

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
імені Володимира Даля

**КАФЕДРА БУДІВНИЦТВА, УРБАНІСТИКИ ТА ПРОСТОРОВОГО ПЛАНУВАННЯ**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт з дисципліни  
«БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

*(для здобувачів вищої освіти  
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»)*

*(Електронне видання)*

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
на засіданні кафедри будівництва,  
урбаністики та просторового  
планування

Протокол № 9 від 25.03.2025 р.

Київ - 2025

## УДК 691:620.1

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» (для здобувачів вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія») (Електронне видання) / Уклад.: М.В. Білошицький, Н.І. Білошицька. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2025. – 47 с.

Методичні вказівки до лабораторних спрямовано на вивчення і засвоєння здобувачами практичних основ з дисципліни «Будівельне матеріалознавство», з метою формування знань і навичок з визначення проблем, резервів та напрямків ознайомлення здобувачів з принципами і методами вирішення проблем дослідження будівельних матеріалів, пов'язаних зі стрімким розвитком будівельної галузі, а також нормативної документації в галузі.

Сформульовані цілі та задачі експериментальних лабораторних випробувань основних будівельних матеріалів та наведено методики їх проведення. Вказані необхідні прилади, устаткування і матеріали для виконання лабораторних робіт. Наприкінці кожної теми наведено питання для контролю з підготовки здобувачів.

Укладачі: М.В. Білошицький, к.т.н., доцент кафедри БУПП  
Н.І. Білошицька, к.т.н., доцент кафедри БУПП

Рецензент: П.Є. Уваров, к.т.н., доцент

## ЗМІСТ

Вступ	4
<b>1. Лабораторна робота № 1. Визначення основних властивостей будівельних матеріалів</b>	5
<b>2. Лабораторна робота № 2. Цегла глиняна звичайна</b>	13
<b>3. Лабораторна робота № 3. Будівельний гіпс</b>	19
<b>4. Лабораторна робота № 4. Повітряне вапно</b>	24
<b>5. Лабораторна робота № 5. Портландцемент</b>	28
<b>6. Лабораторна робота № 6. Дрібний заповнювач</b>	38
<b>7. Лабораторна робота № 7. Крупний заповнювач</b>	42
<b>Список рекомендованої літератури</b>	76

## ВСТУП

Процес підготовки та виконання лабораторних робіт з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» включає: самостійну роботу з рекомендованою літературою; відвідування настановних лекцій та практичних занять.

Лабораторні роботи виконують в окремому зошиті, вони повинні бути акуратно оформлені, написані чітко і ясно. Для зауважень рецензента необхідно залишати поля. У кінці роботи наводяться висновки та список використаних джерел, ставиться дата та підпис автора. Виконані роботи захищають до екзаменаційної сесії під час занять або в години консультацій.

Лабораторні заняття проводяться за розкладом. Здобувачі, які з поважних причин не виконали лабораторну роботу разом із групою, повинні відпрацювати її індивідуально. Кожна лабораторна робота оформляється в робочому зошиті, підписується студентом та затверджується викладачем.

**Метою** виконання лабораторних робіт з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» є засвоєння студентами теорії та практики проведення досліджень фізико-механічних властивостей будівельних матеріалів, та виробів, ознайомлення з будовою спеціального обладнання і набуття навичок із техніки проведення випробувань руйнівними та неруйнівними методами контролю.

У результаті виконання лабораторних робіт з дисципліни «Будівельне матеріалознавство» студенти мають набути:

- знання фізико-механічних властивостей будівельних матеріалів та технічно обґрунтованого вибору їх залежно від умов експлуатації виробів на їх основі;
- знання принципів технології отримання в'язучих речовин із заданими властивостями, одержування на їх основі штучного каменю, контролю якості в'язучих речовин;
- знання методів та методик визначення фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей, уміння аналізувати результати дослідження з метою оптимізації технологічних параметрів для одержання в'язучих речовин.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**  
**«ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ**  
**МАТЕРІАЛІВ»**

**Мета роботи:**

Студент повинен придбати:

**Навички:**

- визначення основних фізичних властивостей будівельних матеріалів;
- роботи з застосовуваними приладами і обладнанням;
- обробки результатів випробувань.

**Вміння:**

- встановлювати загальну залежність між характеристиками фізичних властивостей матеріалів;
- аналізувати отримані результати, оцінювати вплив структури досліджуваних матеріалів на їх експлуатаційні властивості;
- робити висновки про раціональне застосування матеріалів.

**Прилади і приладдя на одну бригаду:**

1. Колба Ле-Шательє-Кандло.
2. Термометр.
3. Скляний стакан для води.
4. Лист целофану або кальки.
5. Лист простого паперу.
6. Дріт діаметром 2 мм для внесення порошку.
7. Сито з 900 отв/см<sup>2</sup> в зборі.
8. Фарфорова ступка з товкачем.
9. Технічні ваги з різновагами.
10. Ваги торгові з різновагами.
11. Ваги технічні для гідростатичного зважування.
12. Бензин.
13. Скляний мірний циліндр на 250 мл.

14. Лінійка.
15. Фарфорова чашка з парафіном.
16. Пензлик.
17. Тонкий(волосяний) в'язальний дріт з міді.
18. Воронка ЛОВ з літровим циліндром.

### **Методика виконання роботи:**

#### *1. Визначення істинної щільності матеріалів стандартним способом.*

Поміщаючи в фарфорову ступку невеликими дозами, грубо стовчений матеріал розтерти в тонкий порошок, що проходить через сито з 900 отв/см<sup>2</sup>.

Взяти наважку матеріалу, що пройшов через сито у кількості 60...70 г (точність зважування 0,01 г).

Налити в колбу Ле-Шательє-Кандло (рис. 1) бензину до нижньої мітки, з якої повинна поєднуватися нижня частина меніска рідини.

Якщо випробовуваний матеріал хімічно не реагує з водою, то можна налити воду в колбу Ле-Шательє-Кандло.

Зважений порошок обережно пересипати на аркуш кальки або целофану, потім невеликими порціями поступово всипати його в колбу. Одночасно спостерігати за рівнем рідини, що підіймається, не допускаючи утворення заторів матеріалу.

Пробки, якщо вони утворюються, розбивати легким постукуванням. Коли рівень бензину досягає верхньої мітки, припинити сипання матеріалу в колбу. При дотриманні цієї умови об'єм рідини, що знаходиться між верхньою і нижньою мітками колби, буде дорівнює абсолютному об'єму порошку, що був всипаний – 20 см<sup>3</sup>.

Залишок порошку зважити з точністю до 0,01 г і по різниці між результатами першого і другого зважувань визначити масу порошку, що був всипаний в колбу.

Результати зважувань записати в зошит, обчислити дійсну щільність матеріалу за наведеною в робочому зошиті формулою.

2. Визначення істинної щільності польовим методом.

Зважити 150 г піску на торгових вагах з точністю до 1 г. Зважений пісок висипати на аркуш паперу.

У мірний циліндр залити 150 мл води (за нижнім краєм меніска), обережно висипати пісок і помітити новий рівень рідини. По різниці рівнів рідини визначити абсолютний об'єм піску. Результати записати в робочий зошит. Обчислити дійсну щільність піску, результати обчислень занести до таблиці 1.

Таблиця 1.

Результати випробувань

№ з/п	Матеріал	Маса матеріалу, $m$ , г	Початковий об'єм рідини, $V_1$ , см <sup>3</sup>	Кінцевий об'єм рідини, $V_2$ , см <sup>3</sup>	Абсолютний об'єм матеріалу, $V_a$ , см <sup>3</sup>	Істинна щільність, $\rho = \frac{m}{V_a}$ , г/см <sup>3</sup>

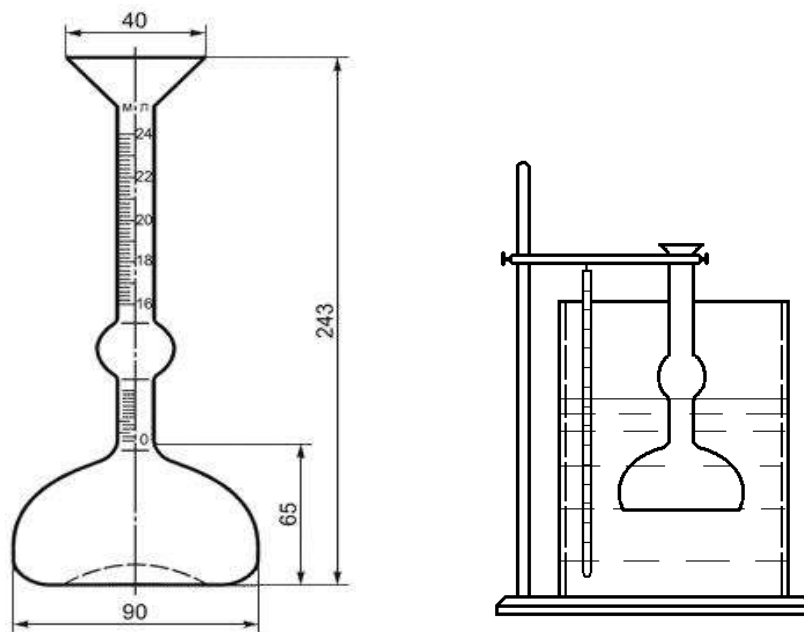


Рис. 1. Колба Ле-Шательє-Кандло

3. Визначення середньої щільності матеріалів неправильної геометричної форми.

Зразок зважити на технічних вагах разом зі шматком тонкого дроту.

Невеликим щетинним пензлем тонким шаром нанести на поверхню зразка розплавлений парафін. Дати охолонути і знову зважити зразок разом з шматком дроту. Прив'язати зразок за допомогою дроту на лівій чашці ваг для гідростатичного зважування (рис. 2), занурити у воду і знову зважити.

Результати зважувань записати в робочий зошит і по формулі обчислити середню густину матеріалу.

Щільність парафіну  $0,93 \text{ г/см}^3$  ( $930 \text{ кг/м}^3$ ), густина води  $1 \text{ г/см}^3$  ( $1000 \text{ кг/м}^3$ ).

Об'єм чистого матеріалу:

$$V_e = \frac{m_1 - m_2}{\rho_e} = \frac{m_1 - m}{\rho_n}$$

Середня щільність матеріалу

$$\rho_0 = \frac{m}{V_e}$$

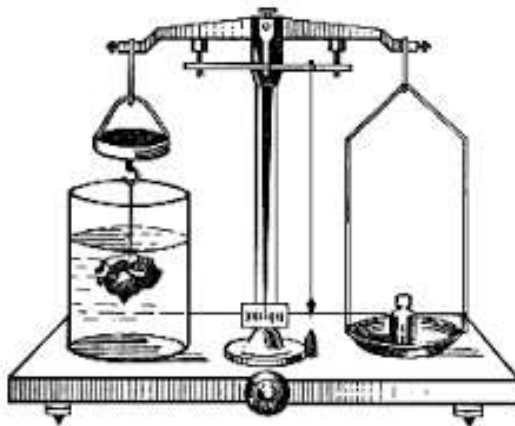


Рис. 2. Ваги технічні для гідростатичного зважування

#### 4. Визначення насипної щільності сипучих матеріалів.

Насипати пісок у воронку ЛОВ (рис. 3). Зважити циліндр ємністю 1 л, поставити його під вихідний отвір воронки точно по центру. Відкрити вихідний отвір воронки. Після наповнення циліндра піском (з надлишком) закрити вихідний отвір воронки. Надлишок піску зняти від центру в дві сторони ребром

металевої лінійки. Циліндр з піском зважити. Обчислити насипну щільність, результати обчислень занести до таблиці 2.

Таблиця 2

Результати випробувань

№ з/п	Матеріал	Маса порожнього циліндра, $m_1$ , Г	Маса циліндра з матеріалом, $m_2$ , Г	Об'єм матеріалу, $V$ , см <sup>3</sup>	Маса матеріалу, $m$ , Г	Насипна щільність, $\rho_n = \frac{m}{V}$ , г/см <sup>3</sup>

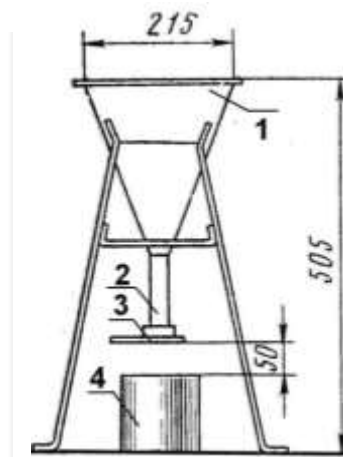


Рис. 3. Воронка ЛОВ: 1 – воронка; 2 – калібрований патрубок; 3 – заслінка; 4 – мірний циліндр об'ємом 1 літр

5. Визначення пористості.

За отриманими результатами істинної і середньої щільності обчислити пористість за формулою:

$$n = \left( 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) * 100\%$$

6. Визначення водопоглинання

**Водопоглинання** – це властивість матеріалів вбирати та утримувати воду. Водопоглинання характеризується ступенем заповнення об'єму матеріалу водою (об'ємне водопоглинання). Однак часто прийнято виражати водопоглинання по відношенню до маси матеріалу у сухому стані.

**Прилади та матеріали:** технічні ваги з різновагами, шафа для сушіння, ванна з водою для насичення зразків, електроплитка, зразки матеріалів.

### **Хід роботи:**

Зразки висушують до постійної маси у шафі для сушіння при температурі 105...110°C, потім охолоджують на повітрі до нормальної температури, визначають розміри зразків, зважують їх і укладають у ванну з водою на перфоровану підставку так, щоб шар води над зразками був не менш 2 см, і залишають на 48 год при нормальній температурі. Після цього зразки виймають з води, витирають вологою тканиною і знову зважують. Масу води, що витекла на чашу терезів, включають до маси насиченого водою зразка. Водопоглинання по масі обчислюють за формулою:

$$W_m = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \cdot 100\%,$$

де  $m_1$  – маса водонасиченого зразка, кг;

$m_2$  – маса сухого зразка, кг.

Водопоглинання по об'єму обчислюють за формулою:

$$W_v = \frac{m_1 - m_2}{V \cdot \rho_{\text{води}}} \cdot 100\%,$$

де  $V$  – об'єм зразка, дм<sup>3</sup>.

Такий спосіб не забезпечує заповнення усіх пор матеріалу водою, якщо зразок матеріалу характеризується розвиненою пористістю. У такому випадку водопоглинання визначається методом кип'ятіння.

### Хід роботи:

Висушені до постійної маси зразки матеріалу занурюють у ванну з водою так, щоб рівень води перевищував верх зразків не менше ніж на 2 см, і нагрівають воду до кипіння. У ванні потрібно встановити ґратки для того, щоб вода вільно циркулювала між зразками та дном ванни. У киплячій воді зразки витримують впродовж 4 год, після чого їх охолоджують до 30°C, виймають з води, обтирають вологою тканиною, зважують та обчислюють водопоглинання.

Водопоглинання обчислюють як середнє арифметичне трьох визначень для однорідних матеріалів та п'яти визначень для неоднорідних матеріалів.

Результати визначень заносять до табл. 1.8 та будують графік залежності  $W_m = f(\gamma)$ .

Таблиця 3

№№ п/п	Матеріал	Маса сухого зразка $m_2$ , кг	Маса водо- насиченого зразка $m_1$ , кг	Об'єм зразка, дм <sup>3</sup>	Водо- поглинання по масі $W_m$ , %	Водо- поглинання по об'єму $W_V$ , %	Щільність $\gamma$ , кг/дм <sup>3</sup>

### 7. Визначення вологості матеріалів

**Вологістю** називають кількість води, яка міститься у порах та на поверхні пор матеріалу, виражену у відсотках до його маси у сухому стані.

З підвищенням вологості матеріалів зростає їх теплопровідність, а міцність зменшується внаслідок послаблення зв'язків між частками.

**Прилади та матеріали:** технічні ваги з різновагами, шафа для сушіння, зразки матеріалів.

### Хід роботи:

Зразки матеріалу зважують, потім висушують у шафі для сушіння при температурі 105...110°C до постійної маси, після чого знову зважують з точністю

до 0,1 г.

Вологість матеріалів по масі обчислюється за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100\%,$$

де  $m_1$  – маса зразка вологого матеріалу, кг;

$m$  – маса зразка сухого матеріалу, кг.

### **Контрольні питання для захисту виконаної лабораторної роботи:**

1. Які експериментальні дані треба мати, щоб розрахувати справжню щільність матеріалу?
2. Від чого залежить істинна щільність матеріалу?
3. Які експериментальні дані треба мати, щоб розрахувати середню щільність матеріалу?
4. Як розрахувати середню щільність зразка правильної і неправильної форми?
5. Від чого залежить середня щільність матеріалу?
6. Істина і середня щільність матеріалу. Що в цих показниках загальне і що різне?
7. Що таке щільність? Як визначити цей показник?
8. З якою метою визначають пустотність матеріалів?
9. Який вплив чинять відкрита і закрита пористість на морозостійкість матеріалу?
10. Який вплив робить відкрита і закрита пористість на тепло - і звукопровідність матеріалів?
11. Яка існує залежність між водопоглинанням за об'ємом і загальною пористістю матеріалу? Чи завжди ця залежність справедлива?
12. Чи можливо орієнтовно визначити область застосування матеріалу (виробу), якщо відомо його водопоглинання?
9. Методика визначення водопоглинання.
10. Методика визначення вологості матеріалів.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 «ЦЕГЛА ГЛИНЯНА ЗВИЧАЙНА»

### **Мета роботи:**

Студент повинен придбати:

1 Навики:

- контролю зовнішнього вигляду керамічних виробів;
- визначення фізико-механічних властивостей керамічної цегли стандартними методами;
- роботи з випробувальними приладами і обладнанням.

2. Вміння:

- аналізувати отримані результати досліджень;
- встановлювати залежності фізико-механічних властивостей керамічних матеріалів від різних факторів: сировини, технології отримання.

Прилади і приладдя на одну бригаду:

1. Чаша для замішування цементу.
2. Лопаточка кругла.
3. Підставка пластмасова під цеглу.
4. Два шматки скла, що мають розміри трохи більше цегли.
5. Ніж.
6. Папір газетний.
7. Лінійка.
8. Косинець.
9. Ваги торгові з різновагами.
10. Гідравлічний прес.

### **Методика виконання роботи:**

*1. Визначення якості цегли за зовнішніми ознаками.*

Взяти чотири цеглини, пронумерувати, оглянути і перевірити за такими ознаками:

- 1) лінійні розміри по довжині, ширині і товщині;
- 2) наявність викривлень граней і ребер на постелі і по ложку;
- 3) наявність і кількість наскрізних тріщин;
- 4) наявність і величину відбитостей кутів;
- 5) ступінь випалу;
- 6) наявність дутиків.

Ступінь викривлення граней і ребер встановлюють за допомогою косинця і лінійки з точністю до 1 мм.

Результати огляду записати в таблицю 4.

Зважити цеглини, визначити середні значення маси і об'єму.

Зробити висновок про відповідність зовнішніх ознак вимогам ДСТУ.

Таблиця 4

Визначення якості цегли по зовнішнім ознакам

Показники ознак	Характеристика зразків				Середнє значення	Припустимі відхилення
	1	2	3	4		
Довжина а, см						±5
Ширина у, см						±4
Товщина h, см						±3
Об'єм V, см <sup>3</sup>						
Викривлення: по постелі, мм:						3
по ложку, мм:						4
Тріщини наскрізні, шт.						
Відбитості: Кількість						
Величина, см						2
Дутики						5...10 мм не більш 3-х
Маса, кг						

## *2. Визначення границі міцності при стисканні.*

З відібраних цеглин вибрати дві однакових або близьких по довжині та ширині і замочити їх у воді.

Приготувати цементне тісто, яке має консистенцію густої сметани.

На пластмасову підставку покласти лист паперу змоченого водою так, щоб під папером не було повітря. На цей папір покласти цементне тісто, укласти на нього одну цеглу, злегка притискаючи її з таким розрахунком, щоб шар тіста не перевищував 3 мм. Верхню постіль цегли теж покрити цементним тістом і укласти на неї, злегка притискаючи, другу цеглу. Шар тіста між цеглинами повинен бути не більше 5 мм. Верхню постіль другої цегли теж покрити цементним тістом і притиснути склом, покритим змоченим папером. Шар тіста повинен бути не більше 3 мм.

Зразок до випробування витримати в закритому приміщенні при температурі  $15 \pm 5^\circ\text{C}$ .

Перед випробуванням на стиск виміряти площу зразка по площині з'єднання цеглин.

Обчислити границю міцності при стисканні за наведеною формулою:

$$R_{cm} = 3Pl/2bh^2$$

## *3. Визначення границі міцності при згині.*

Межу міцності при вигині цегли визначають шляхом випробування її на тьохточковий згин по схемі роботи балки, що вільно лежить на двох опорах з зосередженим вантажем посередині прольоту в 20 см.

Взяти цеглу та на ложковій площині розмітити наступним чином: вимірявши довжину цегли по ложку, відзначити точкою середину, провести лінію через точку, від середини цегли відкласти по 10 см в обидві сторони, відзначити точками цю відстань і провести через точки лінії. Цеглу замочити на 10...20 хвилин.

На стіл покласти скло, скло – дві смужки мокрого паперу на відстані 20 см між центрами. На ці смужки покласти цементне тісто товщиною приблизно 3 мм.

Цеглу покласти постіллю на цементне тісто. На верхню постіль нанести смужку посередині цементного тіста товщиною 3 мм. На тісто зверху покласти смужку мокрого паперу, попередньо покладеного на скло, і притиснути. Через деякий час зняти скло, відтягнувши його по площині, паралельній ложку. Залишивши смужки паперу на цементному тісті, зрізати його надлишок.

Зразки витримати в закритому приміщенні при температурі  $15\pm 5^\circ\text{C}$ . Для випробування застосовують спеціальні опори у вигляді призм із закругленими ребрами. Встановивши опори на пресі, випробувати зразки. Обчислити границю міцності при згині. Зробити висновок про марку цегли за межею міцності на вигин і стиск.

Загальний вигляд зразка, підготовленого до випробувань на стиск і вигин, представлений на рис. 4. Відхилення від паралельності опорних поверхонь зразка, яке визначається по максимальній різниці будь-яких двох його вершин, не повинно перевищувати 2 мм.

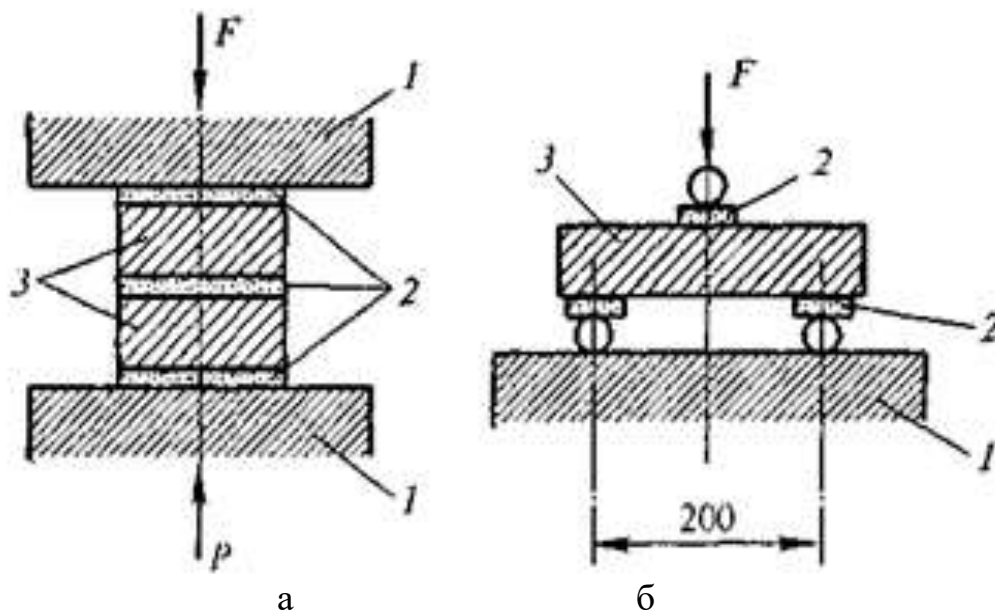


Рис. 4. Схема випробувань цегли на стиск (а) і вигин (б) при визначенні його марки по міцності: 1 – плита преса; 2 – вирівнюючий матеріал; 3 – цегла

#### *4. Визначення водопоглинання цегли.*

На одній цеглині написати олівцем номер групи та прізвище бригадира і покласти на кілька днів у воду. При випробуванні час знаходження цегли у воді має бути не менше 38 годин.

Переписати з таблиці зовнішніх ознак лінійні розміри і масу сухої цегли. На наступному занятті вийняти цеглу з води і зважити.

Обчислити водопоглинання по масі і за об'ємом за формулами:

Водопоглинання по масі:

$$W_m = 100\% \cdot (m_g - m_c)/m_c$$

Водопоглинання по об'єму:

$$W_V = (m_g - m_c)/V_c$$

Прискорений спосіб визначення водопоглинання полягає в тому, що на поверхню матеріалу капають воду або чорнило. Водопоглинання оцінюють по швидкості вбирання краплі. При водопоглинанні до 3% крапля практично не всмоктується, при 5...8% – частково всмоктується, більше 10% – крапля швидко вбирається.

#### *5. Визначення середньої щільності і коефіцієнта теплопровідності.*

Взяти середнє значення маси і середнє значення об'єму цегли з таблиці. Обчислити середню щільність цегли і коефіцієнт теплопровідності за формулою Некрасова.

$$\lambda = 1.16 \cdot \sqrt{0.0196 + 0.22d^2} - 0.16$$

#### *6. Зробити висновок про відповідність цегли вимогам ДСТУ Б В.2.7-61:2008*

### **Контрольні питання для захисту виконаної лабораторної роботи:**

1. З якою метою в будівництві застосовують керамічну цеглу?
2. Які показники характеризують якість керамічної цегли?
3. Який висновок про якість цегли можна зробити за результатами візуального огляду?
4. Як визначити марку цегли?
5. Що означає вираз – марка по міцності цегли 75, 100, 300?
6. Які показники характеризують якість матеріалу, застосовуваного для зовнішнього оздоблення (облицювання) будівель?
7. Від чого залежить щільність керамічних виробів?
8. За рахунок яких технологічних прийомів можна підвищити теплоізоляційні властивості стінових матеріалів?
9. Основні переваги керамічної цегли перед іншими видами стінових матеріалів.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### «БУДІВЕЛЬНИЙ ГІПС»

#### **Мета роботи:**

Студент повинен придбати:

#### 1. Навички:

- визначення основних показників якості будівельного гіпсу;
- роботи з застосовуваними приладами і обладнанням.

#### 2. Вміння:

- аналізувати отримані результати;
- оцінювати відповідність досліджуваного гіпсу вимогам стандарту;
- обґрунтовувати запропоноване маркування гіпсу і його цільове призначення.

Прилади і приладдя на одну бригаду:

1. Чаша порцелянова.
2. Дерев'яна лопатка.
3. Віскозиметр Суттарда.
4. Ваги торгові з різновагами.
5. Металева чаша.
6. Аркуш паперу або целофану.
7. Прилад Віка для визначення строків тужавіння.
8. Ваги технічні з різновагами.
9. Сито з сіткою № 02 з кришкою і дном.
10. Мірний скляний циліндр.

#### **Методика виконання роботи:**

##### *1. Визначення нормальної густини гіпсового тіста.*

На торгових вагах відважити 300 г будівельного гіпсу і висипати його на папір або целофан. Відміряти мірним циліндром воду (50...70% від маси гіпсу). Воду вилити в фарфорову чашу. Поступово всипати гіпс у воду, одночасно

помішуючи протягом 30 с. Отриману однорідну масу залишити в спокої на 1 хвилину.

Циліндр віскозиметра Суттарда (рис. 5) і скляну пластинку змочити чистою водою (без надлишку), встановити циліндр в центрі диска. Через 1 хв гіпсове тісто різко перемішати 1...2 рази, швидко вилити масу в циліндр, зрівняти поверхню ножом з краями, витративши на це не більше 30 с. Циліндр підняти різким строго вертикальним рухом знизу вгору.



Рис. 5. Віскозиметр Суттарда

Тісто розпливається в конусоподібний корж, величина якого залежить від консистенції гіпсового тіста.

Нормальну густоту має гіпсове тісто, яке дає корж діаметром близько 180 мм. Отримавши такий корж, обчислити нормальну густоту (НГ). В іншому випадку дослід повторити з більшою або меншою кількістю води.

Результати досліджень занести до таблиці 5.

## Діаметр розпливу гіпсового тіста

Номер замісу	Кількість води, $M_B$ , мл	Діаметр розпливу, мм

*2. Визначення тонкості помелу.*

Зважити на технічних вагах 50 г висушеного гіпсу, висипати його на сито і, закривши сито кришкою, просіяти гіпс протягом 15 хв до тих пір, поки гіпс вже не буде просіватися.

Залишок на ситі зважити на технічних вагах. Обчислити тонкість помелу (ТП) за формулою:

$$Tn = \frac{m_2}{m_1} * 100\% =$$

Зробити висновок про сорт гіпсу по ТП. Ще сорт визначається за межею міцності на вигин і стиск балочок 40×40×160 (мм). Маючи три визначення, виводять сорт гіпсу.

*3. Визначення термінів тужавіння.*

Перевірити, чи вільно пересувається стрижень приладу Віка (рис. 6) для визначення строків тужавіння. Перевірити також нульове показання приладу, для чого привести голку приладу в зіткнення з пластинкою, на якій розташоване кільце. Вказівна стрілка повинна бути на нулі. У разі відхилення від нуля шкали приладу необхідно відкалібрувати показник.

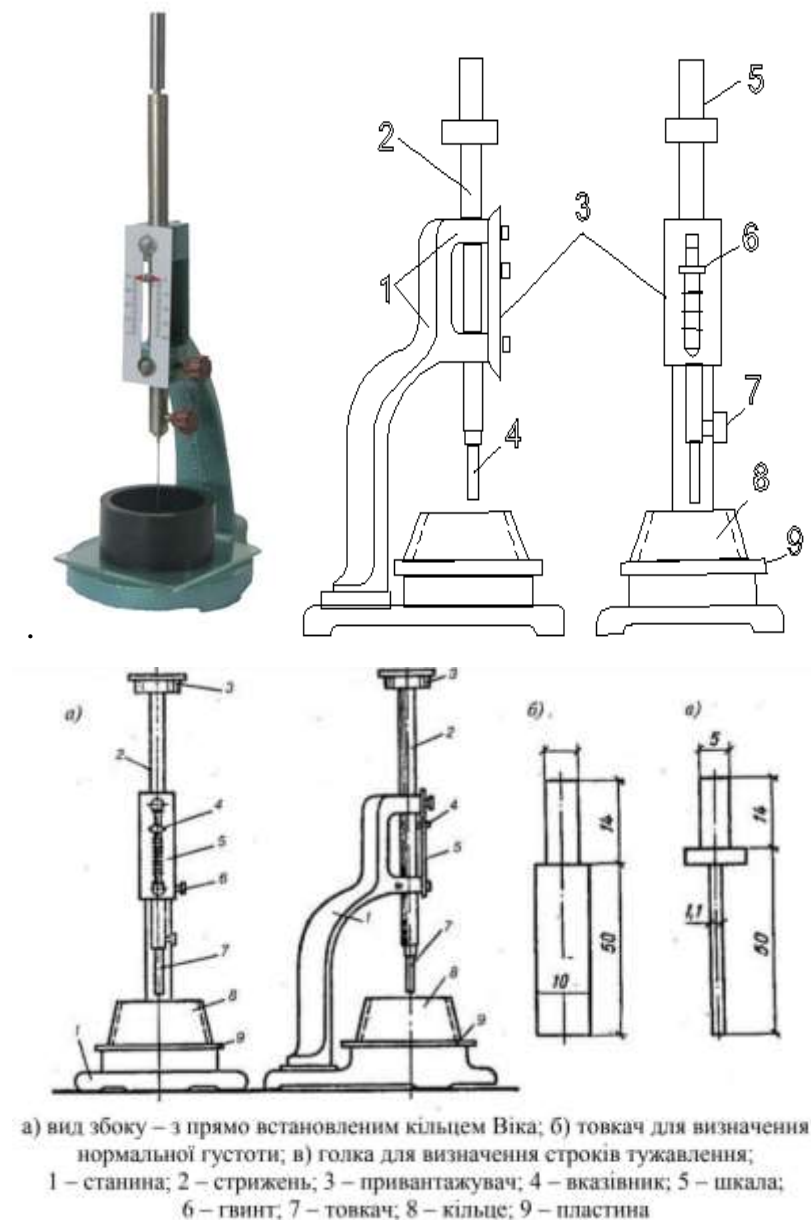


Рис. 6. Прилад ОГЦ-1, призначений для визначення нормальної густини цементного тіста і термінів тужавіння цементного і гіпсового тіста:

- 1 – станина; 2 – стрижень; 3 – шкала; 4 – голка; 5 – тримач;
- 6 – покажчик; 7 – гвинт; 8 – кільце; 9 – скляна пластина

В фарфорову чашу налити воду, кількість якої відповідає нормальній густоті гіпсового тіста.

На торгових вагах з точністю до 1 г зважити 300 г будівельного гіпсу, висипати його на кальку. Після цього рівномірно протягом 30 с висипати гіпс у чашу з водою, інтенсивно перемішуючи суміш лопаткою. При цьому зафіксувати

час за годинником. Готове тісто налити в кільце приладу Віка, попередньо змастивши його машинним маслом, і надлишок гіпсу зрізати ножом.

Кільце помістити під голку, привести її в зіткнення з поверхнею тіста, закріпити стрижень стопорним пристроєм. Опустити голку через кожні 30 с, кожного разу змінюючи місце опускання голки і ретельно витираючи її. Відзначити початок тужавіння (коли голка вперше не дійде до дна). Записати час, що минув з моменту замішування, і глибину занурення голки (в міліметрах) в таблицю. Через кожні 30 с продовжувати опускати голку, визначити кінець тужавіння (коли голка увійде в тісто не більше, ніж на 0,5 мм).

Результати досліджень занести до таблиці 6, відзначаючи час за годинником.

Таблиця 6

Результати досліджень.

Параметр	Час		Глибина занурення голки, мм
	Год.	Хв.	
Момент замішування по годинам			
Час початку тужавіння			
Час закінчення тужавіння			

4. Зробити висновок про відповідність гіпсу вимогам ДСТУ Б В.2.7-82:2010

**Контрольні питання для захисту виконаної лабораторної роботи:**

1. Як визначити тонкість помелу гіпсу?
2. Чому тонкість помелу є однією з важливих характеристик гіпсу?
3. Які прилади використовують для визначення строків тужавіння та нормальної густоти гіпсу?
4. Чому для отримання гіпсового тіста необхідно води набагато більше, ніж

потрібно для гідратації гіпсу?

5. Від чого залежить нормальна густина гіпсового тіста?
6. Як визначити терміни тужавіння гіпсу?
7. Чому терміни тужавіння є важливими характеристиками гіпсу?
8. Який вплив має вміст води в гіпсовому тісті на терміни тужавіння і міцність гіпсового каменю?
9. Як впливає вологість гіпсових виробів на їх міцність?
10. Назвіть основні області застосування будівельного гіпсу.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

### **«ПОВІТРЯНЕ ВАПНО»**

#### **Мета роботи:**

Студент повинен придбати:

1. Навички:
  - визначення основних будівельних показників якості вапна;
  - роботи з приладами та обладнанням, що використовуються при виконанні лабораторної роботи.
2. Вміння:
  - оцінювати якість повітряного вапна і відповідність показників вимогам стандарту;
  - обґрунтувати раціональну область використання досліджуваної в'язучої речовини.

Прилади і приладдя на одну бригаду:

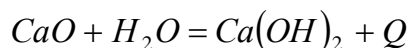
1. Металева підставка-ковадло.
2. Молоток.
3. Посудина Дьюара.
4. Піпетка Мора на 20 мл.
5. Ваги технічні з різновагами.

6. Сито з сіткою № 063.
7. Чаша порцелянова.
8. Дерев'яна лопатка.
9. Аркуш цупкого паперу.
10. 1 Н розчин соляної кислоти.

**Методика виконання роботи:**

*1. Визначення непогашених зерен (НЗ).*

Вапно кипілка гаситься за рівнянням:



Якщо прийняти кількість води у вапняному тісті рівним 50% від вапна-пушонки ( $0,5 \times 74$  г), то 100 г вапна будуть відповідати  $x$  г вапняного тіста:

$$x = \frac{74 + 0,5 \cdot 74}{56} \cdot 100 = 198 \approx 200 \text{ г},$$

де  $M_{\text{CaO}} = 56$  та  $M_{\text{Ca}(\text{OH})_2} = 74$ .

Взяти вапняного тіста 200 г, відповідних 100 г негашеного вапна, розбавити тонким струменем води до консистенції вапняного молока і, розтираючи шматочки вапна, поступово перенести непогашені зерна на сито № 063, попередньо поставлене під чашу із вапняним тістом.

Залишок на ситі перенести на аркуш цупкого паперу і висушити при температурі 105...110°C.

Після висушування залишок зважити і обчислити кількість непогашених зерен за формулою:

$$\text{НЗ} = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100\% =$$

На непогашені зерна подіяти розчином соляної кислоти, визначити – скипівший залишок при дії HCL (складається з частинок недопаленого  $\text{CaCO}_3$ ) або не скипівший (оплавлений  $\text{CaO}$ ).

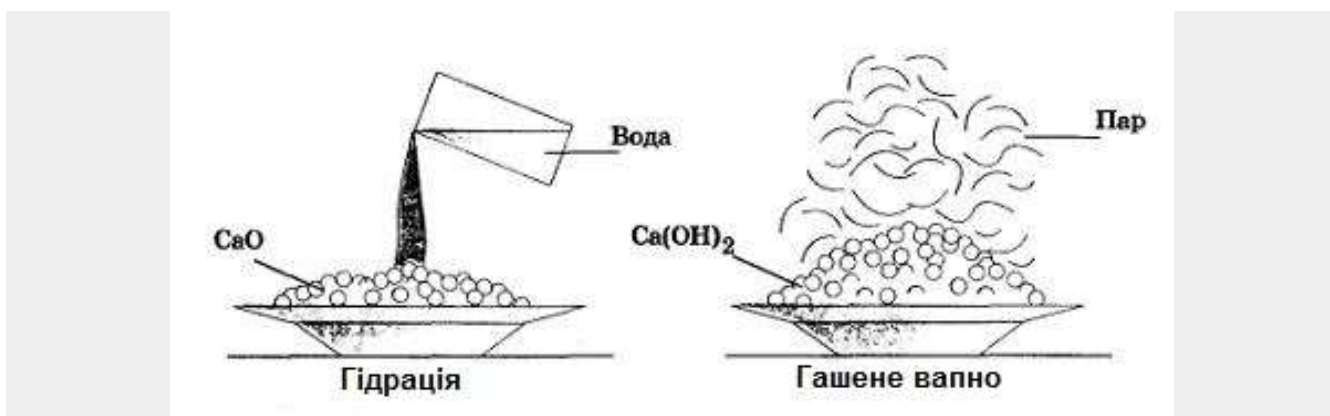
Результати спостережень записати в робочий зошит. За кількістю непогашених зерен зробити висновок про характер цих зерен і сорт досліджуваного вапна.

## 2. Визначення швидкості і температури гасіння.

Подрібнити 15...20 г комового вапна до розміру 1...2 мм. На технічних вагах зважити 10 г подрібненого вапна і всипати в посудину Дьюара (рис. 7). Набрати піпеткою 20 мл води, яка має температуру  $20^\circ\text{C}$ , і влити її в посудину Дьюара, рівномірно змочивши все вапно. Закрити посудину пробкою, вставивши термометр так, щоб ртутна кулька занурювалася в суміш. Суміш збовтати, потім залишити в спокої.

Записати в зошит час додавання води. Кожні 30 с. відзначати зміну температури. За термін гасіння приймається час (хвилини), що минув від моменту додавання води до початку зниження максимальної температури.

Під час гідрації оксиди кальцію і магнію переходять в гідрати, звідси і назва.



Процес гасіння вапна та формули

При цьому відбувається значний викид теплової енергії, температура при якому досягає  $150^\circ\text{C}$ . Брикетоване вапно розпушується пором, перетворюючись в порошок.

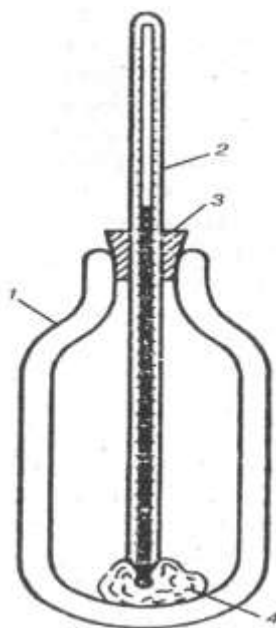


Рис. 7. Посудина Дьюара: 1 – колба з подвійною стінкою; 2 – термометр;  
3 – пробка; 4 – вапно, змочене водою

### СОРТИ ВАПНА ПО ШВИДКОСТІ ГАСІННЯ

Поділ йде на три групи. Час відраховується від моменту з'єднання з водою до процесу термічного згасання. Поділ такий:

швидко-гаснуче – 7-10 хв;

середньо-гаснуче – 15-20 хв;

повільно-гаснуче – понад 25 хв..

### **Контрольні питання для захисту виконаної лабораторної роботи:**

1. Як класифікують вапно з вмістом оксиду магнію?
2. Від чого залежать температура і час гасіння?
3. Чим відрізняється вапно кипілка від вапна пушонки?
4. Як визначити наявність перепалу вапна?
5. Як визначити наявність недопалу вапна?
6. Чому перепал і недопал відносяться до шкідливих домішок, вміст яких обмежується за ДСТУ Б В.2.7-90:2011?
7. Де застосовуються різні види вапна?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### «ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ»

#### **Мета роботи:**

Студент повинен придбати:

#### 1. Навички:

- приготування цементного тіста нормальної густоти;
- приготування цементно-піщаного розчину заданої консистенції;
- виготовлення зразків-балочок;
- проведення лабораторних випробувань;
- роботи з приладами та обладнанням.

#### 2. Вміння:

- аналізувати отримані результати;
- оцінювати якість портландцементу;
- обґрунтовувати раціональну область використання досліджуваного цементу.

Прилади і приладдя на одну бригаду:

1. Прилад Віка в зборі.
2. Сферична металева чаша.
3. Лопатка для перемішування цементного тіста.
4. Торгові ваги з різновагами.
5. Технічні ваги з різновагами.
6. Ніж.
7. Машинне масло.
8. Секундомір.
9. Мірний скляний циліндр.
10. Чотири скляних пластинки зі стороною 10 см.
11. Пропарочний бачок в зборі.
12. Сито з сіткою № 008.

13. Струшувальний столик в зборі.
14. Трамбівка стандартна.
15. Штангенциркуль.
16. Розчинозмішувач.
17. Потрійна форма для виготовлення балок.
18. Вібростіл.
19. Ванна з гідравлічним затвором.
20. Розривна машина МИИ-100.
21. Дві стандартні накладки для випробування половинок балочок.
22. Гідравлічний прес.

### **Методика виконання роботи:**

#### *1. Визначення нормальної густоти (НГ) цементного тіста.*

При закріпленому тримачі і опущеною рухомою частиною приладу Віка (рис. б) до металевої пластинки поставити будь-яку (ліву чи праву) частину стрілки на нуль шкали.

На торгових вагах відважити 400 г цементу. Протерти металеву сферичну чашу злегка віджатою вологою тканиною. Всипати в чашу цемент гіркою і зробити посередині поглиблення. Налити в мірний циліндр 100 мл води. Заливши її в поглиблення в цементі, відразу ж включити секундомір.

Дати воді ввібратися протягом 30 с, засипаючи її цементом, потім у наступні 4 хв. 30 с. приготувати цементне тісто, енергійно розтираючи його лопаткою по дні чаші невеликими порціями. Чашу періодично повертати на 90°.

Через 5 хв. після вливання води в цемент негайно, в один прийом, наповнити кільце цементним тістом. Постукуванням пластинки по краю столу рівномірно заповнити кільце тістом і потім вологим ножом зрізати його надлишок, а поверхню загладити.

Поставити кільце з тістом під товкач приладу Віка. Довести тримач до зіткнення з тістом і опустити рухому частину приладу, давши їй зануритися в тісто протягом 30 с. Глибину занурення (рахуючи від дна) записати у робочому

зошиті.

Наступними замісами домогтися отримання тіста нормальної густоти (товкачик не доходить до дна на 5...7 мм).

Результати занести до таблиці 7.

Таблиця 7.

Результати визначення нормальної густоти.

Номер, замісу	Кількість води, мл	В/Ц	голка не доходить до дна, мм

Нормальну густоту виразити у вигляді водоцементного відношення з точністю до 0,01.

Зобразити прилад Віка.

## *2. Визначення рівномірності зміни об'єму.*

З тіста нормальної густоти взяти чотири порції по 75 г. Скачати руками кульки і помістити їх на змащені тонким шаром масла скляні пластинки. Постукуванням пластинок по столі дати тісту розпливтися діаметром 7...8 см і висотою в центрі 1 см.

Загострити краї коржів змоченим водою ножем.

Приклеїти до коржиків маленькі етикетки із зазначенням групи та прізвищем бригадира і поставити у ванну з гідравлічним затвором (рис. 8).

Замалювати в розрізі бачок для пропарювання (рис. 9).

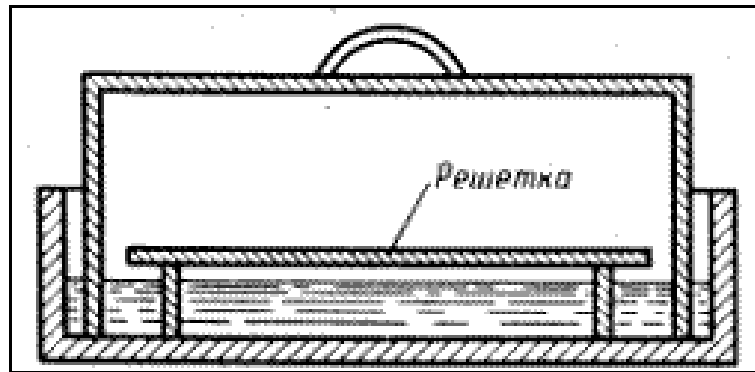


Рис. 8. Ванна з гідравлічним затвором для зберігання зразків

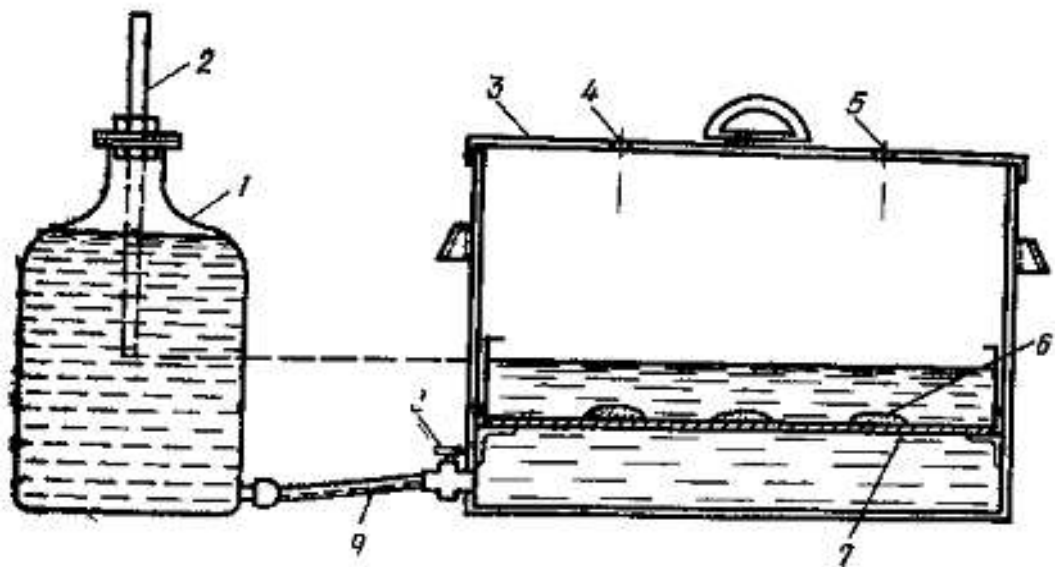


Рис. 9. Бачок для пропарювання цементних коржів:

1 – посудина з водою і регулятором рівня води в бачку; 2 – рухома трубка; 3 – кришка; 4 – отвір для виходу пари; 5 – отвір для термометра; 6 – зразки коржів з цементного тіста; 7 – етажерка; 8 – кран; 9 – гумова трубка

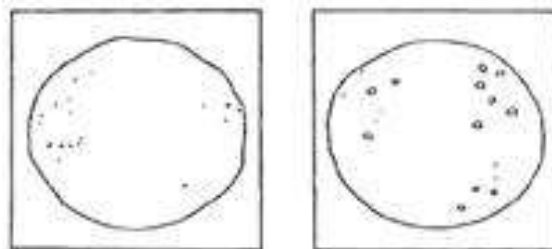


Рис. 10. Коржі, які витримали випробування на рівномірність зміни об'єму

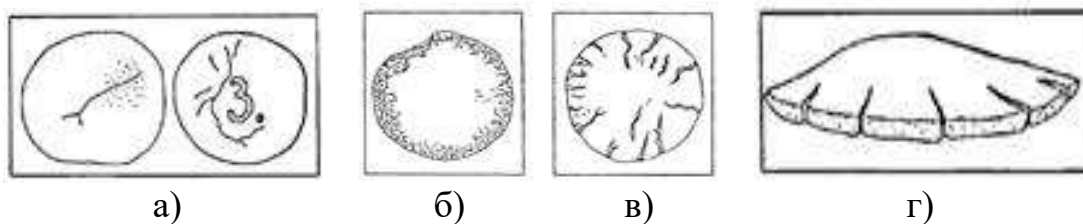


Рис. 11. Коржі, які не витримали випробування на рівномірність зміни об'єму:  
а) руйнування; б) викривлення; в) радіальні тріщини; г) тріщини всихання

### 3. Визначення марки цементу.

Приготування цементного розчину. Відважити на торгових вагах 1500 г піску Вольського з точністю до 1 г і висипати в змочену вологою тканиною сферичну чашу. Туди ж висипати 500 г цементу (П:Ц=3:1).

Ретельно перемішати суміш в сухому стані до отримання рівномірно забарвленої маси без непромішаних грудок піску і цементу. Якщо грудки є, то їх добре видно на гладкій поверхні, зробленою лопаткою.

Відміряти 200 мл води і влити її в лунку цементно-піщаної суміші. Повільно засипаючи воду сумішшю, дати воді ввібратися. Перемішати суміш вручну до отримання маси рівномірної вологості і кольору. Змочити вологою тканиною чашу розчинозмішувача (рис. 12). Рівномірно розподілити в ній суміш.

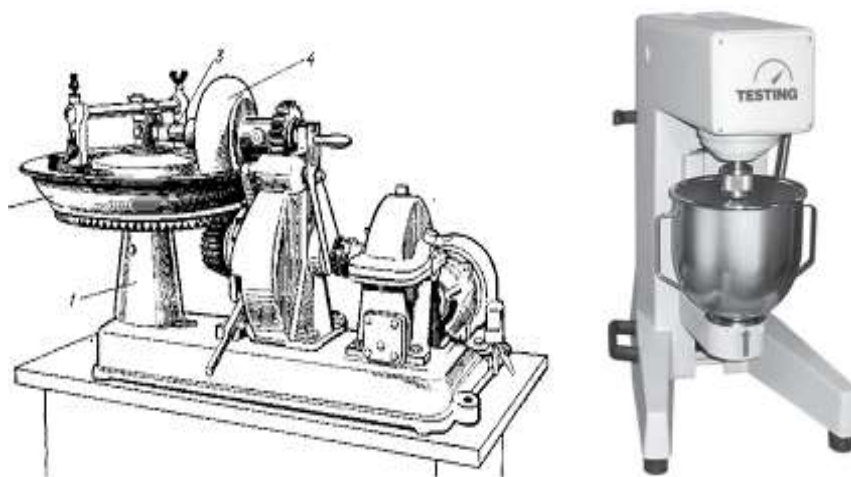


Рис. 12. Розчинозмішувачі лабораторні

Опустивши і закріпивши сталеві лопати, запустити мішалку, через 20 обертів зупинити її і викласти суміш у сферичну чашу.

Зробити ескіз розчинозмішувача у робочому зошиті.

Визначити консистенції цементного розчину за допомогою струшувального столика (рис. 13). Попередньо зволоживши, поставити на форму-конус її насадку і заповнити конус у два шари розчинною сумішшю. Перший шар ущільнити 15-ю штикуваннями, другий верхній – 10-ю. Під час укладання форму-конус притиснути до скла, не даючи їй переміститися з центру столика.



Рис. 13. Струшувальні столики. Механічний і автоматичний

Зняти насадку. Надлишки розчину зрізати ножем врівень з краями конуса. Вертикально вгору зняти конус з розчинної суміші.

Обертаючи ручку столика зі швидкістю 1 оберт за секунду, провести 30 струшувань. Заміряти розплив конуса розчину по нижній основі в двох взаємно перпендикулярних напрямках. Взяти середнє значення.

Кількість води вважається правильно підбраною, якщо діаметр розпливу буде перебувати в межах 106...115 мм.

Зробити ескіз струшувального столика з конусом.

Виготовлення зразка. З підбраного розчину виготовити балочки. Для цього зібрати в чашу весь розчин, ще раз перемішати вручну. Форма для приготування балочок має три гнізда; розмір кожного 40×40×160 (мм) (рис. 14).



Рис. 14. Форма для виготовлення зразків-балочок

У форму, закріплену на вібромайданчику (рис. 15), укласти розчин шаром в 1 см і включити майданчик одночасно з секундоміром. Протягом перших двох хвилин всі три гнізда одночасно і рівномірно заповнити розчином з деяким надлишком. Через 3 хв. після ввімкнення – вимкнуті вібромайданчик.



Рис. 15. Вібростіл лабораторний

Надлишок розчину зрізати вологим ножем та загладити поверхню.

На кожний зразок покласти етикетку (розміром не більше 3×5 см) із зазначенням групи та прізвищем бригадира.

Форму з відвіброваним розчином помістити на добу в ванну з гідравлічним затвором (див. рис. 8).

Зробити ескіз ванни з гідравлічним затвором. Лаборанту через  $24 \pm 4$  год розкрити форми. Простим олівцем перенести написи з етикеток на боки балочок. Помістити балочки в воду на відстані 1 см один від одного. Через два тижні змінити воду.

Випробування зразків. Через 27 діб витримки у воді, а всього через 28 діб після виготовлення, випробувати балочки на згин за допомогою розривної машини МП-100 (рис. 16) або інший. Схема випробування балочок представлена на рис. 17.



Рис. 16. Розривна машина МП-100

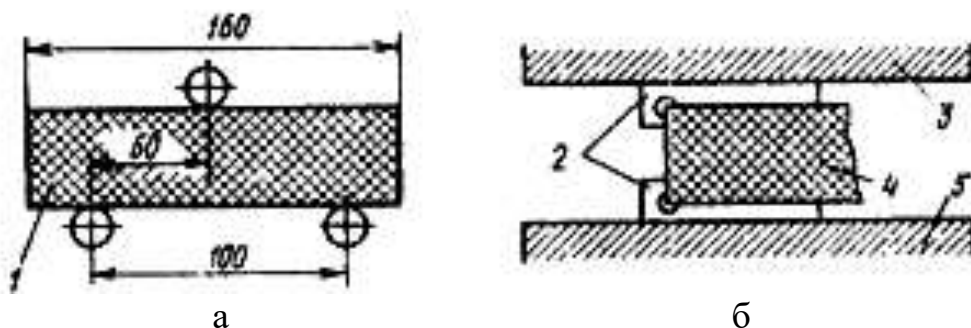


Рис. 17. Схеми випробування зразків балочок на згин (а) і стиснення (б) при визначенні марки цементу: 1 – зразок; 2 – металева накладка; 3, 5 – плита преса; 4 – половинка зразка

Якщо випробування проводяться не через 28, а через –  $n$  діб, то міцність, МПа, перераховується на 28-добову за формулою:

$$R_{28} = R_n \frac{\lg^{28}}{\lg^n}$$

Замалювати схему навантаження балочки.

Половинки балочок за допомогою спеціальних накладок випробувати на стиск. Робоча площа накладки дорівнює  $4 \times 6,25 = 25 \text{ см}^2$ .

Визначення марки цементу. Після закінчення всієї роботи обробити цифрові дані і занести до таблиці 8.

Таблиця 8

Результати розрахунку.

№ з/п	Границя міцності на згин ( $R_{зг}$ ), МПа	Руйнівне навантаження при стиску, $P_{руйн}$ , кгс	$K = \frac{B}{Ц}(\text{роб}) : \frac{B}{Ц}(\text{теор}) =$
1			$R_{32}^{28} = K \cdot R_{32}^n \cdot \frac{\lg 28}{\lg n}$
2			
3			$R_{cm}^n = \frac{P_{руйн}}{S_{зр}}$
4			
5			$R_{cm}^{28} = K \cdot R_{cm}^n \cdot \frac{\lg 28}{\lg n}$
6			
<i>середнє значення</i>			

Міцність на згин знаходиться як середнє арифметичне по двом більшим

значенням.

Для визначення міцності на стиск два найменших значення відкинути і з чотирьох найбільших показань знайти середнє арифметичне.

Марку визначити по таблиці 9.

Таблиця 9.

Визначення марки цементу

Марка цементу	Межа міцності, МПа кгс/см <sup>2</sup>			
	при стисканні		при згині	
300	30	300	4,5	45
400	40	400	5,5	55
500	50	500	6,0	60
600	60	600	6,5	65

**Контрольні питання для захисту виконаної лабораторної роботи:**

1. З якою метою визначають нормальну густоту цементного тіста?
2. На якому приладі та в яких одиницях визначають нормальну густоту цементного тіста?
3. Яка причина можливої нерівномірної зміни об'єму цементу?
4. На суміші якого складу визначають марку цементу?
5. Який режим твердіння використовують при визначенні марки цементу?
6. Як Ви розумієте вислів – марка портландцементу 400, 500?
7. Що називається активністю цементу?
8. Яким чином можна розрахувати орієнтовно марку цементу, зразки якого тверділи 7 діб?
9. З якою метою при визначенні марки цементу попередньо визначають нормовану рухливість цементного розчину?
10. Від чого залежить марка цементу?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### «ДРІБНИЙ ЗАПОВНЮВАЧ»

#### **Мета роботи:**

Студент повинен придбати:

1. Навички:

- визначення основних показників якості піску;
- розрахунку основних показників якості;
- роботи з використовуваними приладами, пристосуваннями, обладнанням.

2. Вміння:

- аналізувати отримані експериментальні дані;
- оцінювати якість дрібного заповнювача і встановлювати можливість

використання для приготування важкого бетону.

Прилади і приладдя на одну бригаду:

1. Ваги торгові з різновагами.
2. Ваги технічні з різновагами.
3. Мірний циліндр ємністю 250 мл.
4. Набір сит з розмірами отворів: 5; 2,5; 1,25 мм, сіток 063; 0,315; 0,14 і дно.
5. Воронка ЛОВ і циліндр ємністю 1 л.

#### **Методика виконання роботи:**

*1. Визначення зернового складу і модуля крупності.*

Відважити 1 кг сухого піску. Просіяти через набір сит (рис. 18). Просіювання вважається закінченим, якщо кожне сито інтенсивно трясти над аркушем паперу і при цьому не спостерігається падіння зерен піску.

Зважити частинні залишки піску на ситах з точністю до 0,1 г.

Дані записати в таблицю 10. Обчислити у відсотках частинні залишки  $a$ , потім – повні залишки  $A$ .

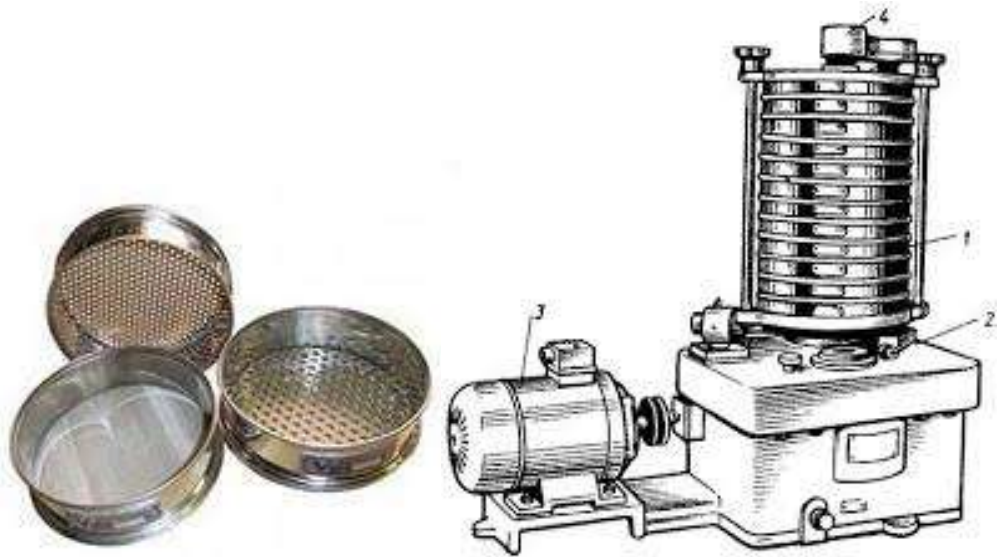


Рис. 18. Набір сит для визначення зернового складу піску

Таблиця 10.

Визначення зернового складу і модуля крупності піску

Розмір отвору сита, мм	Часткові залишки		Повні залишки, <i>A</i> , %
	<i>a</i>	%	
5.00			
2.50			
1.25			
0.63			
0.315			
0.16			
Дно			

На графік (див рис. 19) наносять результати визначення зернового складу конкретного виду піску, і якщо отримана крива просіювання не виходить за межі області, обмеженою стандартом, то пісок придатний для бетону.

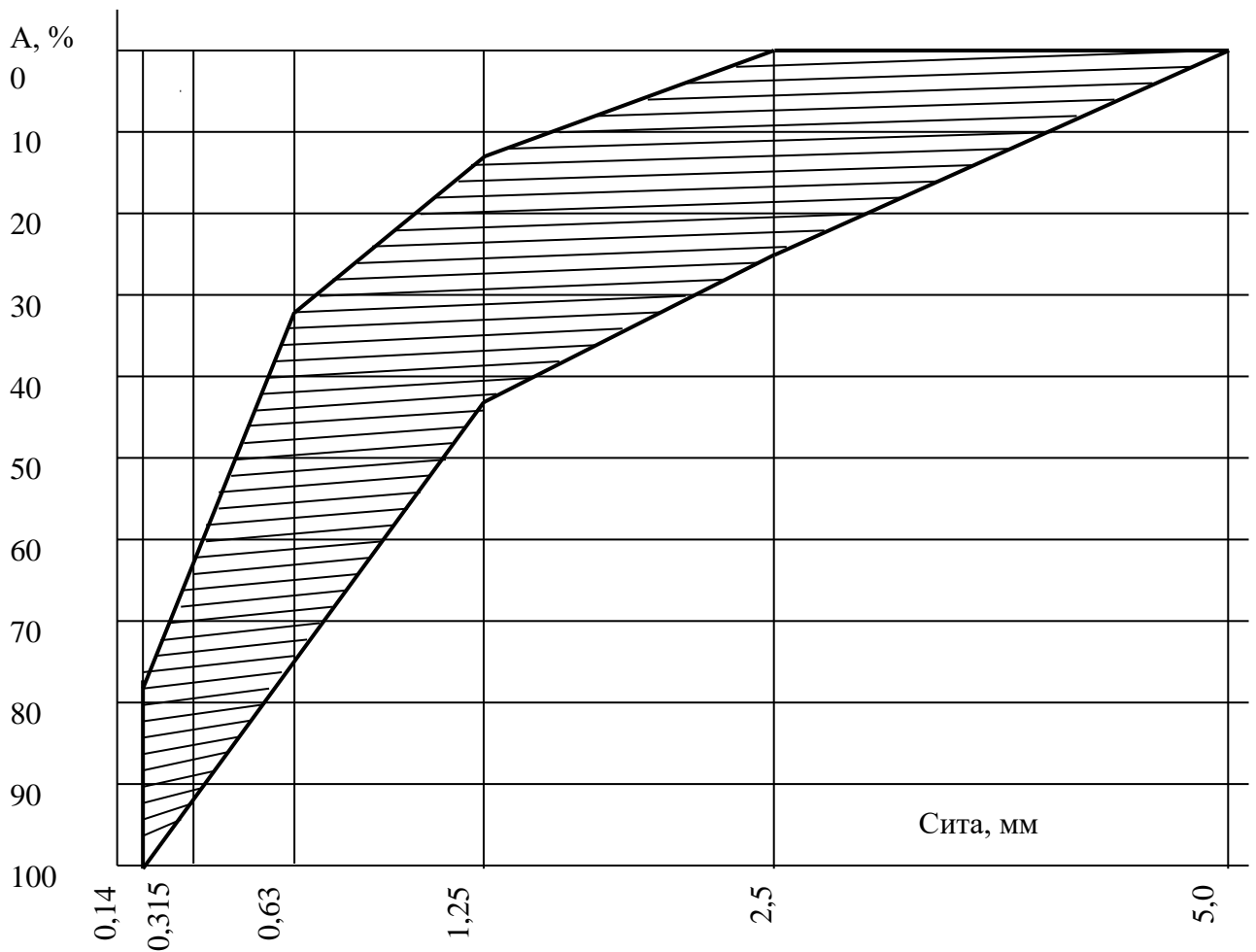


Рис. 19. Графік зернового складу піску

За повними залишками  $A$  обчислити модуль крупності і побудувати криву розсіву піску за формулою:

$$M_{кр} = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}) / 100$$

## 2. Визначення істинної щільності піску.

Зважити 150 г сухого піску, висипати пісок на папір. У мірний циліндр налити 150 см<sup>3</sup> води. Наважку піску обережно всипати в циліндр з водою. Помітити кінцевий рівень води і записати його в робочий зошит, обчислити абсолютний об'єм піску і істину щільність за формулами, наведеними в робочому зошиті.

### *3. Визначення насипної щільності піску в сухому стані.*

Сухий пісок просіяти через сито з отворами 5 мм і засипати в воронку ЛОВ (див. рис. 3). Поставити літровий циліндр під вихідний отвір воронки строго по центру.

Відкрити вихідний отвір воронки до повного заповнення циліндра з надлишком у вигляді конуса. Закрити отвір заслінкою. Зчистити лінійкою, поставленою на ребро, надлишок піску від центру в дві сторони врівень з краями циліндра, не пересуваючи циліндр і не струшуючи його. Зважити пісок, записати дані у зошит. Обчислити щільність піску.

### *4. Розрахунок порожнистості піску.*

За отриманими даними насипної щільності і істинної щільності піску підрахувати за формулою, наведеною в зошиті, величину порожнистості піску в частках одиниці з точністю до  $\pm 0,01$ .

### **Контрольні питання для захисту виконаної лабораторної роботи:**

1. Які експериментальні дані потрібно мати для оцінки придатності піску для бетону?
2. Як визначити модуль крупності піску? З якою метою його визначають?
3. Які домішки містить пісок і як вони впливають на властивості бетону?
4. *Методика визначення істинної щільності піску.*
5. *Методика визначення насипної щільності піску в сухому стані.*
6. Як розрахувати порожнистість піску?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### «КРУПНИЙ ЗАПОВНЮВАЧ»

#### **Мета роботи:**

Студент повинен придбати:

1. Навички:

- визначення основних показників якості щебню;
- розрахунку основних показників якості;
- роботи з використовуваними приладами, пристосуваннями, устаткуванням.

2. Вміння:

- аналізувати отримані експериментальні дані;
- оцінювати якість крупного заповнювача і встановлювати можливість використання його для приготування важкого бетону.

Прилади і приладдя на одну бригаду:

1. Ваги торгові з різновагами.
2. Ваги поштові.
3. Літровий мірний бляшаний циліндр для замочування щебню.
4. Літровий мірний скляний циліндр.
5. Шматок мокрої матерії для промокання щебню.
6. Набір сит з розмірами отворів 70, 40, 30, 20, 10, 5 мм і дно.
7. Сита на 2,5 і 0,2 мм.
8. Бляшана посудина ємністю 10 л.
9. Вузький совок з товстолистової сталі.
10. Дробарка.
11. Електролічильник.
12. Секундомір.

#### **Методика виконання роботи:**

*1. Визначення зернового складу щебню.*

Відважити на торгових вагах 3 кг сухого щебню. Просіяти через набір сит (рис. 20), розташованих одне над іншим у порядку послідовного зменшення розмірів.



Рис. 20. Набір сит для крупного заповнювача

Зважити часткові залишки щебню на ситах. Дані занести в таблицю 11.

Таблиця 11.

Результати досліджень.

Розмір отвору сита, мм	Часткові залишки		Повні залишки $A$ , %
	$a$	%	
40			
30			
20			
10			
5			
Сума			

За повними залишками  $A$ , у відсотках, визначити найбільшу і найменшу крупність щебню.

На графік (див рис. 21) наносять результати визначення зернового складу конкретного виду щебню.

A, %

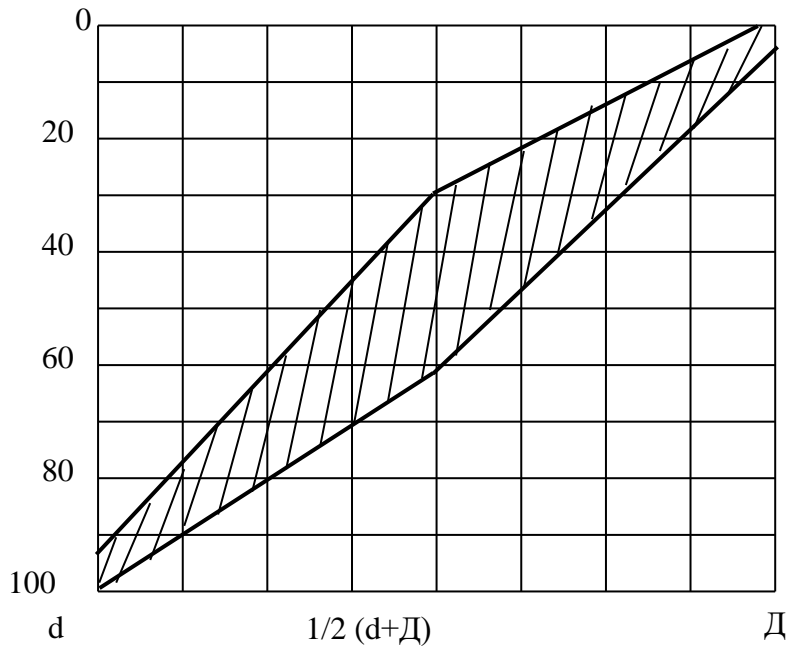


Рис. 21. Графік зернового складу щебню

Якщо отримана крива просіювання не виходить за межі області, обмеженою стандартом, то щебінь придатний до бетону.

*2. Визначення водопоглинання і істинної щільності щебню польовим методом.*

Відважити на торгових вагах 0,5 кг сухого щебню (промитого). Всипати в металеву літрову посудину, залити водою. Через 1,5 год злити воду, висипати мокрий щебінь на вологу тканину і промоканням видалити надлишок води. Зважити вологий щебінь на торгових вагах з точністю  $\pm 1$  г.

Попередньо налити в мірний літровий скляний циліндр  $500 \text{ см}^3$  води. Нахиливши циліндр на  $45^\circ$ , всипати в нього щебінь по стінці. Заміряти рівень води, що піднялася.

Підрахувати в робочому зошиті водопоглинання щебню і його істинну щільність.

### *3. Визначення насипної щільності щебню.*

Зважити на поштових вагах мірний металевий посуд. Вузьким товстостінним сталевим совком з висоти 10 см насипати щебінь в посудину до утворення конуса з щебню вище країв посудини. Руками зняти надлишок щебню врівень з краями посудини без струшування і ущільнення.

Зважити наповнену посудину на поштових вагах. Обчислити насипну щільність щебню з точністю до другого знака після коми.

### *4. Підрахунок порожнистості щебню.*

На основі наявних даних щільності і істинної щільності обчислити за формулою, наведеною в робочому зошиті, величину порожнистості щебню в частках одиниці з точністю до  $\pm 0,01$ .

### *5. Визначення змісту пластичних і голчастих зерен.*

Зважити на торгових вагах 1 кг сухого щебню, потім висипати його на чистий стіл, перебрати вручну, відокремивши пластинчасті і голкові зерна, тобто ті, у яких найбільший розмір в одному напрямку перевищує найменший у іншому у три і більше рази.

Зважити пластинчасті і голкові зерна, поррахувати кількість у відсотках.

### **Контрольні питання для захисту виконаної лабораторної роботи:**

1. За якими показниками оцінюють якість щебню?
2. Як визначити марку крупного заповнювача по міцності? З якою метою його визначають?
3. Як впливає міцність заповнювача на міцність бетону?
4. Як впливає зміст голкових і пластинчастих часток у щебні впливає на якість бетонної суміші і бетону?
5. Який заповнювач – щебінь чи гравій – використовують для отримання високомарочного бетону і чому?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство. - Рівне: НУВГП, 2016. - 448 с. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4741/>
2. Будівельне матеріалознавство: підручник./ [П.В. Кривенко, К.К. Пушкарева, В.Б. Барановський і др.] - К.: "Лири-К". 2012.-624 с.
3. Дворкін Л.Й. Будівельне матеріалознавство (підручник). - Рівне: НУВГП, 2009.-308 с.
4. В'яжучі речовини: /підручник./ Р.Ф. Рунова, Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін, Ю.Л.Носовський. – К.: Основа, 2012. – 448 с.
5. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції: довідник. /За ред. К.К.Пушкарьової). – К.: Асоціація "ВСВБМВ", 2012. – 664 с.
6. Рунова Р.Ф., Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л., Носовський Ю.Л. В'яжучі речовини: Підручник. – К.: Основа, 2012. – 448 с.
7. Кондращенко О.В. Матеріалознавство: навчальний посібник / Олена Володимирівна Кондращенко. – Х.: ХНАМГ, 2007. – 182 с.
8. ДСТУ Б В.2.7-82:2010 Будівельні матеріали. В'яжучі гіпсові. Технічні умови.
9. ДСТУ Б В.2.7-90:2011 Вапно будівельне. Технічні умови.
10. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ).
11. ДСТУ Б В.2.7-248:2011. Матеріали стінові. Методи визначення границь міцності при стиску і згині (ГОСТ 8462-85, MOD). – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 49 с.

Навчальне видання

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни  
«БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

*(для здобувачів вищої освіти  
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»)  
(Електронне видання)*

Укладачі: БІЛОШИЦЬКИЙ Микола Володимирович  
БІЛОШИЦЬКА Наталія Іванівна

Оригінал - макет Н.І. Білошицька

Підписано до друку \_\_\_\_\_  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папір типограф. Гарнітура Times.  
Друк офсетний. Умов. друк. арк. \_\_\_\_ . Обл.-вид.арк. \_\_\_\_ .  
Тираж \_\_\_\_ прим. Вид. № \_\_\_\_ . Замовл. № \_\_\_\_ . Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного університету  
імені Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II буд 17, Телефон: +38(050) 218  
04 78, факс (064 52) 4 03 42  
E-mail: [vidavnictvosnu.ua@gmail.com](mailto:vidavnictvosnu.ua@gmail.com)