

## ВСТУП

Дисципліна “Будівельне матеріалознавство” є однією з основних спеціальних дисциплін, яку вивчають студенти в четвертому семестрі.

Мета лабораторних робіт – поглиблення знань студентів про властивості будівельних матеріалів, набуття практичних навиків в визначенні показників основних властивостей матеріалів згідно діючих стандартів та раціональному використанні їх в будівництві.

До виконання лабораторних робіт допускаються студенти, які прослухали лекції з відповідних розділів дисципліни “Будівельне матеріалознавство”. Перед виконанням кожної лабораторної роботи слід уважно ознайомитись з необхідними приладами і матеріалами, а також з правилами техніки безпеки.

У даному практикумі зібрано всі лабораторні роботи, які студент має виконати під час вивчення дисципліни, і згруповано їх за модулями; включено протоколи для виконання лабораторних робіт, які містять таблиці для експериментальних даних та результати розрахунків.

Кожну лабораторну роботу виконує група студентів (10-12 чол.), а кожне завдання спільно 3-4 студенти. При виконанні лабораторних робіт студенти повинні тримати своє робоче місце в чистоті, а після завершення випробувань лабораторний посуд, прилади та механізми привести в належний стан. Після виконання кожного завдання слід робити висновок про можливість застосування випробуваного будівельного матеріалу.

Після кожного протоколу наведено питання для допуску й захисту лабораторної роботи. Кожен модуль закінчується питаннями для модульного контролю.

**МОДУЛЬ 1 ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ.  
ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ. БУДІВЕЛЬНА  
КЕРАМІКА. МІНЕРАЛЬНІ РОЗПЛАВИ ТА МАТЕРІАЛИ  
НЕОРГАНІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ.**

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

**ВИВЧЕННЯ НАТУРНИХ ЗРАЗКІВ БУДІВЕЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ЛАБОРАТОРНИМ  
УСТАТКУВАННЯМ. ВИВЧЕННЯ ПРАВИЛ БЕЗПЕКИ  
ПОВОДЖЕННЯ В ЛАБОРАТОРІЇ. ВИВЧЕННЯ  
МАКРОСТРУКТУРИ ЗРАЗКІВ СТІНОВИХ, В'ЯЖУЧИХ,  
ГІДРО-, ТЕПЛО- ТА ЗВУКОІЗОЛЯЦІЙНИХ БУДІВЕЛЬНИХ  
МАТЕРІАЛІВ.**

**Література до теми:** [1] , глава 1 с.13-27; [6].

**Мета роботи:** ознайомитись з лабораторним устаткуванням, вивчити правила безпеки поведінки в лабораторії будівельних матеріалів, одержати практичні навички у визначенні макроструктури будівельних матеріалів.

**Завдання 1.1.** Ознайомлення з правилами безпеки в лабораторії “Будівельних матеріалів”.

**Завдання 1.2.** За допомогою вимірювальної лінійки, штангенциркуля та мікроскопа дослідити зразки отриманих будівельних матеріалів.

**Прилади і обладнання:** зразок будівельного матеріалу, вимірювальна лінійка, штангенциркуль, мікроскоп.

**Хід виконання роботи**

Отримані зразки стінових, в'язучих, гідро-, тепло- та звукоізоляційних будівельних матеріалів дослідити за допомогою вимірювальних приладів та мікроскопу. Результати досліджень занести до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Результати досліджень зразків будівельних матеріалів

№ п/п	Матеріал	Ескіз матеріалу	Вид матеріалу	Сировина	Використання в будівництві
-------	----------	-----------------	---------------	----------	----------------------------

**Висновки:** \_\_\_\_\_

**Контрольні запитання:**

1. Що називають будівельним матеріалом?
2. Що таке будівельні вироби?
3. За якими ознаками класифікують будівельні матеріали?
4. На які групи поділяються будівельні матеріали за призначенням, наведіть приклади.
5. На які групи поділяються будівельні матеріали за технологічними ознаками, наведіть приклади.
6. Що таке макроструктура будівельного матеріалу?
7. Назвати види макроструктур будівельних матеріалів.
8. Назвати властивості будівельних матеріалів.
9. Від чого залежать властивості будівельних матеріалів?

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2**

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ  
ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ:  
СЕРЕДНЬОЇ, ІСТИННОЇ, НАСИПНОЇ ТА ВІДНОСНОЇ  
ГУСТИНИ; ПОРИСТОСТІ ТА ВОДОВБИРАННЯ;  
ТВЕРДОСТІ, СТИРАННЯ, МІЦНОСТІ ПРИ СТИСКУ ТА  
ВИГИНИ, КОЕФІЦІЄНТА КОНСТРУКТИВНОЇ ЯКОСТІ**

**Література до теми:** [1], глава 1, с.45-80; [7]; [8].

**Мета роботи:** поглибити знання про властивості будівельних матеріалів, одержати практичні навички у визначенні істинної, середньої та насипної густини матеріалів, водовбирання, міцності, та стирання.

**Завдання 2.1.** Визначення істинної, середньої та насипної густини будівельних матеріалів.

**Прилади та інструменти:** електрошафа сушильна, терези, ексикатор, пікнометри місткістю 50...100 мл, скляні мірні циліндри об'ємом 250...500 мл, металеві мірні ємності об'ємом 1 та 5 л, металева лінійка, ступка фарфорова з товчачиком, сита з сіткою №0,063, баня водяна або піщана, вода дистильована, парафін.

## Хід виконання роботи

**Визначення середньої густини зразків правильної геометричної форми.** Середню густину визначають не менше ніж на трьох зразках правильної геометричної форми з мінімальним розміром 50 мм. Зразки очищають від пилу, висушують до постійної маси в електрошафі при температурі  $105 \pm 5$  °С і зважують. Об'єм зразків визначають за їх геометричними розмірами. Для визначення кожного лінійного розміру зразок вимірюють в трьох місцях – по ребрах і середині грані. За остаточний результат приймають середнє арифметичне трьох вимірів. Діаметр зразка циліндричної форми обчислюють як середнє арифметичне чотирьох розмірів, які отримані вимірюванням двох взаємно перпендикулярних діаметрів на кожній паралельній площині циліндра. Висоту зразка циліндричної форми обчислюють як середнє арифметичне чотирьох вимірів – по два виміри на взаємно перпендикулярних площинах, які проходять через вертикальну вісь циліндра.

Середня густина окремого зразка ( $\rho_{0,i}$ ) в  $\text{кг/м}^3$  дорівнює

$$\rho_{0,i} = \frac{m}{V} \cdot 1000, \quad (2.1)$$

де,  $m$  – маса висушеного зразка, г;  $V$  – об'єм зразка,  $\text{см}^3$ .

Середню густину матеріалу ( $\rho_0$ ) визначають як середнє арифметичне середньої густини усіх окремих зразків з точністю до  $10 \text{ кг/м}^3$ .

*Визначити середню густину матеріалу зразків правильної форми з бетону різних видів, цементно-піщаного розчину, повнотілої та порожнистої керамічної цегли, деревини.*

Завдання виконують за наведеною вище методикою, вихідні дані та результати випробувань для кожного матеріалу заносять до таблиці 2.1.

**Визначення середньої густини зразків неправильної геометричної форми.** Середню густину пористих матеріалів визначають на парафінованих зразках (масою не менше 200 г). Зразки висушують до постійної маси в електрошафі при температурі  $105 \pm 5$  °С і зважують. Парафінування проводять шляхом зануренням зразка в розплавлений при температурі  $80 \pm 5$  °С парафін. Пухирці або тріщини, які утворюються на парафіновій

плівці, видаляють гарячою голкою. Утворена на поверхні зразка плівка парафіну повинна мати товщину близько 1 мм. Парафінований зразок зважують на лабораторних терезах. Визначають масу парафіну на зразку. Далі наливають у мірний циліндр визначену кількість води та занурюють парафінований зразок. Приріст об'єму рідини відповідає об'єму парафінованого зразка в см<sup>3</sup>.

Таблиця 2.1. Визначення середньої густини матеріалу

Показники	№ зразка		
	1	2	3
Маса висушеного зразка, г			
Геометричні розміри зразка, см: а × в × с (або d × h)			
Об'єм зразка, V, см <sup>3</sup>			
Середня густина зразка, ρ <sub>0,i</sub> , кг/м <sup>3</sup>			
Середня густина матеріалу, ρ <sub>0</sub> , кг/м <sup>3</sup>			

Середню густину окремого зразка (ρ<sub>0,i</sub>) в кг/м<sup>3</sup> обчислюють за формулою:

$$\rho_{0,i} = \frac{m}{V_n - \frac{m_n - m}{\rho_n}} \cdot 1000, \quad (2.2)$$

де, **m** – маса висушеного зразка, г; **V<sub>n</sub>** – об'єм парафінованого зразка, см<sup>3</sup>, **m<sub>n</sub>** – маса парафінованого зразка, г; **ρ<sub>n</sub>** – густина парафіну, яку приймають рівною 0,93 г/см<sup>3</sup>.

Об'єм зразка неправильної форми також можна визначити за втратою маси при зважуванні на гідростатичних терезах (рис. 1.1).

У цьому випадку середню густину зразка обчислюють за формулою:

$$\rho_{0,i} = \frac{m}{m_n - m'_n - \frac{m_n - m}{\rho_n}} \cdot 1000 \quad (2.3)$$

де, **m'<sub>n</sub>** – маса парафінованого зразка при зважуванні у воді, г.

Середню густину матеріалу (ρ<sub>0</sub>) визначають як середнє арифметичне результатів визначення середньої густини усіх

окремих зразків.

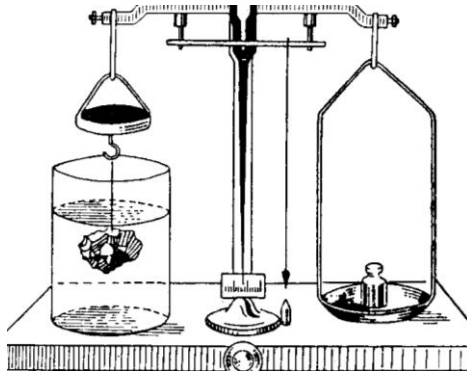


Рис. 2.1. Гідростатичні терези

*Визначити середню густину матеріалу зразків неправильної форми з щільних та пористих гірських порід.*

Завдання виконують за наведеною вище методикою, вихідні дані та результати випробувань для кожного матеріалу заносять до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Визначення середньої густини зразків неправильної форми

ПОКАЗНИКИ	№ ЗРАЗКА		
	1	2	3
Маса сухого зразка, $m$ , г			
Маса парафінованого зразка, $m_p$ , г			
Маса парафіну, $m_p - m$ , г			
Об'єм парафіну, $V_p$ , $\text{см}^3$			
Початковий об'єм води в приладі, $V_1$ , $\text{см}^3$			
Об'єм води із зануреним зразком, $V_2$ , $\text{см}^3$			
Об'єм парафінованого зразка, $V_0$ , $\text{см}^3$			
Середня густина зразка, $\rho_{0,в}$ , $\text{кг/м}^3$			
Об'єм зразка, $V$ , $\text{см}^3$			
Середня густина матеріалу, $\rho_0$ , $\text{кг/м}^3$			

**Визначення істинної густини.** Істинну густину визначають на пробі, яка відібрана не менше ніж від трьох зразків.

Підготовлену пробу подрібнюють до повного проходження через сито з сіткою №0,063 і висушують до постійної маси. Визначення проводять паралельно на двох наважках масою близько 10 г. Відібрану наважку висипають в чистий, висушений і попередньо зважений пікнометр. Пікнометр зважують разом з порошком, який випробовується, потім наливають в нього воду в такій кількості, щоб він був заповнений приблизно на 50% об'єму. Для видалення повітря з порошку пікнометр із змістом кип'ятять протягом 15...20 хв. на водяній або піщаній бані (рис. 2.2). Повітря можна також видалити шляхом вакуумування в екзикаторі. Після видалення повітря пікнометр заповнюють водою до мітки і зважують. Після зважування пікнометр звільняють від змісту, промивають, заповнюють водою до мітки і знову зважують.

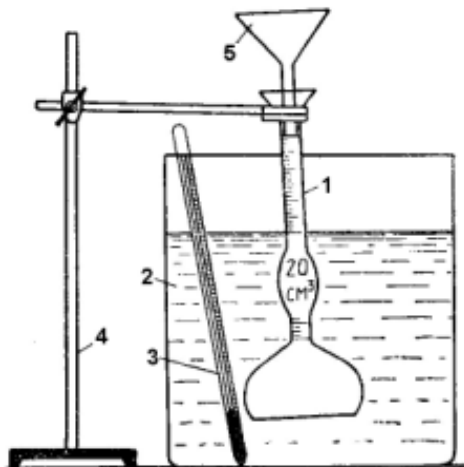


Рис.2.2. Визначення істинної густини пікнометричним методом:

- 1 – пікнометр; 2 – посудина з водою;
- 3 – термометр; 4 – штатив; 5 – воронка.

Для визначення істинної густини речовин, які взаємодіють з водою, застосовують іншу, інертну по відношенню до матеріалу, рідину.

Істинну густину наважки ( $\rho_i$ ) в  $\text{г/см}^3$  обчислюють за формулою:

$$\rho_i = \frac{(m_2 - m_1)\rho_p}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}, \quad (2.4)$$

де,  $m_1$  – маса пікнометра, г;  $m_2$  – маса пікнометра з наважкою, г;  $\rho_p$  – густина інертної рідини (для дистильованої води приймають 1,0 г/см<sup>3</sup>);  $m_3$  – маса пікнометра з наважкою і рідиною, г;  $m_4$  – маса пікнометра з рідиною, г.

Істинну густину речовини ( $\rho$ ) визначають як середнє арифметичне результатів випробування двох наважок з точністю до 0,01 г/см<sup>3</sup>. Розбіжність між результатами паралельних визначень не повинна перевищувати 0,02 г/см<sup>3</sup>.

*Визначити істинну густину піску, гранітного щебеню, кераміки, портландцементу.*

Завдання виконують за наведеною вище методикою, вихідні дані та результати випробувань заносять до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Визначення істинної густини матеріалу

ПОКАЗНИКИ	№ наважки	
	1	2
Маса сухого пікнометра, $m_1$ , г		
Маса пікнометра з наважкою порошку, $m_3$ , г		
Маса пікнометра з наважкою порошку і рідиною, $m_4$ , г		
Маса пікнометра з рідиною, $m_2$ , г		
Істинна густина зразка, $\rho_i$ , г/см <sup>3</sup>		
Істинна густина матеріалу, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>		

**Визначення насипної густини.** При визначенні насипної густини дрібнозернистих матеріалів застосовують мірний циліндр об'ємом 1 л, а для крупнозернистих беруть мірні циліндри об'ємом 5 л (при крупності зерен матеріалу до 20 мм) та більше. Визначення ведуть таким чином: із спеціальної лійки (рис. 2.3) або просто із совка з визначеної висоти насипають матеріал в попередньо зважений мірний циліндр таким чином, щоб у ньому був деякий надлишок матеріалу. Цей надлишок потім знімають металевою лінійкою врівень з краєм циліндру, який після цього зважують.

Насипну густину (в кг/м<sup>3</sup>) обчислюють за формулою:

$$\rho_n = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 1000, \quad (2.4)$$



де,  $m_1$  – маса порожнього мірного циліндра, кг;  $m_2$  – маса мірного циліндра з матеріалом, кг;  $V$  – об’єм циліндра, л.

*Визначити насипну густину піску, гранітного щебеню та портландцементу.*

Завдання виконують за наведеною вище методикою, вихідні дані та результати випробувань заносять до таблиці 2.4.

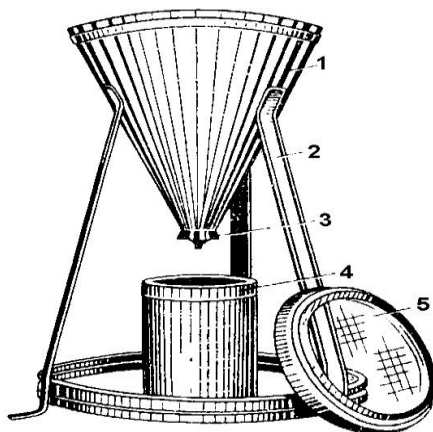


Рис. 2.3. Прилад для визначення насипної густини дрібнозернистого матеріалу:

- 1 – воронка; 2 – підставка;  
3 – засувка; 4 – мірний циліндр;  
5 – сито.

Таблиця 2.4. Визначення насипної густини

ПОКАЗНИКИ	№ проби		
	1	2	3
Маса циліндра, $m_1$ , кг			
Маса циліндра з матеріалом, $m_2$ , кг			
Маса матеріалу, $m_2 - m_1$ , кг			
Насипна густина проби, $\rho_{н, i}$ , кг/л			
Середня насипна густина, $\rho_n$ , кг/м <sup>3</sup>			