

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра технології будівельних виробів і матеріалознавства

03-08-03

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни „Архітектурне матеріалознавство”
студентами за напрямом підготовки 6.060102 „Архітектура”
(лабораторні роботи № 1-8)

Рекомендовано
методичною комісією
за напрямом підготовки
„Архітектура”
Протокол № 10 від 25.06.13

Рівне 2013

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „Архітектурне матеріалознавство” студентами за напрямом підготовки 6.060102 „Архітектура” (лабораторні роботи № 1-8). / Н.В. Лушнікова. – Рівне: НУВГП, 2013. - 48 с.

Упорядник: Н.В. Лушнікова, канд. техн. наук, доцент.

Відповідальний за випуск: Л.Й.Дворкін, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технології будівельних виробів і матеріалознавства

ПЕРЕДМОВА

Лабораторні роботи є різновидом аудиторної роботи студента. Вони виконуються в процесі вивчення програмного матеріалу навчальної дисципліни і завершуються перед складанням підсумкового заліку або іспиту відповідної навчальної дисципліни.

Метою виконання лабораторних робіт є закріплення і практичне використання знань, набутих студентами під час лекцій з дисципліни «Архітектурне матеріалознавство». Під час виконання лабораторного практикуму студенти розвивають навички експериментальної роботи по визначенню функціональних та естетичних властивостей будівельних матеріалів різних видів. Вони навчаються працювати самостійно із довідковою літературою та нормативними документами, аналізувати отримані експериментальні дані та робити висновки щодо якості та можливостей використання будівельних матеріалів в архітектурно-дизайнерській практиці.

Зміст методичних вказівок охоплює лабораторні роботи змістових модулів №1 та 2, що вивчаються протягом 1 семестру. Експериментальні та практичні завдання виконують за наведеними нижче методиками, вихідні дані та результати випробувань заносять в журнал лабораторних робіт, який студент отримує на початку семестру.

Лабораторна робота №1

Вивчення структурно-фізичних властивостей будівельних матеріалів

А. Загальні відомості

Структурно-фізичні властивості характеризують особливості фізичного стану будівельних матеріалів. Такими властивостями є густина, пористість, міжзернова порожнистість, відносна густина, коефіцієнт щільності.

Як відомо, матеріали різного походження, однакові за об'ємом, мають різну масу. Для характеристики різних за масою матеріалів використовують поняття густини. Маса одиниці об'єму матеріалу називається *густиною*.

Дійсною густиною (густиною речовини) ρ_i називають співвідношення маси матеріалу та його об'єму в абсолютно щільному стані (без врахування пор і пустот).

Середньою густиною (густиною матеріалу) ρ_o називають співвідношення маси матеріалу та його об'єму з врахуванням наявних в ньому пор і пустот.

Відношення густини матеріалу до густини речовини характеризує ступінь заповнення об'єму матеріалу твердою речовиною і називається *коефіцієнтом щільності* $K_{щ}$.

В ряді випадків використовують поняття *відносної густини* d - відношення густини матеріалу до густини стандартної речовини, переважно води.

Показники середньої та насипної густини збільшуються зі збільшенням вологості матеріалу. Від середньої густини залежить теплопровідність та міцність матеріалів. Значеннями середньої густини користуються для орієнтовних розрахунків габаритних розмірів конструкцій, для визначення товщини зовнішніх огорожувальних елементів будівлі (стін, покриттів).

Пористість матеріалу відображає ступінь заповнення об'єму матеріалу порами, це співвідношення між об'ємом пор матеріалу та об'ємом матеріалу з врахуванням пор. Розрізняють пори закриті та відкриті, мікропори (<1 мм) і макропори (1...3 мм). Залежно від показника пористості розрізняють низькопористі (менше 30%), середньопористі (від 30 до 50 %) і високопористі матеріали (більше 50%). Останні часто використовують як теплоізоляційні.

Відкриті пори матеріалу, сполучені із середовищем, збільшують проникність до рідин і газів, водопоглинання, зменшують морозостійкість матеріалу. Збільшення закритої пористості покращує морозостійкість та теплоізоляційні властивості матеріалу.

Для сипких (рихлих) матеріалів (цементу, вапна, піску, щебеню) визначають *насипну густину* ρ_n разом із пустотами між їхніми частинками. Сипкі матеріали також характеризуються *міжзерновою порожнистістю* - відношенням об'єму міжзернових порожнин до об'єму, який заповнює матеріал при вільному засипанні (без ущільнення).

Б. Методика виконання дослідів

Дослід 1.1. Визначення дійсної густини речовини

Дійсну густину визначають на пробі, яка відібрана не менше ніж від трьох зразків матеріалу. Підготовлену пробу висушують до постійної маси і подрібнюють до повного проходження крізь сито з сіткою №0,063 (діаметр отворів 0,63 мм). Визначення дійсної густини виконують паралельно на двох наважках масою близько 10г. При виконанні дослідів використовують метод пікнометрії (рис.

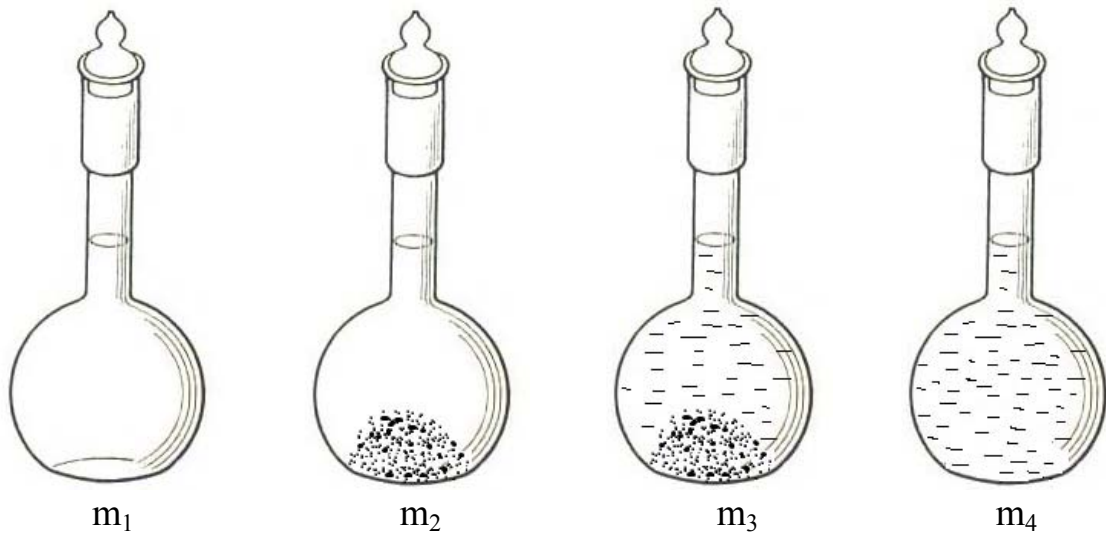


Рис. 1.1. Схема визначення дійсної густини матеріалу методом пікнометрії



Рис. 1.2. Схема влаштування піщаної бані

1.1). Відібрану наважку висипають в чистий, висушений і попередньо зважений пікнометр (m_1). Пікнометр зважують разом з наважкою (m_2). Потім наливають в нього воду в такій кількості, щоб він був заповнений приблизно на 50% об'єму. Для видалення повітря з наважки пікнометр із вмістом кип'ятять протягом 15...20хв на водяній або піщаній бані (рис. 1.2). Повітря можна також видалити шляхом вакуумування в ексікаторі. Після видалення

повітря пікнометр заповнюють водою до мітки і зважують (m_3). Після зважування пікнометр звільняють від вмісту, промивають, заповнюють водою до мітки і знову зважують (m_4) (рис. 1.1).

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

Дійсну густину наважки (ρ_i) в г/см^3 обчислюють за формулою

$$\rho_i = \frac{(m_2 - m_1)\rho_p}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)}, \quad (1.1)$$

де m_1 – маса пікнометра, г; m_2 – маса пікнометра з наважкою, г; ρ_p – густина інертної рідини (для дистильованої води приймають $1,0 \text{ г/см}^3$); m_3 – маса пікнометра з наважкою і рідиною, г; m_4 – маса пікнометра з рідиною, г.

Дійсну густину речовини ρ визначають як середнє арифметичне

результатів випробування двох наважок з точністю до $0,01 \text{ г/см}^3$. Розбіжність між результатами паралельних визначень не повинна перевищувати $0,02 \text{ г/см}^3$.

Завдання 1.1. *Визначити дійсну густину піску, гранітного щебеню, кераміки, портландцементу.*

Дослід 1.2. *Визначення середньої густини матеріалу*

а) *Визначення середньої густини зразків правильної геометричної форми.* Середню густину визначають не менше як на трьох зразках матеріалу одного виду правильної геометричної форми з мінімальним розміром 50 мм . Зразки очищають від пилу, висушують до постійної маси в електрошафі при температурі $105 \pm 5^\circ\text{C}$ 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 вимірювань (рис. 1.3а). 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 (рис. 1.3б).

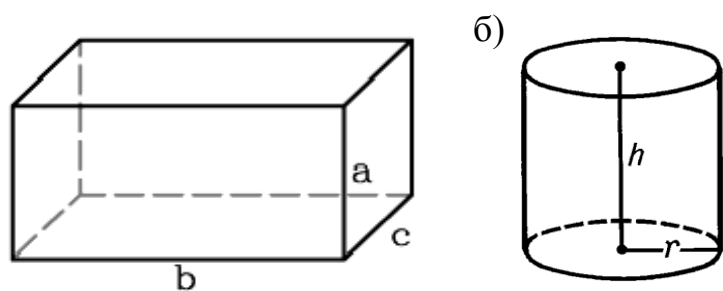


Рис. 1.3. Вимірювання розмірів зразків правильної геометричної форми: призматичної (а) та циліндричної (б)

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

$$\rho_{0,i} = \frac{m}{V} \cdot 1000, \quad (1.2)$$

де m – маса висушеного зразка, г; V – об'єм зразка, см^3 .

Середню густину матеріалу ρ_0 визначають як середнє арифметичне середніх густин усіх окремих зразків з точністю до 10 кг/м^3 .

Завдання 1.2. *Визначити середню густину матеріалу зразків правильної форми з бетону різних видів, цементно-піщаного розчину, повнотілої та порожнистої керамічної цегли, деревини.*

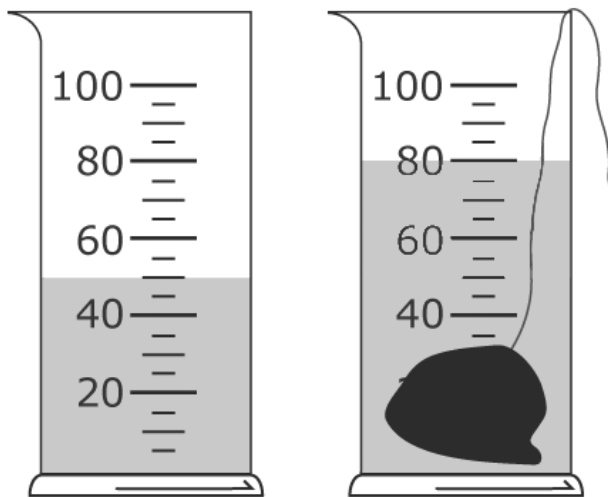


Рис. 1.4. Схема до досліду 1.2 (б)

б) *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 ± 5 °С і зважують. Парафінування проводять шляхом занурення зразка в розплавлений при температурі 80 ± 5 °С парафін.

Утворюють тріщини, які утворюються на поверхні зразка плівка парафіну повинна мати товщину близько 1 мм. Парафінований зразок зважують на лабораторних вагах. Визначають масу парафіну на зразку. Далі наливають у мірний циліндр визначену кількість води та занурюють парафінований зразок (рис.1.4). Приріст об'єму рідини відповідає об'єму парафінованого зразка в см^3 .

Середню густину окремого зразка $\rho_{0,i}$ в $\text{кг}/\text{м}^3$ обчислюють за формулою

$$\rho_{0,i} = \frac{m}{V_n - \frac{m_n - m}{\rho_n}} \cdot 1000 \quad (1.3)$$

де m – маса висушеного зразка, г; V_n – об'єм парафінованого зразка, см^3 ; m_n – маса парафінованого зразка, г; ρ_n – густина парафіну, яку приймають рівною $0,93 \text{ г}/\text{см}^3$.

Середню густину матеріалу ρ_0 визначають як середнє арифметичне результатів визначення середньої густини усіх окремих зразків.

Завдання 1.3. *Визначити середню густину матеріалу зразків неправильної форми з щільних та пористих гірських порід.*

Дослід 1.3. *Визначення насипної густини*

При визначенні насипної густини дрібнозернистих матеріалів (з розміром зерен менше 5 мм) застосовують мірний циліндр об'ємом 1 л, а для крупнозернистих беруть мірні циліндри об'ємом 5 л (до 20 мм) та більше. Визначення ведуть таким чином: із спеціальної лійки (рис. 1.5) або просто із совка з визначеної висоти (близько 10 см) 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 $\text{кг}/\text{м}^3$) обчислюють за формулою

$$\rho_n = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 1000, \quad (1.4)$$

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

Завдання 1.4. *Визначити насипну густину піску, гранітного щебеню та портландцементу.*

Дослід 1.4. *Визначення пористості, міжзернової пустотності, коефіцієнту щільності будівельних матеріалів*

Визначення проводять розрахунковим методом за наступними формулами для пористості

$$P = \frac{V_{\text{пор(пуст.)}}}{V} \cdot 100\% = \frac{\rho - \rho_0(\rho_n)}{\rho} \cdot 100\% \quad (1.5),$$

$$\text{для міжзернової пустотності } V_{\text{м.п.}} = \frac{V_{\text{пуст.}}}{V} \cdot 100\% = \frac{\rho_0 - \rho_n}{\rho_0} \cdot 100\%, \quad (1.6),$$

$$\text{для коефіцієнту щільності } K_{\text{щ}} = \frac{\rho_0}{\rho}. \quad (1.7)$$

Завдання 1.5. *Користуючись даними, отриманими при виконанні завдань 1-3 та довідковими даними (наприклад, табл. 3.1 с.22 Інтерактивного комплексу), визначити пористість бетону, кераміки, гірських порід (граніту, вапняку, черепашнику) та пустотність піску, гранітного щебеню, портландцементу.*

В. Питання до захисту

1. Яку властивість матеріалу називають насипною густиною?
2. Яку властивість матеріалу називають дійсною густиною?
3. Яку властивість матеріалу називають середньою густиною?
4. Наведіть формулу визначення та вкажіть одиниці вимірювання пористості матеріалу.
5. Наведіть формулу визначення та вкажіть одиниці вимірювання міжзернової пустотності матеріалу.

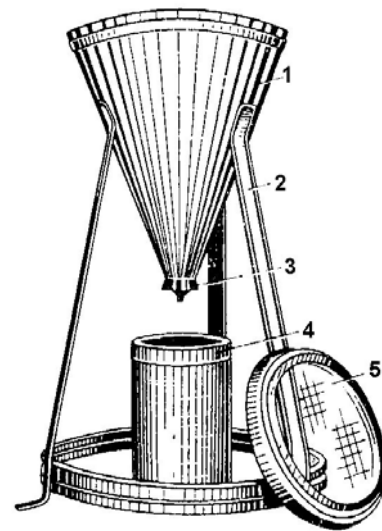


Рис. 1.5. Прилад для визначення насипної густини дрібнозернистого матеріалу:
1 – воронка; 2 – підставка;
3 – засувка; 4 – мірний циліндр; 5 – сито

6. Яку властивість матеріалу називають відносною густиною? В яких межах може коливатися її значення?
7. Наведіть формулу визначення та вкажіть одиниці вимірювання середньої густини матеріалу.
8. Наведіть формулу визначення та вкажіть одиниці вимірювання насипної густини матеріалу.
9. Навести приклади матеріалів (2-3), для яких дійсна густина і середня густина практично однакові.
10. Як змінюється середня густина зі збільшенням пористості матеріалу?
11. Як впливає збільшення відкритої пористості на морозостійкість та водопоглинання матеріалу?
12. Які властивості покращуються при збільшенні закритої пористості?
13. Що таке закрыта та відкрита пористість?
14. Які орієнтовні значення пористості повинні мати теплоізоляційні матеріали?
15. Як змінюється середня густина матеріалу зі збільшенням його вологості?
16. Розташуйте наведені нижче матеріали у порядку збільшення їхньої пористості: легкий бетон, пінополістирол, скло, базальт.
17. Розташуйте наведені нижче матеріали у порядку збільшення їхньої середньої густини: сталь будівельна, важкий бетон, пінополістирол, граніт.
18. Який метод використовувався в лабораторній роботі для визначення густини речовини? В чому його сутність?
19. Який метод використовувався в лабораторній роботі для визначення густини матеріалу? В чому його сутність?
20. Який метод використовувався в лабораторній роботі для визначення насипної густини матеріалу? В чому його сутність?

Лабораторна робота №2

Вивчення гідрофізичних властивостей будівельних матеріалів

А. Загальні відомості

Гідрофізичні властивості зумовлюють реакцію матеріалу на дію вологи. Такими властивостями є гігроскопічність, водопоглинання, водостійкість, водонепроникність та інші.

Гігроскопічність - це здатність матеріалу поглинати водяну пару з повітря. Вона зумовлена природою матеріалу: одні матеріали ак-

тивно притягують своєю поверхнею молекулі води (*гідрофільні* матеріали), а інші - відштовхують (*гідрофобні* матеріали). Гігроскопічність деяких пористих матеріалів призводить до збільшення теплопровідності (пінополістирол), зміни розмірів і міцності (дереви-на), втрати реакційної здатності (цемент).

Водопоглинання – це здатність матеріалу всмоктувати й утримувати воду. Розрізняють водопоглинання за масою та об'ємом. *Водопоглинання за масою* W_m визначають як відношення кількості поглинутої матеріалом води до маси сухого матеріалу

$$W_m = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де m_2, m_1 - маси матеріалу відповідно в насиченому водою та сухому стані, $г$.

Водопоглинання за об'ємом W_v характеризується ступенем наповненості пор матеріалу водою при насиченні й виражається відношенням об'єму поглинутої води до загального об'єму матеріалу в природному стані

$$W_v = \frac{m_2 - m_1}{V \cdot \rho_s} \cdot 100 \quad (2.2)$$

де m, m_1 - відповідно маса сухого та вологого матеріалу, $г$; V - об'єм матеріалу, $см^3$; $\rho_s = 1 г/см^3$.

Величини W_m, W_v характеризують граничний випадок, коли будівельний матеріал більше не може поглинати вологу за звичайних умов. При заповненні всіх відкритих пор водою (під тиском або при кип'ятінні) показник водопоглинання чисельно відбиває відкриту пористість матеріалу

$$W_v = P_v \quad (2.3)$$

Водостійкість - це здатність матеріалу зберігати міцність при насиченні водою; характеризується *коефіцієнтом розм'якшення* (водостійкості), який визначається відношенням міцності насиченого водою матеріалу R_n до його міцності в сухому стані R_c

$$K_p = R_n / R_c \quad (2.4)$$

Матеріал вважається водостійким, якщо $K_p \geq 0,75 \dots 0,8$. При $K_p < 0,8$ матеріали не можна застосовувати у місцях із підвищеною вологістю.

Водонепроникність - це здатність матеріалу не пропускати крізь себе воду при певному гідростатичному тиску. Це основна характеристика якості гідроізоляційних матеріалів. Водонепроникність характеризується тиском води, який витримує зразок протягом певного часу без появи ознак фільтрації (найбільш поширений спосіб)

або кількістю води, яка просочилася крізь зразок протягом певного часу при встановленому тиску.

Паропроникність - це здатність матеріалу пропускати водяну пару при наявності різниці тиску біля поверхонь огорожень.

При зміні вологості матеріали здатні змінювати свій об'єм, такі *вологові деформації*. Властивості матеріалу при зволоженні (насищенні) водою збільшуватись в об'ємі називається *набряканням* (глина, деревина). Зі зменшенням вологості (висиханням) деякі матеріали дають *усадку*, що може викликати тріщиноутворення (цегла-сирець, бетон).

Морозостійкість - це здатність матеріалу в насиченому водою стані витримувати багаторазове циклічне заморожування й відтавання без ознак руйнування і без значних втрат міцності на стиск та маси. *Марка* за морозостійкістю характеризується оптимальним числом циклів заморожування-відтавання, які витримує випробуваний матеріал без суттєвих втрати маси та міцності.

Б. Методика виконання дослідів

Дослід 2.1. Визначення змочуваності

Мірою змочуваності є крайовий кут, утворений краплею рідини на твердій поверхні (рис. 2.1).

Крайовий кут можна визначити проекційним методом. Непорошкоподібний матеріал у вигляді пластинки з гладкою поверхнею поміщують на спеціальний дротяний тримач, закріплений в проекторі. За допомогою піпетки на зразок наноситься крапля, яка проектується проектором на екран. Проекцію краплі обмальовують на

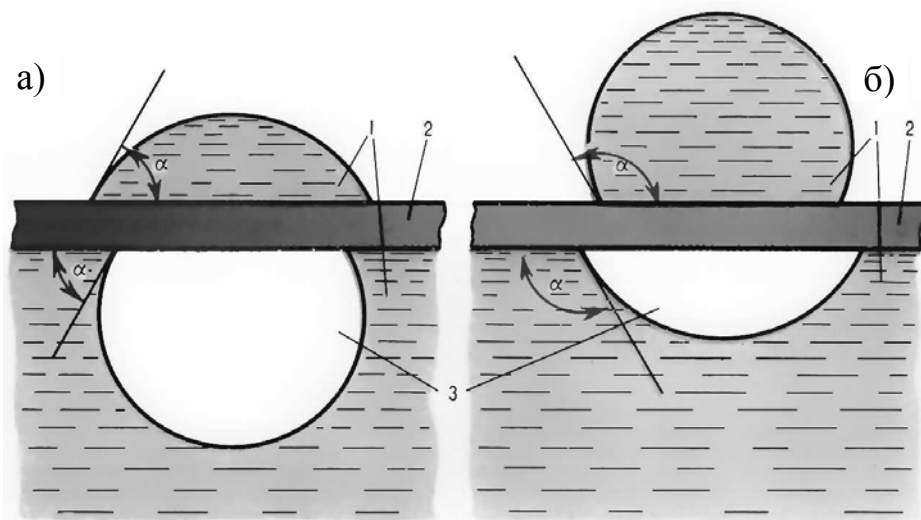


Рис. 2.1. Гідрофільна (а) та гідрофобна (б) поверхні:
1 - вода; 2 - тверде тіло; 3 - повітря; а - крайовий кут змочування

екрані та знаходять величину крайового кута.

Для порошкоподібних матеріалів крайовий кут можна виміряти так само, проектуючи на екран сформовану краплю води, нанесену на рівну поверхню проби порошку (приблизно через 3 хвилини після завершення її формування).

Для виконання завдання проєкційним методом визначають крайовий кут для кожного матеріалу (6...10 разів). Обчисливши значення крайових кутів (як середнє арифметичне усіх випробувань) для кожного матеріалу, роблять висновок про ступінь їх гідрофобності.

Завдання 2.1. Визначити змочуваність зразків різних будівельних матеріалів (кераміка, скло, сталь, бетон, цемент, гіпс).

Дослід 2.2. Визначення водопоглинання

Визначення водопоглинання у воді при температурі $20\pm 5^\circ\text{C}$. Дослідні зразки висушують до постійної маси в електрошафі при температурі $105\pm 5^\circ\text{C}$ і зважують. Зразки на основі або із застосуванням гіпсу висушують до постійної маси при температурі $40\pm 5^\circ\text{C}$.

Висушені зразки укладають на ґратки в посудину з водою температурою $20\pm 5^\circ\text{C}$ в один ряд за висотою із зазорами між ними не меншими 20 мм так, щоб рівень води був вищий за верх зразків на (20...100) мм. Тривалість витримування у воді 48 ± 1 год, водостійких гіпсових зразків - 2 год. Насичені зразки виймають із води, обтирають вологою губкою або м'якою тканиною і зважують повторно. Масу води, яка витекла на шальку терезів, включають у масу зразка, насиченого водою. Водопоглинання за масою визначають за формулою (2.1), а за об'ємом - за формулою (2.2).

Визначення водопоглинання прискореним способом. Водопоглинання можна визначити прискореним способом – методом поступового занурення зразків у воду на $1/4$; $1/2$; $3/4$ висоти та на повну висоту +2 см. Після занурення і витримування зразка у воді протягом 5 хвилин його обережно обтирають та зважують (рис. 2.2).

Завдання 2.2. Методом поступового занурення зразка у воду визначити водопоглинання зразків з кераміки, цементного та асфальтового бетону.

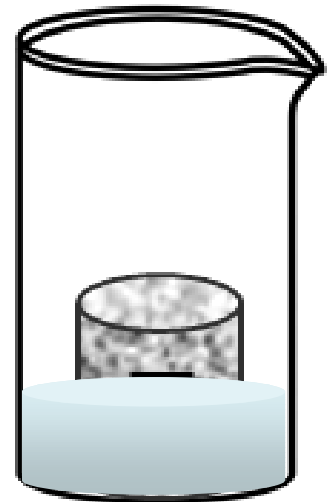


Рис. 2.2. Схема до дослідження 2.2

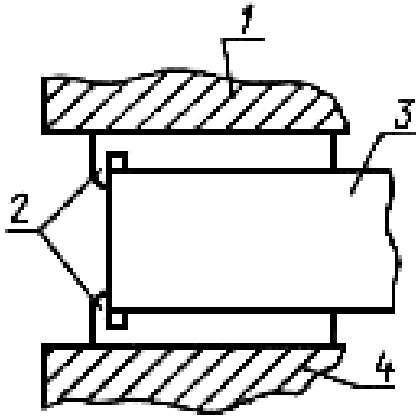


Рис. 2.3. Схема визначення міцності на стиск зразків-півбалочок:

- 1 – верхня плита преси;
- 2 – металеві пластини;
- 3 – зразок;
- 4 – нижня плита преси

Дослід 2.3. Визначення водостійкості
 Для виконання дослідів частину зразків насичують водою протягом двох діб, інші зберігають у повітряно-сухому стані. Потім на гідравлічному пресі усі зразки випробовують на стиск (рис. 2.3), визначають межі міцності R_n та R_c за формулою (2.5) та коефіцієнт розм'якшення за формулою (2.4)

$$R_c = \frac{P}{S} \quad (2.5)$$

Завдання 2.3. Порівняти водостійкість зразків на гіпсовому та цементному в'язучих. Зробити висновок про можливу сферу їх використання.

Дослід 2.4. Визначення водонепроникності

ності

Для вимірювання гідростатичного тиску використовують прилад (рис. 2.4), який працює за законом сполучених посудин. Зразок рулонного матеріалу розміщують в обоймі приладу між гумовими прокладками та встановлюють нульовий рівень на шкалі. Після цього в скляну трубку наливають воду до рівня 0,1 м та витримують протягом 5хв, потім збільшують тиск на 0,1 м водяного стовпа через кожні 5 хв, доки на поверхні зразка не з'являться крапельки рідини. Водонепроникність відповідає максимальному тиску, при якому не з'являються ознаки фільтрації води через зразок.

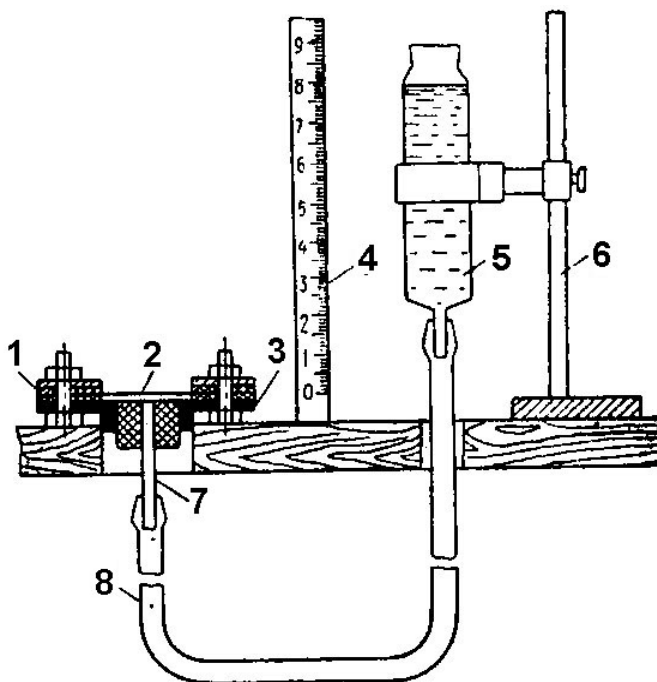


Рис. 2.4. Прилад для визначення водонепроникності рулонних матеріалів:

- 1 – гумові прокладки; 2 – зразок;
- 3 – перфорований фланець з отвором $\varnothing 50$ мм;
- 4 – лінійка; 5 – скляна посудина; 6 – штатив;
- 7 – скляна трубка; 8 – гумова трубка

Для покрівельного руберойду водонепроникність

повинна бути не меншою 0,07 МПа, пергаміну – 0,05 МПа, поліетилену - більшою 0,5 МПа.

***Завдання 2.4.** Визначити і порівняти водонепроникність рулонних матеріалів, які застосовують для гідро- та пароізоляції: руберойду, пергаміну, поліетиленової плівки.*

В. Питання до захисту

1. Що таке вологість матеріалу?
2. Що таке гігроскопічність і яким матеріалам вона притаманна: гідрофільним чи гідрофобним?
3. Які матеріали називають гідрофільними?
4. Які матеріали називають гідрофобними?
5. Наведіть приклади гідрофільних матеріалів.
6. Наведіть приклади гідрофобних матеріалів.
7. Що таке водопоглинання?
8. Наведіть формулу визначення та вкажіть одиниці вимірювання водопоглинання за об'ємом.
9. Наведіть формулу визначення та вкажіть одиниці вимірювання водопоглинання за масою.
10. Яка формула виражає взаємозв'язок між водопоглинанням за об'ємом та масою?
11. Яка гідрофізична властивість та за яких умов характеризує відкрити пористість матеріалу?
12. Що таке водостійкість?
13. Вкажіть формулу коефіцієнту розм'якшення
14. Які матеріали (залежно від коефіцієнту розм'якшення) вважаються водостійкими? Що таке водонепроникність?
15. Наведіть приклади водостійких та неводостійких будівельних матеріалів.
16. До яких матеріалів (за призначенням) висуваються вимоги забезпечення певної водонепроникності?
17. Що таке морозостійкість та який показник є критерієм морозостійкості?
18. Як змінюється морозостійкість матеріалу зі збільшенням закритої пористості?
19. До яких матеріалів (за призначенням) ставляться вимоги забезпечення певної морозостійкості?
20. Що таке паропроникність?

Лабораторна робота №3

Вивчення властивостей деревини

А. Загальні відомості

Деревину, використовувану в якості будівельного матеріалу, в основному дає стовбур, який складає до 90 % об'єму деревини. Уявлення про *макроструктуру* деревини одержують при вивченні будови стовбура неозброєним оком або при невеликому збільшенні за трьома напрямками (перерізами): торцевим (поперечним), що проходить перпендикулярно осі стовбура і двом бічним; радіальним, що проходить вздовж стовбура крізь його вісь; та тангенціальним – що проходить вздовж стовбура по хорді поперечного перерізу.

Породи, які мають ядро, називають *ядровими* (дуб, тополя, ясень, кедр, модрина). Деякі породи деревини (береза, клен, вільха) не мають ядра – це *заболонні породи*. Деревні породи з однаковим забарвленням поперечного перерізу називаються породами зі стиглою деревиною (бук, ялина).

Дереви́на є анізотропним матеріалом, тобто її властивості в різних напрямках є різними.

Значною мірою якість деревини зумовлена *вологістю*. При зміні вологості виникають зміни розмірів деревини та її об'єму. Розрізняють гігроскопічну (у стінках клітин) і капілярну (міжклітинну) вологість. Вологість 12% вважається стандартною (нормальною).

Вологість, якої набуває деревина внаслідок тривалого перебування на повітрі із сталими температурою й вологістю називають *рівноважною*; кожному поєднанню температури й вологості повітря відповідає певна гігроскопічна вологість деревини даної породи.

Дереви́на схильна до значних вологових деформацій.

Стійкість деревини до дії агресивних середовищ досить висока.

Міцність залежить від породи, вологості, наявності вад (сучків, тріщин), вона відрізняється в поздовжньому і поперечному напрямку відносно напрямку волокон.

Дереви́на як конструкційний матеріал має високе значення коефіцієнту конструктивної якості. Як природний полімерний матеріал, практично не старіє на відміну від штучних полімерних матеріалів.

Дереви́на може мати *вади* - недоліки її окремих ділянок, що погіршують якість та обмежують можливості використання матеріа-

лів. Вади, що виникають в деревині в процесі її добування та обробки, називають *дефектами*.

Щоб запобігти загниванню деревини, використовують ряд конструктивних заходів (захищають від зволоження), просочують її *антисептиками* – хімічними речовинами, які вбивають грибні спори.

Щоб уникнути займання, передбачають конструктивні заходи, а також просочують деревину різними вогнезахисними сполуками – *антипіренами*.

Естетичні властивості деревини визначаються її текстурою, видами декоративної обробки та вадами. Листяні породи мають більш різноманітну текстуру, ніж хвойні.

Різновидами декоративної обробки деревини є прозоре, непрозоре, імітаційне, мозаїчне опорядження, різьба та ін.

Основні деревні породи, що використовуються в архітектурно-будівельній галузі України – це сосна, ялина, модрина, дуб, вільха, осика, береза та ін.

Номенклатура матеріалів та виробів з деревини включає в себе необроблені (круглі) лісоматеріали та оброблені: пиломатеріали, шпон, фрезеровані та погонні вироби, столярні та паркетні вироби, клеєні конструкції, вироби з відходів (в тому числі для теплоізоляції), шпалери паперові та інше.

Б. Методика виконання дослідів

Дослід 5.1. Визначення вологості деревини

Вологість деревини визначають у відсотках по відношенню до маси абсолютно сухого зразка. З цією метою беруть зразок розміром 20×20×30 мм, зважують, а потім висушують в сушильній шафі до постійної маси при температурі (103±2)°С і знову зважують. Рівноважну вологість можна визначити за діаграмою М.М.Чулицького (рис 5.1).

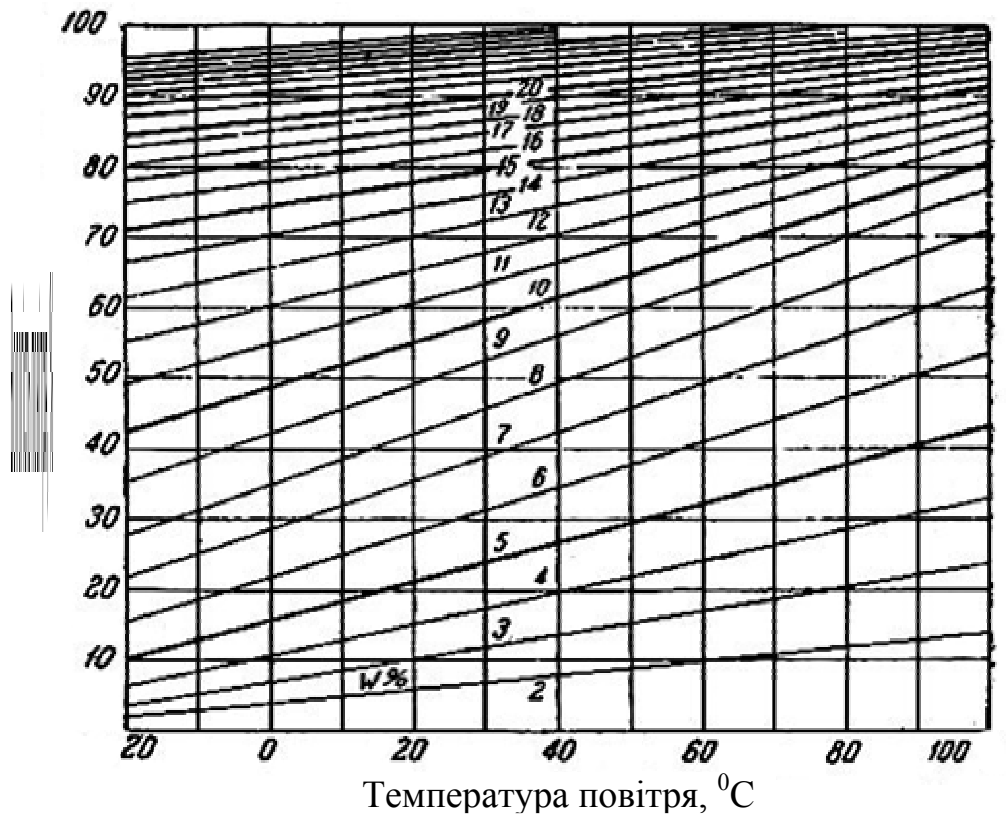


Рис. 5.1. Діаграма М.М. Чулицького для визначення рівноважної вологості деревини

Завдання 5.1. Визначити експериментально та за діаграмою М.П.Чулицького вологість деревини, яка зберігалась тривалий час в лабораторії, і порівняти отримані результати.

Дослід 5.2. Визначення середньої густини

Середню густину деревини визначають на зразках у вигляді прямокутної призми перерізом 20×20 мм і висотою вздовж волокон 30 мм. Розміри поперечного перерізу і висоту вимірюють штангенциркулем з точністю до 0,1 мм по осям симетрії зразків. Об'єм зразка обчислюють з точністю до 0,01 см³. Після вимірювання зразок зважують з точністю до 0,01 г і обчислюють середню густину за формулою

$$\rho_{ow} = \frac{m_w}{V_w}, \quad (5.1)$$

Знайдену середню густину перераховують на стандартну вологість деревини (12%) за формулою

$$\rho_{012} = \rho_{0w} [1 + 0,01(1 - K_0)(12 - W)], \quad (5.2)$$

де K_0 - коефіцієнт об'ємного всихання, %; W - вологість зразка, %.

Завдання 5.2. *Визначити і порівняти середню густину деревини різних порід.*

Дослід 5.3. *Визначення границі міцності деревини на стиск вздовж волокон*

Цей дослід проводять на таких же зразках, що й визначення середньої густини на гідравлічному пресі, доводячи зразок до руйнування (рис.5.2).

Межа міцності на стиск деревини вздовж волокон при даній вологості визначається за формулою

$$R_w = \frac{F_{\max}}{ab}. \quad (5.3)$$

Визначену межу міцності перераховують на стандартну вологість 12% за формулою:

- для зразків з вологістю, меншою межі гігроскопічності

$$R_{12} = R_w [1 + \alpha (W - 12)], \quad (5.4)$$

де α - коефіцієнт, який приймається рівним 0,04 на 1% вологості, W - вологість зразка в момент випробування, %.

- для зразків з вологістю, яка рівна границі гігроскопічності (30%) або перевищує її

$$R_{12} = \frac{R_w}{K_{12}^{30}}; \quad (5.5)$$

де K_{12}^{30} - коефіцієнт перерахунку при вологості 30%, який дорівнює: 0,4- для берези та ялиці; 0,445- для ялини, модрина, осики і тополі; 0,45 – для сосни і бука; 0,55- для дуба, липи і вільхи.

Завдання 5.3. *Визначити міцність на стиск вздовж волокон деревини різних порід та різної вологості.*

Дослід 5.4. *Визначення межі міцності при статичному згині*

Для визначення межі міцності при статичному згині виготовляють зразки у формі брусків перерізом 20×20 мм і довжиною вздовж волокон 300 мм. При випробуванні зразок кладуть на дві нерухомі опори з відстанню між їх центрами 240 мм. Навантаження переда-

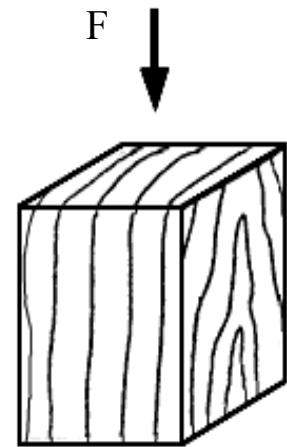


Рис. 5.2. Рисунок до досліді 5.3

ється в одній або двох точках (рис. 5.3).

Зразок випробовують на згин таким чином, щоб згинальна сила була направлена по дотичній до річних шарів тангенціального згину. Одночасно визначають вологість зразка. Межу міцності при статичному згині R_w за даної вологості визначають з точністю до 1 МПа за формулами

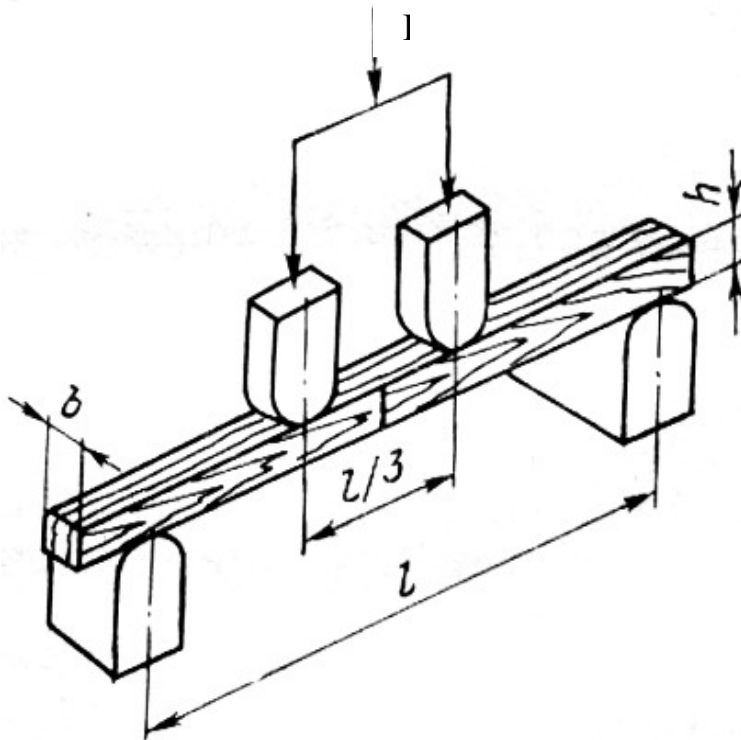


Рис. 5.3. Схема навантаження зразка деревини при випробуванні на статичний згин

- при навантаженні в двох точках $R_w = \frac{F_{\max} l}{bh^2}$; (5.6)

- при навантаженні в одній точці $R_w = \frac{3F_{\max} l}{2bh^2}$.

(5.7)

Межу міцності зразків перераховують на вологість 12%.

Визначають міцність деревини різних порід, отримане значення приводять до стандартної вологості.

Завдання 5.4. *Визначити міцність на згин деревини різних порід.*

Дослід 5.5. *Визначення межі міцності при сколюванні вздовж волокон*

Для визначення межі міцності при сколюванні вздовж волокон зразки вирізають таким чином, щоб річні шари на торцях були паралельні площині сколювання при тангенціальному і перпендикулярній при радикальному сколюванні (рис. 5.4). Утворені річні шари повинні бути паралельні довгим ребрам зразка. Перед випробуванням штангенциркулем вимірюють по очікуваній площині сколювання ширину зразка b і довжину сколювання l .

Межу міцності при сколюванні в тангенціальній і радикальній площині при вологості в момент випробування визначають за формулою:

$$R_w = \frac{F_{\max}}{bl} \quad (5.7)$$

Межа міцності при сколюванні також повинна бути приведена

до стандартної вологості деревини 12%. Визначають міцність деревини різних порід, приводять до стандартної вологості.

Завдання 5.5. Визначити міцність при сколюванні деревини різних порід.

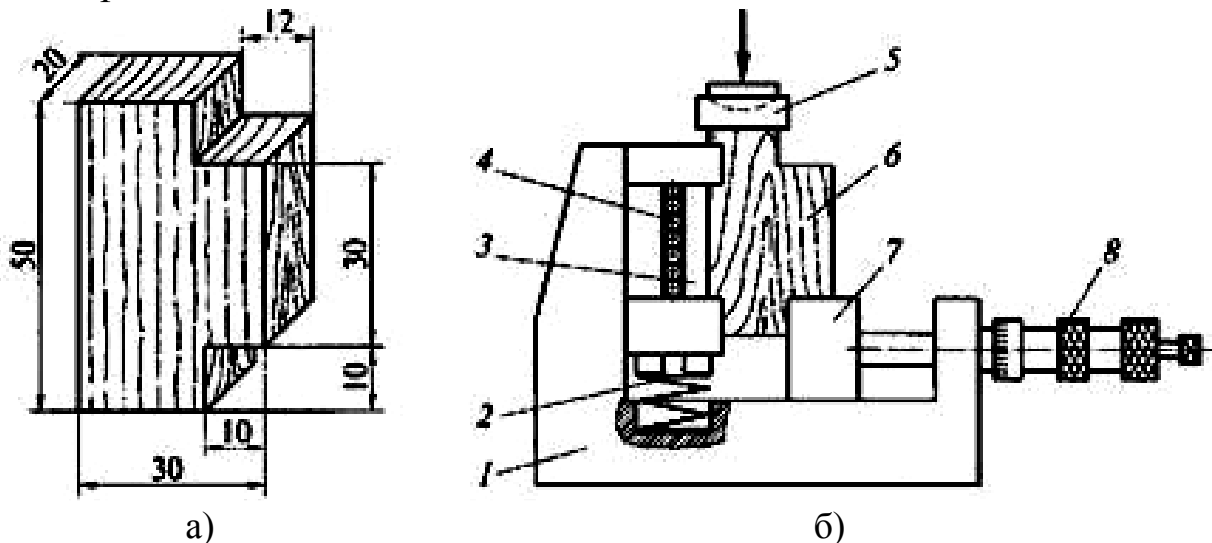


Рис. 5.4. Зразок для випробування на сколювання в тангентальній площині (а) і пристрій для закріплення зразка (б):

1 - корпус, 2 - пружина, 3 - рухлива планка; 4 - ролики; 5 - натискна призма з кульовою опорою; 6 - зразок для випробування на сколювання в радіальній площині; 7 - рухома опора; 8 - пристрій для притиску рухомої опори

В. Питання до захисту

1. Намалуйте та назвіть перерізи стовбура деревини.
2. Які породи деревини називають заболонними?
3. Які породи деревини називають породами зі стиглою деревиною?
4. Вкажіть переваги деревини як конструкційного матеріалу.
5. Вкажіть недоліки деревини як конструкційного матеріалу.
6. В чому полягає анізотропність міцнісних властивостей деревини?
7. Яку властивість деревини називають усиханням?
8. Напишіть та розшифруйте формулу визначення коефіцієнту об'ємного усихання деревини.
9. Яке значення стандартної вологості деревини?
10. Напишіть та розшифруйте формулу визначення усихання деревини.
11. Якими параметрами визначаються естетичні властивості деревини?
12. Що таке межа гігроскопічності деревини та яке її значення?
13. Наведіть приклади вад деревини.
14. Як змінюється густина деревини при зменшенні вологості?
15. Назвіть основні породи деревини, поширені в на території Укра-

їни, та вкажіть сферу їх використання в архітектурно-будівельній практиці.

16. Напишіть та розшифруйте формулу перерахунку середньої густини зразків деревини на густину зразків стандартної вологості.
17. Як змінюються міцнісні показники деревини при зменшенні вологості?
18. Як визначається рівноважна вологість деревини?
19. Які речовини називають антисептиками?
20. Які речовини називають антипіренами?
21. Що таке вади деревини? Назвіть приклади вад.
22. Напишіть та розшифруйте формулу визначення міцності на згин деревини.
23. Напишіть та розшифруйте формулу перерахунку міцності зразків деревини на міцність зразків стандартної вологості.
24. Замалюйте схему визначення міцності деревини при сколюванні вздовж волокон.
25. Які види декоративної обробки деревини вам відомі?

Г. Практичні завдання

Завдання 5.6. Використовуючи колекцією порід деревини та довідкові дані, замалювати торцевий та тангентальний перерізи 3-4-х найбільш поширених в архітектурно-будівельній практиці порід деревини, вказати їхні властивості та сферу використання. Результати представити у вигляді таблиці.

Назва породи	Торцевий переріз	Тангенціальний переріз	Основні властивості (колір, міцнісні показники, густина)	Сфера використання

Завдання 5.7. Використовуючи колекцією порід деревини та довідкову літературу, замалювати основні вади деревини та вказати причини їхньої появи.

Завдання 5.8. Визначити орієнтовно межу міцності при стиску повздовж волокон і при статичному згині зразків деревини сосни і дуба, якщо відомо, що кількість m пізньої деревини у них становить відповідно 20 і 80%. Кількість пізньої деревини, m , %, підраховується на торцевих зрізах деревини вимірюванням пізньої зони річних шарів із точністю до 0,1 мм на відстані 15–20 мм.

Для розв'язку використовуємо емпіричні формули.

- для деревини сосни: $R_{ст12}=0,6 \cdot m+30$; $R_{зг12}=1,4 \cdot m+56$;
- для деревини дуба: $R_{ст12}=0,32 \cdot m+29,5$; $R_{зг12}=0,43 \cdot m+47,5$.

Лабораторна робота № 4

Визначення властивостей керамічних матеріалів

А. Загальні відомості

Глина, замішана з певною кількістю води, утворює глиняне тісто, яке має зв'язність та пластичність, здатне в процесі випалу утворювати міцний штучний камінь, який називається *керамікою*.

Керамічні маси містять крім глини різні добавки, що впливають на властивості керамічного матеріалу: спіснюючі, пороутворюючі добавки, пігменти, тощо.

Основними технологічними операціями при виготовленні керамічних матеріалів є приготування сировинної шихти, формування сирцю, сушіння та випал.

Залежно від виду вихідної сировини і продукції, що виготовляються, розрізняють три способи *формування* керамічних виробів:

- *напівсухий* – з керамічних прес-порошків вологістю 8...10%, ущільнюваних під тиском в сталевих прес-формах (цегла звичайна і камені, вогнетривка цегла);
- *пластичний*: з керамічної маси вологістю 20...25 % вироби формують на стрічкових шнекових пресах (цегла і камені повнотілі і порожнисті, черепиця, лицювальна плитка);
- *шлікерний* з керамічної маси вологістю 45...60% (шлікеру) шляхом лиття (лицювальна плитка, санітарно-технічна вироби).

Сушіння ($t^{\circ} \approx 90^{\circ}C$) має на меті знизити усадочні деформації та запобігти можливому розтріскуванню матеріалу при наступному випалі. Під час *випалу* ($t^{\circ} \approx 950 \dots 1000^{\circ}C$) утворюється структура керамічного матеріалу, яка визначає його властивості, в т.ч. міцність.

Більшість керамічних виробів мають пористу структуру черепка (цегла звичайна, керамічна плитка для стін), щільну структуру мають плитка для підлоги, кислототривка цегла.

Для конструкційно-опоряджувальних та опоряджувальних виробів виконують декоративну обробку. Розрізняють механічну обробку, ангобування глазурування, серіографію (друк), декалькоманію, шовкографію.

Основними конструкційними керамічними матеріалами є цегла рядова повнотіла та порожниста і камені порожнисті.

За середньою густиною у сухому стані цеглу й камені поділяють на три групи:

- ефективні, які поліпшують теплотехнічні властивості стін ($\rho \leq 1450$ кг/м³; $\lambda \leq 0,46$ Вт/(м·°С));
- умовно-ефективні ($\rho \leq 1450 \dots 1600$ кг/м³, $\lambda = 0,46 \dots 0,58$ Вт/(м·°С));
- звичайна цегла ($\rho \leq 1600 \dots 1900$ кг/м³, $\lambda \geq 0,58$ Вт/(м·°С)).

Цеглу та камені поділяють на марки залежно від границі міцності на стиск: М75 (7,5 МПа), 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, марки за морозостійкістю – F15, 25, 35, 50.

Лицьова повнотіла і порожниста цегла має якісну зовнішню поверхню, лицьовими гранями є ложок і поперечник. Розрізняють двошарову, фактурну, глазуровану, ангобовану, фігурну лицьову цеглу.

Найпоширеніший опоряджувальний керамічний матеріал - керамічні плити - які за призначенням поділяють на 3 групи: фасадні, для внутрішнього опорядження та для підлог. Сучасні різновиди плиток керамічних: котто, коттофорте, грес, та ін.

Серед інших поширених керамічних матеріалів виділяють черепицю керамічну, вироби санітарно-технічної, декоративно-художньої кераміки, вироби спеціального призначення (кислототривкі, вогнетривкі, клінкерна цегла).

Б. Методика виконання дослідів

Дослід 7.1. Оцінка якості цегли за зовнішнім виглядом та розмірами

Під час зовнішнього огляду встановлюють наявність недопалу чи перепалу в контрольній цеглі, для чого порівнюють відібрані зразки з еталоном (нормально випалена цегла). Світліший колір цегли за еталоном ("яскраво-червона" цегла) та глухий звук при ударі по цеглі молотком свідчать про наявність недопалу. Перепалена цегла характеризується оплавленням та спученням, і, як правило, викривленням, на зламі має бурий колір. Після зовнішнього огляду вимірюють довжину, ширину і товщину цегли, а також визначають викривлення поверхонь і ребер, наявність та довжину тріщин.

Тріщини на лицьовій поверхні лицьових виробів, а також тріщини та розшарування по контакту фактурного шару з основною масою виробів не допускаються. На лицьових поверхнях не повинно бути відколів, плям, вицвітів та інших дефектів, видимих на відстані 10 м на відкритому майданчику при денному освітленні.

Колір та інші показники зовнішнього вигляду лицьової поверхні

виробів повинні відповідати затвердженому в установленому порядку або погодженому із споживачем зразку-еталону.

Загальна кількість рядових виробів з дефектами, що перевищують допустимі (наведені вище), включаючи парний половняк, не повинна бути більше 5%.

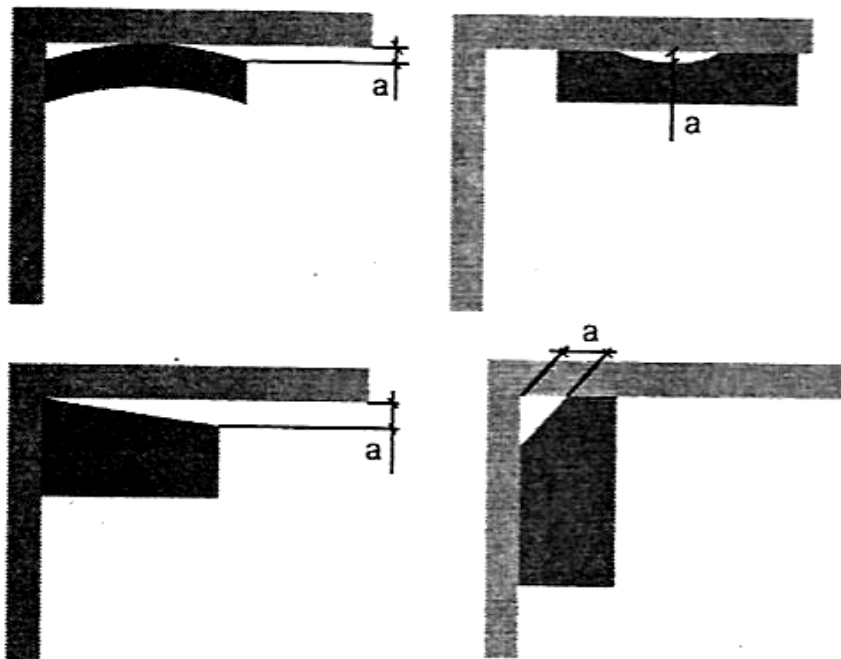


Рис. 7.1. Способи вимірювання дефектів цегли
(а – вимірювана величина)

ють допустимі (наведені вище), включаючи парний половняк, не повинна бути більше 5%. Парним половняком вважають вироби, що складаються із парних половинок або мають тріщини більше допустимих ДСТУ Б В.2.7-61-97.

Для рядових виробів вапняні вклучення (“дутики”), які викликають після

пропарювання зруйнування виробів або їх поверхонь, або відколи на їх поверхні розміром за найбільшим виміром від 5 до 10 мм у кількості більше трьох штук на одному виробі, не допускаються.

Завдання 7.1. Оцінити відповідність ДСТУ Б В.2.7-61-97 представлених зразків керамічної цегли за зовнішнім оглядом та обміром.

Дослід 7.2. Визначення марки цегли

Марку цегли за міцністю встановлюють за значенням границь міцності на стиск і згин, каменю – тільки на стиск відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-61-97.

Схеми випробувань цегли зображено на рис. 7.2. Випробовують по 5 шт. зразків на стиск і на згин. Значення міцності визначають за формулами (4.1) і (4.2). Середнє значення межі міцності визначають як середнє арифметичне. Також записують мінімальний результат випробувань.

Марку цегли можна також орієнтовно визначити за допомогою польових методів. З висоти росту людини (150...170 см), цеглину по-стілью кидають на землю (не на бетонну або дерев'яну підлогу!). Якщо цеглина розколюється, її марка нижче 75 і для будівництва вона не придатна; б) способом тресту Мосбуду: цеглину поміщають на дві опори-бруски, які розміщені на відстані 20...21 см один від другого.

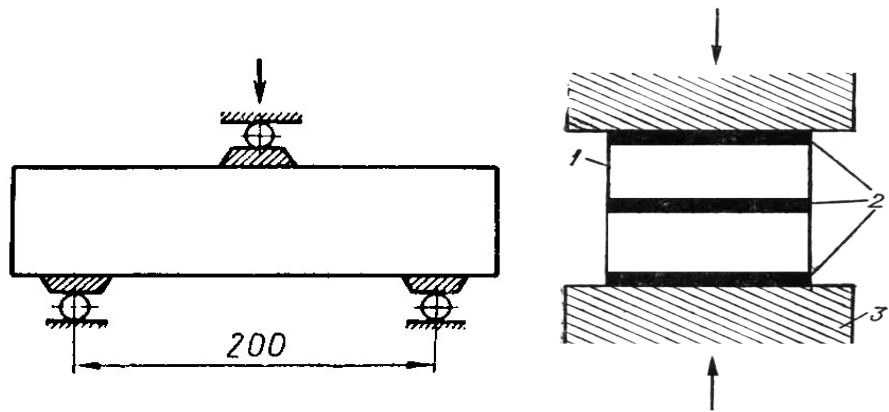


Рис. 7.2. Визначення межі міцності цегли на згин та стиск: 1 – цеглина (половинка цеглини), 2 – прокладки, 3 – пластини преса

Або на середину цеглини скидають вантаж вагою 4...4,5 кг з різної висоти (як вантаж можна використати іншу цеглину). Марку цегли можна визначити орієнтовно, користуючись даними таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Висота падіння вантажу, см	5...6	10...12	16...18	24...26	40	Близько 50
Марка цегли (МПа x 10)	75	100	125	150	200	300

Завдання 7.2. Визначити межю міцності звичайної цегли на стиск та згин лабораторним та польовим методами. Порівняти отримані результати.

Дослід 7.3. Оцінка якості керамічної глазурованої плитки для внутрішнього облицювання за зовнішнім виглядом та розмірами

За формою плитки керамічні глазуровані для внутрішнього облицювання стін поділяються на квадратні, прямокутні і фігурні.

Відхилення від номінальних розмірів плиток повинні бути не більше, %: за довжиною, шириною - $\pm 0,8$; за товщиною: для плиток довжиною до 150 мм включно - ± 10 , для плиток довжиною понад 150 мм - ± 8 .

Колірний тон, малюнок і рельєф лицьової поверхні плиток повинні відповідати нормативним вимогам. Загальна кількість допустимих дефектів на одній плитці не повинна перевищувати: 2 – на плитках I сорту, 3 – на плитках II сорту. Для перевірки розмірів і форми відбирають 25 зразків.

Довжину і ширину плитки вимірюють штангенциркулем по двох гранях лицьової поверхні на відстані не менше 5 мм від грані. *Товщину* плитки вимірюють штангенциркулем в чотирьох точках на відстані не менше 15 мм від середини кожної грані до краю плитки. За товщину приймають середнє арифметичне значення з чотирьох вимірювань.

Викривлення лицьової поверхні вимірюють: при увігнутій поверхні – заміром калібром найбільшого зазору між лицьовою поверхнею плитки і ребром металевої лінійки, що поставлена по діагоналі; при опуклій поверхні – заміром найбільшого зазору між лицьовою поверхнею плитки, що поставлена по діагоналі і спирається одним кінцем на калібр (рівний допустимій величині викривлення). Так само проводять контроль викривлення граней.

Косокутність плитки визначають за допомогою косинця з кутом 90° і довжиною сторін не менше довжини граней плитки, вимірюючи чого калібру чи інших вимірювальних інструментів з точністю до 0,1 мм. Для цього косинець прикладають по черзі до граней плитки і вимірюють калібром найбільший зазор між другою контрольованою гранню плитки і внутрішнім краєм косинця. Косинець прикладають таким чином, щоб одна грань плитки щільно прилягала до горизонтального боку косинця, а друга – торкалася вертикальної.

Завдання 7.3. *Оцінити відповідність представлених зразків керамічної глазурованої плитки для внутрішнього облицювання нормативним вимогам.*

Дослід 7.4. *Контроль лінійних розмірів і правильності форми плиток керамічних для підлоги*

За формою керамічні плитки для підлоги поділяються на квадратні, прямокутні, шести-, восьмигранні та фігурні.

Відхилення від номінальних розмірів плиток повинні бути не більше, %: за довжиною, шириною: для плиток до 100 мм включно - $\pm 1,5$; понад 100 мм - ± 1 ; за товщиною: для плиток від 4 до 9 мм включно - ± 10 , для плиток від 9 до 13 мм - ± 8 мм.

Відхилення від форми плиток від прямокутності і кривизна (відхилення від площинності) не повинні перевищувати 0,5%.

Загальна кількість допустимих дефектів на одній плитці повинна бути не більше двох.

Завдання 7.4. *Оцінити відповідність представлених зразків керамічної плитки для підлоги нормативним вимогам.*

В. Питання до захисту

1. Перерахуйте в логічному порядку основні технологічні етапи виготовлення керамічних матеріалів.
2. Вкажіть основні компоненти сировинних сумішей для виготовлення керамічних матеріалів.
3. Вкажіть за якими класифікаційними ознаками поділяють керамічну цеглу та камені?
4. Назвіть відомі вам види декоративної обробки керамічних матеріалів.
5. Що таке ангоб?
6. Що таке глазур?
7. Який вид декоративної обробки керамічних матеріалів називають серіографією?
8. Який вид декоративної обробки керамічних матеріалів називають декалькоманією?
9. Який вид декоративної обробки керамічних матеріалів називають шовкографією?
10. В чому полягають відмінності лицьової цегли від рядової?
11. Вкажіть різновиди керамічної плитки за призначенням.
12. Який матеріал називають керамічним гранітом? Вкажіть його особливості порівняно із звичайною керамічною плиткою.
13. Назвіть переваги і недоліки керамічної черепиці в порівнянні з іншими покрівельними матеріалами.
14. Наведіть приклади архітектурно-художніх керамічних виробів.
15. Наведіть приклади керамічних виробів спеціального призначення.
16. Що таке майоліка?
17. Що таке фаянс?
18. Що таке коттофорте?
19. Які властивості визначають марку цегли керамічної?
20. Яким чином визначають орієнтовну міцність цегли в польових умовах?
21. Які параметри фіксують при оцінці зовнішнього вигляду керамічної цегли?
22. Які параметри фіксують при оцінці зовнішнього вигляду керамічної плитки для підлог?
23. Які дефекти недопустимі на поверхні фасадних керамічних плиток?
24. Які дефекти недопустимі на поверхні глазурованих керамічних плиток для внутрішнього лицювання?

Г. Практичні завдання

Завдання 7.5. Користуючись даними ДСТУ Б В.2.7-61-97. Цегла та камені керамічні рядові лицьові. Технічні умови, розшифрувати умовні позначення керамічних стінових виробів:

Цегла КРПв- 1/100/1650/15

Камінь КР - 10/150/1390/15

Цегла КРПр - 2/125/1350/25

Камінь КЛ - 10/50/1390/15.

Завдання 7.6. Оберіть, керамічну плитку за наведеними нижче критеріями зносостійкості, коефіцієнту тертя та хімічної стійкості для наступних цілей:

- облицювання внутрішніх стін у житловому приміщенні;
- облицювання підлог у хімічній лабораторії;
- облицювання підлог у торговельному центрі.

Зносостійкість

Група	Позначення	К-сть обертів без видимих пошкоджень	Призначення	Приміщення
0	РЕІ 0	-	тільки для стін	
1	РЕІ I	150	низька інтенсивність руху у м'якому взутті	ванна та ін. приміщення з відсутністю забруднення
2	РЕІ II	300-600	низька інтенсивність руху	житлові приміщення, крім кухні і коридору
3	РЕІ III	750-1500	приміщення з рухом середньої інтенсивності	кухні, коридори, лоджії
4	РЕІ IV	більше 1500	громадські приміщення з рухом середньої інтенсивності	парадні в під'їздах, торговельні зали, офіси
5	РЕІ V	більше 12000	громадські приміщення з рухом високої інтенсивності	магазини, ресторани та інші місця з високою відвідуваністю

За стійкістю до дії побутової хімії та кислот плитку поділяють на 5 класів: АА – впливу хімічних речовин не піддається; А – стійка до дії хімічних речовин; В – середньої стійкості; С – стійкість низька; D - нестійка.

Коефіцієнт тертя (плитка для підлоги)

Коефіцієнт тертя	Кут нахилу, градуси (умовної підлоги, на якій предмети зберігають стійкість)	Призначення
R9	<10	Не використовувати в якості підлогового покриття
R10	Від 10 до 19	Гаражі, галереї, криті тераси-приміщення з малою швидкістю руху
R11	Від 20 до 27	Пральні, душові, санвузли
R12	Від 28 до 35	Промислові кухні, автомийки, цехи харчової продукції
R13	Вище 35	Спеціалізовані зони промислових підприємств, басейни

Завдання 7.7. Порівняти теплопровідність звичайної керамічної цегли масою $m_1=3,5$ кг, одинарної і потовщеної силікатної цегли масою відповідно $m_2=4$ кг і $m_3=5$ кг, а також пустотілого силікатного каменю масою $m_4=6,2$ кг. Розміри звичайної керамічної і одинарної силікатної цегли $l_{1,2}=250\text{мм} \times b_{1,2}=120\text{мм} \times h_{1,2}=65$ мм, потовщеної силікатної цегли – $l_3=250\text{мм} \times b_3=120\text{мм} \times h_3=88$ мм і пустотілого силікатного каменю – $l_4=250\text{мм} \times b_4=120$ мм $\times h_4=138$ мм. Для розрахунку використати формулу В.П.Некрасова

$$\lambda = 1,16 \cdot \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot d^2} - 0,16 .$$