

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІГІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт
для студентів напряму підготовки 6.060101
"Будівництво"

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри зварювального
виробництва та автоматизованого
проектування будівельних
конструкцій протокол №1 від
31.08.2015 р.

Чернігів – ЧНТУ – 2015

Будівельне матеріалознавство. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки 6.060101 – "Будівництво"./ Укл.: Новомлинець О.О., Болотов М.Г. – Чернігів: ЧНТУ, 2015. – 36с.

Укладачі: Новомлинець Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент;
Болотов Максим Геннадійович, кандидат технічних наук, доцент

Відповідальний за випуск: Прибисько Ірина Олександрівна, завідувач кафедри зварювального виробництва та автоматизованого проектування будівельних конструкцій, кандидат технічних наук, доцент

Рецензент: Олексієнко Сергій Владиславович, кандидат технічних наук, доцент кафедри зварювального виробництва та автоматизованого проектування будівельних конструкцій Чернігівського національного технологічного університету

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Лабораторна робота № 1. Визначення щільності матеріалу.....	5
2. Лабораторна робота № 2. Визначення водопоглинання та водостійкості матеріалів.....	10
3. Лабораторна робота № 3. Визначення міцності матеріалів.....	13
4. Лабораторна робота № 4. Оцінка якості дрібного заповнювача бетонів.....	16
5. Лабораторна робота № 5. Оцінка якості крупного заповнювача бетонів.....	23
6. Лабораторна робота № 6. Проектування складу цементного газобетону.....	28
7. Лабораторна робота № 7. Зношування матеріалів.....	33
Рекомендована література.....	36

ВСТУП

Для будівництва використовуються велику кількості різних будівельних матеріалів, серед яких основними є кам'яні, органічні та неорганічні в'язучі, цементні розчини та бетони, метали, пластмаса і деревина.

Інженер-будівельник повинен бути ознайомлений з номенклатурою матеріалів, їх властивостями і раціональними областями застосування, а також методами їх лабораторного контролю, здійснюваного шляхом випробування зразків контрольованого матеріалу в будівельній лабораторії відповідно до вимог відповідних Державних стандартів (ГОСТ) і ДСТУ 3008- 95.

Лабораторні роботи написані відповідно до навчального плану і програм та підібрані так, щоб час їхнього виконання не перевищувала двох годин.

Лабораторні роботи проводять підгрупами, чисельністю до 10-15 студентів. Для підвищення самостійності в проведенні випробувань підгрупи ділять на бригади, при цьому необхідно, щоб кожен студент працював самостійно і активно.

До кожної роботи мається короткий теоретичний вступ, який при самостійній підготовці дозволить краще підготуватися до виконання запропонованої роботи.

В кінці кожної роботи наведені контрольні питання, фіксуючи увагу студентів на найбільш важливих моментах досліджуваного матеріала.

В процесі виконання лабораторних студент повинен спостерігати за ходом експерименту, відзначаючи всі його особливості. Результати виконання роботи оформлюють у наступній послідовності:

1. Назва лабораторної роботи.
2. Мета роботи.
3. Короткі теоретичні відомості.
4. Обладнання.
5. Опис виконання роботи з вказівкою схем приладу і приведенням необхідних формул і графіків.
6. Результати експерименту у вигляді таблиць.
7. Висновки про результати роботи.

Лабораторна робота №1

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ МАТЕРІАЛУ

Мета роботи: Поглибити знання про властивості будівельних матеріалів та ознайомитися з методами визначення істинної та середньої щільності матеріалу.

1.1 Короткі теоретичні відомості

Щоб будівля або споруда була міцною та довговічною, необхідно знати агресивні дії зовнішнього середовища, в якому буде працювати кожна конструкція. Тому важливо знати, які властивості має той чи інший матеріал.

Фізичні властивості матеріалу характеризують його відношення до фізичних процесів навколишнього середовища і визначаються параметрами стану матеріалу:

– структурно-фізичні (істина густина, середня густина, насипна густина, пористість, щільність);

– гідрофізичні (гігроскопічність, водостійкість, морозостійкість, водонепроникність, капілярне відношення);

– теплофізичні (теплопровідність, теплоємність, температурні деформації, вогнестійкість).

Істина густина (питома маса) – це маса одиниці об'єму матеріалу в абсолютно-щільному стані:

$$\rho = \frac{M}{V_a}, \text{ кг/м}^3 \quad (1.1)$$

Середня густина (об'ємна маса) – маса одиниці об'єму матеріалів у природному стані, включаючи пори і порожнечі:

$$\rho_0 = \frac{M}{V_0}, \text{ кг/м}^3 \quad (1.2)$$

Насипна густина (насипна маса) – відношення маси сипкого матеріалу до об'єму, який він займає:

$$\rho_n = \frac{M}{V_n}, \text{ кг/м}^3 \quad (1.3)$$

Пористість – це ступінь заповнення об'єму будівельного матеріалу порами і порожнечами не більше 1-3 мм:

$$П = \frac{\rho - \rho_0}{\rho} \cdot 100\%. \quad (1.4)$$

1.2 Обладнання

Ваги технічні, штангенциркуль, сушильна шафа, чашка для зважування, вода дистильована, скляний мірний циліндр, будівельний матеріал.

1.3 Хід виконання роботи

1.3.1 Визначення істинної густини матеріалу.

Так як більшість будівельних матеріалів знаходяться не в абсолютно щільному стані, перед випробуванням необхідно тонко подрібнювати, щоб зруйнувати пори. При цьому масу визначають зважуванням на вагах, а об'єм - пикнометричним способом, тобто зануренням порошку в рідину і вимірюванням прирощення його об'єму. Щільність будівельних матеріалів вимірюють об'ємомір, що представляє собою скляний мірний циліндр з ціною поділки $0,1 \text{ см}^3$.

Для визначення щільності з відібраної і ретельно перемішаної середньої проби відважують 100-200 г матеріалу, який сушать в сушильній шафі при температурі $115 \text{ }^\circ\text{C}$ до постійної маси. Висушений матеріал тонко подрібнюють та знову просушують при температурі $115 \text{ }^\circ\text{C}$, а потім охолоджують до кімнатної температури.

Об'ємомір наповнюють до відповідної позначки рідиною, інертною по відношенню до порошку випробуваного матеріалу і закріплюють на штативі. Потім відважують 100-200 г матеріалу з точністю до $0,01 \text{ г}$ і насипають його в об'ємомір та фіксують позначку, до якої збільшився об'єм рідини. Густину обчислюють з точністю до $0,01 \text{ г} / \text{см}^3$ за формулою:

$$\rho = m_n / V_a, \quad (1.5)$$

де m_n – маса подрібненого матеріалу, г;

V_a – об'єм рідини, яка витиснена матеріалом (об'єм порошку у об'ємомірі), см^3 .

Результати випробувань записують у таблицю 1.1:

Таблиця 1.1.

Результати випробувань

Найменування матеріалу	$m_n, \text{Г}$	$V_a, \text{см}^3$	$\rho, \text{г/см}^3$
------------------------	-----------------	--------------------	-----------------------

Експериментальні дані порівнюють з даними, наведеними в таблиці 1.1 та роблять відповідні висновки.

1.3.2 Визначення середньої густини матеріалу правильної геометричної форми.

Зразки після виготовля висушують в сушильній шафі до постійною маси при температурі 110°C і потім охолоджують до кімнатної температури.

Штангенциркулем вимірюють з точністю до 0,1 мм кожен грань зразків в трьох місцях їх по довжині, ширині і висоті і за остаточний результат приймають середнє арифметичне трьох вимірів кожної грані (див. рисунок 1.1).

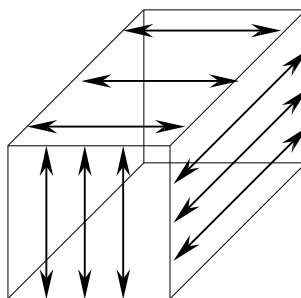


Рисунок 1.1 Вимірювання зразків

Обсяг зразка, см^3 , обчислюють за формулою:

$$V = a \cdot b \cdot h, \quad (1.6)$$

де a, b, h - середнє арифметичне вимірів, см

Після визначення об'єму, зразок зважують і обчислюють середню густину з точністю до $0,01 \text{ г} / \text{см}^3$ за формулою:

$$\rho_0 = m / V, \quad (1.7)$$

де m – маса зразка, г ;

V – об'єм зразка, см^3 .

Результати дослідження заносять у наступну таблицю 1.2:

Таблиця 1.2

Результати експериментів

Найменування матеріалу	Розміри, (см)												$V, \text{см}^3$	$m, \text{г}$	$\rho_0, \text{г/см}^3$	
	a_1	a_2	a_3	a	b_1	b_2	b_3	b	h_1	h_2	h_3	h				

Експериментальні дані порівнюють з даними, наведеними в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Істинна і середня густина деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Істинна густина, г/см ³	Середня густина, г/см ³
Гранит	2,8-2,9	2,6-2,7
Цегла керамічна	2,6-2,80	1,6-1,9
Пісок	2,5-2,7	1,4-1,6
Деревина сосни	1,5-1,6	0,45-0,6
Сталь	7,85-7,9	7,8-7,85
Гіпс будівельний	2,6-2,7	1,25-1,45
Цемент	3,0-3,1	0,3-1,3
Бетон	2,6-2,9	1,8-2,5

1.3.3 Визначення середньої густини матеріалу неправильної геометричної форми методом гідростатичного зважування.

Висушені при $t = 105-110^{\circ}\text{C}$, охолоджені до кімнатної температури зразки пронумеровують і зважують до 0,01 г, парафінують і знову зважують. Після парафінювання зразок перев'язують ниткою, підвішують до гачка коромисла терезів і занурюють у склянку з водою так, щоб зразок не торкався стінок і визначають масу зразка у воді (рисунок 1.2).

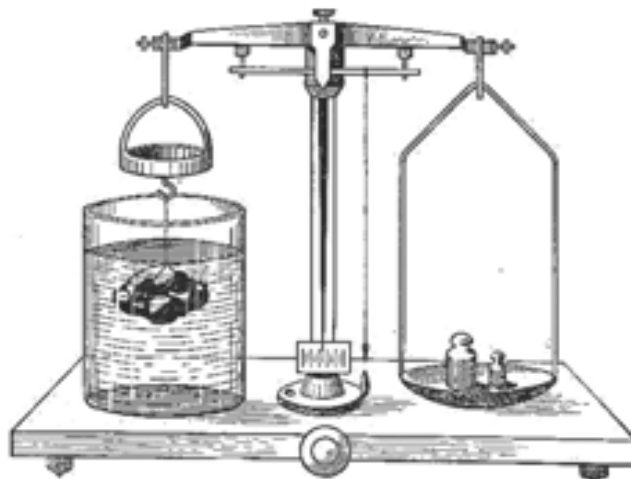


Рисунок 1.2. Технічні ваги для гідростатичного зважування

Середню густина зразка ρ_0 , г/см³, обчислюють з точністю до 0,01 г / см³ як середнє арифметичне отриманих результатів за формулою:

$$\rho_0 = m / [(m_1 - m_2) / \rho_{\text{В}} - (m_1 - m) / \rho_{\text{П}}], \quad (1.8)$$

де m – маса сухого зразка, г;

m_1 – маса парафінованого зразка, г;
 m_2 – маса парафінованого зразка у воді, г;
 ρ_v і ρ_n – щільність води 1 г/см^3 і щільність парафіну $0,93$.

У цій формулі $(m_1 - m_2 / \rho_v)$ – об'єм зразка з парафіном, см^3 , чисельно рівний масі води, витісненої зразком; $(m_1 - m / \rho_n)$ – обсяг парафіну, витраченого на покриття зразка, см^3 .

Результати випробувань записують у наступну таблицю 1.4:

Таблиця 1.4.

Результати експериментів

Найменування матеріалу	m , г	m_1 , г	m_2 , г	ρ_v , г/см^3	ρ_n , г/см^3	ρ_o , г/см^3

Дані дослідів порівнюють з таблицею 1.1 і відповідно до мети роботи роблять висновок.

1.4 Контрольні запитання

- 1.4.1 Що називається істинної щільністю?
- 1.4.2 Як визначають істинну щільність? Навіщо подрібнюють матеріал?
- 1.4.3 В чому відмінності між істинною і середньою щільністю?
- 1.4.4 Який принцип геометричних вимірів зразків правильної форми?
- 1.4.5 Яка суть методу гідростатичного зважування? Навіщо парафінують зразки при визначенні середньої щільності?

Лабораторна робота №2

ВИЗНАЧЕННЯ ВОДОПОГЛИНАННЯ ТА ВОДОСТІЙКОСТІ МАТЕРІАЛІВ

Мета роботи: ознайомитися з методами визначення водопоглинення та водостійкості будівельного матеріалу.

2.1 Короткі теоретичні відомості

Водопоглинення (W) – це властивість будівельного матеріалу вбирати і утримувати в своїх порах воду при безпосередньому контакті з нею. Водопоглинення визначають по масі (W_m):

$$W_m = (m_2 - m_1) / m_1 \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де m_1 – маса сухого зразка, г;
 m_2 – маса зразка, насиченого водою, г;

та по об'єму (W_v):

$$W_v = (m_2 - m_1) / V \cdot 100\% \quad (2.2)$$

де V – об'єм сухого зразка, см³.

Водостійкість – здатність матеріалу зберігати міцність при тимчасовому або постійному зволоженні. Водостійкість характеризується коефіцієнтом розм'якшення K_p (або водостійкості), який визначається відношенням міцності насиченого водою матеріалу ($\sigma_{\text{нас}}$) до його міцності в сухому стані ($\sigma_{\text{сух}}$):

$$K_p = \sigma_{\text{нас}} / \sigma_{\text{сух}} \quad (2.3)$$

Водостійкими вважаються матеріали, у яких коефіцієнти розм'якшення більше 0,8.

Вологовіддача – здатність матеріалу віддавати вологу при зміні температури та вологості середовища.

Водонепроникність – здатність матеріалу не пропускати через себе воду при визначеному гідравлічному тиску.

Гідрофільність – здатність матеріалу зв'язувати воду і змочуватися водою (притягувати воду).

Гідрофобність – здатність матеріалу не змочуватися водою (відштовхувати воду).

Капілярне усмоктування пористими матеріалами відбувається за рахунок підняття вологи по капілярах, коли частина матеріалу знаходиться у воді.

Вологі деформації – здатність матеріалів змінювати свій об'єм і розміри у залежності від зміни вологості.

Морозостійкість – здатність матеріалу в насиченому водою стані витримувати багаторазові заморожування та відтаювання. Марка по морозостійкості (позначається - F) визначає найбільшу кількість циклів «заморожування - відтавання», яке можуть витримати зразки матеріалу. При цьому міцність на стиск не повинна знизитися більш ніж на 15%.

2.2 Обладнання

Шафа сушильна, ваги технічні, посудину з водою, нагрівальні прилади, гідравлічний прес, зразки будівельного матеріалу.

2.3 Хід виконання роботи

2.3.1 Визначення водопоглинення матеріалу.

Зразки просушують до постійної маси, охолоджують до кімнатної температури, зважують і занурюють у воду так, щоб рівень води в посудині був вище зразка не менше 20 і не більше 100 мм. Зразки утримують у воді протягом 48 годин. Після цього їх виймають з води, обтирають вологою ганчіркою і зважують з точністю до 0,01 г.

Водопоглинання по масі і за об'ємом обчислюють з точністю до 0,1% за формулами 1 та 2.

Водопоглинання обчислюють як середнє арифметичне результатів випробувань всіх зразків і заносять у наступну таблицю 2.1:

Таблиця 2.1

Результати випробувань

Найменування матеріалу	$m_1, \text{г}$	$m_2, \text{г}$	$V, \text{см}^3$	$W_m, \%$	$W_v, \%$

Дані випробувань слід порівняти з відомими значеннями водопоглинення, які, наприклад, для граніту складають 0,1-0,5%, цегли – не менше 8%, керамічних плиток – до 4%.

За результатами випробувань і відповідно до мети роботи роблять відповідні висновки.

2.3.2 Визначення водостійкості матеріалу.

Зразки просушують до постійної маси, охолоджують до кімнатної температури. Одну частину зразків випробовують на гідравлічному пресі та

визначають міцність на стиск у сухому стані. Іншу частину занурюють у воду так, щоб рівень води в посудині був вище зразка не менше 20 і не більше 100 мм. Зразки утримують у воді протягом 48 годин. Після цього їх виймають з води, обтирають вологою ганчіркою і випробовують на гідравлічному пресі та визначають міцність на стиск.

Коефіцієнтом розм'якшення (K_p) обчислюють за формулою 3 та результати випробувань заносять у наступну таблицю 2.2:

Таблиця 2.2.

Результати випробувань			
Найменування матеріалу	$\sigma_{нас}$, МПа	$\sigma_{сух}$, МПа	K_p

Дані випробувань порівнюють з відомими значеннями коефіцієнтів розм'якшення і роблять відповідні висновки.

2.4 Контрольні запитання

- 2.4.1 Що таке водопоглинання?
- 2.4.2 Як визначається водопоглинання?
- 2.4.3 Який вплив робить пористість на водопоглинання?
- 2.4.4 Що таке водостійкість?
- 2.4.5 Як визначають водостійкість?

Лабораторна робота №3

ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ МАТЕРІАЛІВ

Мета роботи: освоїти методику визначення міцності властивостей будівельних матеріалів.

3.1 Короткі теоретичні відомості

Основними механічними властивостями будівельних матеріалів є міцність, опір удару та зносостійкість.

Міцність – це властивість матеріалу чинити опір руйнуванню під дією внутрішніх напружень (стиск, вигин, зріз і ін.), виникаючих від зовнішніх навантажень.

Міцність будівельних матеріалів характеризується в основному межею міцності при стисненні і вигині. Її визначають шляхом випробування зразків у лабораторії на гідравлічних пресах.

Опір удару – це здатність матеріалу протистояти ударним (динамічним) впливам.

3.2 Обладнання

Гідравлічний прес, зразки будівельного матеріалу (куб, паралелепіпед).

3.3 Хід виконання роботи

3.3.1 Визначення міцності на стиск.

Приготовлені зразки оглядають, перевіряючи відсутність дефектів, оскільки вони знижують міцність. Верхню і нижню межі зразків, що стикаються з плитами, преса ретельно вирівнюють, підмазуючи раковини і тріщини гіпсовим тестом. Зразки заміряють з точністю до 0,1 мм і обчислюють площу робочого перерізу. Після цього зразок встановлюють на нижню опорну плиту преса точно по її центру, а верхню плиту опускають на зразок і закріплюють його між двома опорними плитами. Перевіривши правильність установки зразка включають прес і дають на зразок зростаюче навантаження, при цьому уважно стежать за показаннями стрілки. Момент руйнування зразка встановлюють по початку зворотного руху стрілки вимірювача при дії навантажуючого пристрою. Граничне руйнівне навантаження встановлюють по положенню фіксуєної стрілки на шкалі вимірювача. Схема випробування наведена на рисунку 3.1.

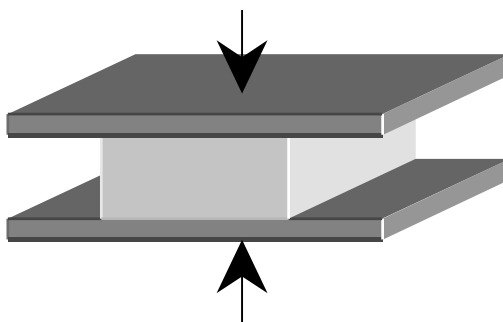


Рисунок 3.1 Схема випробувань зразка на стиск

Межа міцності при стисканні обчислюють з точністю до 0,1 МПа за формулою:

$$\sigma_{ст} = F / A \quad (3.1)$$

де F – руйнівне сила, Н;

A – площа робочого перерізу зразка, м².

Межа міцності при стисненні визначається як середньоарифметичне значення результатів випробувань всіх зразків; дані випробувань заносять в таблицю 3.1:

Таблиця 3.1.

Результати випробувань

Найменування матеріалу	F, Н	A, м ²	V, см ³	$\sigma_{ст}$, МПа

Результати дослідів порівнюють зі стандартом на даний матеріал. За результатами випробувань і відповідно до мети роботи роблять відповідні висновки.

3.3.2 Визначення міцності на вигин.

Зразки оглядають і при наявності допустимих тріщин орієнтують перед випробуванням так, щоб тріщини розташовувалися в розтягнутій зоні (внизу). Верхня і нижня межі зразків повинні бути плоскими і паралельними. Зразки розміщують трьома лініями, де перша – фіксує положення робочого перерізу, дві інші паралельні їй – фіксують ліворуч і праворуч від робочого перерізу величину розрахункового прольоту, який визначається стандартами на випробовуваний матеріал. Схема розмітки випробування зразка на вигин представлена на рисунку 3.2.

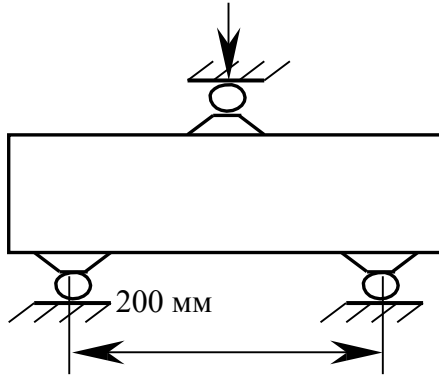


Рисунок 3.2. Схема випробувань зразка на вигин

Межа міцності при вигині обчислюють з точністю до 0,1 МПа за формулою:

$$\sigma_{\text{виг}} = 3 \cdot F \cdot L / 2 \cdot b \cdot h^2, \quad (3.2)$$

- де F – руйнівне зусилля, Н;
 L – відстань між опорами, м;
 b – ширина робочого перерізу, м;
 h – висота робочого перерізу, м.

Межа міцності при вигині приймають як середньоарифметичне значення результатів усіх випробувань. Дані випробувань заносять в таблицю:

Таблиця 3.2

Результати випробувань

Найменування матеріалу	F, Н	Розміри, м			$\sigma_{\text{виг}}$, МПа	$\sigma_{\text{виг}}^{\text{сер}}$, МПа
		L	b	h		

Дані випробувань порівнюють з відомими значеннями границі міцності і роблять відповідні висновки.

3.4 Контрольні запитання

- 3.4.1 Що називається межею міцності при стиску?
- 3.4.2 Що називається межею міцності при вигині?
- 3.4.3 Як правильно встановлювати зразки в прес при випробуванні на стиск і на вигин?
- 3.4.4 Що таке опір удару?
- 3.4.5 Як визначається опір удару?

Лабораторна робота №4

ОЦІНКА ЯКОСТІ ДРІБНОГО ЗАПОВНЮВАЧА БЕТОНІВ

Мета роботи: освоїти методики визначення якості дрібного заповнювача для бетонів

4.1 Короткі теоретичні відомості

Заповнювачі для бетонів – природні або штучні матеріали певного зернового складу, які в раціонально складеній суміші з в'язучою речовиною і водою утворюють бетон. Заповнювачі складають 80 % об'єму, їхня вартість досягає 30-50 % вартості бетонних і залізобетонних конструкцій. Тому вивчення заповнювачів, їхній правильний вибір, раціональне виробництво і застосування мають велике значення.

Заповнювачі дозволяють різко скоротити витрату цементу або інших в'язучих, що є найбільше дорогою і дефіцитною складовою частиною бетону. Цементний камінь при твердінні зазнає об'ємних деформацій, через що виникають внутрішні напруження і тріщини. Усадка його досягає 0,02 мм/м. Заповнювач створює в бетоні жорсткий скелет, сприймає усадочні напруження і зменшує усадку звичайного бетону приблизно в 10 разів порівняно з усадкою цементного каменю.

Жорсткий скелет із високоміцного заповнювача збільшує міцність і модуль пружності бетону (тобто зменшує деформації конструкцій під навантаженням), зменшує повзучість (тобто пластичні необоротні деформації бетону при тривалій дії навантаження). Легкі пористі заповнювачі зменшують густину бетону і його теплопровідність. Спеціальні особливо важкі і гідратні заповнювачі надають бетону надійний захист від проникаючої радіації (наприклад, на атомних електростанціях, для влаштування сховищ радіаційних відходів). Цей неповний перелік визначає призначення заповнювачів, що є дуже важливою складовою частиною бетонів, впливає на їх властивості і техніко-економічну ефективність.

Основними ознаками стандартизованої класифікації різноманітних заповнювачів для бетону (ГОСТ 25137) є: походження, крупність зерен, характер форми зерен, густина (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Класифікація заповнювачів для бетонів

Походження	Вид, крупність, характер форми зерен	Спосіб виробництва (опрацювання)
Щільні (істинна густина > 2000 кг/м³)		
Природні	Щебінь	Роздрібнення і сортування гірських скельних порід
	Гравій	Сортування гравійно-піщаної суміші
	Щебінь з гравію	Те ж, і роздрібнення
	Пісок: збагачений фракціонований	Гідромеханізований або екскаваторний видобуток
	з відсівів роздрібнення	Гідрокласифікація, класифікація, промивання, зневоднювання
	Декоративні щебінь і пісок	класифікація, промивання, зневоднювання
Природні відходи збагачення	Щебінь і пісок	Роздрібнення і сортування
З відходів промисловості	Щебінь з доменного шлаку	Те ж
Пористі (густина зерен < 2000 кг/м³)		
Природні	Щебінь і пісок з пористих гірських порід	Роздрібнення і сортування
З відходів промисловості	Щебінь і пісок з пористих шлаків, із цегельного бою Золо-шлакові суміші, грубодисперсні золи-виносу Керамзит-гравій, пісок і його різноманітності; глинозольний керамзит; шунгізит – гравій, пісок; зольний гравій; случені аргіліт і трепел Азурит Термоліт – щебінь, гравій Аглопорит – щебінь, гравій і пісок Безвипальний зольний гравій (БЗГ) Жужільна пемза – щебінь (гравій), пісок Случений перліт, щебінь (гравій), пісок	Те ж Неопрацьовані Випал із случуванням підготовлених гранул (зерен) з природної сировини, відходів промисловості або їхньої суміші Підготування шихти плавленням, швидким охолодженням і помелом Випал без случування Спікання при випалі підготовлених гранул піщано-глинистих порід, присків ТЕС, відходів вугілля збагачення Гідратаційне твердіння гранул із підготовленої суміші приску і в'язучого Поризація розплаву шлаків і охолодження Случування при випалі підготовлених зерен із вулканічних порід

Дрібний заповнювач для виготовлення бетону називають піском. Пісок для будівельних робіт повинен відповідати вимогам ДСТУ 8736-93. «Методи випробувань» (відповідно ГОСТ 8735-88). Піски – це уламкові осадові гірські породи або штучні продукти подрібнення гірських порід з розмірами зерен 0,16 - 5 мм. Найчастіше для одержання звичайних важких бетонів використовують кварцові піски. Щоб забезпечити кращу адгезію з в'язучою речовиною перевагу віддають піскам з гострими крайцями, тобто

піски гірські, ярові. Для пісків, які використовують для звичайного бетону, існують такі вимоги:

- вміст зерен, які проходять крізь сито 0,16 мм, повинен складати менше 10 % (за масою);
- вміст глинистих і мулистих домішок не повинен перевищувати 3 % за масою;
- вміст органічних домішок теж обмежується і контролюється за кольором забарвлення розчину NaOH, в якому замочують пісок.

Зерновий склад піску є важливим показником, який впливає на щільність структури бетону і на його властивості.

4.2 Обладнання

Набір сит, ємність з піском, ваги, металевий конус

4.3 Хід виконання роботи

4.3.1 Визначення зернового (гранулометричного) складу й модуля крупності піску.

Для визначення зернового складу використовують стандартний набір сит за ГОСТ 6613-83 з номерами № 10; 5; 2,5 1,25; 0,63; 0,315; 0,16. Сита розташовують на піддон у порядку знизу до верху від меншого до більшого. Відібрану середню пробу піску вагою 1000 г просіюють через набір сит. Просіювання можна вважати закінченим, якщо при інтенсивному струшуванні кожного сита над аркушем паперу практично не спостерігається падіння зерен піску. Залишки піску на кожному ситі, які мають назву часткових залишків (a_i), зважують і визначають їх масу з точністю 0,1 % за формулою

$$a_i = \frac{m_1}{m} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

де m_i – залишок на ситі, г; m – маса проби, г; i – порядковий номер сита.

Потім визначають повні залишки (A_i) на кожному ситі, які є сумою часткового залишку даного сита і всіх часткових залишків верхніх над ним, за формулою:

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i \quad (4.2)$$

де $a_{2,5}$, $a_{1,25}$, ... a_i – часткові залишки на ситах, %.

Результати випробування заносять до табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Зерновий склад піску

Номер сита	Часткові залишки (a_i)		Повні залишки (A_i), %
	г	%	
2,5		$a_{2,5}$	$A_{2,5}$
1,25		$a_{1,25}$	$A_{1,25}$
0,63		$a_{0,63}$	$A_{0,63}$
0,315		$a_{0,315}$	$A_{0,315}$
0,14		$a_{0,14}$	$A_{0,14}$
менше 0,14		$a_{<0,14}$	$A_{<0,14}$

Основним показником крупності піску є модуль крупності, який розраховують за формулою:

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,16}}{100} \quad (4.3)$$

де $A_{2,5}$, ..., $A_{0,14}$ – повні залишки на ситах, %.

За ДСТУ 10268 «Бетон важкий. Технічні вимоги до заповнювачів» модуль крупності піску повинен знаходитися в межах 1,5-3,25, причому для бетонів із межею міцності 20 МПа і вище модуль крупності піску має бути не менше 2, а для бетонів із межею міцності 35 МПа і вище - не менше 2,5.

У табл. 4.3 наведені групи піску за крупністю зерен.

Таблиця 4.3

Групи піску за крупністю зерен

Вид піску	Модуль крупності	Повний залишок на ситі (з отворами 0,63 мм), %
Підвищеної крупності	3...3,5	65...75
Значний	2,5...3	45...65
Середній	2...2,5	30...45
Дрібний	1,5...2	10...30
Дуже дрібний	1...1,5	До 10

Для оцінки зернового складу піску за результатами просіювання будують криву, яку порівнюють з граничними кривими графіка зернового складу дрібного заповнювача у відповідності до будівельних норм ВСН 171-70 (рис. 4.1).

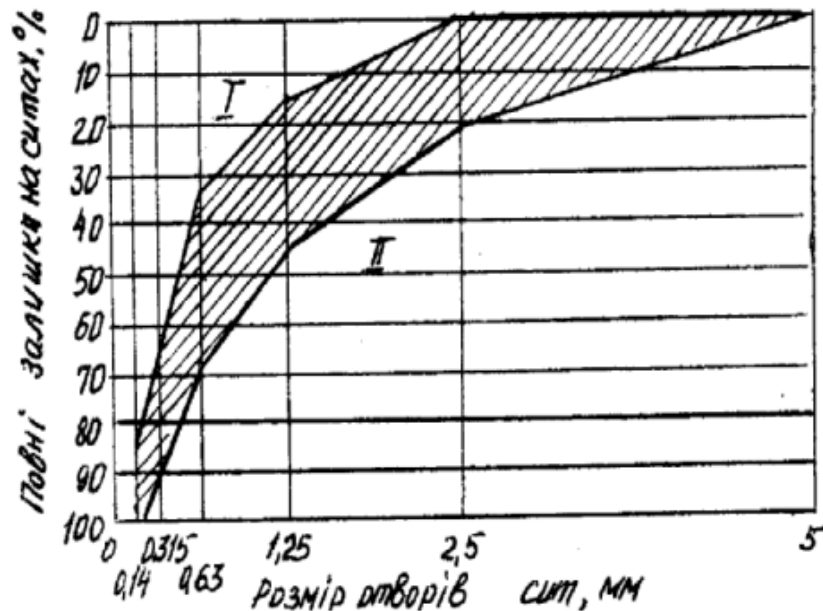


Рисунок 4.1. Графік зернового складу піску:
 // – область припустимих значень;
 I – область дрібних пісків;
 II – область крупних пісків.

Після нанесення лінії за отриманими даними на графіку, роблять висновок про крупність піску.

4.3.2 Визначення вмісту органічних домішок

Вміст органічних домішок визначають колориметричною пробою. Аналізують пісок природної вологості. Циліндр об'ємом 250 мл наповнюють піском до риски 130 мл і заливають 3 %-ним розчином їдкого натру (NaOH) до позначки 200 мл. Після енергійного перемішування пробу залишають у спокої на 24 години. Потім порівнюють колір рідини над піском з кольором еталону. Результати визначення записують за такою формою:

Реактив _____
 Колір рідини над піском _____
 Колір еталону _____
 Результат порівняння з еталоном _____

4.3.3. Визначення вмісту пилюватих, глинистих і мулистих часток у піску
Ступінь забруднення піску вказаними домішками визначають методом відмулення або методом мокрого просіювання.

4.3.3.1 Метод відмулення

Вміст пилюватих і глинистих часток визначають за зменшенням маси піску після відмулення часток крупністю до 0,05 мм. Для цього частину піску висушують до постійної маси і просіюють через сито з отворами розміром 5 мм. Пробу вагою 1000 г висипають у посуд об'ємом 2-2,5 л; заливають водою так, щоб висота стовбура води над піском була 20 см, і енергійно перемішують. Мутну воду зливають. Промивку піску повторюють, доки вода не стане прозорою. Пісок висушують до постійної маси. Розраховують вміст у піску пилюватих, глинистих й мулистих домішок з точністю до 0,1 % за формулою:

$$O_{mm} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\% , \quad (4.4)$$

де O_{mm} – вміст у піску відмулених часток, %; m_1 - проба піску, г; m_2 – маса чистого сухого піску, г.

4.3.3.2. Метод мокрого просіювання

Вміст пилюватих і глинистих часток визначають мокрим просіюванням піску і визначенням різниці за масою до і після випробування. Випробування проводять за ГОСТ 8269-87, використовуючи наважку піску масою 1000 г і сито № 0315.

4.3.4. Визначення вологості піску

Проба вологого піску: $m_1 = 1000$ г.

Маса сухого піску: $m =$

Наважку масою 1000 г піску насипають на противень і зважують, потім висушують до постійної маси й знову зважують. Вологість визначають порівнянням маси піску природної вологості і після висушування за формулою

$$W = \frac{m_{вл} - m_{суу}}{m_{сух}} \cdot 100\% , \quad (4.5)$$

де $m_{вл}$ – маса вологого піску, г; $m_{сух}$ – маса сухого піску, г.

4.5. Визначення насипної густини піску.

За методикою пісок насипають у металевий циліндр (ємністю 1л), який попередньо зважують. Циліндр заповнюють матеріалом, використовуючи стандартний конус (рис. 4.2) з надлишком, який зрізають лінійкою і повторно зважують.

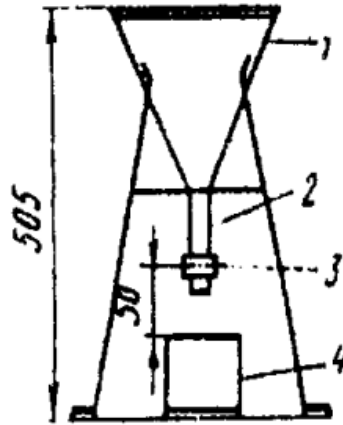


Рисунок 4.2. Стандартний конус

Насипну густину піску визначають за формулою:

$$\rho_{\text{он}} = (m_2 - m_1)/V, \quad (4.6)$$

де m_1 - маса циліндра, г; m_2 - маса циліндра з матеріалом, г; V - об'єм циліндра, см^3 .

4.4 Контрольні запитання

4.4.1 Наведіть вимоги до заповнювачів для бетонів?

4.4.2 Як визначити зерновий склад піску?

4.4.3 Наведіть методику визначення вмісту органічних домішок у піску.

Лабораторна робота №5

ОЦІНКА ЯКОСТІ КРУПНОГО ЗАПОВНЮВАЧА БЕТОНІВ

Мета роботи: освоїти методики визначення якості крупного заповнювача для бетонів

5.1 Короткі теоретичні відомості

Крупний заповнювач має зерна від 5 до 70 мм. Зерна гравію мають окату форму і гладку поверхню. Зерна щебню кутовасті, але, бажано, щоб за формою зерна наближалися до кубу. Поверхня зерен щебню більш шорстка, ніж у гравію. Це сприяє кращому зчепленню їх з цементним каменем. Тому для бетонів високої міцності (марки 400 і більше) повинен застосовуватися щебінь.

Якість крупного заповнювача визначається властивостями вихідної породи (її міцністю і морозостійкістю), зерновим складом заповнювача і вмістом шкідливих домішок.

Міцність вихідної породи при стисканні у насиченому водою стані повинна бути не менше, ніж в 1,5-2 рази більше марки бетону, при цьому міцність вивержених порід повинна бути у всіх випадках не нижче 800 кгс/см^2 (80 МПа), метаморфічних - 600 кгс/см^2 (60 МПа), осадових карбонатних порід - 300 кгс/см^2 (30 МПа).

5.2 Обладнання

Набір сит з круглими отворами діаметром 5; 10; 20; 40; 70 мм, ваги

5.3 Хід виконання роботи

5.3.1 Визначення зернового складу

Для визначення зернового складу крупного заповнювача використовують стандартний набір сит з круглими отворами діаметром 5; 10; 20; 40; 70 мм. Масу проби заповнювача беруть залежно від розміру зерен щебеню (гравію). При величині зерен до 10, 20, 40, 70 мм і більше маса проби відповідно складає 5, 10, 20, 30 і 50 кг. Після просіювання залишки на кожному ситі зважують, визначаючи тим самим часткові залишки (a_i) у грамах, а потім у відсотках від маси проби. Після цього визначають повні залишки (A_i) на кожному ситі за формулами, які застосовувались при просіюванні дрібного заповнювача.

Дані визначення зернового складу крупного заповнювача заносять до табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Ситовий аналіз щебеню

Номер сита	Часткові залишки, a_i		Повні залишки, A_i , %
	г	%	
70			
40			
20			
10			
5			

За даними ситового аналізу криву просіювання наносять на стандартний графік у відповідності до СН 2706-80 (рис. 5.1) .

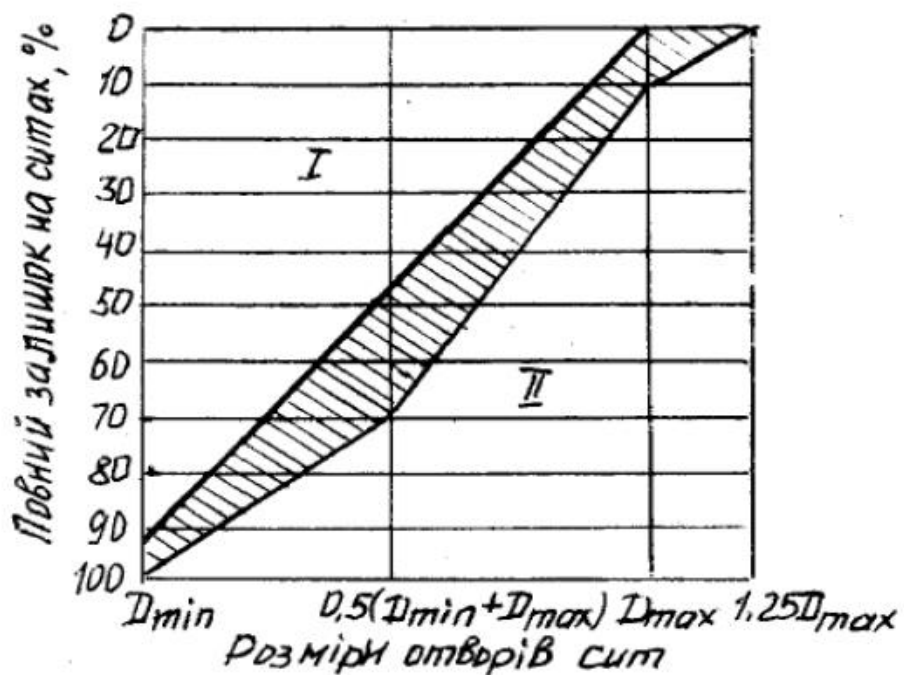


Рисунок 5.1 Графік зернового складу щебеню (гравію):

// – область припустимих значень;

I – область дрібного щебеню (гравію);

II – область крупного щебеню (гравію).

На осі абсцис графіка відкладають номери сит, що відповідають розмірам отворів сит у міліметрах, на осі ординат – величини повних залишків у відсотках.

Якість зернового складу щебеню (гравію) оцінюють за значеннями повних залишків у % на ситах з контрольними отворами D_{\min} , $0,5(D_{\max} +$

D_{\min}), $1,25D_{\max}$. Найбільша D_{\max} і найменша D_{\min} крупність щебеню (гравію) характеризується розмірами отворів сит, повні залишки на яких складають відповідно 95 (D_{\min}) і 5 (D_{\max}) %. На підставі отриманих результатів роблять висновок про крупність крупного заповнювача.

5.3.2. Визначення насипної густини щебеню (гравію)

Середню насипну густину ($\rho_{\text{он}}$) визначають зважуванням встановленого об'єму висушеного до постійної маси щебеню (гравію) в мірному циліндрі. Для розрахунків ($\rho_{\text{он}}$) використовують формулу:

$$\rho_{\text{он.}} = \frac{m_1 - m_2}{V}, \quad (5.1)$$

де m_1 – вага циліндру із заповнювачем, кг; m_2 – вага циліндру, кг; V – об'єм циліндру, м^3 .

5.3.3. Визначення істинної густини гранітного крупного заповнювача.

Для визначення істинної густини польовим методом зважують 100 г гранітного щебеню. У мірний стакан наливають воду до визначеної відмітки і висипають щебінь. За законом Архімеда, стовбур води підійметься і позначка на мірному стакані покаже об'єм, на який збільшився об'єм води. Різницю показників об'ємів до і після занурення щебеню можна прирівняти до об'єму щебеню.

Пористість граніту дуже мала (складає менше 1%), тому нею можна нехтувати і отриманий результат зарахувати як істинну густину гранітного щебеня. Розрахунки ведуть за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (5.2)$$

де m – маса граніту в абсолютно щільному стані (без пор), г; V - об'єм, см^3 .

5.3.4. Визначення пустотності крупного заповнювача

Міжзерною пустотністю заповнювача називають виражене у відсотках відношення об'єму міжзернових пустот до всього об'єму, який займає заповнювач у пухкому стані при вільному засипанні (без ущільнення). Пустотність – дуже важлива характеристика заповнювача. У щільному конструкційному бетоні всі пустоти повинні бути заповнені цементним тістом. Тому чим менша пустотність заповнювача, тим менша витрата цементу при приготуванні бетону. У крупнопористому бетоні, навпаки, бажана підвищена пустотність заповнювача.

Пустотність залежить від форми зерен заповнювача і зернового (гранулометричного) складу. Пустотність визначають за формулою

$$P = (1 - \rho_{\text{он}}/\rho) \cdot 100 \% . \quad (5.3)$$

5.3.5. Визначення вмісту в щебені пластинчастих і голчастих часточок

У чинних стандартах прийнято оцінювати форму зерен заповнювачів співвідношенням їхніх розмірів. Так, за ГОСТ 8269 визначають вміст у пробі щебеню або гравію пластинчастих (лещадних) і голчастих зерен, товщина або ширина яких менше довжини в 3 рази і більше. Вперше вплив форми і розмірів зерен заповнювача на щільність бетону показав Б. Миколаєв у роботі «Склад розчинів і бетонів залежно від розмірів і форми зерен матеріалів» у 1914 р. У табл. 5.2 наведені результати розрахунків пустотності для різноманітних правильних багатогранників і проток (за Б. Миколаєвим).

Таблиця 5.2

Пустотність сипкого матеріалу залежно від форми зерен

Форма зерен	Пустотність		
	найбільш щільна	середня	найменш щільна
Куби	0	43,55	87,1
Октаедри	12,1	48,05	83,9
Додекаедри	14,1	37,4	60,7
Ікосаедри	10,3	35,1	59,9
Протоки	26,2	36,9	47,6

Він показав, що найменш щільна укладка зерен буде, якщо укласти заповнювач рядами так, щоб лінії, які з'єднують їхні центри, утворили куби (рис. 5.1 а), а найбільш щільна відповідає такому взаємному розташуванню, коли лінії, що з'єднують їхні центри, утворять тетраедри (рис. 5.1б).

При виконанні експерименту достатньо розглянути найбільшу фракцію щебеню, отриману попереднім просіюванням.

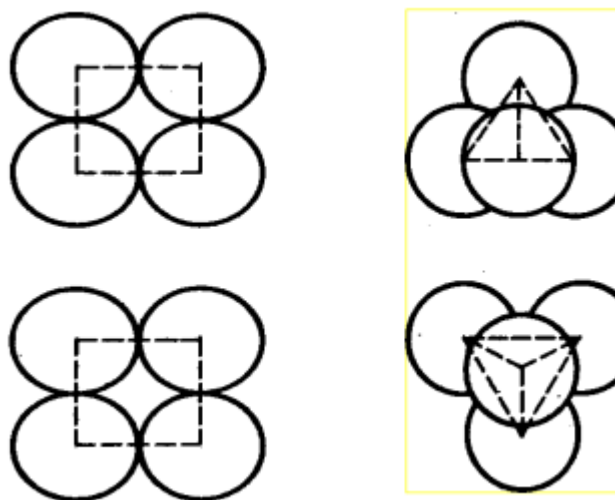
Результати досліду записують у такій формі:

1. Назва матеріалу _____
2. Маса проби m , г _____
3. Маса зерен пластинчастої і голчастої форми m_1 , г _____
4. Формула визначення вмісту зерен пластинчастої та голчастої форми:

$$Q_{n_2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot 100 \% . \quad (5.4)$$

5. Вміст пластинчастих і голчастих зерен, %: _____

У висновку порівнюють отримані показники якості піску і щебеню з вимогами стандартів і дають рекомендації щодо їх використання.



*Рисунок 5.1 Варіанти укладки заповнювача (у проекціях):
а) найменша щільність; б) найбільша щільність.*

5.4 Контрольні запитання

5.4.1 Наведіть вимоги до заповнювачів для бетонів?

5.4.2 Як визначити зерновий склад щебню?

5.4.3 Наведіть методику визначення пластинчастих і голчастих зерен у щебені.

Лабораторна робота №6

ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДУ ЦЕМЕНТНОГО ГАЗОБЕТОНУ

Мета роботи: підбір складу чарункуватого цементного газобетону із заданими властивостями і визначення його якісних показників.

6.1 Короткі теоретичні відомості

Чарункуватими бетонами називають штучні кам'яні матеріали, які одержують внаслідок твердіння попередньо спученої суміші, що складається з в'язучої речовини, кремнеземистого компоненту і води.

За призначенням ніздрюваті бетони поділяють на:

- конструкційні ($1000 < \rho_0 \leq 1200$ кг/м³);
- конструкційно-теплоізоляційні ($600 < \rho_0 \leq 900$ кг/м³);
- теплоізоляційні ($300 < \rho_0 \leq 500$ кг/м³).

За способом отримання чарункуваті бетони поділяють на:

- пінобетони (одержують з додаванням піноутворювачів: алюмосульфо-нафтонові, клеєканіфольні, гідролізована кров тварин ГКТ тощо);

- газобетони (одержують з додаванням газоутворювачі: алюмінієва пудра, пергідроль тощо). Наприклад:



За умови твердіння чарункуваті бетони поділяють на:

- пропарені (в умовах насиченого пара при $T = 80-100$ °C);
- автоклавні (при $T = 175-190$ °C та $P = 0,8-1,2$ МПа).

У ніздрюватих бетонах застосовують в'язучі: портландцемент (М400, М500), молоте негашене вапно, гіпс.

Показником якості ніздрюватих бетонів є класи за міцністю (В1,5; В2,5; В3,5; В5; В7,5; В10) й середньою густиною (D 300-500 – для теплоізоляційних; D 600-900 – для конструкційно-теплоізоляційних; D 1000 – 1200 для конструкційних). Основні властивості чарункуватих бетонів наведені в табл. 6.1

6.2 Обладнання

Ваги, цемент, опоки для цементу

6.3 Хід виконання роботи

Мета розрахунку – одержання ніздрюватого бетону на цементному в'язучому заданої міцності й густини при раціональних витратах компонентів.

Вихідні дані для проведення розрахунків наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.1

Основні властивості чарункуватих бетонів

Властивості	Марка за густиною					
	D600	D700	D800	D900	D1000	D1100
Клас за міцністю на стиск, МПа	B1,5	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10
Пористість, %	79	70	67	63	60	56
Теплопровідність (у сухому стані), Вт/(м ⁰ С)	0,14	0,16	0,2	0,23	0,25	0,3
Водопоглинання протягом 72 год (за об'ємом), %	28	30	33	35	38	40
Початковий модуль пружності, МПа	1700	2500	3800	5000	7500	10000

Таблиця 6.2

Вихідні дані

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
1	Клас бетону за густиною, кг/м ³	D	
2	Клас бетону за міцністю	B	
3	Властивості в'язучого: - активність цементу - істинна густина, кг/м ³ - насипна густина, кг/м ³	R _ц ρ _ц ρ _{н.ц.}	
4	Властивості кремнеземистого компоненту: - істинна густина піску, кг/м ³ - насипна густина піску, кг/м ³	ρ _п ρ _{н.п.}	
5	Алюмінієва пудра: - газоутворююча здатність, кг/л	H	

1. Встановлюють співвідношення між кількістю в'язучого і кварцового піску в залежності від середньої густини ніздрюватого бетону за табл. 6.3.

2. Встановлюють витрату цементу, кг

$$\Pi = \frac{\rho_o}{K_1(a + b)}, \quad (6.2)$$

де ρ_o – середня густина газобетону, кг/м³; K_1 – коефіцієнт, що враховує частину зв'язаної води в бетоні (приймають за табл. 6.3); a, b – частини співвідношення в'язучого і кварцового піску (визначають за табл. 6.3).

3. Визначають витрату кварцового піску, кг:

$$\Pi = \Pi \cdot b, \quad (6.4)$$

де b – частина кварцового піску (з табл. 6.3).

4. Визначають витрату води на 1 м³ газобетону за формулою

$$B = \frac{\rho_o}{K_1} \cdot B/T, \quad (6.5)$$

де B/T назначають залежно від середньої густини газобетону за табл. 6.3.

5. Витрату газоутворювача на 1 м³ газобетону назначають залежно від середньої густини бетону і газоутворюючої здатності газоутворювача (H):

$$A = \frac{V_{\Pi}}{K_2 \cdot H}, \quad (6.6)$$

де A – витрата газоутворювача, кг; K_2 – коефіцієнт використання робочої здатності газоутворювача (визначають за табл. 6.3); H – газоутворююча здатність газоутворювача (визначають за табл. 6.4); V_{Π} – об'єм пор газобетону, л.

Об'єм пор газобетону визначають за формулою

$$V_{\Pi} = 1000 - \left[\frac{\Pi}{\rho_{\Pi}} + \frac{\Pi}{\rho_{\Pi}} + \frac{B}{\rho_{B}} \right], \quad (6.7)$$

де Π, B – витрати відповідно в'язучого, піску і води на 1 м³, кг; $\rho_{\Pi}, \rho_{\Pi}, \rho_{B}$ – густина відповідних компонентів газобетону, кг/м³.

Таблиця 6.4

Газоутворююча здатність газоутворювача

Т, °С	0	40	45	50
Н, л/кг	1254	1390	1460	1480

Порядок виготовлення зразків з газобетону. Відповідно до отриманих даних за масою для кожного з компонентів газобетону, треба зважити наважку цементу, піску і відміряти воду.

Газоутворювач з алюмінієвої пудри (водно-алюмінієву суспензію) приготують у стакані ємкістю 250 мл. Спочатку в стакан насипають алюмінієву пудру в кількості 2-3 г, додають невелику кількість поверхнево-активної речовини (ССБ, клеєканіфольного мила тощо) а потім доливають 100-150 мл води і все це перемішують протягом 2-3 хв.

Воду для замішування газобетону треба підігріти до температури не менше 35-45 °С. Спочатку невелику кількість води додають до піску, а потім примішують водно-алюмінієву суспензію і все перемішують протягом 2 хв. Після ретельного перемішування додають цемент. Для інтенсифікації газовиділення доцільно додати вапняне тісто в кількості 10-20 % від маси цементу. Суміш знову перемішують до однорідності 1-2 хв. і розливають у форми, які перед цим змащують машинною олією.

Форми заливають не повністю, а так, щоб залишити вільний об'єм для спучування газобетону. Залежно від густини бетону висота спучування буде різною (табл. 6.5).

Таблиця 6.5.

Залежність висоти спучування газобетонної суміші від густини

Властивість бетону	Густина, кг/м ³							
	300-400	500	600	700	800	900	1000	1100-1200
Висота заповнення форми газобетоном, h	0,4-0,45	0,45-0,55	0,55-0,65	0,7-0,75	0,75-0,8	0,8-0,85	0,85-0,95	0,95-1,00

Після спучування газобетону форму не можна переміщувати, щоб запобігти осіданню суміші. Залишок газобетонної маси (горбушку) зрізають ножем через 3-4 год. Для прискорення твердіння форми з газобетоном вміщують до пропарки при $T = 90 \pm 5$ °С на 14-18 год.

Визначення властивостей цементного газобетону

1. Густину газобетону визначають шляхом випробування зразків з природною вологістю за ГОСТ12730.1-78. Виготовляють зразки-куби з довжиною ребра 10 см, витримують 28 діб при $T = 25 \pm 10$ °С і відносній вологості повітря 50 ± 20 %. Густину знаходять за формулою:

$$\rho_o = \frac{m}{V} \cdot 1000, \quad (6.8)$$

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

2. Вологість газобетону за масою визначають з похибкою до 0,1 % за формулою:

$$W_m = \frac{m_{\text{вл}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \cdot 100 \%, \quad (6.9)$$

де $m_{\text{вл}}$, $m_{\text{сух}}$ – відповідно маси зразка у вологому й сухому стані, г.

3. Міцність газобетону при стиску визначають при випробуванні серії зразків-кубів у кількості не менше 3 штук, висушених до постійної маси.

Міцність визначають з точністю до 0,1 МПа за формулою:

$$R = \alpha \cdot K_w \cdot \frac{F}{A}, \quad (6.10)$$

де α – масштабний коефіцієнт: при $\rho_o < 400 \text{ кг/м}^3$ $\alpha = 1,0$ незалежно від розмірів зразка; при $\rho_o \geq 400 \text{ кг/м}^3$ $\alpha = 0,90$ для зразків з розмірами $7,07 \times 7,07 \times 7,07 \text{ см}$; при $\rho_o \geq 400 \text{ кг/м}^3$ $\alpha = 0,95$ для зразків з розмірами $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$; F – руйнівне навантаження, кгс; A – площа перерізу зразка, см^2 ; K_w – погоджувальний коефіцієнт для ніздрюватого бетону залежно від вологості зразка (приймають за даними табл. 6.6).

Таблиця 6.6

Коефіцієнт міцності чарункуватого

Вологість ніздрюватого бетону за масою, %	Погоджувальний коефіцієнт K_w
0	0,8
5	0,9
10	1,0
15	1,05
20	1,10
25 і більше	1,15

6.4 Контрольні запитання

- 6.4.1. Які бетони називають ніздрюватими?
- 6.4.2. За якими ознаками класифікують ніздрюваті бетони?
- 6.4.3. Назвати основні властивості ніздрюватих бетонів.
- 6.4.4. Який показник визначає якість ніздрюватих бетонів?
- 6.4.5. Як визначають міцність ніздрюватих бетонів?

Лабораторна робота №7

ЗНОШУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ

Мета роботи: вивчити вплив різних середовищ на процес зношування матеріалів.

7.1 Короткі теоретичні відомості

Зношування - процес відділення матеріалу з поверхні твердого тіла та (або) збільшення його залишкової деформації при терті, що проявляється у поступовій зміні розмірів та (або) форми тіла.

Знос – результат зношування, визначається у встановлених одиницях (довжини, об'єму, маси та інш.).

Швидкість зношування - відношення значення зносу до інтервалу часу, на протязі котрого він виник.

Зносостійкість – властивість матеріалу проявляти опір зношуванню в певних умовах тертя, що оцінюється величиною зворотною до швидкості зношування або інтенсивності зношування.

Абразивним матеріалом називається мінерал штучного або природного походження, зерна якого мають достатню твердість і мають властивість різати (дряпати).

Абразивне зношування - це руйнування поверхні деталі в результаті її взаємодії з твердими частками. У ролі таких часток виступають:

- нерухомо закріплені тверді зерна (наприклад, шанжирування твердими частинками м'яких антифрикційних матеріалів).
- незакріплені частки, що входять у контакт із поверхнею деталі (копати землю). Наприклад, насипні вантажі при їхньому транспортуванні, абразивні частки в ґрунті при роботі машин, що оброблюють ґрунт.
- вільні абразивні частки, що втягуються в потік рідиною або газом (гідроабразивне або газоабразивне зношування).
- вільні частки в зазорі пари тертя.

Під абразивне зношування підпадають деталі сільськогосподарських, будівельних, гірничих, транспортних та транспортуючих пристроїв, вузли металургійного обладнання, труби та насоси земснарядів та інших.

На процес абразивного зношування впливає природа абразивних частинок, властивості зношувальних поверхонь, величина навантаження на пару тертя та інші фактори. Загальним для абразивного зношування є механічний характер руйнування поверхні.

Абразивні частки відрізняються і характеризуються розміром, формою, твердістю.

Якщо твердість абразивного матеріалу нижче, ніж твердого металу, то знос не залежить від різниці твердості і швидко зменшується з підвищенням у

такій різниці. Якщо твердість абразиву значно перевищує твердість металу то знос не залежить від різниці твердості. Якщо ж метал по твердості досягає хоча б 60% від твердості абразиву, то знос його різко сповільнюється.

Якщо для металів застосовують свої методи і міри твердості (по Брюнелю, Роквелу і т.д.), то для абразивних часток (мінералів) твердість вимірюють по шкалі Мооса. Найбільш м'який матеріал тальк – 1, алмаз – 10, корунд – 9, кварц – 7.

Процес поверхневого руйнування речовини під впливом зовнішнього середовища називається – *ерозією*. Під ерозією розуміють руйнування поверхні матеріалу внаслідок механічного впливу високошвидкісного потоку рідини, газу або пари.

Ерозійний вплив високошвидкісного потоку рідини, газу або пари містить у собі тертя суцільного потоку і його ударів об поверхню. У результаті відбувається розхитування і вимивання окремих обсягів матеріалів.

Якщо потік містить абразивні частки, то зношування стає ерозійно-абразивним.

Корозійно-механічне зношування – зношування в результаті механічної взаємодії, що супроводжується хімічною та (або) електричною взаємодією матеріалу з середовищем.

Окислювальне зношування – зношування, при якому переважає хімічна реакція матеріалу з киснем або окислюючим оточуючим середовищем.

На інтенсивність абразивного зношення значний вплив мають вологість та агресивність середовища. Так при наявності в абразиві води (водопровідної води) біля 1% інтенсивність зношування збільшується в 1,2...2,7 рази.

При терті сталевих зразків в кислотному середовищі (розчин оцтової кислоти) питомий вміст водню в поверхневих шарах збільшується в 4,2...4,8 разів.

7.2 Обладнання та матеріали

Лабораторна установка (рис. 7.1), зразки, вода, абразивний матеріал, набір важелів, штангенциркуль, ваги.

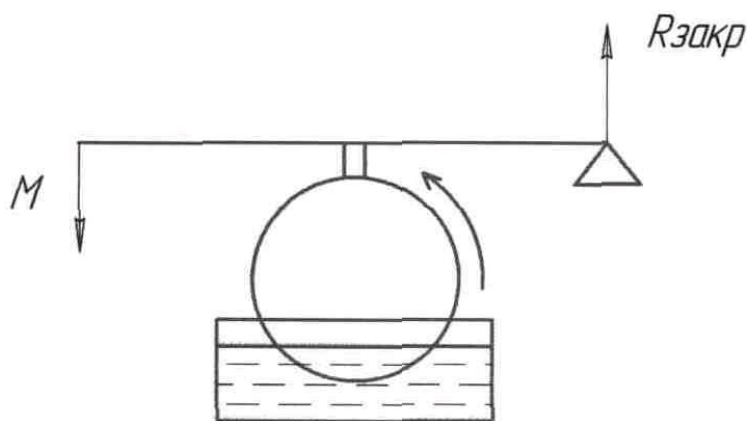


Рисунок 7.1. Схема навантаження зразків

7.3 Хід виконання роботи

Провести зношування зразка під різним навантаженням (830г, 1660г, 2490г) без агресивного середовища та під дією агресивного середовища (час проведення досліду 3 хвилини).

Після кожного досліду фіксувати величину L (рис. 7.2) або масу зразка та розраховувати знос у одиницях об'єму.

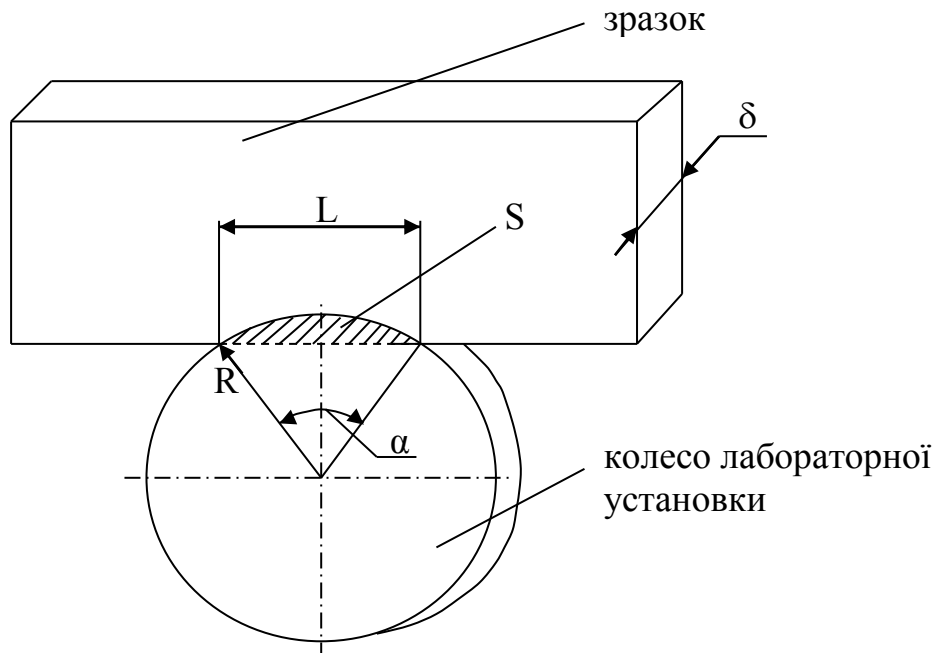


Рисунок 7.2. Схема для розрахунку величини зносу

Всі експериментальні та розрахункові дані занести до таблиці.

Побудувати залежність швидкості зношування від навантаження в різних середовищах.

Побудувати графіки залежності зносостійкості від навантаження в різних середовищах.

За результатами випробувань і відповідно до мети роботи роблять відповідні висновки.

7.4 Контрольні запитання

7.4.1 Що називається абразивним матеріалом?

7.4.2 Характеристика абразивного зносу.

7.4.3 Залежність швидкості абразивного зносу від твердості абразивних частинок.

7.4.4 Що таке ерозія?

7.4.5 Характеристика корозійно-механічного зношування.

Рекомендована література

1. Бадвин Г.М. Справочник строителя. – М.: АСВ, 2003.
2. Воробьев В.А. Лабораторный практикум по общему курсу строительных материалов. – М.: Высш. шк., 1972. – 262 с.
3. Воробьев, В.А. Строительные материалы: учебник/ В.А. Воробьев, А.Г. Комар. – М. : Стройиздат, 1976. – 478 с.
4. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. – М.:Стройиздат, 1986.
5. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения. – СПб: ООО Строй бетон, 2006. – 689 с.
6. Искусственные пористые заполнители и бетоны на их основе: Справ. пособие/ Под ред. проф. Ю.П. Горлова. – М.: Стройиздат, 1987. – 302 с
7. Ицкович С. М. Заполнители для бетона. – Минск: Вышэйш. шк., 1983. – 214 с.
8. Попов Л.Н. Лабораторные испытания строительных материалов и изделий. – М.: Высш. шк., 1984. – 168 с.
9. Рыбьев, И.А. Общий курс строительных материалов: учебник/ И.А. Рыбьев. – М. : Высш. шк., 1987. – 583 с.
10. Стройиндустрия и промышленность строительных материалов: Энциклопедия/ К.В. Михайлов, И.Е. Путляев, В.Н. Ярмаковский и др. – М.: Стройиз- дат, 1999.