

Zakład 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:

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

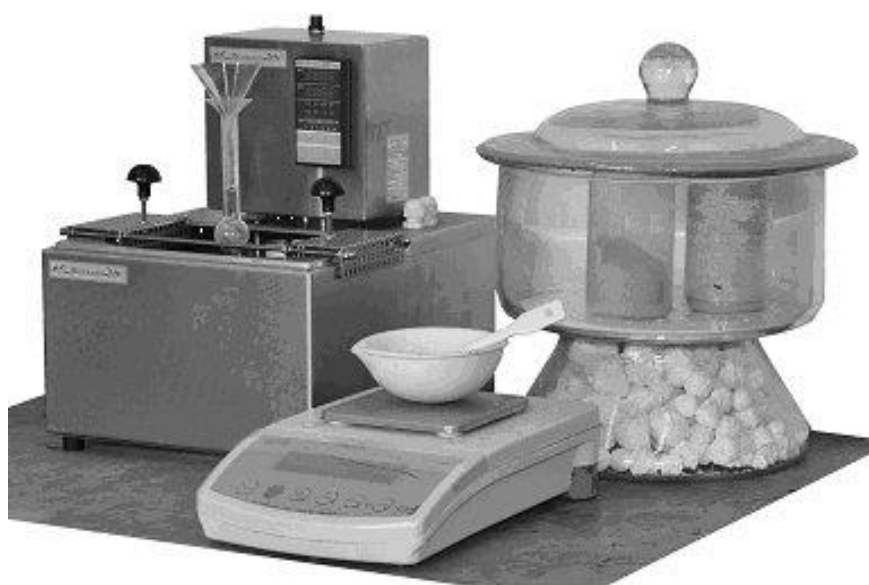
gdzie: m_d - masa próbki wysuszonej do stałej masy, g;

m_s - masa próbki nasyconej wodą, g;

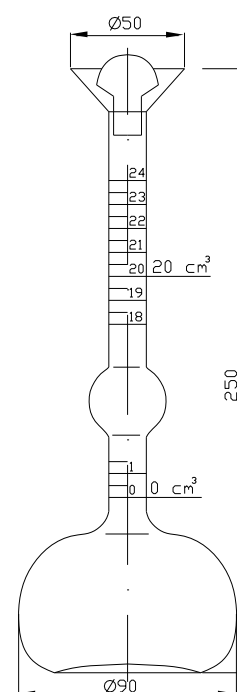
m_h - masa próbki w wodzie, g;

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. 1.1.



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 szafkaowa 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 oznaczanie 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/cm^3 ;

ρ_r – gęstość próbki, g/cm^3 ;

Grupa LP-...../zespół

Data.....

1.

2.

3.

4.

Ćwiczenie 2

**OZNACZANIE GĘSTOŚCI POZORNEJ 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 pozorna 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] $\rho_{rh} = \dots\dots\dots$

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

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_{th} =

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

Uwagi końcowe:
.....
.....
.....