



Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

(Частина 1)

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форм навчання зі спеціальності
192 Будівництво та цивільна інженерія**

Харків 2023

Міністерство освіти і науки України

ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет мехатроніки та інжинірингу

Кафедра надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

(Частина 1)

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

Затвердження рішенням
Методичної ради ФМІ ДБТУ
Протокол № 5 від 06.06.2023 р.

Харків 2023

УДК 691.161

Схвалено на засіданні кафедри надійності та міцності машин і споруд
імені В.Я. Аніловича
протокол № 10 від 24.05.2023 р.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Будівельне матеріалознавство" (Частина 1) для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія. Харків. ДБТУ; уклад.: С. Ю. Шептун, М. В. Марченко, М. В. Сліпченко, А. М. Петров, М. А. Кусков – Харків: [б. в.], 2023.– 74 с.

У методичних вказівках подано перелік тем лабораторних робіт, їх мету, хід роботи, правила організації робочого місця студента, короткі теоретичні відомості, прилади, матеріали, обладнання, які необхідні для проведення досліджень. Подано рекомендації до оформлення звіту з виконаної роботи. Призначені для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Рецензенти:

О. І. Завгородній, д-р техн. наук, проф., проф. фізики та вищої математики Державного біотехнологічного університету.

Р. В. Антощенко, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю Державного біотехнологічного університету

Відповідальний за випуск: М. В. Сліпченко, к.т.н., доцент, зав.каф.

©.: С. Ю. Шептун, М. В. Марченко, М. В. Сліпченко,
А. М. Петров, М. А. Кусков., 2023
© ДБТУ, 2023

ВСТУП

Методичні вказівки складено згідно з рекомендованим програмою циклом робіт з курсу «Будівельні матеріали».

В методичних вказівках викладена методика проведення лабораторних робіт з випробування основних будівельних матеріалів та виробів, що застосовуються в промисловому та цивільному будівництві. Наведено стислий опис лабораторних приладів та обладнання, подано методику розрахунку отриманих результатів випробувань.

Загальні положення про виконання лабораторних робіт:

1 Кожна лабораторна робота, кожне випробування – це самостійна дослідна робота, приступати до виконання якої без знання основ явищ та властивостей, що вивчаються, не припустимо.

2 Усвідомлене виконання лабораторних робіт навчає застосовувати теоретичні знання в експериментальній роботі, правильно планувати дослід, проводити вимірювання з достатньою точністю, аналізувати та отримувати вірогідні результати.

3 Студент отримує методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, до заняття ознайомлюється з теорією, суттю і методикою виконання завдання, зокрема використовуючи конспект або підручник. На заняттях з'ясовує у викладача всі питання, що виникли в процесі самопідготовки, і виконує роботу.

4 При проведенні випробувань необхідно строго дотримуватись правил техніки безпеки.

5 Після остаточної обробки матеріалу кожного заняття їх результати заносяться у відповідні таблиці даних методичних вказівок та робиться висновок про відповідність якості матеріалу вимогам стандарту. Заповнення всіх граф, які передбачені журналом, обов'язкове.

6 У час, який відведено для проведення лабораторного заняття, мають бути виконані такі складові:

- поточний контроль підготовленості студентів до виконання конкретної лабораторної роботи;
- виконання завдань теми заняття;
- оформлення індивідуального звіту з виконаної роботи;
- захист звіту перед викладачем.

7 Студенти, які в результаті поточного контролю на початку заняття показали незадовільний рівень підготовленості, до лабораторної роботи не допускаються.

8 Відпрацювання лабораторних робіт для студентів, які не були на них допущені або пропустили їх з поважних причин, виконується у позанавчальний час.

9 Зарахування лабораторної роботи проводиться за отриманими результатами і висновками студента, з коротким опитуванням або співбесідою за результатами роботи. В окремих випадках захист лабораторної роботи може проводитися на наступному занятті.

10 Оцінювання результатів лабораторної роботи диференційоване, залежно від рівня роботи студента на занятті, отриманих результатів та зроблених висновків. Враховуються також попередні недопуски на дане заняття або пропуски його з неповажних причин.

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Короткі відомості

Доцільне та раціональне застосування будівельних матеріалів можливе за умови знання їхніх властивостей, під якими розуміють особливості фізичного стану, здатність реагувати на дію окремих чи сукупних зовнішніх або внутрішніх чинників (механічних, фізичних, хімічних, біологічних тощо), а також впливати на довкілля.

Властивості будівельних матеріалів визначають за результатами їх випробувань, користуючись відповідними стандартами або спеціальними методиками. Порівнюючи при цьому показники (числові або інші) з відповідними показниками, наведеними у нормативних документах (стандартах, технічних умовах), роблять висновок про якість такого матеріалу.

За сукупністю ознак властивості будівельних матеріалів поділяють на фізичні, механічні, експлуатаційні (спеціальні) та технологічні.

Метою роботи є ознайомлення студентів з основними властивостями будівельних матеріалів і виробів та набуття практичних навичок їх визначення.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ БВ.2.7-42-97. Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів.
2. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии.
3. ГОСТ 22783-77. Бетоны. Методы ускоренного определения прочности при сжатии.
4. ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.

1.1. Фізичні властивості

1.1.1. Визначення густини

Більшість твердих будівельних матеріалів і виробів – пористі,

тобто крім твердої речовини, вони містять пори, заповнені повітрям, густина якого значно нижча, ніж густина твердої речовини. Для будівельних матеріалів зазвичай визначають дві характеристики густини: істинну та середню. В деяких випадках визначають також відносну густину.

Істинна густина ρ – це маса одиниці об'єму матеріалу в абсолютно щільному стані (без пор і пустот).

Середня густина ρ_m – це маса одиниці об'єму матеріалу в природному стані (разом з порами і пустотами). Середню густину сипких матеріалів називають *насипною густиною* (ρ_n).

Насипна густина ρ_n – це маса одиниці об'єму сипкого матеріалу в природному (неущільненому) стані.

Відносна густина d – це відношення середньої густини матеріалу ρ_m до густини стандартної речовини (наприклад, води).

ВИЗНАЧЕННЯ ІСТИННОЇ ГУСТИНИ ТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріали: кварцовий пісок, вода.

Прилади: штатив, скляна посудина, колба Ле Шательє, скляна лійка, термометр, ваги, сушильна шафа.

Порядок виконання роботи

Істинну густину твердих матеріалів визначають пікнометричним способом або за допомогою приладу Ле Шательє. В разі використання останнього, колбу Ле Шательє вміщують у скляну посудину з водою так, щоб його градуйована частина була зануреною у воду. Температура води в посудині повинна відповідати тій, при якій було проградуйовано прилад (зазвичай $+20^{\circ}\text{C}$). Щоб колба не спливла, її закріплюють у штативі (рис.1.1).

Колбу заповнюють до нульової позначки водою або іншою рідиною, інертною до досліджуваного матеріалу. Рівень рідини в колбі визначають за нижнім меніском. Кварцовий пісок висушують до сталої маси, відбирають наважку 80...100 г з точністю до 0,01 г і всипають через лійку невеликими порціями у колбу доти, доки рівень рідини у приладі підніметься до однієї з верхніх поділок. Залишок порошку матеріалу зважують. Різниця відліків між кінцевим і початковим рівнем рідини відповідає об'єму (V_a) всипаного порошку в абсолютно щільному стані (cm^3).

Істинну густину проби (ρ_i) в г/см^3 визначають за формулою:

$$\rho_i = \frac{m_1 - m_2}{V_a}$$

де m_1 – маса наважки порошку матеріалу, г;

m_2 – маса залишку порошку матеріалу, г.

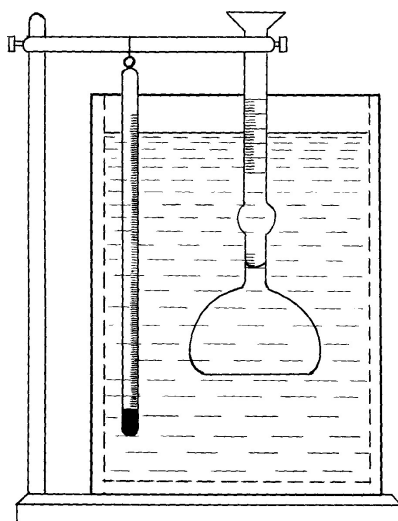


Рис.1.1. Прилад для визначення істинної густини твердих матеріалів (колба Ле-Шательє)

Істинну густину матеріалу визначають як середньоарифметичне результатів випробування двох наважок проби, розраховане з точністю до $0,01 \text{ г/см}^3$. Результати випробування заносять до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Визначення істинної густини твердого матеріалу

№ досліду	Найменування матеріалу	Ступінь подрібнення	Маса, г			Об'єм порошку, V_a , см^3	Істинна густина, г/см^3	
			наважки, m_1	залишку, m_2	порошку в колбі, $m_1 - m_2$		проби, ρ_i	матеріалу, ρ
1								
2								

Висновок. За одержаними результатами потрібно зробити висновок про відповідність істинної густини кварцового піску довідковим даним.

ВИЗНАЧЕННЯ ІСТИННОЇ ГУСТИНИ РІДКИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріал: рідинне скло.

Прилади: скляний циліндр місткістю 250 або 500 см³, скляна паличка, ареометр.

Порядок виконання роботи

Істинну густину рідких матеріалів визначають за допомогою ареометра (денсиметра), що працює за принципом поплавка. Ареометр – це скляна трубка, запаяна з двох кінців, в нижній частині якої знаходиться дріб, а у верхній – градуйована шкала з поділками, нанесеними при температурі +20°C (тому густину рідини визначають при цій же температурі).

Досліджувану рідину наливають у скляний циліндр так, щоб $\frac{1}{4}$ його об'єму лишилась вільною, і перемішують скляною паличкою. Ареометр обережно опускають у рідину так, щоб при цьому він не торкався стінок і дна посудини і знаходився у центрі перерізу циліндра. Рівень занурення ареометра відраховують за нижнім меніском. (рис. 1.2).

Дослід повторюють 2-3 рази, наливаючи кожного разу в циліндр нову порцію рідини. Істинну густину рідини визначають як середньоарифметичне результатів випробувань, розрахованих з точністю до 0,01 г/см³. Результати випробувань заносять до таблиці 1.2.

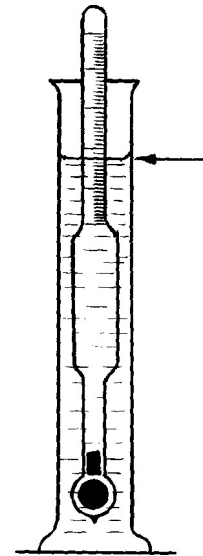


Рис.1.2. Прилад для визначення істинної густини рідких матеріалів - ареометр

Визначення істинної густини рідкого матеріалу

№ досліджу	Найменування матеріалу	Істинна густина, г/см ³	
		проби	матеріалу
1			
2			
3			

Висновок. За одержаними результатами слід зробити висновок про відповідність істинної густини рідкого скла довідковим даним.

ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ГУСТИНИ

Матеріали: три зразка різної правильної геометричної форми.

Прилади: металева лінійка або штангенциркуль, технічні ваги.

Порядок виконання роботи

Середню густина визначають випробуванням зразків правильної геометричної форми (куби, циліндри, прямокутні паралелепіпеди). Для цього зразки досліджуваних матеріалів попередньо висушують до сталої маси. Спочатку зразки зважують на вагах з похибкою не більше 1 г при масі зразків від 20 до 1000 г і не більше 5 г при масі від 1000 до 10000 г. Потім вимірюють їх розміри (з похибкою для кубів і циліндрів не більше 0,1 мм, інших зразків – не більше 1мм) і розраховують об'єм кожного зразка.

Середню густина зразка ρ_m (г/см³, кг/м³) обчислюють за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{V}$$

де m – маса зразка в сухому стані, г (кг); V – об'єм зразка, см³ (м³).

Результати випробувань заносять до таблиці 1.3.

**Визначення середньої густини матеріалів
правильної геометричної форми**

Характеристика зразків	Найменування матеріалів		
	куб	циліндр	паралелепіпед
Форма			
Розміри, см			
Об'єм V , см ³			
Маса m , г			
Середня густина ρ_m (кг/м ³)			

Висновок. За одержаними результатами слід зробити висновки про відповідність середньої густини досліджених зразків матеріалів довідковим даним.

ВИЗНАЧЕННЯ НАСИПНОЇ ГУСТИНИ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

Матеріал: кварцовий пісок.

Прилади: мірний циліндр місткістю 1л, совок, технічні ваги, металева лінійка, сушильна шафа.

Порядок виконання роботи

Насипну густину сипких матеріалів ρ_H (піску, щебеню, гравію, цементу, вапна, гіпсу) визначають як відношення маси наважки сипкого матеріалу до його об'єму, включаючи простір між зернами або кусками. Кварцовий пісок висушують в сушильній шафі при температурі 105...110°C до сталої маси, відбирають пробу і, користуючись совком, заповнюють з висоти 10 см мірний циліндр. Циліндр попередньо зважують і заповнюють його з надлишком, до утворення конуса. Конус обережно (без ущільнення) зрізують по вінця циліндра металевою лінійкою і зважують циліндр з матеріалом.

$$\rho_H = \frac{m_2 - m_1}{V_{\text{ц}}}$$

Насипну густину проби ρ_H кг/м³, обчислюють за формулою: де m_2 – маса мірного циліндра з матеріалом, кг; m_1 – маса порожнього циліндра, кг; $V_{\text{ц}}$ – об'єм циліндра, м³.

Насипну густину піску розраховують (з точністю до 10 кг/м³) як середньоарифметичне значення результатів двох випробувань, при цьому кожного разу беруть нову порцію матеріалу. Результати випробувань заносять до табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Визначення насипної густини сипкого матеріалу

Найменування матеріалу	Об'єм мірного циліндра, V , м ³	Маса мірного циліндра, кг		Насипна густина, кг/м ³	
		з матеріалом, m_2	порожнього, m_1	проби	матеріалу

Висновок. За одержаними результатами слід зробити висновок про відповідність насипної густини кварцового піску довідковим даним.

1.1.2. Визначення пористості і пустотності

Пористість (Π) – це ступінь заповнення матеріалу повітряними включеннями у вигляді пор. Найчастіше визначають істинну, або загальну, пористість.

Істинна пористість (Π_i) – це відношення об'єму всіх пор (відкритих і закритих) до загального об'єму матеріалу.

Пустотність (V_n) характеризується наявністю порожнин у будівельних виробих або між зернами в сипких матеріалах.

Матеріали. Для визначення істинної пористості використовують зразки матеріалів, для яких визначали середню густина, а для визначення пустотності – кварцовий пісок.

Порядок виконання роботи

Істинну пористість (Π_i) і пустотність (V_n) вимірюють у відсотках і визначають розрахунковим способом, користуючись формулами

$$V_n = \frac{\rho - \rho_n}{\rho} \cdot 100\%$$

де ρ – істинна густина матеріалу, г/см³; ρ_m – середня густина матеріалу, г/см³; ρ_n – насипна густина піску, г/см³.

Значення ρ для матеріалів правильної геометричної форми беруть з довідкових даних, а значення ρ для кварцового піску, ρ_m , ρ_n – з результатів попередніх випробувань. Результати випробування заносять до таблиці 1.5.

Таблиця.1.5

Визначення істинної пористості та пустотності

№ дос-ліду	Найме-нування матеріалу	Істинна густина, ρ , г/см ³	Середня густина, ρ_m , кг/м ³	Насипна густина, ρ_n , кг/м ³	Істинна пористість, Π_i , %	Пустотність, V_n , %

Висновок. За результатами одержаних розрахунків слід зробити висновки про їх відповідність довідковим даним.

1.1.3. Визначення водопоглинання

Водопоглинання – це властивість матеріалу вбирати й утримувати в своїй структурі воду. Цей показник розраховують у відсотках як відношення маси або об'єму поглинутої зразком матеріалу води відповідно до маси сухого зразка або його об'єму у природному стані.

Матеріали: пінополіуретан (поролон), вода.

Прилади: металева лінійка, посудина з водою, технічні ваги, сушильна шафа.

Порядок виконання роботи

Зразок пінополіуретану у формі прямокутного паралелепіпеда попередньо висушують до сталої маси, вимірюють лінійні розміри металевою лінійкою, зважують на технічних вагах, обчислюють об'єм, занурюють у посудину з водою температурою $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ і витримують у воді до повного водонасичення. Потім зразок виймають з води і знову зважують. Масу води, яка витекла на шальку ваг, включають у масу водонасиченого зразка.

Водопоглинання окремого зразка у відсотках обчислюють за формулами:

За масою:
$$W_m = \frac{m_n - m_c}{m_c} \cdot 100\%$$

За об'ємом:
$$W_o = \frac{m_n - m_c}{V \cdot \rho_v} \cdot 100\%$$

де m_n – маса зразка, насиченого водою, г; m_c – маса зразка, висушеного до сталої маси; V – об'єм зразка у природному стані, cm^3 ; ρ_v – густина води (приймається рівною 1 г/см^3).

Водопоглинання матеріалу визначають з точністю до 1% як середньоарифметичне значення результатів випробування трьох зразків. Результати випробування заносять до таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Визначення водопоглинання

№ досліду	Найменування матеріалу	Розміри зразка, см	Об'єм зразка, V, cm^3	Маса зразка, г		Водопоглинання, %			
				сухого, m_c	водонасиченого, m_n	зразка		матеріалу	
						за масою, W_m	за об'ємом, W_o	за масою, W_m	за об'ємом, W_o
1									
2									
3									

Висновок. За одержаними результатами слід зробити висновок про їх відповідність довідковим даним.

1.2. Механічні властивості

Міцність – здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією різних зовнішніх навантажень. Зазвичай у процесі експлуатації будівель і споруд матеріали зазнають різних напружень

– кручення, сколювання, зрізу, удару та найчастіше – стиску, згину, розтягу.

Міцність оцінюють границею міцності R , яка дорівнює максимальному напруженню від дії навантаження, що виникає в матеріалі в момент його руйнування і вимірюється в мегапаскалях (МПа).

Зазвичай міцність оцінюють випробуванням зразків чи натурних виробів двома групами методів – руйнівними (за допомогою спеціальних випробувальних машин) і безруйнівними (за допомогою апаратів і пристроїв, які діють на матеріал механічно чи фізично).

Неруйнівні методи визначення міцності, на відміну від руйнівних, дають змогу випробувати матеріал конструкцій безпосередньо у спорудах під час їх експлуатації, проводити не вибірковий, а суцільний контроль, а також спостерігати за зміною міцності у часі тощо.

Форма зразків та їх розміри, вид і тип випробувальної машини, апарату чи пристрою, методика визначення, схема випробування та розрахунку залежать від виду матеріалу чи виробу і регламентуються відповідними нормативними документами.

1.2.1. Визначення границі міцності при стиску та коефіцієнта конструктивної якості матеріалу

Матеріали: зразки правильної геометричної форми на основі гіпсових і цементних в'язучих речовин.

Прилади: гідравлічний прес, накладні сталеві пластинки для передачі навантаження на половинки балочок 4x4x16 см (ГОСТ 310.4-81), металева лінійка, штангенциркуль, ваги.

Порядок виконання роботи

Зразок обмірюють і розраховують площу, на яку буде діяти навантаження. Потім зразок згідно зі схемою, наведеною на рис. 1.3,

піддають випробуванню на гідравлічному пресі (рис.1.4), визначаючи величину руйнівного навантаження. Границю міцності при стиску R_{cm} , МПа (кгс), обчислюють за формулою

де P – руйнівне навантаження (сила), МН (кгс); F – площа поперечного перерізу зразка до випробування, м² (см²).

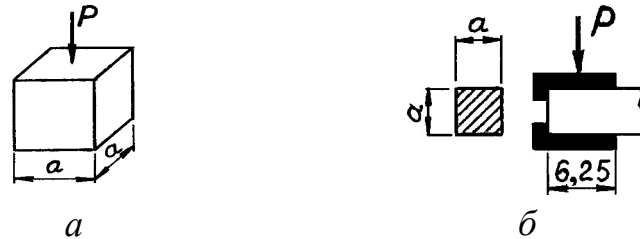


Рис.1.3. Схема випробування при визначенні границі міцності при стиску зразків бетону (а) та цементно-піщаного розчину(б)

Для оцінки технічної ефективності конструкційного матеріалу використовують коефіцієнт конструктивної якості К.к.я., МПа, який розраховують за формулою:

$$К.к.я = \frac{R_{cm}}{d}$$

де R_{cm} – границя міцності при стиску, МПа; d – відносна густина матеріалу (безрозмірна величина – відношення середньої густини матеріалу ρ_m до густини води $\rho_g=1000$ кг/м³) (див. розділ 1.1).

Найбільш ефективними вважають матеріали, які при найменшій густині мають найбільшу міцність.

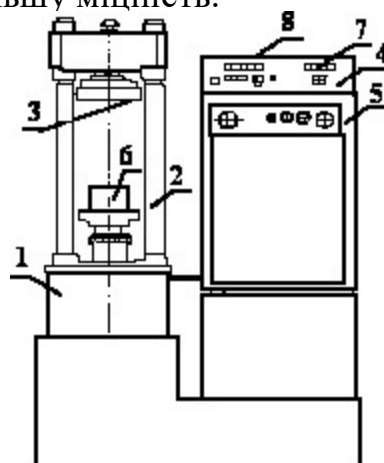


Рис. 1.4. Гідравлічний прес

для визначення границі міцності при стиску: 1 – станина з навантажувальним пристроєм; 2 – нижня плита; 3 – верхня плита; 4 – блок вимірювання навантажень; 5 – пульт управління; 6 – зразок, що випробовується; 7 – індикатор швидкості; 8 – індикатор навантаження

1.2.2. Визначення границі міцності при згині

Матеріали: зразки матеріалів у вигляді призм 4x4x16 см з цементно- піщаного (або гіпсового) розчину.

Прилади: універсальна випробувальна машина типу “МІІІ – 100” (рис.1.5).

Порядок виконання роботи

Зразок встановлюють на опори випробувальної машини і проводять випробування за схемою, наведеною на рис. 1.6.

Визначають міцність при згині стандартних зразків-балочок (призм) розмірами 4x4x16 см на універсальних машинах типу “МІІІ-100”, отримане значення $R_{зг}$ фіксують за показником лічильника у кгс/см², а потім переводять у МПа. Результати випробування заносять до таблиці 1.7.

Таблиця 1.7

Визначення міцності та коефіцієнта конструктивної якості будівельних матеріалів

Площа поперечного перерізу зразка, на яку діє зусилля, F , см ² (м ²)	Руйнівне зусилля, кгс (МН)	Границя міцності, МПа		Відносна густина, d	Коефіцієнт конструктивної якості, К.к.я, МПа
		при згині $R_{зг}$	при стиску, $R_{ст}$		

Висновок повинен містити порівняльний аналіз показників міцності при стиску та згині, а також оцінку ефективності досліджуваного матеріалу (за величиною К.к.я.).

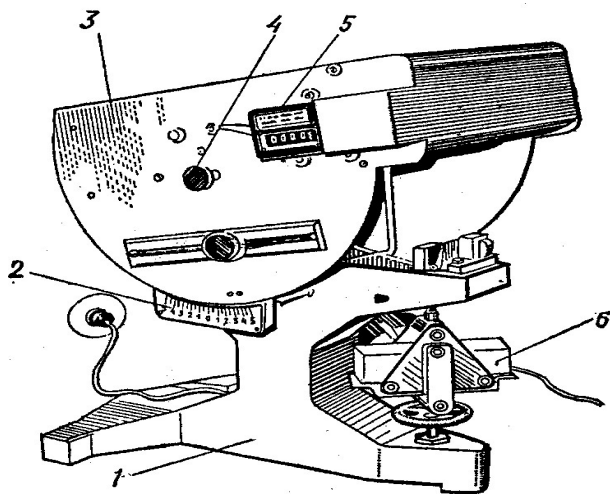


Рис. 1.5. Випробувальна машина “МІІ-100” для визначення границі міцності при згині:
 1 – станина, 2 – шкала, 3 – важелі,
 4 – ручка-фіксатор, 5 – лічильник,
 6 – зразок матеріалу, що випробовується

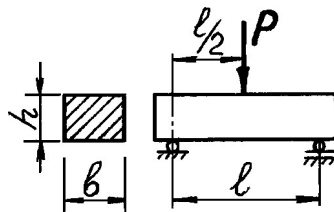


Рис.1.6. Схема випробування під час визначення границі міцності при згині зразків цементно-піщаного розчину

Такі методи поділяють на *механічні*, які дають змогу визначити міцність матеріалу чи виробу за допомогою місцевих (локальних) руйнувань поверхні, що не впливають на несучу здатність конструкції (до них крім відомих молотків Кашкарова та Шмідта відносять прилад Ц-22 для визначення міцності бетону методом пластичної деформації), а також *фізичні*, які ґрунтуються на визначенні міцності опосередковано через реєстрацію відгуку матеріалу після впливу на нього певного фізичного поля (наприклад, ультразвукового).

Для більш детального ознайомлення за завданням викладача студенту пропонується навести методику визначення міцності одним із неруйнівних методів контролю.

1.3 Експлуатаційні спеціальні властивості

1.3.1. Визначення водостійкості

Водостійкість – це здатність матеріалу зберігати фізико-механічні властивості у водонасиченому стані. Чисельною характеристикою водостійкості є коефіцієнт розм'якшення (або водостійкості) K_p , який визначають як відношення границі міцності при стиску матеріалу у

водонасиченому стані до границі міцності при стиску в сухому стані. Коефіцієнт розм'якшення – безрозмірна величина.

Водостійкими вважають матеріали з коефіцієнтом розм'якшення понад 0,8. Такі матеріали можна застосовувати у вологих місцях без спеціальних засобів захисту від зволоження.

Матеріали: гіпсові зразки-куби розмірами 40х40х40 мм, вода.

Прилади: посудина для води, металева лінійка, прес гідравлічний, сушильна шафа.

Порядок виконання роботи

Два гіпсових зразка висушують в сушильній шафі до сталої маси і металевою лінійкою визначають розміри поперечного перерізу та обчислюють площу поперечного перерізу кожного зразка. Один зразок випробовують на міцність за допомогою гідравлічного преса, а другий вміщують у посудину з водою і витримують там до повного водонасичення, після чого також випробовують на міцність при стиску за методикою, наведеною в роботі 1.2.1.

Коефіцієнт розм'якшення K_p розраховують за формулою:

$$K_p = \frac{R_n}{R_c},$$

де R_n – границя міцності при стиску матеріалу у водонасиченому стані, МПа;
 R_c – границя міцності при стиску матеріалу у сухому стані, МПа.

Результати випробування заносять до таблиці 1.8.

Таблиця 1.8

Визначення водостійкості матеріалу

№ дослідів	Найменування матеріалу	Стан матеріалу	Площа поперечного перерізу, F , см ² (м ²)	Руйнівне навантаження, P , кгс (МН)	Границя міцності при стиску, $R_{ст}$, кгс/см ² , (МПа)	Коефіцієнт розм'якшення, K_p
1		сухий				
2		водонасичений				

Висновок. За одержаною величиною коефіцієнта розм'якшення зробити висновок щодо водостійкості випробуваного матеріалу і можливості його застосування у вологих умовах експлуатації.

1.3.2. Визначення теплопровідності

Теплопровідність – це здатність матеріалу передавати теплоту від однієї поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях. Вона характеризується коефіцієнтом теплопровідності λ і вимірюється у Вт/(мК).

Коефіцієнт теплопровідності – це кількість теплоти, що передається через зразок матеріалу завтовшки 1 м площею 1 м^2 за 1 с при різниці температур між поверхнями стінки 1 градус. Коефіцієнт теплопровідності визначають експериментально різними методами.

Враховуючи загальну залежність коефіцієнта теплопровідності λ від середньої густини ρ_m і, скориставшись емпіричною формулою проф. В.П. Некрасова, можна орієнтовно визначити коефіцієнт теплопровідності для повітряно-сухих (з природною вологістю 1...7%) матеріалів мінерального походження:

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

де d – відносна густина матеріалу,

Під час лабораторної роботи студенти визначають теплопровідність матеріалів, користуючись саме цією формулою.

Порядок виконання роботи

Теплопровідність визначають для тих зразків матеріалів, яким визначали середню густина в роботі 1.1. Відносну густина матеріалів обчислюють за формулою:

$$d = \frac{\rho_m}{\rho_v}$$

де ρ_m – середня густина матеріалу, г/см³;

ρ_v – густина води, приймається рівною 1 г/см³.

Одержанні результати заносять до табл.1.9.

Таблиця 1.9

Визначення коефіцієнта теплопровідності

Найменування матеріалу	Середня густина, ρ_m , г/см ³	Відносна густина, d	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м·К)

Висновок. Одержані значення коефіцієнта теплопровідності порівняти з відповідними довідковими значеннями для кожного матеріалу.

Скорочений варіант протоколу до лабораторної роботи №1 наведено в додатку А.

ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ

Короткі відомості

Природними кам'яними матеріалами називають матеріали і вироби, які одержують механічною обробкою (подрібненням, розколюванням, розпилуванням тощо) гірських порід, не змінюючи при цьому їхньої природної структури та властивостей. Серед будівельних природні кам'яні матеріали займають одне з основних місць: загальна частка витрат у будівництві на ці матеріали перевищує 20%.

Гірські породи – це природні мінеральні утворення, які сформувались внаслідок геологічних процесів у земній корі, відрізняються ступенем щільності, складаються з одного або кількох мінералів, і характеризуються відносно сталим мінералогічним складом, певними будовою та властивостями і мають досить великі площі залягання. Залежно від кількості породотвірних мінералів гірські породи поділяють на мономінеральні, що складаються лише з одного мінералу, та полімінеральні – з двох або більше мінералів. Більшість гірських порід є полімінеральними.

Властивості гірських порід оцінюють переважно за їхнім хіміко-мінералогічним складом, структурою та умовами формування, фізичними та фізико-механічними характеристиками.

Природні мінерали – це новоутворення, що відрізняються постійними хімічним складом, структурою й властивостями та беруть участь у формуванні гірських порід.

Визначальними характеристиками для ідентифікації мінералів є хімічний склад і структура, істинна густина, твердість, спайність, оптичні властивості (колір, блиск, світлозаломлення) тощо.

У сучасному будівництві визначилися такі основні напрями використання природних кам'яних матеріалів: штучне каміння та вироби для зведення стін будівель, улаштування підлог, сходів тощо; облицювальні (декоративні) вироби – плити, каміння, профільовані вироби; каміння та вироби для дорожнього будівництва – бруківка, плити, бордюрний камінь; каміння та вироби різних типів для гідротехнічних та інших споруд; нерудні матеріали – бутовий камінь, заповнювачі для бетону (щебінь, гравій, пісок); сировина для виготовлення мінеральних в'язучих речовин, керамічних, скляних виробів тощо.

Метою роботи є ознайомлення з основними породотвірними мінералами, гірськими породами та вивчення їхніх властивостей і технічних характеристик, а також доцільних галузей використання.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Будівельні матеріали. Плити і вироби з природного каменю. Технічні умови

- 2 ДСТУ Б В.2.7-59-97. Будівельні матеріали. Блоки з природного каменю для виробництва облицювальних виробів. Загальні технічні умови

2.1. Визначення твердості основних породотвірних мінералів

Матеріали: зразки мінералів.

Прилади: олівець, сталевий ніж, скло.

Порядок виконання роботи

Для приблизного визначення твердості мінералів використовують систему, запропоновану у XIX столітті німецьким вченим Фрідріхом Моосом. До шкали Мооса входять 10 еталонних мінералів, твердість яких (в умовних одиницях) відповідає їх номерам (табл.2.1).

Зразки основних породотвірних мінералів піддають пошкодженню спочатку олівцем, потім нігтем, сталевим ножом або еталонним мінералом, який входить до шкали твердості. Залежно від того, який предмет залишає сліди пошкоджень, що визначаються візуально, встановлюється номер, який відповідає твердості мінералу за шкалою Мооса. Наприклад, якщо невідомий мінерал пошкоджується (дряпається) ортоклазом (твердість 6) і не пошкоджується апатитом (твердість 5), то твердість досліджуваного мінералу – 5,5.

Таблиця 2.1

Шкала твердості мінералів за Моосом

№ за шкалою Мооса	Еталонний мінерал	Абсолютна твердість (за склерометром)	Спосіб можливого пошкодження
1	тальк	1	креслиться олівцем 2М-3М
2	гіпс	3	креслиться нігтем людини
3	кальцит	9	легко креслиться сталевим ножом
4	флюорит	21	креслиться сталевим ножом під невеликим тиском
5	апатит	48	креслиться сталевим ножом під великим тиском
6	ортоклаз	72	злегка дряпає скло, сталевим ножом не креслиться
7	кварц	100	піддається обробці алмазом, пошкоджує скло
8	топаз	200	піддається обробці алмазом, пошкоджує скло
9	корунд	400	піддається обробці алмазом, пошкоджує скло
10	алмаз	1500	-

Результати випробувань заносять до таблиці 2.2.

Визначення твердості мінералів

Таблиця 2.2

№ п/п	Найменування мінералу	Тип та характер пошкодження	Твердість за шкалою Мооса
1			
2			
3			

Висновок повинен містити порівняння отриманих значень твердості з довідковими даними.

2.1. Визначення середньої густини, пористості і теплопровідності гірських порід

Матеріали: зразки гірських порід.

Прилади: ваги, металева лінійка.

Порядок виконання роботи

Визначення середньої густини, пористості і теплопровідності гірських порід виконують на зразках правильної геометричної форми згідно з методиками, наведеними у лабораторній роботі №1. Результати випробувань заносять до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Визначення середньої густини, пористості та теплопровідності

Характеристика зразків	Найменування матеріалів		
Форма			
Розміри, см			
Об'єм V , см ³			
Маса m , г			
Середня густина ρ_m , г/см ³			
Відносна густина d			
Істинна густина, ρ , г/см ³ , (за довідковими даними)			
Істинна (загальна) пористість Π_i %			
Коефіцієнт теплопровідності (розрахунковий) λ , Вт/(м·К)			

Висновок повинен містити аналіз отриманих даних щодо доцільних галузей використання вивчених гірських порід у будівництві залежно від їхніх показників середньої густини, пористості та теплопровідності.

2.3. Вивчення технічних характеристик породотвірних мінералів та гірських порід

Матеріали: зразки мінералів та гірських порід

Порядок виконання роботи

Ознайомлення з основними характеристиками породотвірних мінералів та гірських порід передбачає опрацювання підручника “Будівельне матеріалознавство”, конспекту лекцій, нормативної та іншої спеціальної літератури. Одержані дані заносять до таблиць 2.4 та 2.5. Кількість досліджуваних зразків визначається викладачем (від 3 до 10).

Таблиця 2.4

Характеристика породотвірних мінералів

Найменування мінералу, група за походженням	Хімічний склад	Колір	Твердість за шкалою Мооса	Істинна густина, г/см ³	Породи, які містять цей мінерал	Спеціальні властивості
Кварц						
Опал						
Ортоклаз						
Альбіт						
Анортит						
Мусковіт						
Вермикуліт						
Каолініт						
Авгіт						
Олівін						
Рогова обманка						
Кальцит						
Магнезит						
Доломіт						
Гіпс						
Ангідрит						
Барит						

Таблиця 2.5

Характеристика гірських порід

Найменування породи	Класифікація за походженням	Мінералогічний склад	Границя міцності при стиску, МПа	Середня густина, кг/м ³	Структура, текстура, колір	Переваги та недоліки	Застосування
Граніт Діорит Сієніт Габро Лабрадорит	(Магматичні, осадові)	Мінерали у складі	?			?	

Закінчення табл. 2.5

Найменування породи	Класифікація за походженням	Мінералогічний склад	Границя міцності при стиску, МПа	Середня густина, кг/м ³	Структура, текстура, колір	Переваги та недоліки	Застосування
Андезит Діабаз Базальт Вулканічний туф Перліт Пісковик Доломіт Магнезит Вапняк Вапняк-черепашник Гіпс Діатоміт Трепел Опока Гнейс Мармур Кварцит							

Висновок повинен містити аналіз отриманих даних щодо доцільних галузей використання вивчених гірських порід у будівництві залежно від їхнього мінералогічного складу.

Лабораторна робота № 3

ХАРАКТЕРИСТИКА КЕРАМІЧНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ

Короткі відомості

Керамічними називають матеріали та вироби, які одержують із глиняних мас формуванням, сушінням і подальшим випалюванням.

Основною сировиною для отримання керамічних матеріалів є осадові та метаморфічні гірські породи алюмосилікатного та силікатного складів. Гірські породи алюмосилікатного складу представлені глинами,

суглинками, глинистими сланцями, аргілітами, лесами. Як сировину силікатного складу використовують діатоміт, трепел. Для поліпшення технологічних властивостей формувальної глинистої маси та технічних характеристик готового продукту застосовують *добавки* – спіснювальні (для зменшення пластичності і зниження усадки), плавні (для зменшення температури випалювання і спікання глини), поротвірні (для одержання легких виробів із підвищеною пористістю), пластифікуючі (для підвищення пластичності маси і здатності до формування).

Для надання декоративних властивостей керамічним виробам використовують глазур (легкоплавке скло), ангоб (покриття з білої та кольорової глини), керамічні фарби надглазурні і підглазурні.

Керамічні матеріали та вироби класифікують за характером структури та будовою черепка, призначенням, способом формування, характером поверхні.

За структурою черепка керамічні матеріали та вироби поділяють на пористі та щільні. До пористих умовно відносять матеріали з водопоглинанням за масою більше 5%, а саме: стінові вироби, облицювальні плитки для стін, черепицю, заповнювачі для легких бетонів, теплоізоляційні вироби, фаянсові санітарно-технічні вироби тощо. В середньому вони мають водопоглинання за масою 8...20%, або 14...38% за об'ємом. До щільних, водопоглинання за масою яких менше 5%, відносять плитки для підлог, клінкерну (дорожню) цеглу, каналізаційні труби, фарфорові санітарно-технічні вироби.

За будовою черепка, що характеризує його текстуру, розрізняють грубу (неоднорідну, крупнозернисту) та тонку (однорідну дрібнозернисту) кераміку. Більшість будівельних керамічних матеріалів (цегла, камені, черепиця, дренажні труби) відносять до грубої пористої кераміки з водопоглинанням 5...15%. Представниками грубої щільної кераміки (водопоглинання менше 10%) є дорожня та кислототривка цегла, плитки для підлог, каналізаційні труби. За тонку пористу кераміку вважають вироби із майоліки і фаянсу, за тонку щільну – вироби з будівельного фарфору, деякі вогнетриви, кислототриви та електроізоляційні матеріали.

Однотонні неглазуровані забарвлені випалені вироби, колір черепку яких змінюється від світло-кремового до червоно-коричневого, майже чорного, називають теракотою. Теракота представлена стіновими та облицювальними матеріалами, плитками для підлог, архітектурними деталями (частин колон, карнизів, наличників) та малими

архітектурними формами.

Майоліку виготовляють із легкоплавких глин з додаванням близько 20% крейди. При випалюванні утворюється пористий черепок, лицьову поверхню якого покривають глазур'ю. Будівельна майоліка представлена облицювальною плиткою для внутрішнього облицювання, елементами декору, кахлями для печей.

Фаянсові та фарфорові вироби отримують із біловипалюваних глин, каолінів, кварцу і польового шпату, взятих у різних співвідношеннях. Вироби з фаянсу мають пористий (водопоглинання не більше 12%), із фарфору – щільний спечений черепок (водопоглинання менше 1%).

Незважаючи на широкий асортимент керамічних виробів, різноманітність їхніх форм, фізико-механічних властивостей та видів сировинних матеріалів, основні технологічні етапи виготовлення таких виробів спільні: добування сировинних матеріалів, підготовка керамічної маси (шихти), формування виробів (сирцю), сушіння, випалювання, обробка, пакування.

За способом формування керамічні матеріали поділяють на матеріали, одержані пластичним формуванням, напівсухим пресуванням та шлікерним способом (литтям). Вологість шихти залежно від способу формування коливається від 5 до 60%.

Метою роботи є вивчення номенклатури, властивостей, особливостей отримання та використання керамічних матеріалів і виробів.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ Б В.2.7-61-97. Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови.
2. ДСТУ Б В.2.7-67-98. Будівельні матеріали. Плитки керамічні фасадні та килими з них. Технічні умови.
3. ДСТУ Б В.2.7-117-2002 (ГОСТ 6787-2001). Будівельні матеріали. Плитки керамічні для підлог. Технічні умови.
4. ДСТУ Б В.2.7-28-95. Будівельні матеріали. Черепиця керамічна. Технічні умови.
5. ДСТУ Б В.2.5-8-96. Будівельні матеріали. Вироби санітарні керамічні. Загальні технічні умови.
7. ГОСТ 286-82. Трубы керамические канализационные. Технические условия.

Порядок виконання роботи

Робота передбачає вивчення номенклатури та властивостей керамічних матеріалів, а також визначення основних технологічних операцій їх отримання та доцільних галузей використання. Інформацію, отриману при опрацюванні підручника, конспекту лекцій, нормативної літератури, заносять до таблиці 3.1. Номенклатуру та кількість зразків встановлює викладач.

Таблиця 3.1

Загальна характеристика керамічних матеріалів та виробів різного призначення

Найменування матеріалу (виробу)	Основні етапи технології виготовлення	Технічні вимоги та основні властивості	Переваги та недоліки	Особливості застосування
<i>Стінові</i>				
Цегла звичайна, потовщена, модульна				
Цегла порожниста				
Камінь звичайний, модульний				
Блок керамічний				
<i>Вироби для влаштування фасадів</i>				
Цегла, камінь лицьові				
Облицювальна цегла двошарова ангобована, глазурована				
Плитка керамічна фасадна (глазурована)				
Плитка керамічна великорозмірна				
Плитка з керамічного граніту				
Килимова мозаїка				
<i>Вироби для внутрішнього облицювання</i>				
Плитка майолікова				
Плитка фаянсова				

Закінчення табл. 3.1

Найменування матеріалу (виробу)	Основні етапи технології виготовлення	Технічні вимоги та основні властивості	Переваги та недоліки	Особливості застосування
<i>Вироби для влаштування підлог</i>				
Плитка метласька				
Плитка з керамічного граніту				
Плитки мозаїчні				
Плитка ангобована, глазурована				
<i>Дорожні вироби</i>				
Цегла клінкерна				
<i>Покрівельні вироби</i>				
Черепиця				
<i>Теплоізоляційні вироби</i>				
Перлітобентонітові вироби				
Керамовермикулітові вироби				
<i>Легкі заповнювачі</i>				
Керамзит				
Аглопорит				
Шлаковий гравій				
<i>Санітарно-технічні вироби</i>				
Фаянсові вироби (умивальник, унітаз, ванна)				
Напівфарфорові вироби				
Фарфорові вироби				
<i>Спеціальні вироби</i>				
Труби дренажні				
Труби каналізаційні				
Вироби кислототривкі (плитка, цегла)				
Вогнетриви				

Висновок повинен містити обґрунтування технічної доцільності використання керамічних матеріалів у будівництві та інших галузях промисловості, а також оцінку ефективності порівняно з матеріалами інших класів (2-3 порівняння за вибором викладача).

Лабораторна робота № 4

ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРІАЛІВ ІЗ МІНЕРАЛЬНИХ РОЗПЛАВІВ

Короткі відомості

Матеріали з мінеральних розплавів об'єднані в одну групу за хіміко- мінералогічним складом та відрізняються аморфною (склоподібною) структурою, яку отримують за рахунок швидкого охолодження розплавів. Матеріали із мінеральних розплавів виготовляють за технологією, яка передбачає переведення вихідної сировини в рідкий стан при дії високих температур (725-1600 °С) для створення умов проходження процесів силікатування.

Склоподібна структура матеріалу характеризується відсутністю чітко визначеної температури плавлення (наявності перехідного пластичного стану в певному інтервалі температур); гомогенністю; ізотропністю; наявністю підвищеної енергії кристалізації; відсутністю резонансної частоти коливань при рентгенівському опроміненні (рентгеноаморфністю).

Залежно від виду вихідної сировини розрізняють матеріали та вироби на основі скляних, кам'яних, шлакових та виготовлених зі спеціально підготовлених розплавів шихт (переважно алюмосилікатних). Склокристалічні матеріали (ситали, шлакоситали, монокристалічні волокна) отримують при забезпеченні умов створення центрів кристалізації за рахунок введення до силікатного розплаву спеціальних добавок (кристалізаторів) і використання спеціального режиму термічної обробки.

На основі мінеральних розплавів виготовляють також ряд композиційних матеріалів, таких як багатошарове скло «триплекс» при сполученні скла та полімерних плівок; мінераловатні плити на основі штапельного скловолокна та органічної чи неорганічної зв'язуючої речовини; піноскло при додаванні до скломаси речовин, які сприяють утворенню газової фази; декоративні матеріали марблін, скломармур при додаванні до скломаси речовин, які сприяють фазовому розшаруванню

(ліквації) речовини та барвників різного походження.

Залежно від основних склотвірних оксидів за хімічним складом розрізняють силікатні (SiO_2), алюмосилікатні (Al_2O_3 , SiO_2), боро-алюмосилікатні (B_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2) та інші класи розплавів та матеріалів на їхній основі.

За характером мікроструктури отримані матеріали поділяють на скляні або аморфні (що не містять чітко вираженої кристалічної фази), склокристалічні з вмістом кристалічної фази до 30% та склокристалічні з вмістом кристалічної фази більше 30%. За ступенем однорідності структури отримані матеріали, що знаходяться як у склоподібному, так і склокристалічному станах, поділяють на гомогенні та гетерогенні.

За характером макроструктури матеріали на основі мінеральних розплавів поділяють на щільні (скло віконне, марблін, кам'яне литво), пористо-волокнисті (вироби на основі мінеральної вати або базальтового та скловолокна), ніздрюваті (газо- та піноскло) та сипкі (щебінь, пісок, гранульований шлак).

За призначенням матеріали з мінеральних розплавів поділяють на матеріали для влаштування світлопрозорих конструкцій (будівельне листове скло, в тому числі безпечне (армоване скло, триплекс, загартоване)), теплоізоляційно-конструкційні (склоблоки, склопакети, склопрофіліт), теплоізоляційні (ніздрюваті та волокнисті вироби), спеціальні (ситал, шлакоситал, базальтове литво, в тому числі труби, плитки, плити).

Метою роботи є визначення та порівняння фізико-технічних характеристик матеріалів із силікатних розплавів залежно від складу та структури, а також вивчення їхньої номенклатури, технології виготовлення та галузей застосування.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ Б В.2.7-122-2003. (ГОСТ 111-2001). Будівельні матеріали. Скло листове. Технічні умови.
2. ДСТУ Б В.2.7-97-2000. (ГОСТ 9573-96). Будівельні матеріали. Плити із мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому теплоізоляційні. Технічні умови.
3. ДСТУ 2602-94. Виливки шлакокам'яні. Загальні технічні умови.
4. ГОСТ 16381-92. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические

требовання.

4.1. Визначення фізичних властивостей

Матеріали: зразки скла будівельного листового прокатного, шлакоситалу, газоскла, піноскла, плити мінераловатні підвищеної жорсткості на синтетичному зв'язуючому.

Прилади: металева лінійка, штангенциркуль, ваги.

Порядок виконання роботи

Середню і відносну густину, теплопровідність, пористість матеріалу визначають за методиками, наведеними в лабораторній роботі №1, та заносять до таблиці 4.1.

4.2. Загальна характеристика виробів із мінеральних розплавів

Матеріали: зразки виробів із мінеральних розплавів.

Порядок виконання роботи

Вивчення складу, структури, експлуатаційних характеристик та технології виготовлення і особливостей використання виробів із мінеральних розплавів (у кількості за вибором викладача) виконують, користуючись навчально-методичною та довідковою літературою.

Відповідні дані щодо складу, структури, експлуатаційних характеристик та технології виготовлення виробів із мінеральних розплавів заносять до таблиці 4.2.

Висновок повинен містити порівняння значень пористості, густини та коефіцієнта теплопровідності матеріалів, а також визначення впливу характеру структури матеріалів із силікатних розплавів на ці характеристики

Таблиця 4.1

Визначення фізичних властивостей виробів із мінеральних розплавів

Назва матеріалу	Розміри зразка, мм	Об'єм V , м ³	Маса m , кг	Середня густина ρ_m , кг/м ³	Відносна густина d	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·К)	Істинна густина ρ , кг/м ³	Істинна пористість Π_i , %
Скло будівельне листове							2600	
Шлакоситал							2600	
Газоскло							2600	
Піноскло							2600	
Мінераловатна плита підвищеної жорсткості							2600	

Таблиця 4.2

**Загальна характеристика, структура, експлуатаційні
характеристики та технології виготовлення виробів із
мінеральних розплавів**

Групи за макро-структурою	Назва матеріалу чи виробу	Склад матеріалу	Структура матеріалу	Основні експлуатаційні характеристики	Основні технологічні операції виготовлення	Застосування матеріалу
1	2	3	4	5	6	7
Щільні	Листове будівельне та декоративне скло:					
	віконне та вітринне					
	візерункове кольоро- та безбарвне					
	декоративне “Мороз”, “Заметіль”					
	армоване кольорове та безбарвне					
	Листове скло зі спеціальними властивостями:					
	увіолеве					
	тепловбірне					
	теплозахисне					
	тепловідбивне					
	дзеркальне					
	загартоване					
	стемаліт					
	триплекс (багатошарове)					
	кольорове і художнє					
	Скляні порожнисті блоки					
	Склопакети					
	Стевіт					
	Профільне скло					
	Труби скляні					
	Каміане литво					
	Шлакове литво					
	Емальована плитка					
	Килимово-мозаїчні плитки					
	Смальта					
	Марблін, авантюринове скло					
Скломармур						
Склокремнезит, склокераміт						
Ситали, шлакоситали						

Закінчення таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
Ніздрю- ваті	Піноскло					
	Газоскло					
	Шлакова пемза					
Волок- нисті	Мінеральна вата					
	Мінераловатний та базальтовий шнур					
	Скло- та базальтові ровінги					
	Мінераловатні та базальтоволокнисті мати					
	Мінераловатні, скло- та базальтоволокнисті плити					
	Мінераловатні шка- ралупи і циліндри					
	Скло- та базальтові тканини					
	Неорганічні скло- та базальтокомпозити					
Сипкі	Шлаковий щебінь і пісок					
	Гранульований шлак					

Висновок повинен містити обґрунтування технічної доцільності використання матеріалів із силікатних розплавів у будівництві та інших галузях промисловості, порівняльну оцінку ефективності з іншими будівельними матеріалами (2-3 порівняння за вибором викладача).

Лабораторна робота № 5

ВИПРОБУВАННЯ ГІПСОВИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН

Короткі відомості

Гіпсові в'язучі речовини – це повітряні в'язучі, які складаються переважно з напівводного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ або ангідриту CaSO_4 . Їх одержують шляхом теплової обробки сировини з наступним розмелюванням. Сировиною для гіпсових в'язучих є гірські породи – природний гіпс (гіпсовий камінь), що складається переважно з мінералу гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, природний ангідрит CaSO_4 , гажа, глиногіпс та деякі відходи промисловості (борогіпс, фосфогіпс, фторогіпс, ферогіпс, титаногіпс, гідролізний гіпс), основною складовою частиною яких є

сірчаноокислий кальцій.

Низьковипалювальні гіпсові в'язучі одержують тепловою обробкою природного гіпсу при низьких температурах (110...160°C).

Будівельний гіпс виготовляють низькотемпературним випалюванням гірської породи (гіпсового каменю) в печах. У цьому випадку гіпсовий камінь спочатку розмелюють, а далі у вигляді порошку нагрівають у варильних котлах.

Формувальний гіпс складається переважно з β -модифікації напівгідрату сульфату кальцію $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, відрізняючись від будівельного гіпсу тоншим помелом. Застосовують такий гіпс у керамічній та фарфоро-фаянсовій промисловості для виготовлення форм.

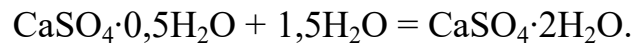
Високоміцний гіпс одержують термічною обробкою високосортного гіпсового каменю в герметичних апаратах у середовищі насиченої пари при тиску, вищому за атмосферний (у автоклавах при тиску 0,15...0,3 МПа), або при кип'ятінні його у водних розчинах деяких солей з наступним просушуванням та розмелюванням на тонкий порошок. Такий гіпс складається в основному з α -модифікації напівводного сульфату кальцію $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ у вигляді крупних та щільних кристалів, що характеризуються зниженою водопотребою порівняно з β - $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Це зумовлює щільнішу структуру затверділого α - $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ та міцність на стиск 15...25 МПа, яка в разі використання спеціальної технології може досягати 60...70 МПа. Високоміцний гіпс випускають і застосовують переважно в металургійній промисловості для виготовлення форм. Марки гіпсових в'язучих речовин наведені в таблиці 6.1 (додаток В).

Висковипалювальні гіпсові в'язучі речовини виготовляють випалюванням гіпсового каменю при високій температурі (600...950°C), тому вони складаються переважно з ангідриту CaSO_4 , який частково піддається термічній дисоціації з утворенням CaO , що активізує хімічну взаємодію в'язучої речовини з водою й прискорює процеси твердіння.

Висковипалювальний гіпс (естрих-гіпс) на відміну від будівельного гіпсу повільно тужавіє (початок тужавлення настає не раніше як через 2 години) і твердіє, але його водостійкість і міцність на стиск вищі (10...20 МПа), тому використовують при влаштуванні безшовних підлог, у розчинах для штукатурення й мурування, при виготовленні "штучного" мармуру.

Твердіння низьковипалювальних гіпсових в'язучих речовин

відбувається внаслідок розчинення напівводного сульфату кальцію (напівгідрату) й появи насиченого розчину, в якому відбуваються реакції гідратації з утворенням двоводного сульфату кальцію



Під час твердіння об'єм гіпсового каменю збільшується на 0,15... 0,5 %, що дозволяє формувати з нього деталі складної конфігурації, оскільки гіпсове тісто щільно заповнює форму.

Застосовують гіпсові в'язучі для виготовлення перегородкових плит і панелей, акустичних піногіпсових і перфорованих плиток, сухої гіпсової штукатурки, для приготування гіпсових та змішаних розчинів і бетонів, для виробництва змішаних в'язучих, декоративного штучного мармуру, архітектурних і скульптурних деталей, інших оздоблювальних та конструкційних матеріалів і виробів, що застосовуються в частинах будинків, захищених від зволоження, при відносній вологості повітря не більше 60 %.

Маркування гіпсу здійснюють з урахуванням його міцності, строків тужавлення та тонкості помелу, наприклад гіпсова в'язуча речовина з позначкою ГВ Г-5-А-ІІ ДСТУ Б В.2.7-82-99 відповідає марці Г-5, є швидкотверднучою та характеризується середньою тонкістю помелу.

Мета роботи: ознайомлення з методами визначення технічних характеристик гіпсових в'язучих речовин.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ Б В. 2.7-82-99. Будівельні матеріали. В'язучі гіпсові. Технічні умови.

Визначення водопотреби (тіста стандартної консистенції) гіпсових в'язучих речовин

Матеріали: гіпсова в'язуча речовина, вода питна, клаптик тканини.

Прилади: віскозиметр Суттарда (рис. 5.1), ваги, чаша для змішування, лопатка, мірний скляний циліндр, металева лінійка, секундомір.

Водопотреба визначається кількістю води, потрібної для приготування тіста стандартної консистенції (діаметр розливу 180 ± 5 мм), і залежить від виду та співвідношення модифікацій сульфату кальцію у складі гіпсових в'язучих систем.

Порядок виконання роботи

У чисту чашу для замішування, попередньо протерту вологою тканиною, вливають воду в кількості 50...70 % (30-40%) від маси гіпсу. Потім у воду протягом 2...5 с всипають 300 г гіпсової в'язучої речовини. Суміш перемішують лопаткою протягом 30 с, починаючи відлік часу від початку висипання гіпсової в'язучої речовини у воду. Після закінчення перемішування циліндр, встановлений у центрі скла, заповнюють гіпсовим тістом, залишки якого зрізують лінійкою. Циліндр і скло попередньо протирають вологою тканиною. Через 45 с від початку засипання гіпсової в'язучої речовини у воду, або через 15 с після закінчення перемішування, циліндр швидко піднімають вертикально на висоту 15...20 см і відводять у бік.

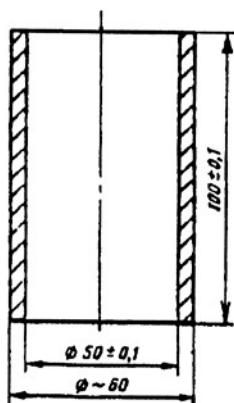


Рис. 5.1. Віскозиметр Суттарда

Діаметр розпливу гіпсового тіста вимірюють безпосередньо після підняття циліндра у двох перпендикулярних напрямках з похибкою не більше

5 мм і обчислюють середнє арифметичне значення. Діаметр тіста стандартної консистенції становить 180 ± 5 мм. Якщо діаметр розпливу тіста не відповідає нормі, випробування повторюють спочатку зі зміненою кількістю води. Результати досліду заносять до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Визначення водопотреби гіпсового тіста

Кількість гіпсової в'язучої речовини, г	Кількість води, мл	Діаметр розпливу гіпсового тіста, мм	Водопотреба	
			мл	%

Висновок: отримані результати слід порівняти з даними, наведеними в довідковій літературі.

5.2. Визначення строків тужавлення

Матеріали: гіпсова в'язуча речовина, вода питна, ваги, клаптик тканини.

Прилади: прилад Віка з голкою (рис. 5.2), чаша для змішування, лопатка, мірний скляний циліндр, металева лінійка, секундомір.

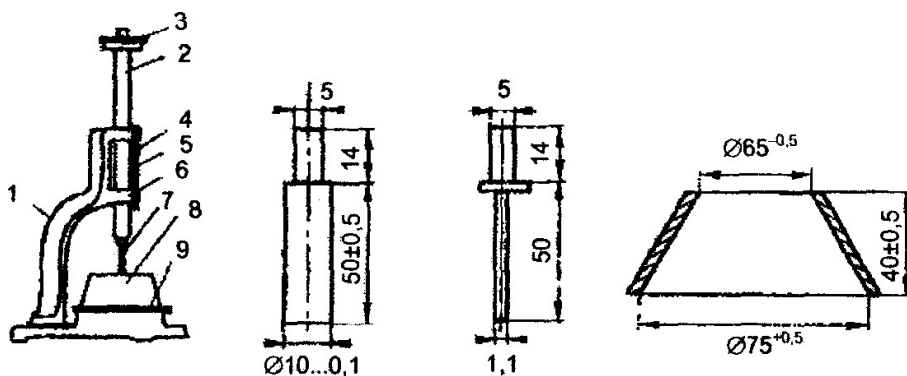


Рис. 5.2. Прилад Віка:

1 – металева пластина; 2 – рухомий циліндричний стрижень; 3 – площадка для додаткового привантаження; 4 – показчик; 5 – шкала; 6 – затискний гвинт;

7 – сталева голка; 8 – кільце; 9 – стальна пластина

Порядок виконання роботи

У чашу для змішування наливають таку кількість води, яка відповідає нормальній густоті гіпсового тіста. Потім всипають 200 г гіпсу, перемішують його з водою протягом 30 с. Після цього отриману суміш наливають у попередньо змащене мастилом кільце приладу. Надлишок суміші зрізають і вирівнюють поверхню ножем. Потім кільце ставлять під голку приладу Віка, приводять її у дотик з поверхнею тіста в центральній частині кільця і визначають строки тужавлення гіпсу, опускаючи голку через кожні 30 с так, щоб кожного разу вона занурювалась у нове місце. Після кожного занурення голку витирають вологою тканиною.

Час від початку змішування гіпсового тіста до моменту, коли голка приладу Віка при опусканні вперше не торкнеться дна кільця,

вважається *початком тужавлення*, а час від початку замішування до моменту, коли голка приладу Віка при опусканні вперше зануриться у гіпсове тісто не глибше ніж на 0,5...1,0 мм – *кінцем тужавлення*. Час початку і кінця тужавлення фіксують у хвиликах, починаючи відлік з моменту замішування гіпсу з водою.

Результати досліду заносять до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Визначення строків тужавлення гіпсових в'язучих речовин

Час замішування гіпсу з водою, __ год __ хв	Час початку тужавлення __ год __ хв	Час кінця тужавлення __ год __ хв	Строки тужавлення, хв		Вид гіпсової в'язучої речовини за строками тужавлення	Індекс
			початок тужавлення	кінець тужавлення		

Висновок: отримані результати слід порівняти з вимогами стандарту (ДСТУ Б В.2.7-82-99) та навести раціональні галузі використання досліджених гіпсових в'язучих речовин.

5.3. Визначення марки за міцністю

Матеріали: гіпсова в'язуча речовина, вода питна, мастило.

Прилади: чаша для замішування, ніж, лопатка, мірний скляний циліндр, стандартна металева форма (рис. 6.3), секундомір, накладні сталеві пластинки для передачі навантаження на половинки балочок 40x40x160 мм (ГОСТ 310.4-81), прилад МИИ-100, гідравлічний прес (див. лабораторну роботу №1).

Границю міцності гіпсового каменю при згині та при стиску визначають на трьох зразках–балочках розмірами 40x40x160 мм.

Порядок виконання роботи

Для виготовлення зразків беруть 900г гіпсової в'язучої речовини і протягом 5...20 с засипають у чашу з водою, кількість якої відповідає стандартній консистенції гіпсового тіста, перемішують лопаткою протягом 60 с. Одержану однорідну суміш негайно розливають у металеві форми, попередньо змащені спеціальним мастилом. Наповнюють всі форми одночасно, розливаючи суміш тонкою струминкою у форми. Після наповнення форм поверхню зразків вирівнюють металевим ножем.

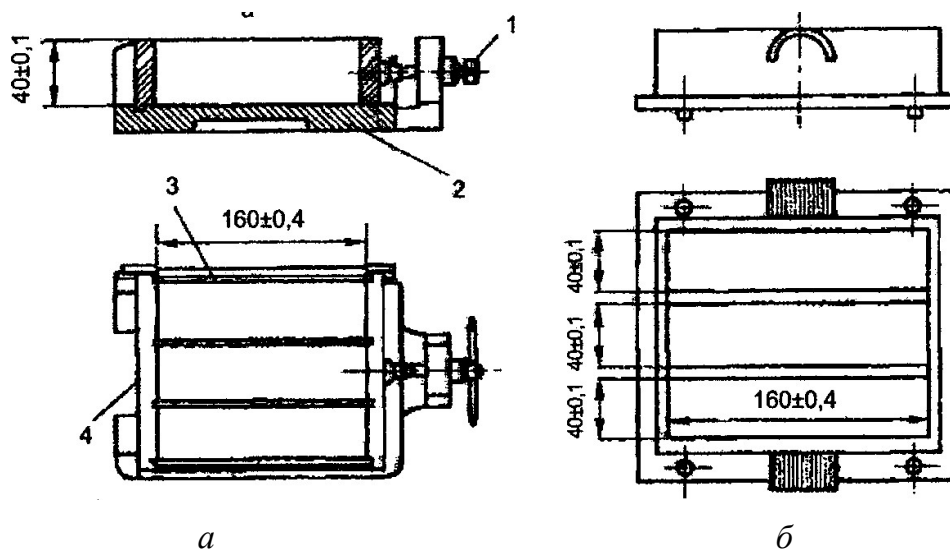


Рис. 5.3. Стандартна металева форма для балочок (а) і насадка для неї (б):

1 – затискний гвинт; 2 – піддон; 3 – бокові стінки; 4 – торцеві стінки

Через 15 ± 5 хвилин після кінця тужавлення зразки виймають з форми, маркують і зберігають у приміщенні 1,5 години, після чого випробовують спочатку на згин (прилад МІІ-100), а потім половинки балочок випробовують на стиск (гідравлічний прес). Міцність зразків, виготовлених з гіпсового тіста стандартної консистенції, визначають через 2 год після замішування гіпсової в'язучої речовини водою. Одержані після випробувань на згин шість половинок балочок відразу випробовують на стиск. Границю міцності при стиску обчислюють як середнє арифметичне результатів чотирьох випробувань, відкидаючи найбільше та найменше значення. Результати дослідів заносять до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Визначення марки гіпсових в'язучих речовин

Кількість гіпсової в'язучої речовини, г	Кількість води, мл	Границя міцності, МПа		Марка гіпсової в'язучої речовини за міцністю
		при стиску	при згині	

Висновок: отримані результати слід порівняти з вимогами стандарту (ДСТУ Б В.2.7-82-99), визначити марку гіпсової в'язучої речовини, навести умовні її позначення і вказати доцільні галузі

застосування.

Загальний висновок повинен містити умовне позначення гіпсу з розкриттям сутності кожної позначки.

Лабораторна робота № 6

ВИПРОБУВАННЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

Короткі відомості

Портландцемент – гідралічна в'язуча речовина, яку отримують спільним тонким помелом портландцементного клінкеру з двоводним гіпсом $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (до 5%) або іншими добавками. Портландцементний клінкер – продукт випалювання до спікання (при температурі 1450°C) суміші вапняку (приблизно 75%) та глини (приблизно 25%) або мергелю нормованого складу. За речовинним складом та міцністю при стиску (після 28 діб твердіння) цементи загальнобудівельного призначення поділяють на такі типи і марки (ДСТУ Б В.2.7-46-96, ГОСТ 310.4-81):

тип I – портландцемент (містить від 0 до 5% мінеральних добавок осадового походження), марки 300, 400, 500, 550, 600;

тип II – портландцемент з мінеральними добавками (містить від 6 до 35% добавок пуцолани, золи-винесення, доменного гранульованого шлаку, вапняку), марки 300, 400, 500, 550, 600;

тип III – шлакопортландцемент (містить від 36 до 80% доменного гранульованого шлаку), марки 300, 400, 500;

тип IV – пуцолановий портландцемент (містить від 21 до 55% активних мінеральних добавок осадового походження – діатоміт, трепел, опока, глієж; вулканічного походження – вулканічний попіл, туф, цеоліт, трас, пемза, базальт, вулканічний шлак; техногенні – золи-винесення, золошлакові суміші, паливний шлак, мікро кремнезем, випалена глина тощо за ДСТУ Б В.2.7-128- 2006), марки 300, 400, 500;

тип V – композиційний цемент (містить від 36 до 80% мінеральних добавок, причому доменного гранульованого шлаку від 18 до 60%, пуцолани від 10 до 40%), марки 300, 400, 500.

Для оцінки якості портландцементу загальнобудівельного призначення (ДСТУ Б В.2.7-46-96) визначають: істинну густину, тонкість помелу, водопотребу, строки тужавлення, рівномірність зміни об'єму цементного тіста нормальної густоти, вміст ангідриду сірчаної

кислоти SO_3 , границі міцності при стиску і згині.

Вимоги до основних технічних характеристик портландцементу наведено в таблиці 6.1.

При умовному позначенні цементу вказують його тип, марку і спеціальні ознаки (при високій міцності в ранньому віці використовують позначку *P*, пластифіковані і гідрофобізовані цементи позначають відповідно ПЛ і ГФ, при використанні клінкеру нормованого складу використовують літеру Н, при використанні портландцементу з добавками використовують цифри I – V та літери, які відповідають типу цементу та виду активної мінеральної добавки, що входить до складу цементу).

Таблиця 6.1

**Оцінка властивостей
портландцементу (ДСТУ Б В.2.7-46-96,
ДСТУ Б В.2.7-112-2002)**

Властивість портландцементу	Показник
Істинна густина, г/см ³	3,0...3,2
Тонкість помелу: - залишок на ситі №008 (не більше), мас.%	15,0
Водопотреба (тісто нормальної густоти), %	22...28
Строки тужавлення: - початок (не раніше), хв. (залежно від виду цементу) - кінець (не пізніше), год.	45 (60) 10
Рівномірність зміни об'єму: - наявність на зразках-плескачиках діаметром 7...8 см, товщиною 1 см радіальних тріщин по діаметру, посічки тріщин, деформованої поверхні	Не допускається
Вміст ангідриду сірчаної кислоти SO_3 , %	4,0...4,5
Граничне значення стандартної міцності при стиску після 28 діб (не менше), МПа (за ДСТУ Б В.2.7-112-2002) для марки 300 400 500 550 600	28,5 38,0 47,5 52,5 57,5

Наприклад, портландцемент марки 400 з добавкою до 20% шлаку, пластифікований швидкотверднучий позначається ПЦ-П/А–Ш-400Р-ПЛ ДСТУ БВ.2.7-46-96; портландцемент нормованого складу марки 500 без добавок позначається ПЦ- I-500-Н ДСТУ БВ.2.7-46-96.

Метою роботи є вивчення методів випробувань портландцементу.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ Б В.2.7-46-96. Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови.
2. ДСТУ Б В.2.7-128-2006. Будівельні матеріали. Добавки активні мінеральні та добавки-наповнювачі для цементу. Технічні умови.
3. ДСТУ Б В.2.7-112-2002. Будівельні матеріали. Цементи. Загальні технічні умови.
4. ГОСТ 310.2-76. Цементы. Методы определения тонкости помола.
5. ГОСТ 310.3-76. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.
6. ГОСТ 310.4-81. Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии.

Визначення тонкості помелу портландцементу

Матеріали: портландцемент

Прилади: сито №008 з кришкою і піддоном, ваги.

Порядок виконання роботи

Портландцемент висушують у сушильній шафі протягом 2 год при $T=105...110^{\circ}\text{C}$, зважують наважку масою 50 г. Наважку просіюють крізь сито №008 протягом 5...7 хв. Просіювання вважається закінченим, якщо протягом 1 хв крізь сито проходить не більше 0,01 г цементу. Після закінчення просіювання зважують залишок проби на ситі з точністю до 0,01 г. Результати випробувань заносять до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Визначення ступеня подрібнення портландцементу

Маса проби, г	Маса залишку на ситі №008,	
	г	%
50		

Висновок повинен містити порівняння отриманого результату з вимогами стандарту (див. табл.6.1).

6.1. Визначення нормальної густоти цементного тіста

Нормальна густина цементного тіста (водопотреба) – умовний ступінь його пластичності, характеризується кількістю води (%), що використовується при замішуванні портландцементу для досягнення потрібної консистенції. За нормальну густоту цементного тіста вважають таку його консистенцію, за якою товкачик, занурений у кільце з цементним тістом приладу Віка протягом 30 с не досягає дна на 5...7 мм.

Матеріали: портландцемент, вода

Прилади: чаша для замішування, лопатка для замішування, мірний скляний циліндр, ваги, прилад Віка з товкачиком (рис.6.1), секундомір, ніж.

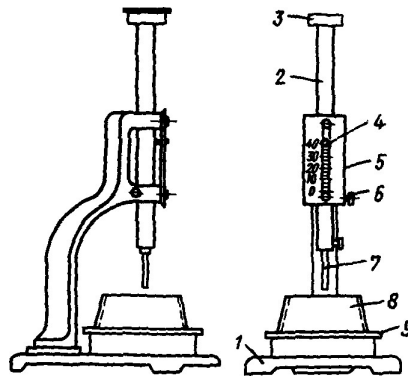


Рис.6.1. Прилад Віка

з товкачиком для визначення водопотреби цементного тіста: 1 – металева станина; 2 – рухомий стрижень; 3 – площадка для вантажу; 4 – покажчик; 5 – шкала; 6 – гвинт; 7 – товкачик; 8 – кільце; 9 – металева пластинка

Порядок виконання роботи

У чашу для замішування висипають попередньо зважену наважку порошку цементу (400 г), виливають визначену кількість води (вона може складати 22...28% від маси цементу), витримують приблизно 30 секунд і потім ретельно перемішують протягом 5 хвилин лопаткою. Кільце приладу Віка заповнюють цементним тістом і ущільнюють постукуванням об стіл. Надлишок тіста зрізають ножем урівень з краями форми. Товкачик приладу Віка опускають у дотик з поверхнею тіста посередині та фіксують положення стопорним гвинтом. Звільняють товкачик відкручуванням гвинта і дають йому можливість вільно падати у цементне тісто протягом 30 секунд. Після цього фіксують положення товкачика та, якщо він не дійшов до дна на 5...7 мм, то отримане тісто вважається за тісто нормальної густоти, а кількість води відповідає водопотребі даного портландцементу. При невідповідній консистенції цементного тіста змінюють кількість води і повторюють випробування

за наведеною методикою. Результати випробувань заносять до таблиці 6.3.

Таблиця 6.3

Визначення водопотреби цементного тіста

Маса в'язучої речовини, г	Кількість води, мл	Тривалість перемішування, хв	Тривалість випробувань, с	Глибина занурення товкачика, мм	Водопотреба	
					мл	%

Висновок повинен містити порівняння отриманого результату з вимогами стандарту .

6.2. Визначення строків тужавлення

Строки тужавлення – це час, протягом якого цементне тісто (суміш цементу та води) втрачає свою пластичність, переходячи майже в твердий стан. Розрізняють початок тужавлення (початок втрати пластичності) і кінець тужавлення (повна втрата пластичності).

Матеріали: портландцемент, вода.

Прилади: чаша для замішування, лопатка для замішування, мірний скляний циліндр, ваги, прилад Віка з голкою, ніж, секундомір.

Порядок виконання роботи

Строки тужавлення цементного тіста визначають зануренням голки приладу Віка у цементне тісто нормальної густоти. Початок тужавлення – час від початку замішування до моменту, коли голка не доходить до дна на 2...4 мм. Кінець тужавлення визначається у момент, коли голка занурюється в тісто не більше як на 1...2 мм. Вимоги до строків тужавлення наведено в таблиці 6.1.

6.3. Визначення рівномірності зміни об'єму цементу

За наявності у складі портландцементного клінкеру надлишку вільних (намертво випалених) оксидів кальцію та магнію (більше 5%) в процесі гідратації цементу звичайно виникають внутрішні деформації, які призводять до руйнування вже сформованої структури цементного

каменю.

Матеріали: цементне тісто нормальної густоти.

Прилади: скляна пластина, ванна з гідравлічним затвором, посудина для кип'ятіння.

Порядок виконання роботи

Для визначення рівномірності зміни об'єму цементного каменю проводять спеціальні випробування. Зважують дві проби тіста нормальної густоти по 75 г, з них виготовляють кульки, які розміщують на скляній пластинці. Постукуванням пластиною об стіл кулькам надають форму плескачиків діаметром 7...8 см і завтовшки в середині 1 см. За допомогою ножа розрівнюють поверхню зразків від країв до центру. Виготовлені зразки ставлять у камеру з гідравлічним затвором при $T=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ і витримують протягом 24 годин. Потім плескачки укладають у посудину з водою і кип'ятять протягом 3 годин. Після охолодження зразків візуально оцінюють їх вигляд.

Цемент відповідає вимогам стандарту, якщо на поверхні зразків не виявлено радіальних та діаметральних тріщин, які доходять до краю зразків, сітки дрібних тріщин, а також збільшення об'єму плескачиків (рис. 6.2).

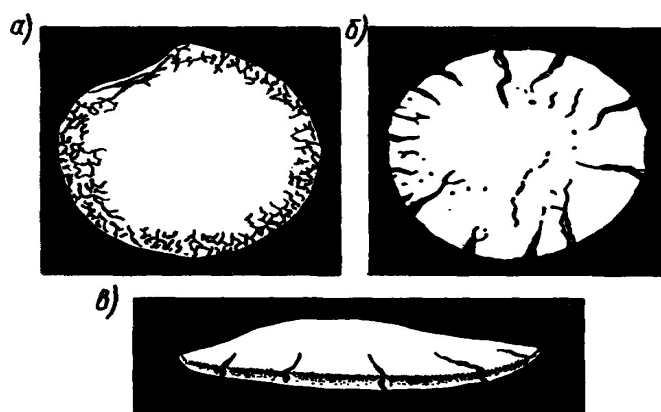


Рис.6.2. Зразки, що не пройшли випробування на рівномірність зміни об'єму:
а) руйнування по контуру;
б) радіальні тріщини;
в) скривлення

Висновок повинен містити порівняння отриманого результату з вимогами стандарту (див. табл.6.1).

6.4. Визначення границі міцності при згині та стиску (активності) та встановлення марки портландцементу

Міцність цементного каменю – це результат когезії частинок цементу (при їх гідратації та під час твердіння) та адгезії їх до заповнювача, оскільки цемент застосовують в основному в бетонах і будівельних розчинах разом із заповнювачами. Значення границі міцності при стиску зразків з цементно-піщаної суміші складу 1:3 (за масою) при В/Ц, що обумовлює нормальну консистенцією розчинової суміші, які першу добу тверділи у формах в камері з вологим повітрям, а наступні 27 діб у воді, називають *активністю*. *Марка цементу* – це значення активності (в кгс/см²), округлене в бік зменшення або збільшення (на 5%) до значення, наведеного у стандарті (Таблиця 1 ДСТУ Б В.2.7-112-2002)

Матеріали: портландцемент, пісок кварцовий стандартний, вода.

Прилади: чаша і лопатка для змішування; бігунковий змішувач; струшуючий стіл з формою-конусом (рис. 6.3), штиковка, штангенциркуль; ніж, тригніздові металеві форми для виготовлення зразків-балочок з насадкою; вібраційна площадка; камера з гідравлічним затвором та ванна з водою для зберігання зразків; прилад для випробування зразків на згин, прес для визначення міцності при стиску, пластинки для передачі навантаження.

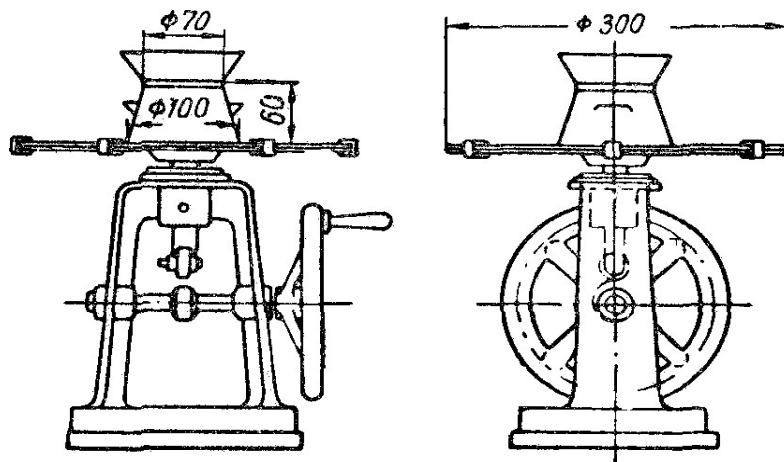


Рис.6.3. Струшуючий стіл з формою-конусом для визначення нормальної консистенції розчинової суміші

6.5.1. Визначення консистенції цементно-піщаного розчину

Порядок виконання роботи

Для визначення консистенції цементного розчину зважують 1500 г піску певного гранулометричного складу (ГОСТ 6139), 500 г портландцементу, висипають їх у попередньо протерту вологою тканиною сферичну чашу та перемішують лопаткою впродовж 1 хв. До сухої суміші додають 200 г води (що відповідає В/Ц=0,4), дають їй всмоктатись впродовж 30 с та перемішують протягом 1 хвилини. Отриману розчинову суміш переносять у попередньо протерту вологою тканиною чашу змішувача та перемішують протягом 2,5 хв (20 обертів чаші змішувача).

Форму-конус з центрувальним пристроєм встановлюють на диск струшуючого столу. Внутрішню поверхню конуса та диск столу перед випробуванням протирають вологою тканиною. Частиною розчинової суміші заповнюють форму-конус на половину висоти, ущільнюють 15 штикуваннями металевою штиковкою, потім додають суміш для заповнення конуса з невеликим надлишком та штикують 10 разів, надлишок суміші зрізають та знімають форму-конус у вертикальному напрямку. Розчинову суміш у вигляді конуса струшують на столі 30 разів за 30 ± 5 с, після чого штангенциркулем вимірюють діаметр розпливу конусу в нижній частині у двох взаємно перпендикулярних напрямках та розраховують середнє значення.

Для отримання суміші нормальної густоти розплив конуса повинен бути у межах 106...115 мм. Отримані результати заносять до таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Визначення консистенції цементно-піщаного розчину

Маса портланд-цементу, г	Маса піску, г	Кількість води, г	Діаметр розпливу конуса, мм	Водоцементне відношення, В/Ц

Висновок повинен містити порівняння отриманого результату з вимогами стандарту. Водоцементне відношення, що відповідає значенню розпливу конуса в межах 106...115 мм, використовують для проведення подальших випробувань.

6.5.2. Визначення границі міцності при згині та стиску

Порядок виконання роботи

Внутрішні поверхні металевих форм змазують технічним мастилом. Форму з насадкою закріплюють на віброплощині та заповнюють підготовленою розчиною сумішшю на 1 см її висоти, а також вмикають віброплощадку. Впродовж перших двох хвилин вібрації всі три гнізда форми рівномірно заповнюють сумішшю. Через три хвилини від початку вібрації віброплощадку вимикають. Знімають насадку з форми, надлишок ущільненого розчину видаляють зволоженим ножом, заглажуючи ним поверхню зразків урівень з краями форми. Зразки маркують.

Зразки у формах зберігають перші 24±1 год у ванні з гідравлічним затвором, що забезпечує відносну вологість повітря не менше 90%. Потім форми розкривають і зразки укладають у ванну з питною водою горизонтально окремо один від одного. Вода повинна покривати зразки не менше ніж на 2 см. Воду замінюють кожні 14 діб. Температура повинна становити 20±5°C.

Після закінчення терміну зберігання (при визначенні марки цементу – це 28 діб з моменту виготовлення), зразки виймають з ванни, протирають тканиною і не пізніше ніж через 30 хв випробовують, визначаючи границю міцності при згині. Схема і методика випробувань міцності при згині наведена в розділі 1. Отримані половинки балочок використовують для визначення границі міцності при стиску за схемою, наведеною в лабораторній роботі №1. Границю міцності при згині обчислюють як середнє арифметичне двох найбільших показників – результатів випробувань трьох зразків, а границю міцності при стиску як середнє арифметичне чотирьох найбільших показників при випробуванні шести зразків- половинок. Результати заносять до таблиці 6.6.

Таблиця 6.6

Визначення активності та марки портландцементу

Водоцементне відношення, В/Ц	Міцність при згині, $R_{зг}$		Руйнівне навантаження, P , кгс	Площа поперечного перерізу, F , см ²	Міцність при стиску, $R_{ст}$		Активність цементу	Марка цементу
	$\frac{кгс}{см^2}$	МПа			$\frac{кгс}{см^2}$	МПа		

Для визначення марки портландцементу за європейськими нормами (за *EN 196-1(1987) Methods of testing cement. Determination of strength*) використовують цементно-піщану суміш у співвідношенні 1:3, водоцементне відношення становить В/Ц=0,5. Пісок повинен мати

певний гранулометричний склад. Змішування компонентів проводять у спеціальному змішувачі. Випробування цементу проводять через 24, 48, 72 години, 7 діб та 28 діб твердіння. Визначальним для характеристики цементу є клас, визначений у МПа, а саме, 32,5; 42,5 та 52,5. Розрізняють цементи нормального та прискореного твердіння (до останніх додають літеру *R*).

Висновок: на підставі порівняння отриманих результатів випробувань з вимогами стандарту (ДСТУ БВ.2.7-46-96) визначають марку портландцементу.

Загальний висновок повинен містити умовне позначення цементу з розкриттям сутності кожної позначки.

ВИПРОБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

Короткі відомості

Будівельний розчин – це штучний камінь, отриманий при твердінні раціонально підбраної суміші, що складається з в'язучої речовини, дрібного заповнювача (піску), води та добавок. До затвердіння суміш цих компонентів називають розчиною сумішшю.

За ДСТУ Б В.2.7-23-95 будівельні розчини класифікують за призначенням, середньою густиною та видом в'язучої речовини.

За призначенням будівельні розчини поділяють на спеціальні (акустичні, теплоізоляційні, радіаційнозахисні, хімічностійкі, жаростійкі, тампонажні тощо) та розчини для кам'яних кладок, монтажу будівельних конструкцій, облицювальних і штукатурних робіт.

За середньою густиною у сухому стані розчини поділяють на важкі з середньою густиною 1500 кг/м^3 і більше та легкі, що мають середню густину менше 1500 кг/м^3 .

За видом в'язучої речовини будівельні розчини поділяють на прості з використанням одного виду в'язучої речовини (цементні, вапняні, гіпсові тощо) та складні – на основі змішаних в'язучих речовин (цементно-вапняні, вапняно-зольні, вапняно-гіпсові тощо).

Основними показниками якості розчинової суміші є рухомість, середня густина, розшаровуваність, водоутримувальна здатність та водовідділення (ДСТУ Б В.2.7-114-2002, ГОСТ 5802-86) (табл. 7.1). Обов'язковим є

визначення рухомості та середньої густини розчинової суміші.

Таблиця 7.1

Оцінка властивостей розчинової суміші (ДСТУ Б В.2.7-114-2002)

Властивість розчинової суміші	Показник
Марки за рухомістю	P4...P14
Водоутримувальна здатність: втрата маси, %, не більше	5...10
Розшаровуваність, %, не більше	10

Основними показниками якості штучного каменю, отриманого при

твердінні будівельних розчинів (ДСТУ Б В.2.7-23-95, ГОСТ 5802-86), є границя міцності при стиску, розтягу при розколюванні, розтягу при згині, усадка, середня густина, вологість, водопоглинання та морозостійкість. Проте обов'язковим для всіх видів розчинів є міцність при стиску та середня густина у сухому стані. *За міцністю при стиску у віці, зазначеному в стандарті на даний вид розчину, встановлені такі марки: М4, М10, М25, М50, М75, М150, М200.*

За морозостійкістю розчинів встановлені марки F10, F15, F25, F35, F50, F75.

Метою роботи є вивчення методів випробування розчинових сумішей та будівельних розчинів.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ Б В.2.7-23-95. Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні технічні умови.
2. ДСТУ Б В.2.7-239:2010 Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань

7.1. Визначення рухомості жорсткої розчинової суміші для отримання простого будівельного розчину

Матеріали: портландцемент, пісок, вода для отримання розчинової суміші об'ємом 3 л.

Прилади: стандартний прилад для визначення рухомості розчинової суміші, стальний стрижень діаметром 10...12 мм.

Рухомість розчинової суміші характеризується її здатністю розтікаться під дією власної ваги. Рухомість розчинової суміші визначають за глибиною занурення еталонного конуса в розчинову суміш. Для цього використовують стандартний прилад (рис. 7.1), рухома частина якого закінчується еталонним конусом масою 300 ± 2 г. Об'єм проби розчинової суміші повинен бути не меншим, ніж 3 л.

Порядок виконання роботи

Компоненти розчинової суміші, склад якої надається викладачем, перемішують, заповнюють отриманою сумішшю посудину стандартного приладу приблизно на 1 см нижче її країв, ущільнюють, натискаючи 25 разів стальним стрижнем, і струшують 5...6 разів, постукуючи об стіл.

Прилад встановлюють на горизонтальній поверхні (столі) та

перевіряють вільність руху стрижня конуса у фіксаторах. Вістря конуса приводять у дотик з поверхнею розчинової суміші.

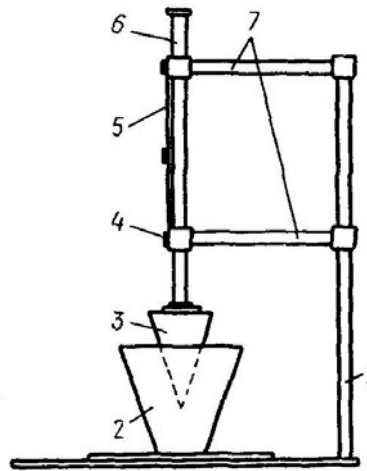


Рис.7.1. Прилад для визначення рухомості розчинової суміші:

1– штатив; 2 – посудина для розчинової суміші; 3 – конус; 4 – пусковий гвинт; 5 – шкала; 6 – стрижень; 7 – фіксатори

В посудині, закріплюють стрижень конуса пусковим гвинтом і записують перший відлік за шкалою. Потім відпускають пусковий гвинт, даючи конусу можливість вільно занурюватись у суміш, і після закінчення занурення записують другий відлік за шкалою. Глибину занурення конуса в розчинну суміш в сантиметрах визначають як різницю між другим та першим відліком.

Величину рухомості в сантиметрах розраховують як середнє арифметичне результатів двох випробувань.

За одержаними результатами визначають марку розчинової суміші за рухомістю та її призначення, користуючись вимогами ДСТУ Б В.2.7-23-95, наведеними в таблиці 7.2.

Марки і призначення розчинових сумішей

Марка розчинової суміші за рухомістю	Норма за рухомістю, см	Призначення розчинової суміші
<i>P</i> 4	Від 1 до 4 включно	Бутова кладка, ущільнена вібруванням.
<i>P</i> 8	Більше 4 до 8 включно	Бутова кладка звичайна, з порожнистої цегли і каменів, монтаж стін із крупних блоків і панелей, розшивання вертикальних і горизонтальних швів в стінах із панелей і блоків, облицювальні роботи.
<i>P</i> 12	Вище 8 до 12 включно	Кладка зі звичайної цегли і різного виду каменів, штукатурні та облицювальні роботи.
<i>P</i> 14	Вище 12 до 14 включно	Заповнення порожнин у бутовій кладці.

Результати випробувань заносять до таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

Визначення рухомості розчинової суміші

№ досліду	Відлік за шкалою, см		Глибина занурення конуса, см	Марка розчинової суміші	Призначення розчинової суміші
	перший	другий			
1					
2					
Середнє значення					

Висновок повинен містити порівняння отриманого результату з вимогами стандарту щодо встановлення марки розчинової суміші за рухомістю та визначення галузей застосування суміші.

7.2. Визначення середньої густини розчинової суміші

Матеріал: свіжоприготовлена розчинова суміш.

Прилади: сталевий циліндричний посудина місткістю 1000 мл, сталевий стрижень діаметром 10...12 мм, металева лінійка, технічні ваги.

Порядок виконання роботи

Циліндричну посудину зважують і заповнюють приготовленою розчиновою сумішшю з деяким надлишком, який утримується насадкою. Після цього суміш ущільнюють 25 натисканнями сталевих стрижня та струшують посудину 5...6 разів легким постукуванням об стіл. Потім знімають насадку, зрізають надлишок суміші врівень з краями посудини і зважують посудину разом із сумішшю.

Середню густину розчинової суміші ρ у кг/м³ визначають за формулою

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V},$$

де m_1 та m_2 – маса порожньої посудини та посудини з розчиновою сумішшю, кг; V – об'єм посудини, м³.

Величину середньої густини розчинової суміші розраховують як середнє арифметичне результатів двох випробувань з точністю до 10 кг/м³. Результати випробувань заносять до таблиці 7.4.

Висновок повинен містити результати порівняння отриманих даних з довідковими даними.

Таблиця 7.4

Визначення середньої густини розчинової суміші

№ дос-ліду	Маса, кг			Об'єм посудини, V , м ³	Середня густина, ρ , кг/м ³	
	порожньої посудини, m_1	посудини з розчиновою сумішшю, m_2	розчинової суміші, $m_2 - m_1$		проби розчинової суміші	середнє арифметичне
1						
2						

7.3. Визначення границі міцності при стиску і марки будівельного розчину

Матеріал: свіжоприготовлена розчинова суміш рухомістю менше 5 см

Прилади: розкривні тригніздові форми зі сталі з піддоном, шпатель, металева лінійка, гідравлічний прес.

Порядок виконання роботи

Міцність при стиску будівельних розчинів визначають на зразках-кубах з розміром ребра 70,7 мм у віці, встановленому стандартом або технічними умовами на даний вид будівельного розчину. На кожний строк випробувань виготовляють три зразки.

Зразки з розчинової суміші рухомістю до 5 см виготовляють у формах із піддоном рухомістю більше 5 см – у формах без піддона, що встановлюється на звичайну керамічну цеглу (вологість цегли не більше 2%, водопоглинання за масою – 10...15%), вкриту змоченим непроклеєним папером; форми заповнюють за один прийом з деяким надлишком і ущільнюють суміш 25 штикуваннями сталевим стрижнем діаметром 12 мм і довжиною 300 мм. Формування, зберігання та випробування зразків виконується згідно з існуючим стандартом.

Стандарт дозволяє визначати границю міцності будівельних розчинів при стиску випробуванням на згин та стиск зразків-балочок розмірами 4x4x16 см. Для цього виготовляють три зразки і випробовують їх у віці, зазначеному стандартом або технічними умовами на даний вид розчину.

7.4. Визначення границі міцності будівельного розчину на зразках-балочках розмірами 4x4x16

Матеріал: щойно виготовлена розчинова суміш рухомістю до 5 см.

Прилади: форми розбірні з насадками зі сталі або чавуну з піддоном, струщуючий столик із вертикальним переміщенням 10 мм із загальною масою рухомої частини 3,4...3,5 кг, ніж, шпатель, прес гідравлічний, пластини зі сталі з шліфованою поверхнею 40x62,5 мм – 2 шт.

Порядок виконання роботи

Для кожного строку випробувань виготовляють по 3 зразки-балочки. Виготовлення зразків з розчинової суміші рухомістю менше 5 см виконують у формах з піддоном. Для цього зібрану і змащену форму з насадкою закріплюють на горизонтальній площадці струшуючого столика. Потім всі три відділення форми заповнюють приблизно на половину висоти приготовленою розчиною сумішшю, розрівнюють її та струшують 30 разів протягом 30 с. Після цього укладають другий шар суміші на всю висоту форми з надлишком, розрівнюють і струшують 30 разів. Заповнену форму знімають з площадки столика та усувають насадку. Надлишок суміші зрізують ножем, змоченим водою, і загладжують поверхню. Припускається ущільнення суміші в кожному відділенні форми 10 натисканнями шпателя. Зразки-балочки зберігають до випробування відповідно до вимог стандарту.

Випробування зразків-балочок на згин і стиск виконують аналогічно випробуванням при визначенні марки цементу.

Границю міцності при стиску розчину визначають як середнє арифметичне результатів випробувань шести зразків-половинок балочок, одержаних після випробувань на згин. Результати випробувань заносять до таблиці 7.5.

Таблиця 7.5

Визначення марки будівельного розчину

№ зразка	Руйнівне навантаження, кгс (МН)	Площа стискання, см ² (м ²)	Границя міцності при стиску, кгс/см ² (МПа)	Марка розчину
1				
2				
3				
Середнє значення				

Примітка: За умов організації навчального процесу зразки розчину можна випробувати у віці 3, 7 або 14 діб.

Для приведення одержаних результатів до марочної міцності (у віці 28 діб) слід користуватися даними таблиці 7.6.

Таблиця 7.6

Кінетика нарощування міцності будівельного розчину

Вік зразка, діб	3	7	14	28
Відносна міцність будівельного розчину, %	33	55	80	100

Висновок повинен містити встановлену під час випробувань марку будівельного розчину.

ВИПРОБУВАННЯ НАФТОВОГО БІТУМУ

Короткі відомості

Бітум – це тверда або в'язкорідка суміш вуглеводнів та їх неметалевих похідних (метанового і нафтенового рядів) – асфальтенів, смол і масел, які відрізняються поміж собою молекулярною масою. Бітуми можуть бути природними та штучними. Нафтові бітуми залежно від технології отримання класифікують: на залишкові, окислені та крекінгові; за консистенцією: на тверді, напівтверді та розріджені; за призначенням: на дорожні, будівельні, покрівельні та ізоляційні. Різновиди бітуму (табл. 8.1) визначають за такими показниками: в'язкістю, розтяжністю та температурою розм'якшення.

Таблиця 8.1

Фізико-технічні властивості нафтових бітумів

Марка бітуму	Температура розм'якшення бітуму, °С, не менше	Глибина проникнення голки, 0,1 мм при $t=25^{\circ}\text{C}$, не менше	Розтяжність, см, при $t=25^{\circ}\text{C}$, не менше	Температура спалаху, °С, не менше
<i>Будівельні</i>				
БН-50/50	50	41-60	4,0	230
БН-70/30	70	21-10	3,0	240
БН-90/10	90	5-20	1,0	240
<i>Покрівельні</i>				
БНК-40/180	37-44	160-210	не нормується	60
БНК-45/190	40-50	160-220		60
БНК-90/30	85-95	25-35		70
<i>Дорожні в'язкі</i>				
БНД-200/300	35	201-300	-	220
БНД-130/200	39	131-200	70	220
БНД-90/130	43	91-130	65	230
БНД-60/90	47	61-90	55	230
БНД-40/60	45	40-60	45	230
БН 200/300	33	201-300	-	220
БН 130/200	38	131-200	80	230
БН 90/130	41	91-130	80	240
БН 60/90	45	60-90	70	240

Марка бітуму	Температура розм'якшення бітуму, °С, не менше	Глибина проникнення голки, 0,1 мм при $t=25^{\circ}\text{C}$, не менше	Розтяжність, см, при $t=25^{\circ}\text{C}$, не менше	Температура спалаху, °С, не менше
<i>Ізоляційні</i>				
БН-IV-3	65-75	30-50	4	250
БН-IV	75-85	24-40	3	250
БН-V	90-100	20-40	2	240

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ 4148-2003 Бітуми нафтові будівельні. Технічні умови
2. ДСТУ 4818:2007. Бітуми нафтові покрівельні. Технічні умови
3. ГОСТ 9812-74*. Бітуми нефтяные изоляционные. Технические условия.
4. ДСТУ EN 1426:2018 Бітум та бітумні в'язучі. Визначення глибини проникності голки
5. ГОСТ 11503-74. Бітуми нафтові. Метод визначення умовної в'язкості

Мета роботи: визначення марки бітуму за показниками в'язкості, розтяжності, температури розм'якшення та спалаху.

8.1. Визначення в'язкості бітуму

Матеріали. Різновиди бітуму.

Прилади. Посудина для розігрівання бітуму, електрошафа, пенетрометр, термометр ртутний.

Порядок виконання роботи

В'язкість (твердість) один із головних показників якості, за яким бітум поділяють на марки. В'язкість бітуму визначають за допомогою пенетрометра (рис. 8.1) за величиною проникнення голки (діаметр: 1,0-1,02 мм) в бітум протягом 5 с при температурі $+25^{\circ}\text{C}$.

Кристалізатор (8) заповнюють бітумом, розігрітим у електричній шафі до температури не менше 120°C . Після заповнення і охолодження кристалізатор встановлюють у металеву чашку з водою (7), а кристалізатор ставлять на обертовий столик пенетрометра (9) і заливають нагрітою до температури $30\dots 35^{\circ}\text{C}$ водою, витримують зразок бітуму протягом $40\dots 60$ хв до його охолодження до температури 25°C .

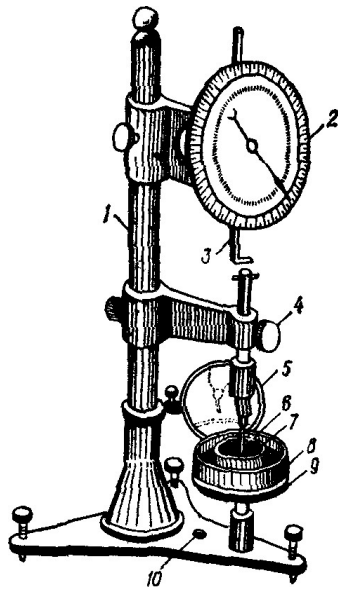


Рис. 8.1. Пенетрометр:

- 1 – штатив;
- 2 – циферблат;
- 3 – контактна рейка (кремальєра);
- 4 – стопорна кнопка;
- 5 – дзеркало;
- 6 – голка;
- 7 – металева чашка з водою;
- 8 – кристалізатор;
- 9 – обертовий столик;
- 10 – рівень

Потім голку (6) пенетрометра встановлюють так, щоб вона торкалась поверхні бітуму, а кремальєра пенетрометра (3) повинна торкатися штоку пенетрометра за умови, що стрілка стоїть на нульовій позначці, тобто 0. Натискуючи на стопорну кнопку (4), вивільняють голку (6), яка занурюється в бітум. Кнопку тримають 5 с за секундоміром. Після цього кнопку відпускають, тим самим фіксують положення голки. Обережно кремальєру посувають до торкання зі штоком і по відхиленню стрілки на циферблаті (2) нотують показник, який, помножений на 0,1, дозволяє перевести градуси у міліметри (кожний градус відповідає зануренню голки на 0,1 мм). Такі виміри роблять тричі, результати заносять до таблиці 8.2 і визначають середнє арифметичне.

8.2 Визначення розтяжності бітуму

Матеріали: різновиди бітуму, машинне мастило, ганчірка, гас.

Прилади: посудина для розігрівання бітуму, електрошафа, дуктилометр, термометр ртутний, ніж.

Порядок виконання роботи

Розтяжність бітуму визначають на дуктилометрі (рис. 8.2).

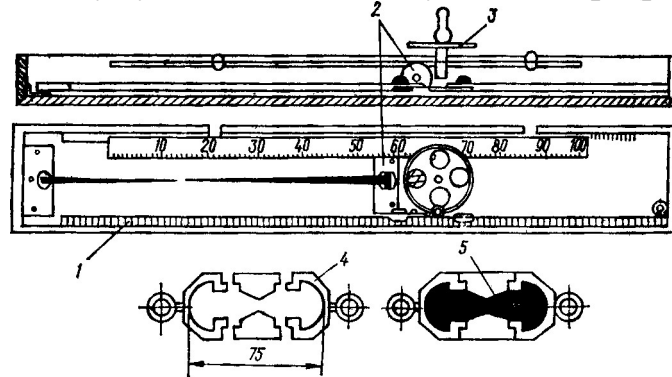


Рис. 8.2 Дуктилометр:

1 – черв'ячний гвинт; 2 – рухома каретка; 3 – електродвигун; 4 – латунна збірна форма; 5 – бітум; 6 – лінійка.

Випробування проводять на трьох попередньо виготовлених зразках- вісімках, які закріплюють у проушини рухомої (2) та нерухомої кареток приладу, а стрілку дуктилометра, яка знаходиться на рухомій каретці, суміщують з “0” позначкою мірної лінійки (6).

У дуктилометр заливають завчасно підігріту до температури 28-30°C воду, витримують 10...20 хв., поки температура води зменшиться до 25°C, і проводять випробування, вмикаючи електродвигун приладу. Рухома каретка рухається і розтягує бітум. У момент втрати суцільності, тобто розриву зразка, вимикають прилад. Показники заносять до таблиці 8.2 і визначають середнє арифметичне.

8.3. Визначення температури розм'якшення бітуму

Матеріали: різновиди бітуму, машинне мастило, ганчірка, гас.

Прилади: посудина для розігрівання бітуму, електрошафа, прилад “Кільце та куля”, термометр ртутний, ніж.

Порядок виконання роботи

Температуру розм'якшення бітуму визначають на приладі “Кільце і куля” (рис. 8.3, 8.4), який складається зі скляного термостійкого стакану (б), латунного кільця (1), сталеві кульки (3), ртутного термометра з шкалою до 250°C (4), електроплитки.

У кільце заливають попередньо нагрітий до температури 120°C бітум і охолоджують його до температури навколишнього середовища, попередньо зрізавши теплим ножем надлишки бітуму. В штатив із отворами вставляють 3 кільця з бітумом, на поверхні яких розташовують металеві кульки. Штатив опускають в термостійкий скляний стакан, наливають воду та встановлюють на електроплиту разом із термометром і підігрівають зі швидкістю 5°C/хв. При підвищенні температури бітум розм'якшується та під тиском металеві кульки видавлюється крізь кільце у вигляді краплі. Коли крапля торкається нижньої пластини штативу, фіксують температуру, яка відповідає температурі його розм'якшення. Показники заносять до таблиці 8.2 та визначають середнє арифметичне.

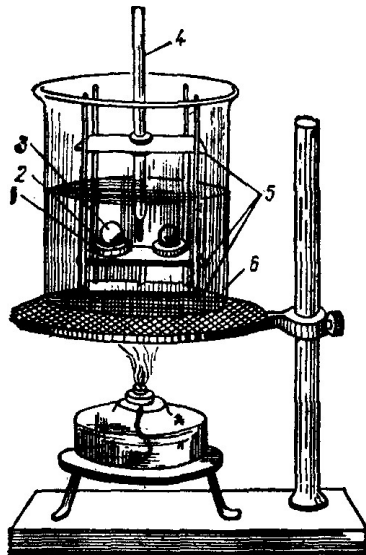


Рис. 8.3. Прилад “Кільце та куля”:

- 1 – латунні кільця; 2 – бітум;
 3 – сталева кулька; 4 –
 термометр;
 5 – металеві пластинки;
 6 – термостійкий стакан

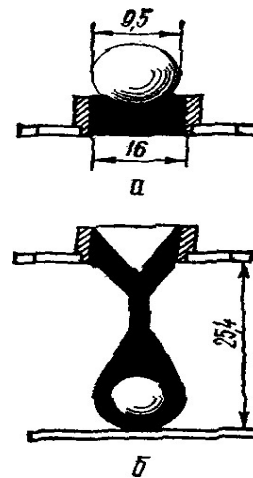


Рис. 8.4. Положення кулі в приладі “Кільце та куля”:

- а – початкове; б – кінцеве

Таблиця 8.2

Визначення марки бітуму

№ дослідів	Глибина занурення голки, 0,1мм при $t=25^{\circ}\text{C}$	Розтяжність бітуму, см, при $t=25^{\circ}\text{C}$	Температура розм'якшення бітуму, $^{\circ}\text{C}$,	Марка нафтового бітуму
1				
2				
3				
Середні значення				

Висновок: за результатами проведених досліджень потрібно визначити марку бітуму та навести доцільні галузі його використання.

ПОКРІВЕЛЬНІ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Короткі відомості

Покрівельні матеріали в будівництві використовують для влаштування покрівлі – верхньої несучої та огорожувальної конструкції будівлі, яка захищає її від дії навколишнього середовища (проникнення атмосферних осадів та механічних впливів).

До покрівельних матеріалів висуваються вимоги щодо їх водонепроникності, міцності, теплостійкості, деформативності, довговічності (хімічної стійкості, біостійкості, водостійкості, морозостійкості).

Тип покрівельного матеріалу залежить від багатьох факторів: типу будівлі, конструктивних особливостей несучих елементів даху, кліматичних особливостей і традицій регіону та, звичайно, від фінансових можливостей забудовника.

Покрівлі влаштовують з *рулонних матеріалів, мастик* або з *листових і штучних матеріалів* (азбестоцементні листи, профільований металевий настил, черепиця та ін.).

Покрівельні матеріали поділяються *за видом вихідної сировини* (бітумні, цементні, полімерні, керамічні, металеві тощо), *за станом речовини* (рідкі, тверді), *за формою* (рулонні, штучні, листові)

Гідроізоляційні матеріали використовують в будівництві для захисту конструкцій від дії вологи, як прямої так і проникаючої.

До гідроізоляційних матеріалів висувають вимоги щодо водонепроникності при тиску води 0,5 МПа протягом 24 годин, міцності на розрив при розтягуванні (для рулонних), адгезії до матеріалу поверхні, яку ізолюють, відносної деформації розтягу, водопоглинання (протягом 24 годин не більше 1% за масою), температурної крихкості, робочого діапазону температур, здатності витримувати тиск водяної пари, стійкості до дії хлоридів тощо.

Гідроізоляційні матеріали бувають рулонні, рідкі (емульсії, мастики, пасти) та сухі суміші, які перед нанесенням змішують з водою або полімерами. *За видами сировини* матеріали поділяють на: бітумні, гумо- бітумні, бітумно-полімерні, полімерні, полімерно-цементні. *За способом влаштування* розрізняють обклеювальні, термонаплавлені,

з'єднувані механічно та за допомогою дифузійного зварювання, обмазувальні, штукатурні.

Для виробництва покрівельних і гідроізоляційних матеріалів у будівництві широко застосовують нафтові бітуми, а також бітуми, модифіковані полімерними добавками: *атактичним поліпропіленом (АПП)* та *стирол-бутадієн-стирольним каучуком (СБС)*. При цьому бітумно-полімерні композиції характеризуються підвищеною міцністю, термостійкістю та еластичністю навіть при мінусових температурах.

За структурою полотна рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали поділяються на *основні* та *безосновні*.

Як основу рулонного матеріалу використовують покрівельний картон, склотканини, фольгу, тканини на основі поліефірних волокон, окисовані модифіковані еластомери та пластимери, азбестовий папір.

Метою роботи є ознайомлення з номенклатурою, властивостями, особливостями виробництва, а також застосування покрівельних та гідроізоляційних матеріалів і виробів.

Нормативне забезпечення

1. ДСТУ Б В.2.7-101-2000 (ГОСТ 30547-97) Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови.
2. ДСТУ Б В.2.7-108-2001 (ГОСТ 30693-2000) Будівельні матеріали. Мастики покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови.

9.1. Вивчення номенклатури, властивостей, технології виготовлення та особливостей застосування покрівельних матеріалів

Матеріали: зразки покрівельних матеріалів та виробів.

Порядок виконання роботи

Після вивчення натурних зразків покрівельних будівельних матеріалів, які використовуються для плоских та скатних покрівель, необхідно, користуючись підручником та довідковою літературою, вибрати інформацію щодо складу, експлуатаційних характеристик, технології виготовлення та особливостей застосування цих матеріалів і занести її до таблиці 9.1.

Користуючись довідковими даними та матеріалами підручників, для оцінки взаємозамінності матеріалів та вибору найбільш ефективних

технічних рішень при влаштуванні скатних покрівель, проводять порівняння різних видів матеріалів (за вибором викладача). Отримані дані заносять до таблиці 9.2.

Таблиця 9.1

Характеристика покрівельних матеріалів

Класифікаційні групи	Найменування матеріалу, виробу	Основні компоненти	Технологія виготовлення	Властивості	Особливості застосування
Рулонні	Руберойд				
	Склоруберойд				
	Гідроскло-руберойд				
	Фольгоізол				
	Полімерно-бітумні матеріали				
Безосновні	Ізол				
	Мастики гарячі				
	Мастики холодні				
	Емульсії				
Штучні	Керамічна черепиця				
	Полімерпіщана черепиця				
	Цементно-піщана черепиця				
	Металочерепиця				
	Азбестоцементний лист (шифер)				
	Бітумно-полімерний лист (єврошифер)				
	Бітумна черепиця				
	Металочерепиця				

Порівняльна характеристика покрівельних матеріалів для скатних покрівель

Найменування	Основні компоненти	Характеристики покрівельного матеріалу			
		Міцність, МПа	Маса 1м ² , кг	Довговічність (термін експлуатації), роки	Ціна 1м ² , грн
Керамічна черепиця					
Полімерпіщана черепиця					
Цементно-піщана черепиця					
Металочерепиця					
Азбестоцементний лист (шифер)					
Бітумно-полімерний лист (єврошифер)					
Бітумна черепиця					

Висновок повинен містити порівняльну характеристику різних видів покрівельних матеріалів з точки зору їх довговічності та ефективних галузей застосування.

9.2. Вивчення номенклатури, властивостей, технології виготовлення та особливостей застосування гідроізоляційних матеріалів

Матеріали: зразки гідроізоляційних матеріалів.

Порядок виконання роботи

Вивчаючи натурні зразки будівельних матеріалів, які використовуються для гідроізоляції різних видів конструкцій, потрібно ознайомитися з відповідною інформацією в довідковій літературі й отримані дані щодо складу, експлуатаційних характеристик, технології виготовлення та особливостей застосування цих матеріалів занести до таблиці 9.3.

**Склад, структура, характеристики та технології виготовлення
гідроізоляційних матеріалів**

Класифікаційні групи	Найменування матеріалу, виробу	Основні компоненти	Технологія виготовлення	Властивості	Особливості застосування
Рулонні матеріали	Склоруберойд				
	Гідросклоруберойд				
	Полімерні мембрани EPDM Ізол				
Рідкі суміші	Мастики бітумні				
	Полімерні пасти				
Сухі суміші	Полімерно-цементні				

Загальний висновок повинен містити обґрунтування технічної доцільності використання покрівельних та гідроізоляційних матеріалів у будівництві та інших галузях промисловості, порівняльну оцінку ефективності використання різних типів покрівельних матеріалів (рулонних, листових, штучних) та різних видів гідроізоляційних матеріалів (бітумних, полімерних, полімерно-цементних).

Навчальне видання

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

(Частина 1)

Укладачі:

ШЕПТУН Сергій Юрійович
МАРЧЕНКО Михайло Валентинович
СЛІПЧЕНКО Максим Володимирович
ПЕТРОВ Анатолій Миколайович
КУСКОВ Микита Андрійович

Формат 60x84\16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 3,4

Наклад 30 пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44