć.

Porowatość całkowita

Porowatość otwarta wyraża się jako stosunek (w procentach) objętości porów (otwartych i zamkniętych) do objętości próbki, zgodnie ze wzorem:

$$p = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_r} \right] \cdot 100 \quad (3.2)$$

gdzie: ρ_b – gęstość objętościowa próbki, g/cm³;

ρ_r – gęstość próbki, g/cm³;

Grupa LP-...../zespół

Data.....

1.
2.
3.
4.

Ćwiczenie 2

**OZNACZANIE GĘSTOŚCI OBJĘTOŚCIOWEJ MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH
METODĄ HYDROSTATYCZNĄ**

Próbka	Masa próbki suchej m_d	Masa próbki nasączonej w powietrzu m_s	Masa próbki nasączonej w wodzie m_h	Objętość $V = \frac{m_s - m_h}{\rho_{rh}}$	Gęstość objętościowa ρ_b
	g	g	g	cm ³	g/cm ³
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Średnia				Średnia	

Rodzaj badanego materiału:

Temperatura badania [°C] t =

Gęstość wody w temperaturze badania [g/cm³] $\rho_{rh} = \dots$

Porowatość otwarta [%] $p_o = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h} \cdot 100 = \dots\%$

Uwagi końcowe:

.....

.....

.....

Grupa LP-...../zespół

Data.....

1.
2.
3.
4.

Ćwiczenie 3

**OZNACZANIE GĘSTOŚCI MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH
W KOLBIE LE CHATELIERA
ORAZ ICH POROWATOŚCI**

Próbka	Masa próbki	Objętość	Gęstość
	m_e	V_s	ρ_r
	g	cm ³	g/cm ³
1			
2			
3			
Średnia:			

Rodzaj badanego materiału:

Temperatura badania [°C] t =

Gęstość wody w temperaturze badania [g/cm³] ρ_{rh} =

Porowatość całkowita [%] $p = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_r} \right] \cdot 100 = \dots\%$

Uwagi końcowe:

.....

.....

.....