

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: "Будівельних, дорожніх машин і будівництва"

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни:

Будівельне матеріалознавство

для студентів спеціальності
192 "Будівництво та цивільна інженерія"
усіх форм навчання

Кафедра: "Будівельних, дорожніх машин і будівництва"

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт

з дисципліни:

Будівельне матеріалознавство

для студентів спеціальності
192 "Будівництво та цивільна інженерія"
усіх форм навчання

*"Ухвалено"
на засіданні кафедри:
"Будівельних, дорожніх машин і будівництва"
Протокол № 2 від 15.09.2020 р.*

Будівельне матеріалознавство : метод. вказ. до виконання лабораторних робіт для студ. спец. 192 - Будівництво та цивільна інженерія усіх форм навчання / [уклад. : В. В. Дарієнко, І. О. Скриннік, О.А. Плотніков, В.В. Пукалов] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. будівельних, дорожніх машин і будівництва. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. - 55 с.

Рецензент:

В.В. Яцун – канд. техн. наук, доцент

© Будівельне матеріалознавство: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" усіх форм навчання
© РВЛ ЦНТУ, тиражування, 2020 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
Лабораторна робота №1. Визначення фізико-механічних властивостей матеріалів.....	5
Лабораторна робота №2. Природні кам'яні матеріали.....	20
Лабораторна робота №3. Керамічні матеріали і вироби.....	27
Лабораторна робота №4. Лісові матеріали.....	32
Лабораторна робота №5. Випробування цементу	44
Лабораторна робота №6. Проектування складу бетону	48
Список літератури.....	54

Вступ

Ці методичні вказівки складені згідно з освітньо-професійною програмою вищої освіти з напрямку "Будівництво" і призначені для студентів будівельних спеціальностей.

Лабораторні роботи "Визначення фізико-механічних властивостей матеріалів", "Природні кам'яні матеріали", "Керамічні матеріали і вироби", "Лісові матеріали" дозволяють студентам закріпити теоретичні знання і практично ознайомитися з будівельними матеріалами, методами визначення їх властивостей.

Перед виконанням робіт студент повинен ознайомитися з методикою визначення фізико-технічних властивостей та якості будівельних матеріалів, вивчити теоретичний матеріал за лекціями і підручником, відповісти на контрольні запитання, оформити лабораторний журнал.

Отримані результати під час виконання роботи заносять у відповідні таблиці.

Кожну роботу захищають у встановленому порядку.

Лабораторна роботи №1

Визначення фізико-механічних властивостей матеріалів

Основні групи властивостей будівельних матеріалів:

- 1) фізичні (дійсна, середня, насипна щільність, пористість, питома поверхня тощо);
- 2) відношення до дії води і морозу (водовбирання, вологість, водостійкість, водопроникність, вологовіддача, гігроскопічність, морозостійкість);
- 3) теплові (теплопровідність, теплоємність, вогнестійкість, вогнетривкість);
- 4) механічні (міцність при стисканні, вигині, розтягненні, твердість, крихкість, стирання, пружність, пластичність, опір удару, зносостійкість, повзучість);
- 5) спеціальні (хімічна (корозійна) і біологічна стійкість, газопаропроникливість, довговічність, адгезія, акустичні властивості);
- б) технологічні - характеризують придатність до механічної обробки (різання, свердлення, стругання, розпилювання).

Мета роботи - оволодіти методикою визначення основних фізико-механічних властивостей будівельних матеріалів і виробів.

1. Фізичні властивості матеріалів

Щільністю ρ називається маса одиниці матеріалу. Щоб визначити щільність ρ (кг/м³; г/см³), треба знайти масу матеріалу m (кг; г) і його об'єм V (м³; см):

$$\rho = m/V. \quad (1)$$

1.1. Визначення дійсної щільності

Дійсною щільністю ρ називають щільність тієї речовини, з якої складається матеріал. Об'єм матеріалу визначають в абсолютно щільному стані (без пор і пустот V_a).

Дійсна щільність - фізична константа речовини.

Обладнання: технічні ваги, об'ємомір (колба Ле Шательє).

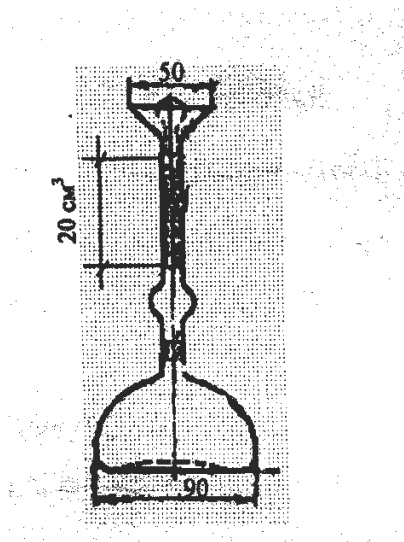


Рис. 1 – Прилад Ле Шательє

Методика визначення дійсної щільності

Матеріал треба отримати в абсолютно щільному стані. Для цього потрібно його тонко подрібнити, щоб кожна часточка не мала пор.

Прилад наповнюють водою або іншою рідиною, інертною до матеріалу, до нижньої позначки.

На технічних вагах відважують порошок матеріалу масою 70 г з похибкою не більше 0,01 г.

Порошок засипають у прилад невеликими порціями так, щоб рівень рідини піднявся до верхньої позначки. Таким чином визначають об'єм матеріалу, залишок порошку зважують.

Дійсну щільність матеріалу розраховують за формулою

$$\rho = (m_1 - m_2) / V_a, \quad (2)$$

де m_1 - наважка, г;

m_2 - маса залишку матеріалу, г;

V_a - об'єм порошку, який засипали у прилад, см³.

Результати експерименту записують у табл.1.

Таблиця 1.

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Наважка, г	m_1	
2	Маса порошку, який залишився, г	m_2	
3	Маса порошку, який висипали в об'ємомір, г	$m = m_1 - m_2$	
4	Об'єм рідини, яку витіснив порошок, см ³	V_a	
5	Щільність матеріалу, г/см ³	$\rho = (m_1 - m_2) / V_a$	

1.2. Визначення середньої щільності зразків правильної форми

Середньою щільністю ρ_o матеріалу називають щільність, коли для розрахунку беруть його повний об'єм у природному стані V_{np} , включаючи пори і пустоти.

Обладнання: ваги, гирі, лінійка.

Методика визначення середньої щільності

Метод визначення середньої щільності залежить від геометричної форми зразка матеріалу.

1. Зразки матеріалу правильної герметичної форми

(куб, паралелепіпед, циліндр)

Зразок матеріалу зважують з похибкою не більше 0.1 г (при масі до 500 г) і не більше 1 г (при масі більше 500 г).

Об'єм зразка визначають, користуючись штангенциркулем або металічною лінійкою. Об'єм куба або паралелепіпеду розраховують за формулою $V = abc$, де a, b, c - розміри граней.

Об'єм циліндра визначають за формулою

$$V = \pi d^2 H / 4,$$

де $\pi = 3,14$;

d, H - відповідно діаметр і висота циліндра.

Результати дослідів заносять у табл. 2.

Таблиця 2

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Геометричні розміри, см	$a \times b \times h$	
2	Маса зразка, г	m	
3	Об'єм зразка, см ³	V	
5	Середня щільність матеріалу, г/см ³	$\rho_o = m / V$	

2. Зразки неправильної форми

Середню щільність таких зразків визначають методом гідростатичного зважування або за допомогою об'ємоміра.

Метод гідростатичного зважування заснований на використанні закону Архімеда: на тіло, занурене в рідину, діє витискуюча сила, що направлена вгору і значення її таке, як вага витиснутої рідини.

Зразок зважують, визначаючи його масу m , потім його насичують водою.

М'якою вологою тканиною витирають зразок і зважують на гідростатичних вагах (рис. 2).

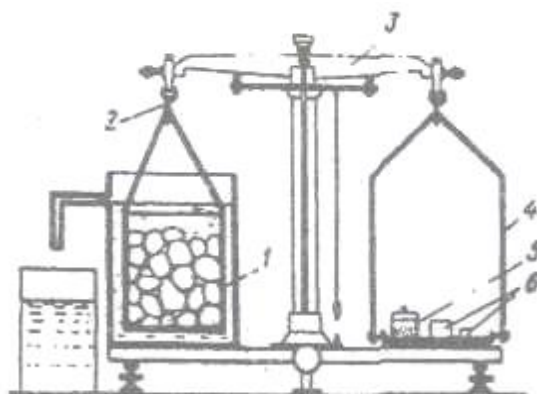


Рис. 2. Гідростатичні ваги.

Після визначення маси насиченого водою зразка $m_{нас}$ (г) його занурюють у склянку 1 з водою і зважують зразок у воді $m_{вод}$ (г).

Середню щільність матеріалу ρ_o (г/см²) розраховують за формулою

$$\rho_o = [m / (m_{нас} - m_{вод})] \rho_{вод}. \quad (3)$$

Об'ємомір використовують при визначенні середньої щільності крупних зразків (масою більше 500 г), Зразок зважують (m_1), парафінують і знову зважують (m_2).

В об'ємомір (рис. 3) наливають воду до рівня зливної трубки 1. Під трубку ставлять попередньо зважену склянку (m_3). Зразок на нитці занурюють в об'ємомір. Склянку з водою зважують (m_4).

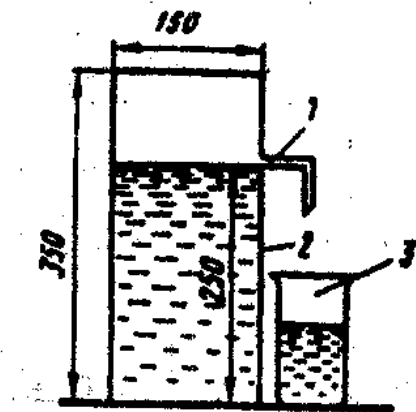


Рис. 3 – Об'ємомір

Маса води (г), витиснутої зразком ($m_4 - m_3$), дорівнює об'єму (см³) зразка з парафіном ($V_o + n$), тому що $\rho_{води} = 1$ г/см³.

Об'єм парафіну визначають за формулою

$$V_o = (m_2 - m_1) / \rho_n,$$

де ρ_n - щільність парафіну, $\rho_n = 0,98$ г/см³.

Щільність матеріалу розраховують за формулою

$$\rho_o = m_1 / V_o = m_1 / [(m_4 - m_3) / \rho_{води} - (m_2 - m_1) / \rho_n].$$

1.3. Визначення насипної щільності сипких матеріалів

Насипна щільність $\rho_{нас}$ – характеристика сипких матеріалів (цемент, пісок, щебінь), коли для розрахунків приймають увесь об'єм, включаючи порожнечу між часточками.

Методика визначення насипної щільності матеріалів

Насипну щільність матеріалів визначають, вимірюючи їх об'єм мірним циліндричним посудом ємкістю від 1 до 50 л.

Дрібнозернисті матеріали насипають у мірний посуд ємкістю 1 л за допомогою стандартної воронки (рис. 4).

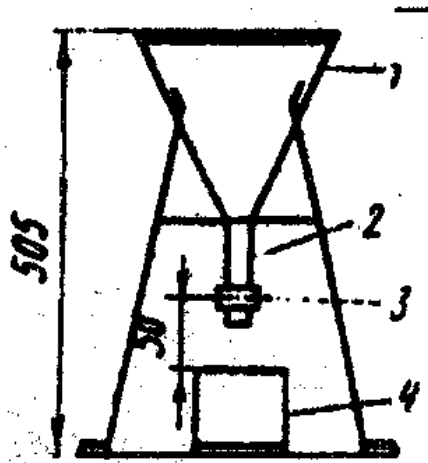


Рис. 4 – Стандартна воронка

1-корпус, 2-трубка, 3-засувка,
4- мірний циліндр

Під трубку встановлюють попередньо зважений циліндр. Циліндр заповнюють з надлишком, який зрізають лінійкою і зважують.

Об'єм циліндра $V = 1 \text{ л} = 1000 \text{ см}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$.

Насипну щільність знаходять за формулою

$$\rho_{нас} = (m_2 - m_1) / V, \quad (4)$$

де m_1 - маса циліндра, г,

m_2 - маса циліндра з матеріалом, г;

V - об'єм циліндра, см^3 .

Результати експерименту заносять у табл. 3.

Таблиця 3

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Об'єм циліндра, см ³	V	
2	Маса циліндра без матеріалу, г	m_1	
3	Маса циліндра з матеріалом, г	m_2	
4	Маса матеріалу, г	$m = m_2 - m_1$	
5	Середня насипна щільність матеріалу, г/см ³	$\rho_{нас} = (m_2 - m_1) / V$	

1.4. Визначення пористості

Пористість - ступінь заповнення об'єму матеріалу порами

$$P = [(\rho - \rho_o) / \rho]100. \quad (5)$$

Результати експерименту заносять у табл. 4.

Таблиця 4

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Дійсна щільність матеріалу, г/см ³	ρ	
2	Середня щільність матеріалу, г/см ³	ρ_o	
3	Пористість, %	P	

1.5. Визначення пустотності сипкого матеріалу

Пустотність - частина одиниці об'єму, що знаходиться між зернами сипкого матеріалу:

$$P = [(\rho - \rho_n) / \rho]100. \quad (6)$$

Результати експерименту заносять у табл. 5.

Таблиця 5

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Дійсна щільність матеріалу, г/см ³	ρ	
2	Середня щільність сипкого матеріалу, г/см ³	ρ_o	
3	Пустотність, %	P_c	

1.6. Визначення вологості й водопоглинання

Вологість - вміст води в матеріалі в конкретний момент; відноситься до одиниці маси матеріалу в сухому стані. Вологість визначають за формулою

$$W = [(m_1 - m_2) / m_2] 100\%, \quad (7)$$

де m_1 – маса матеріалу в природному стані, г,

m_2 - маса висушеного матеріалу, г.

Водопоглинання - здатність матеріалу поглинати воду і утримувати її у своїх порах. Водопоглинання характеризується максимальною кількістю води, віднесеною до маси сухого зразка (водопоглинання за масою $W_m^{\text{п}}$) або до його об'єму (об'ємне водопоглинання $W_o^{\text{п}}$). Водопоглинання $W_m^{\text{п}}$ і $W_v^{\text{п}}$ (%) визначають за формулами

$$W_m^{\text{п}} = [(m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}) / m_2] 100\%, \quad (8)$$

$$W_v^{\text{п}} = [(m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}) / V \cdot \rho_{\text{води}}] 100, \quad (9)$$

де $m_{\text{нас}}$, $m_{\text{сух}}$ – маса матеріалу у насиченому водою і в сухому стані, г;

$\rho_{\text{води}}$ – густина води, г/см³;

V - об'єм матеріалу в сухому стані, см³.

Методика визначення вологості матеріалу

Зразок матеріалу зважують і висушують при температурі 105... 110°C до постійної ваги.

Розраховують вологість зразка з похибкою не більше 0,1%. Випробують два або три зразки, результат приймають як середнє арифметичне отриманих даних.

Методика визначення водопоглинання матеріалу

Випробування проводять на двох або трьох зразках.

Зразки висушують до постійної маси і записують масу сухого зразка. Потім їх занурюють у воду так, щоб над ними був шар води не менше 2 і не більше 10 см, і витримують деякий час, рекомендований стандартами. Після насичення зразки виймають з води, витирають вологою тканиною і зважують. Водопоглинання за масою і об'ємом розраховують за формулами (8), (9).

Результати експериментів заносять у табл. 6.

Таблиця 6

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Об'єм зразка, см ³	V	
2	Маса сухого зразка, г	m_1	
3	Маса зразка, насиченого водою, г	m_2	
4	Вологість, %	W	
5	Водопоглинання за масою, %	$W_m^п$	
6	Водопоглинання за об'ємом, %	$W_v^п$	

2. Механічні властивості матеріалів

Механічні властивості матеріалів характеризують їх здатність опиратися впливу зовнішніх механічних сил.

Міцність - здатність матеріалу опиратися внутрішнім напруженням, що виникають внаслідок впливу зовнішніх сил.

Міцність матеріалів характеризується межею міцності – напруженням в матеріалі, що відповідає навантаженню, при якому зразок руйнується. Межа міцності визначається дослідами на зразках встановлених розмірів і форми (табл. 7, 8).

Міцність матеріалу одного і того ж складу залежить від його щільності, а міцність пористих матеріалів - ще й від вологості.

Межу міцності матеріалу визначають не менше як на трьох зразках. Остаточним результатом вважають середнє арифметичне тільки тих показників, що відрізняються один від одного не більше 15 %.

2.1. Визначення межі міцності при стиску

При випробуваннях використовують гідравлічні преси з максимальним зусиллям 10 т; 100 т.

Граничне навантаження знімають за показаннями фіксуєної стрілки манометра. Руйнуюче зусилля визначають за тарировочними таблицями, що додаються до преса.

Межу міцності при стиску розраховують за формулою

$$R = \frac{P}{S},$$


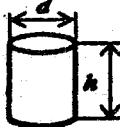
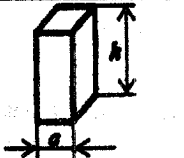
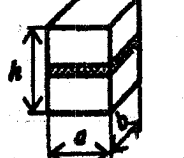
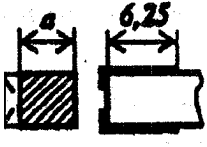
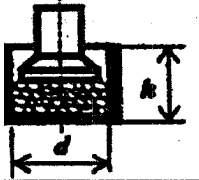
де P – руйнуюче зусилля, кг;

S – площа зразка, см².

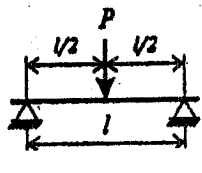
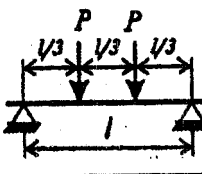
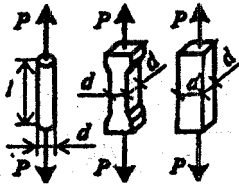
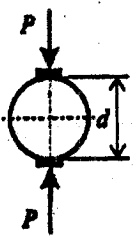
Результати експерименту заносять у табл. 9.

Замальовують схему випробувань.

Таблиця 7 – Схеми стандартних методів визначення міцності при стиску

Зразок	Ескіз	Розрахункова формула	Матеріал	Розмір стандартного зразка, см
Куб		$R = \frac{P}{S}$	Бетон Розчин Природний камінь	10×10×10 15×15×15 20×20×20 7,07×7,07×7,07 5×5×5
Циліндр		$R = \frac{P}{S}$	Бетон Природний камінь	d=15; h=30; d= h=5; 7; 10; 15 і ін.
Призма		$R = \frac{P}{S}$	Бетон Деревина	a =10; 15; 20 h=40; 60; 80 a =2; h=3
Складений зразок		$R = \frac{P}{S}$	Цегла	a =12 b=12,5; h=14
Половина зразка-призми, виготовленого з цементно-піщаного розчину		$R = \frac{P}{S}$	Цемент	a =4 S=25 см ²
Проба щебеню (гравію) у циліндрі		$D_p = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100$	Великий заповнювач для бетону	d=15; h=15

Таблиця 8 – Схеми стандартних методів визначення міцності при вигині й розтягуванні

Зразок	Ескіз	Розрахункова формула	Матеріал	Розмір стандартного зразка, см
Випробування на вигин				
Призма, цегла		$R_{виг} = \frac{3Pl}{2bh^2}$	Цемент	4×4×16
			Цегла	12×6,5×25
Призма		$R_{виг} = \frac{Pl}{bh^2}$	Бетон	15×15×15
			Деревина	2×2×30
Випробування на розтягування				
Стрижень, вісімка, призма		$R_p = \frac{4P}{\pi d^2}$ $R_p = \frac{P}{a^2}$	Бетон	5×5×50 10×10×80
			Сталь	$d = l$ $l = 5; l > 10d$
Циліндр		$R_p = \frac{2P}{\pi dl}$	Бетон	$d = 15$

Таблиця 9

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Розміри зразка, см		
	довжина	<i>l</i>	
	ширина	<i>b</i>	
	діаметр	<i>d</i>	
	висота	<i>h</i>	
2	Площа перерізу, см ²	<i>S</i>	
3	Руйнівна сила, Н, кг	<i>P</i>	
4	Межа міцності при стиску, кг/см ² ; МПа	$R = \frac{P}{S}$	

2.2. Визначення межі міцності при вигині

При випробуваннях на вигин використовують преси малої потужності із спеціальними пристроями для встановлення зразків і передачі навантаження, або машину МП – 100.

При використанні машини МП–100 значення межі міцності встановлюють за лічильником без додаткових розрахунків. Результат випробування фіксують у одиницях виміру напруження – кгс/см² (1 кгс/см² = 0,1 МПа).

Розрахунок межі міцності при вигині виконують за формулою

$$R_{виг} = \frac{3Pl}{2bh^2},$$

де *P* – руйнуюче зусилля, кг;

l – відстань між опорами, см;

b, h – ширина і товщина зразка, см.

Результати експерименту заносять у табл. 10.

Замальовують схему випробувань.

Таблиця 10

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Розміри зразка, см		
	ширина	<i>b</i>	
	висота	<i>h</i>	
2	Відстань між опорами, см	<i>l</i>	
3	Руйнівна сила, кг	<i>P</i>	
4	Межа міцності при вигині, МПа	<i>R_{виг}</i>	

2.3. Визначення величини опору удару

Опір удару – властивість матеріалу опиратися руйнуванню під впливом одно- або багатократно миттєво прикладених механічних зусиль.

Міцність матеріалу характеризується роботою удару, що руйнує матеріал, або питомою роботою вантажу $A_{уд}$, що приходиться на одиницю об'єму, і визначається за формулою

$$A_{уд} = \frac{m(1 + 2 + 3... + n)}{V} \cdot 10^3 \text{ (Дж/м}^3\text{)},$$

де m - маса вантажу копра, кг; $m = 2$ кг;

n - кількість ударів до руйнування;

V - об'єм зразка, см³.

На удар випробують зразки-циліндри діаметром і висотою 25 мм. Випробування проводять на копрі.

Удари (перший – з висоти 1, другий – 2, третій – 3 см і далі до руйнування зразка) наносять у центр верхньої площини зразка.

Показником опору є порядковий номер удару, що попереджає руйнування.

Результати експерименту заносять у табл. 11.

Таблиця 11

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Розміри зразка, см		
	діаметр	d	
	висота	h	
2	Об'єм зразка, см ³ .	V	
3	Кількість ударів		
4	Робота, Дж/м ³		

2.4. Визначення величини опору стиранню

Стирання показує стійкість матеріалу до абразивного зношування і оцінюється втратами маси матеріалу, віднесеними до одиниці його площі, або зменшенням товщини зразка.

Методика випробувань

Кам'яні матеріали (бетон, розчини, природний камінь, керамічну плитку) випробують на кругах стирання з використанням шліфувальних порошоків (пісок). Для випробувань готують два зразки – куби з ребром 70 мм. Їх зважують з похибкою не більше 0,1 г і визначають площу, яка буде стиратися. Цикл випробування – 560 обертів.

Стиранність визначають за формулою

$$I = (m - m_1) / S, \quad (12)$$

де m – маса зразка до стирання, г;

m_1 - маса зразка після стирання, г;

S – площа стирання, см².

Результати експерименту заносять у табл. 12.

Таблиця 12

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Площа зразка, см ²	<i>S</i>	
2	Маса зразка до стирання, г	<i>m</i>	
3	Маса зразка після стирання, г	<i>m₁</i>	
4	Площа стирання, см ²		
5	Стиранність, г/ см ³	<i>I</i>	

Контрольні запитання

1. У чому різниця дійсної щільності від середньої? Який показник більше?
2. На які властивості впливає пористість?
3. Від чого залежить міцність матеріалів?
4. Які матеріали добре працюють на стиск; на вигин?
5. Які матеріали добре витримують стирання?
6. Наведіть методики визначення дійсної, середньої і насипної щільності матеріалів; обладнання, що використовуються, розрахункові формули.
7. Як розраховують пористість, пустотність, вологість, водопоглинання?
8. Наведіть методики визначення межі міцності при стиску, вигині.
9. Як визначають опір удару і стиранність матеріалу?

Лабораторна робота №2

Природні кам'яні матеріали

Мета роботи – ознайомитися з колекцією гірських порід, описати фізико-технічні характеристики і вказати можливі області використання у будівництві.

Природними кам'яними матеріалами називають матеріали і вироби, які одержують механічною обробкою (подрібненням, розколюванням тощо) гірських порід, не змінюючи їхньої природної структури та властивостей.

Гірською породою називають мінеральну масу постійного складу з одного або декількох мінералів.

Мінерал – речовина, утворена в результаті фізико-хімічних процесів у земній корі; характеризується певним хімічним складом, однорідною будовою і фізичними властивостями.

Для вивчення гірських порід їх поділяють на окремі групи. Найбільш поширеною є класифікація гірських порід за походженням, або генетична (рис.1).

Таблиця 1 – Опис зовнішніх ознак гірських порід

Характеристика	Назва породи		
1. Класифікація			
2. Хімічний і мінералогічний склад			
3. Структура (будова) Може бути кристалічна, порфірована, скловидна, зерниста			
4. Колір (світлі або темні)			
5. Блиск Може бути скляний, перламутровий, жирний, тьмяний, матовий			
6. Твердість (за шкалою Мооса)			
7. Текстура Може бути щільною, сланцюватою, шаровою, лускоподібною, волокнистою, пористою, ніздрюватою, землястою			
8. Середня щільність*			
9. Пористість*			
10. Межа міцності при стиску*			

*Приблизно за навчальними посібниками

Контрольні запитання

1. Що таке мінерал і гірська порода?
2. Наведіть генетичну класифікацію гірських порід?
3. Як утворилися магматичні, осадові, метаморфічні гірські породи?
4. Назвіть властивості вивержених глибинних і вилитих гірських порід. Де їх можна застосовувати?
5. Які гірські породи відносять до групи осадових порід? Де можна застосовувати механічні відклади, хімічні осади та органогенні відклади?
6. Назвіть способи виготовлення і обробки кам'яних матеріалів.

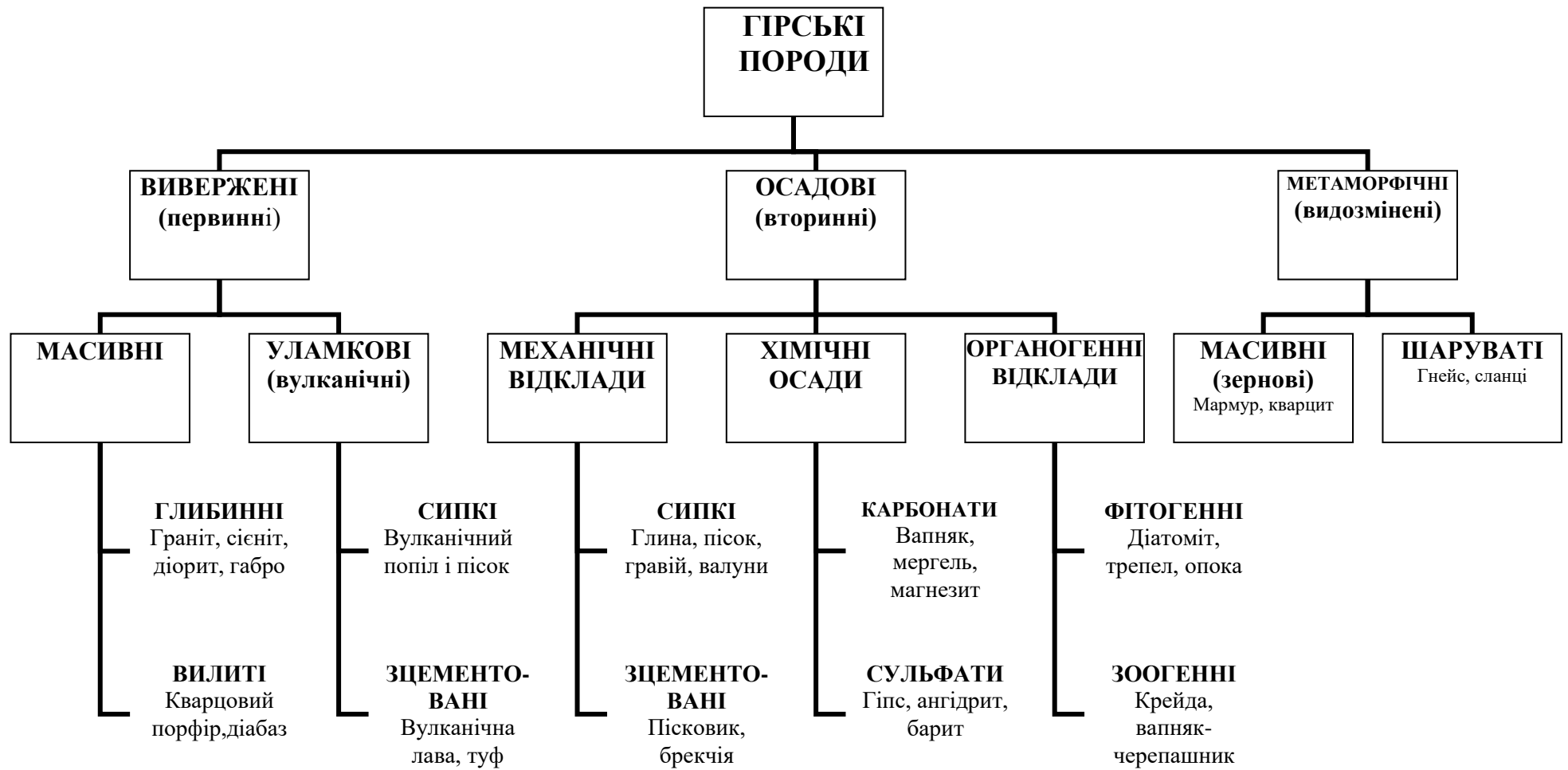


Рис. 1 - Генетична класифікація гірських порід

Таблиця 2 – Области застосування гірських порід

Области застосування	Вид матеріалів та виробів	Гірські породи, які рекомендуються
Укладання стін	Каміння та блоки	Пористі вапняки, опоки, вулканічні туфи, у яких середня густина не більше 2100 кг/м ³ ; коефіцієнт розм'якшення не менше 0,6
Зовнішнє облицювання	Каміння і плити, архітектурно-будівельні вироби	Граніти, сієніти, габро, щільні вапняки
Внутрішнє облицювання	Каміння і плити, архітектурно-будівельні вироби	Мармури, пористі вапняки (травертин, черепашник), вулканічні туфи
Покриття підлоги	Поліровані або шліфовані плити	Граніт, сієніт, лабрадорит, мармур
Дорожнє будівництво	Бордюрний камінь, камінь для брукування (брушатка, шашка), тротуарні плити	Граніт, діорит, габро, базальт
Гідротехнічні споруди	Каміння колоте й пиляне, щебінь, гравій	Граніти, сієніти, діабаз
Футерування апаратів та установок, які зазнають дії кислот, лугів, солей, агресивних газів	Тесані плити, цегла, бруски, фасонні вироби потрібної форми, щебінь	Для захисту від дії кислот: граніт, сієніт, базальт, андезит, кварцит, а від дії лугів: щільні вапняки, доломіти, магнезити, мармури. Для жаростійких облицювань: базальт, діабаз, вулканічні туфи
Заповнювачі для важких бетонів та розчинів	Щебінь, гравій, пісок	Граніт, сієніт, діорит, базальт, кварцит, щільні вапняки, кварц
Заповнювачі для легких бетонів	Щебінь, пісок	Пористі вапняки, опоки, вулканічні туфи, пемза
Сировина для виробництва штучних виробів і матеріалів	Скло, кераміка, мінеральні в'язучі	Глинисті породи, діатоміти, трепел, пісок, вапняки, гіпс, магнезит, доломіт

Таблиця 3 – Характеристика найголовніших гірських порід

Порода	Середня густина, кг/м ³	Границя міцності при стиску, МПа	Головні мінерали	Структура, текстура	Колір	Застосування
1	2	3	4	5	6	7
<i>Вивержені породи</i>						
Граніт	2600...2800	100...250	Кварц, ортоклаз, біотит, мусковіт	Дрібно-, середньо-, крупнозерниста, порфірова	Сірувато-білий, темно-сірий, червонуватий, сіро-зелений, синьо-зелений	Зовнішнє і внутрішнє облицювання, мостовий камінь, тротуарні плити, щебінь, східці
Сієніт	2600...2800	150...220	Ортоклаз, авгіт, рогова обманка	Зазвичай середньозерниста, рідше дрібнозерниста	Сірий, сіро-зеленуватий, червонуватий, червоний	Зовнішнє облицювання, мостовий камінь
Діорит	2800...3000	150...300	Ортоклаз, авгіт, рогова обманка, біотит	Середньозерниста, дрібнозерниста, рідше - крупнозерниста	Темно-сірий з зеленим відтінком	Облицювальний камінь, дорожнє будівництво
Габро	2900...3200	200...400	Авгіт, рогова обманка, олівін	Середньозерниста, дрібнозерниста, рідше - крупнозерниста	Темно-сірий до чорного	Зовнішнє облицювання, дорожні покриття, гідротехнічні споруди
Лабрадорит	2900...3100	130...250	Лабрадор	Крупнозерниста	Чорний з переливами блакитного, синього, іноді золотавого кольорів	Зовнішнє і внутрішнє облицювання, внутрішні сходи і площадки, підлоги
Андезит	2200...2700	60...240	Ортоклаз, авгіт, рогова обманка, біотит	Щільна, пориста з укрощеннями	Сірий, бурий, чорний	Кислототривкі виробы, щебінь
Діабаз	2700...2900	200...400	Авгіт, рогова обманка, лабрадор	Приховано кристалічна, дрібнокристалічна	Сірий, зеленувато-сірий, зелений	Гідротехнічні споруди, кислототривкі та жаростійкі облицювання і кладка, дорожнє будівництво
Базальт	2800...3300	100...500	Авгіт, рогова обманка, олівін	Приховано кристалічна, дрібнокристалічна, склоподібна	Темно-сірий до чорного	Зовнішнє облицювання, зовнішні сходи і площадки, дорожні покриття, гідротехнічні споруди, кислототривкі та жаростійкі облицювання і кладка, плавлені виробы

Вулканічний туф	700...1400	5...15	Аморфний кремнезем	Склоподібна	Сірий, рожевий до фіолетового, коричневий, чорний	Укладання стін, зовнішнє і внутрішнє облицювання, заповнювач для легких бетонів, активна мінеральна добавка
Перліт	920...2400	25...100	Аморфний кремнезем	Склоподібна	Сірий, сірувато-блакитний	Виготовлення пористих заповнювачів
Осадіві породи						
Пісковик	1900...2800	100...250	Кварц, кальцит, польовий шпат	Дрібно- і тонкозерниста	Білий, жовтий, сірий, буруватий	Укладання фундаментів, стін, зовнішнє облицювання, виготовлення буту, щебеню, дорожні покриття, гідротехнічні споруди, кислотривкі вироби
Доломіт	2500...2900	100...150	Доломіт, магнезит	Приховано кристалічна	Жовтувато-білий, буруватий	Виробництво в'язучих речовин, вогнетривів, теплоізоляційних виробів, скла, буту, щебеню
Магнезит	2900...3000	120...200	Магнезит	Приховано кристалічна	Світло-сірий	Виготовлення каустичного магнезиту, вогнетривких виробів
Вапняк щільний	1800...2600	10...150	Кальцит, доломіт	Щільна безладно зерниста	Білий, сірий до чорного, жовтуватий, бурий	Виготовлення портландцементу, вапна, щебеню, внутрішнє облицювання
Вапняк-черепашник	800...1800	0,4...15,0	Кальцит, кремнезем	Пориста	Білий, сірий, жовтуватий	Внутрішнє облицювання, укладання стін, заповнювач для легкого бетону, виготовлення вапна, портландцементу
Гіпс	2000...2200	20...30	Гіпс	Зернистокристалічна	Білий, жовтий, сірий	Виготовлення в'язучих речовин, внутрішнє облицювання, скульптурні роботи
Ангідрит	2800...2900	60...80	Ангідрит	Зернистокристалічна	Блакитно-білий, сірий	Виготовлення в'язучих речовин, внутрішнє облицювання

Діатоміт	400...1200	2...5	Аморфний кремнезем	Аморфна	Білий, жовтуватий	Активна мінеральна добавка, виготовлення теплоізоляційних виробів, легкої цегли
Трепел	350...800	2...3	Аморфний кремнезем	Аморфна	Білий, сірий	Активна мінеральна добавка, виготовлення теплоізоляційних виробів, легкої цегли
Опока	600...1800	5...15	Аморфний кремнезем, кальцит	Аморфна	Білий, сірий	Укладання стін, заповнювач для легких бетонів
<i>Метаморфічні породи</i>						
Гнейс	2400...2700	60...250	Ортоклаз, кварц, біотит, мусковіт	Сланцювата	Сірий до червонуватого	Укладання фундаментів, бутова кладка, мостіння доріг
Глинистий сланець	2600...2700	50...240	Гідрослюда, монтморилло-ніт, каолінит, кварц	Тонкосланцювата	Сірий до чорного	Влаштування покрівлі, виготовлення пористих заповнювачів для бетону
Мармур	2600...2800	50...300	Кальцит, доломіт	Дрібно-, середньо-, крупнозерниста, щільна	Білий, сірий, жовтуватий, блідо-рожевий, червоний, бурий, зеленуватий, чорний	Внутрішнє облицювання, виготовлення монументів, декоративно-художніх виробів, заповнювач для декоративних бетонів
Кварцит	2650...3000	100...500	Кварц, халцедон, опал	Дрібнозерниста, щільна	Білий, жовтий, сірий, від рожевого до темно-вишневого	Зовнішнє облицювання, під фермове каміння, виготовлення вогнетривких виробів, бутовий камінь, щєбінь

Лабораторна робота № 3

Керамічні матеріали і вироби

Керамічні матеріали одержують з глиняних мас формуванням, сушкою і випалюванням.

За ***призначенням*** керамічні матеріали і вироби поділяють на такі види: стінові (цегла, порожнисті камені); покрівельні (черепиця); елементи перекриттів; вироби для облицювання фасадів (лицьова цегла і камені, плитки фасадні, килимово-мозаїчні плитки); вироби для внутрішнього облицювання (глазуровані плитки і фасонні деталі до них – карнизи, кутники, пояски); заповнювачі для бетонів (керамзит, аглопорит); теплоізоляційні вироби (діатомітові, трепельні, перлітобентонітові вироби, ніздрювата кераміка); вироби для підлог і дорожніх покриттів (плитки для підлог, дорожня цегла; санітарно-технічні вироби (умивальники, унітази, ванни, труби); кислототривкі вироби; вогнетривкі вироби.

За ***видом поверхні*** керамічні матеріали і вироби поділяють на: глазуровані й неглазуровані; однокольорові, багатокольорові і з малюнком; з гладенькою поверхнею і рельєфні.

За ***структурою черепка*** керамічні матеріали і вироби поділяють на: пористі й щільні. До пористих відносять матеріали і вироби з водопоглинанням більше 5% за масою. Це – стінові вироби, черепиця, облицювальні плитки для стін, теплоізоляційні вироби, заповнювачі для бетонів, санітарно-технічні вироби. На зломі вони мають землистий вигляд, шорстку поверхню, непрозорі, при ударі видають глухий звук.

До щільних матеріалів відносять ті, що мають водопоглинення за масою менше 5 %. Це - плитки для підлог, дорожня цегла, фарфорові вироби. Вони мають блискучий злом, гладеньку поверхню, при ударі видають чистий дзвінкий звук.

За ***способом формування*** керамічні матеріали поділяють на матеріали, одержані пластичним формуванням, напівсухим пресуванням або шлікерним способом.

Мета роботи - визначити відповідність звичайної глиняної цегли вимогам стандартів і встановити марку цегли.

1.1. Відбір проб для випробувань

Зразки для випробувань цегли і керамічних каменів відбирають методом випадкового відбору з різних місць партії у кількості:

- для партії 10 000 – 35 000 шт. - 80;
- для партії більше 35000 шт. - 125.

Для проведення конкретних випробувань число зразків, які треба вибрати з проби, складає, шт.:

- розміри і правильність форми24;
- присутність вапняних включень.....5;
- маса, щільність, водопоглинання 3;
- границя міцності при стиску10;
при вигині.....5;
- морозостійкість..... 5 (за втратою маси);
..... 20 (за втратою міцності).

1.2. Визначення якості цегли за зовнішніми ознаками

Граничні відхилення від номінальних розмірів (мм) не повинні перевищувати:

- за довжиною - ± 5 ;
- за довжиною - ± 4 ;
- за товщиною: для цегли - ± 3 ; для каменів - ± 4 .

Розміри виробів, геометричні параметри пустот і розміри дефектів визначають з похибкою 1 мм металічною лінійкою.

На виробках не повинні бути дефекти зовнішнього вигляду, розміри і кількість яких перевищують вказані у ДСТУ .

Результати вимірів заносять у табл. 1.

Таблиця 1

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	ДСТУ	Результати вимірювання
1	Відхил від розмірів, мм за довжиною за шириною за товщиною	5 4 3	
2	Кривизна ребер цегли, мм, не більше по постелі по ложку	3 4	
3	Відбитість кутів глибиною 10-15 мм	2 шт.	
4	Відбитість і затупленість ребер, які не доходять до пустот, глибиною більше 5 мм, довжиною по ребру 10-15 мм	2 шт.	
5	Наскрізнi тріщини, довжиною до 30мм	1 шт.	
6	Ступінь випалу	норма	
7	Вапнякові включення	нема	

1.3. Визначення марки за міцністю

Марку цегли і каменів встановлюють за результатами їх випробувань на міцність при стиску й вигині.

Межу міцності при стиску цегли визначають на зразках із двох цілих цеглин або з двох половинок. Цеглу ділять на половинки розпилюванням. Половинки кладуть одна на одну поверхнями розтину в протилежні сторони, скріплюють цементним розчином, а їх опорні поверхні вирівнюють розчином такого складу: цемент марки не нижче 400 -1 мас.ч.; пісок крупністю не більше 1,25 мм - 1 мас.ч.; В/Ц-0,40...0,42.

Зразки вимірюють з похибкою до 1 мм для розрахунку їх площі перерізу.

Для проведення випробувань використовують прес з максимальним зусиллям 1000 кН (100 т).

Межу міцності при стиску R (МПа) зразка знаходять за формулою

$$R = \frac{P}{S},$$

де P - найбільше навантаження, зафіксоване при випробуваннях зразка, кг; (МН);

S - площа перерізу зразка, см² (м²).

Марку встановлюють за середнім значенням міцності з урахуванням міцності найгіршого зразка.

Результати випробувань заносять у табл. 2.

Таблиця 2

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Розміри зразка, см		
	довжина	l	
	ширина	b	
2	Площа перерізу, см ²	S	
3	Руйнівна сила, Н, кг	P	
4	Межа міцності при стиску, кг/см ² ; МПа	$R = \frac{P}{S}$	

Визначення межі міцності при вигині.

Межу міцності при вигині визначають за схемою балки, що вільно лежить на двох опорах і до якої в середині прольоту прикладається навантаження. Відстань між опорами прийнята 20 см. Згідно з цим на грані цегли наносять із цементного розчину три смужки шириною 2 - 3 см кожна: одну - посередині верхньої грані, дві - по краях протилежної грані на відстані 20 см.

Перед випробуванням вимірюють ширину і товщину цегли в середині прольоту.

Випробування проводять на 5-тонному гідравлічному пресі.

Межу міцності при вигині розраховують за формулою

$$R_{виг} = \frac{3Pl}{2bh^2}, \text{ [кг/см}^2\text{; МПа]},$$

де P - руйнівне навантаження, кг;

l - довжина прольоту між опорами, см;

b - ширина цегли, см;

h - висота (товщина) цегли, см.

Результати випробування записують до табл. 3.

Таблиця 3

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Матеріал		
1	Розміри зразка, см		
	ширина	b	
	висота	h	
2	Відстань між опорами, см;	l	
3	Руйнівна сила, кг	P	
4	Межа міцності при вигині, МПа	$R_{виг}$	

Контрольні запитання

- 1.Що називають керамічними матеріалами?
- 2.Основні властивості керамічної цегли.
- 3.Як встановлюють марку цегли за міцністю?
- 4.Які є марки цегли за морозостійкістю?
5. Які вимоги стандартів до якості цегли за зовнішніми ознаками?
6. На які групи поділяють цеглу за теплотехнічними властивостями?

Лабораторна робота №4

Лісові матеріали

4.1. Вивчення макроструктури деревини

Макроструктура – це будова деревини, що помітна неозброєним оком або при невеликому збільшенні. Вивчення макроструктури дає змогу встановити основні ознаки деревини, визначити її породу й прогнозувати фізико-механічні та інші властивості. Вивчають три основних розрізи стовбура: торцевий, або поперечний, перпендикулярний до осі стовбура; радіальний – уздовж стовбура і такий, що проходить через стрижень; тангенціальний – паралельний осі стовбура.

На поперечному розрізі стовбура видно кору, камбій, заболонь, ядро, стрижень, стрижневі промені й різні шари.

Кора захищає дерево від зовнішніх впливів і складається з кірки та лубу.

Камбій – це тонкий шар клітин, здатних до поділу і росту.

Заболонь – це світла частина деревини, що складається з молодих клітин, по яких рухається волога з розчиненими в ній поживними речовинами.

Ядро – це центральна, темніша частина деревини, що складається з відмерлих клітин, просочених смолистими й дубильними речовинами.

Стрижень складається з великих і тонкостінних, слабо зв'язаних між собою дірчастих клітин.

Стрижневі промені складаються з тонкостінних клітин, особливо помітних у дуба, бука, клена. Вони призначені для переміщення по них вологи і утворення запасу поживних речовин на зимовий час.

Річні шари (кільця) утворюються в період росту. Клітини ранньої деревини (весняні) дірчасті, мають низьку механічну міцність, а клітини пізньої деревини (утвореної влітку) – більш щільні й міцні.

Мета дослідження - оцінити будову деревини неозброєним оком. При цьому треба визначити породу деревини й спрогнозувати фізико-механічні та інші властивості. Зразки деревини основних розрізів стовбура (поперечний,

радіальний, тангенціальний) з вказівкою річних шарів, кори, заболоні, ядра, стрижня і стрижньових променів заносять до табл. 1 і стисло описують характерні ознаки породи, що вивчається (див. табл.2).

Таблиця 1 - Макроструктура деревини

Порода	Основний розріз			Характерні ознаки
	поперечний	радіальний	тангенціальний	

Таблиця 2 – Признаки деяких порід дерев

Порода	Макроструктура	Мікроструктура
<i>Хвойні породи</i>		
Сосна	Ядро буро-червоного кольору, заболонь жовтого, деревина смолиста	У деревині хвойних порід зустрічаються ходи, призначені для нагромадження смолистих речовин, що підвищують стійкість і довговічність деревини. Деревина хвойних порід на 90...95 % складається з трахеїд
Модрина	Ядро червонувато-бурого кольору, заболонь вузька й забарвленням значно відрізняється від ядра	
Ялиця	Безядрова порода, річні кільця широкі	

<i>Листяні породи</i>		
Дуб	Ядро темно-бурого кольору, заболонь жовтуватого, гарна текстура	
Бук	Розсіяно-пориста стигло деревна порода білого з червоним відтінком кольору	
Вільха	Заболонна порода з м'якою деревиною	
Осика	Заболонна стигло деревна порода, деревина зеленуватого кольору	
Береза	Заболонна порода	

4.2. Вивчення мікроструктури деревини

Мета дослідження - під мікроскопом роздивитися тоненькі пластинки, вирізані з дерева за основними напрямками. У табл.3 замалювати вид зрізів деревини під мікроскопом з вказівкою судин (трахеїв) та трахеїдів, межі між річними шарами, стрижньових променів та ін.

Таблиця 3 - Мікроструктура деревини

Порода	Мікроскопічний розріз			Характерні ознаки
	поперечний	радіальний	тангенціальний	

4.3. Визначення числа річних шарів і відсотка пізньої деревини

Річні шари складаються з деревини, утвореної навесні (рання деревина) і деревини, утвореної влітку (пізня деревина). Клітки ранньої деревини дірчасті, мають низьку механічну міцність, а клітки пізньої деревини щільні й міцніші. Чим більше утворилося пізньої деревини, тим вища її механічна міцність.

Мета дослідження – оцінити міцність деревини за відсотком пізньої деревини.

Методика визначення відсотка пізньої деревини:

1) на поперечному розрізі в радіальному напрямі на зразку деревини накреслити «промінь» довжиною l (20 мм);

2) у кожному річному шарі виміряти ширину пізньої деревини a , з точністю до 0,1 мм;

3) відсоток пізньої деревини підрахувати за формулою

$$m = \frac{\sum a_i}{l} \cdot 100\%,$$

де a_i - загальна ширина пізніх зон, мм;

l - довжина "променя", мм.

Результати визначення числа річних шарів в 1 см і відсоток пізньої деревини занести до табл. 3.

Таблиця 4 - Вміст пізньої деревини

Порода	Число річних шарів n , шт.	Довжина променя l , мм	Загальна ширина пізніх зон $\sum a_i$, мм	Вміст пізньої деревини, %

Залежність між відсотковим вмістом пізньої деревини і границями міцності при стиску і вигині виражається формулою

$$\sigma = C \cdot m + D,$$

де σ – межа міцності при стиску вздовж волокон або вигині при нормальній (12%) вологості, МПа;

m – вміст пізньої деревини, %;

C, D – коефіцієнти, що залежать від породи деревини і виду зовнішніх навантажень (табл. 5).

Таблиця 5 – Значення коефіцієнтів C і D

Вид зовнішніх навантажень	Значення «С», МПа		Значення «Д», МПа	
	дуб	сосна	дуб	сосна
Стиск уздовж волокон	0,32	0,6	29,45	30,0
Статичний вигин	0,73	1,4	47,50	56,0

Результати визначення міцності деревини занести до табл. 6.

Таблиця 6

№ п/п	Найменування показників, одиниця виміру	Позначення показника	Значення
	Порода		
1	Вміст пізньої деревини, %	m	
2	Межа міцності при стиску, МПа	$\sigma_{ст}$	
3	Межа міцності при вигині	$\sigma_{виг}$	

4.4. Визначення фізичних властивостей деревини

4.4.1. Визначення вологості деревини

Стандартна вологість деревини прийнята 12%. Вологість визначають у відсотках по відношенню до маси сухого зразка.

Вологість, якої набуває деревина внаслідок тривалого перебування на повітрі із сталими температурою та вологістю, називають рівноважною

вологістю. Кожному поєднанню температур і вологості повітря відповідає певна гігроскопічна вологість деревини даної породи. Для визначення рівноважної вологості користуються номограмою, розробленою М.М.Чулицьким.

Обладнання - гігрометр психометричний ВІТ-1

Результати визначення вологості деревини занести до табл.7.

Таблиця 7

№ п/п	Найменування показників, одиниця вимірювання	Позначення показника	Значення
1	Порода деревини		
2	Середня температура повітря у приміщенні, °С	$t_{сух}$	
3	Показання «вологого» термометра, °С	$t_{вл}$	
4	Середня відносна вологість повітря у приміщенні, %	$W_{пов}$	
5	Вологість деревини, %	$W_{дер}$	

4.4.2. Визначенні щільності деревини

Результати випробувань і розрахунків занести до табл.8

Таблиця 8 - Визначенні щільності деревини

№ п/п	Найменування показників, одиниця вимірювання	Позначення показника	Значення
1	Порода деревини		
2	Розміри зразка, см		
	довжина	l	
	ширина	b	
	висота	h	
3	Маса зразка, г	m_w	
4	Вологість, %	$W_{дер}$	
5	Коефіцієнт перерахунку (табл.10)	K_{12}^w	
6	Щільність деревини під час випробування	ρ_w	
7	Щільність деревини при 12% - вий вологості	$\rho_{12}^w = \frac{\rho_w}{K_{12}^w}$	

Таблиця 9

Вологість, %	Коефіцієнт перерахунку K^{*12}	
	Біла акація, береза, бук, граб, ялиця	Інші породи деревини
5	0,980	0,972
6	0,983	0,977
7	0,986	0,981
8	0,989	0,985
9	0,992	0,989
10	0,995	0,993
11	0,997	0,996
12	1,000	1,000
13	1,002	1,004
14	1,005	1,007
15	1,007	1,010
16	1,009	1,014
17	1,011	1,017
18	1,013	1,020
19	1,014	1,023
20	1,016	1,026
21	1,018	1,029
22	1,019	1,031
23	1,020	1,034
24	1,021	1,036
25	1,022	1,039
26	1,023	1,041
27	1,024	1,043
28	1,025	1,046
29	1,025	1,048
30	1,026	1,050

4.5. Вади деревини

Сорт деревини, її якість встановлюють головним чином на підставі оцінки вад, що є у деревині. Результати огляду заносять до табл. 10. Опис вад виконують, користуючись табл.11.

Таблиця 10 - Вади деревини

Групи вад	Опис	Рисунок

Таблиця 11 – Вади деревини

Групи вад	Основні типи	Причини вад
Тріщини (розриви деревини вздовж волокон)	Мітик	Виникають в дереві, що росте, і збільшуються в зрубаному дереві при висиханні
	Відлупина	Спричинюється морозом
	Морозні тріщини	
	Тріщини всихання	Утворюються при висиханні
Сучки (частини гілок)	Здорові зрощені	Утворюються в період росту дерева
	Незрощені	
Хімічні забарвлення	Гнилизна	Виникають внаслідок хімічних та біохімічних процесів окиснення дубильних речовин, спричинених життєдіяльністю грибів
	Грибні забарвлення	

Пошкодження комахами (червоточина)	Поверхневі	Ходи й отвори, пророблені комахами
	Неглибокі	
	Глибокі	
	наскрізні	
Вади будови деревини	Нахил волокон – відхилення напрямку волокон від повздожньої осі колоди або пиломатеріалів	Неправильність росту; внаслідок обдирання, удару чи пошкодження кори вогнем
	Завилькуватість – звивисте чи безладне розміщення волокон	
	Завиток – місцеве викривлення волокон	
	Крен – ненормальний підсилений розвиток пізньої зони деревини; притаманний похилим деревам.	
	Засмолок – ділянка деревини, густо просочена смолою	
	Прорість – омертвіла ділянка деревини чи кори, яка заросла в стовбурі дерева	
	Сухобокість – зовнішнє однобічне омертвіння стовбура	

Вади форми стовбура	Збіжистість – це вада, при якій діаметр стовбура зменшується більше як на 1 см на кожному метрі висоти стовбура
	Закомелистість – різке збільшення діаметра нижньої частини стовбура
	Овальність – це форма поперечного перерізу торця круглого лісоматеріалу
	Кривизна – викривлення стовбура дерева по довжині

Контрольні запитання

1. Що являє собою макроструктура деревини?
2. Що являє собою мікроструктура деревини?
3. В якому вигляді знаходиться волога в деревині?
4. Яка методика визначення кількості річних шарів і відсотка пізньої деревини?
5. Як визначити розрахункову міцність деревини залежно від вмісту пізньої деревини?
6. Яка методика визначення вологості деревини?
7. Як визначити середню щільність деревини?
8. Які існують види і групи вад деревини?

Лабораторна робота №5

Випробування цементу.

Цемент – узагальнена назва групи гідравлічних в'язучих речовин, які одержують високотемпературною обробкою природних кам'яних матеріалів. Цементи відрізняються один від одного складом речовини, міцністю, строками тужавлення і твердіння.

Цементи класифікують за такими ознаками:

I. За видом клінкеру й складом речовини:

а) на основі портландцементного клінкеру

- 1) без активних мінеральних добавок (АМД) – портландцемент ПЦ-О;
- 2) з АМД до 20 % - портландцемент з мінеральними добавками: ПЦ-5 - АМД до 5 %, ПЦ-20 - АМД до 20 %;
- 3) з АМД понад 20 % - пуцолановий портландцемент;
- 4) з добавками гранульованого шлаку понад 20 % - шлакопортландцемент;

б) на основі глиноземистого клінкеру

- 1) глиноземистий;
- 2) високоглиноземистий;
- 3) гіпсоглиноземистий.

II. За міцністю при стиску з урахуванням міцності при вигині:

- 1) високоміцні - марок 550, 600 й вище;
- 2) підвищеної міцності- марка 500;
- 3) звичайні - марок 300 и 400;
- 4) низькомарочні - нижче марок 300.

III. За швидкістю тужавлення:

- 1) швидкоотужавіючі, з початком тужавлення до 45 хв.;
- 2) середньотужавіючі, з початком тужавлення не пізніше 90 хв.;
- 3) повільнотужавіючі з початком тужавлення понад 90 хв.

IV. За швидкістю твердіння:

- 1) звичайні з нормуванням міцності у віці 28 діб;
- 2) швидкоотверднучі з нормуванням міцності у віці до 28 діб;

3) особливошвидкотверднучі з нормуванням міцності у віці 1 доби й менше.

V. За нормуванням спеціальних властивостей:

- 1) цементи, до яких не ставлять спеціальних вимог;
- 2) цементи, до яких ставлять спеціальні вимоги за сульфатостійкістю, об'ємною деформацією у процесі твердіння, тепловиділенням, декоративними властивостями тощо.

До фізичних властивостей цементу відносяться: тонкість помелу; водопотреба цементного тіста; строки тужавлення; рівномірність зміни об'єму в процесі твердіння.

До механічних властивостей цементу відносяться марка та активність цементу.

1. Визначення тонкості помелу

Тонкість помелу цементу визначають за залишком на стандартному ситі з сіткою № 008. Виконують випробування на приладі для механічного просіювання або ручним просіюванням. Оцінюють тонкість помелу в процентах по відношенню до початкової маси проби цементу. Залишок на ситі за ДСТУ не повинен перевищувати 15 %.

2. Визначення водопотреби цементного тіста

Водопотребу цементного тіста (суміш цементу з водою) визначають експериментально на приладі Віка з пестиком Тетмайєра. Маса стрижня дорівнює 300 г, діаметр 10 мм.

Водопотребою вважають консистенцію цементного тіста, коли пестик приладу Віка не доходить до дна кільця на 5-7 мм. Водопотреба цементного тіста характеризує вміст води у цементі і визначається у процентах. Дослідження цієї властивості проводять декілька разів доки не отримають потрібний результат.

Дані випробувань заносять до табл. 1.

Таблиця 1

Показники	Результати дослідів	
Кількість цементу, г		
Кількість води, мл		
Кількість води (водопотреба), %		

3. Визначення строків тужавлення

Строки тужавлення цементу (процес загустіння цементного тіста і втрата ним рухливості) встановлюють за допомогою приладу Віка на цементному тісті стандартної водопотреби. Пестик Тетмайєра замінюють голкою.

За початок тужавлення цементного тіста приймають час від початку замішування цементу з водою до того моменту, коли голка не буде доходити до дна кільця на 1-2 мм. Початок тужавлення цементного тіста характеризує початок процесів гідратації клінкерних мінералів цементу (аліта, беліта та ін.). При цьому змінюється в'язкість тіста.

За кінець тужавлення цементного тіста приймають час від моменту замішування цементу з водою до моменту, коли голка буде входити в тісто не більш ніж на 1 мм. Кінцем тужавлення вважається стадія процесу гідратації, коли відбувається перехід цементного тіста в каменеподібний стан - цементний камінь.

Строки тужавлення цементного тіста враховують при виборі технологічних режимів приготування будівельних розчинів і бетонів.

4. Визначення марки цементу

Марка цементу характеризується його активністю (межа міцності при стиску) з урахуванням межі міцності при вигині стандартних зразків-балочок розміром 4x4x16 см, віком 28 діб. Для проведення випробувань використовують машину МП-100 і гідравлічний прес ПГ-10. Машина МП-100 дозволяє визначити межу міцності при вигині. Після випробування на вигин шість половинок

випробують на стиск. Кожну половинку балочки розміщують між двома металевими пластинками зі стандартною площею перерізу 25 см².

Дані випробувань заносять до табл. 2.

Таблиця 2

№ п/п	Розміри зразка		Випробування на вигин		Випробування на стиск		
	Ширин а, см	Висота, см	Відстань між опорами, см	Межа міцності, МПа	Площа перерізу, см ²	Руйнуюче навантаження, кг	Границя міцності, МПа

Висновок.

Контрольні запитання:

1. Що називають цементом?
2. Дати класифікацію цементів.
3. Як визначається тонкість помелу?
4. Чим характеризується водопотреба цементного тіста, як вона визначається?
5. Як визначають строки тужавлення цементного тіста?
6. Що таке марка та активність цементу?
7. Викласти методику визначення марки цементу.

Лабораторна робота №6 **Проектування складу бетону**

Бетон - композиційний матеріал, який отримують шляхом формування й твердіння раціонально підібраної суміші, що складається з в'язучої речовини, заповнювачів і спеціальних добавок. Склад бетонної суміші повинен забезпечити бетону задані фізико-технічні властивості (міцність, морозостійкість, водонепроникність тощо).

За видом в'язучого бетони розрізняють:

- цементні;
- силікатні (вапняно-кремнеземисті);
- гіпсові;
- змішувані (цементно-вапняні, вапняно-шлакові тощо);
- спеціальні (жаростійкі, хімічностійкі тощо).

За видом заповнювачів розрізняють бетони:

- щільні (щебінь, гравій);
- на пористих заповнювачах (керамзит, аглопорит, металургічні шлаки);
- на спеціальних заповнювачах (магнезит, борит й ін.).

За густиною бетони класифікують на:

- особливо важкі ($\rho_0 > 2500 \text{ кг/м}^3$);
- важкі ($2200 < \rho_0 < 2500 \text{ кг/м}^3$);
- полегшені ($1800 < \rho_0 < 2200 \text{ кг/м}^3$);
- легкі ($1200 < \rho_0 < 1800 \text{ кг/м}^3$);
- ніздрюваті ($500 < \rho_0 < 1200 \text{ кг/м}^3$).

При проектуванні бетонних і залізобетонних конструкцій призначають необхідні характеристики бетону, такі як клас (марку) за міцністю, марку за морозостійкістю і водонепроникністю. За проектну марку бетону за міцністю при стиску приймають величину, яка відповідає опору стиску (МПа) зразків-кубів з ребром 15 см, віком 28 діб.

Клас бетону - це числова характеристика будь-якої його властивості, що приймається з гарантованою забезпеченістю 0,95

За міцністю бетони поділяють на такі класи: В1; В2; В2,5: 33,5; В7,5; В10, В 12,5; В15; В20; В25; В30; В40; В45; В50: В55: В60.

2. Послідовність розрахунку

При статистичному контролі однорідності і міцності бетону його склад проектують за міцністю R_6 :

$$R_6^T = 1,28 B \cdot K_T / 100, \quad (1)$$

де K_T – коефіцієнт необхідної міцності, який приймають за таблицею.

При відсутності даних контролю міцності за період, що передує приймають $K_T = 100$.

2.1. Кількість води замішування залежить від рухливості бетонної суміші (ОК) і крупності заповнювачів. Визначають кількість води замішування за табл. 1 або за графіком проф. Миронова, складеному за експериментальними даними.

Таблиця 1 - Водопотреба бетонної суміші

Характеристика бетонної суміші		Витрати води, л/м ³ при найбільшій крупності щебеню, 1 мм		
Осадка конуса, мм	Жорсткість, с	10	20	40
	40-50	160	150	135
	15-20	175	165	150
2-4	-	200	190	175
5-7	-	210	200	185
8-10	-	215	205	190
10-12	-	225	215	200
12-16	-	230	220	207

Примітки:

1. Витрати води для суміші на портландцементі з НГЦТ 26-28 % і на піску з $M_{кр} = 2,5$.
2. При зміні НГЦТ на кожний процент витрати води змінюються на 3-5 л/м³.

3. При зміні модуля крупності піску на кожні 0,5 в меншу або більшу сторону, витрати води відповідно зменшуються або збільшуються на 3-5 л.

Співвідношення між класом і маркою бетону за міцністю при нормативному коефіцієнті варіації $V = 13,5 \%$ слід приймати 0,778, наприклад, для класу В5 середня міцність дорівнює $R = 6,43$ МПа.

Розрахунок складу бетону

Мета розрахунку: визначення витрат вихідних матеріалів на 1 м^3 бетону.

1. Вихідні дані для розрахунку:

1	Клас бетону за міцністю, МПа	В	
1.2	Рухливість бетонної суміші, см	ОК	
1.3	Властивості в'язучого: - марка цементу - істинна густина, $\text{кг}/\text{м}^3$ - насипна густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	М $\rho_{\text{ц}}$ $\rho_{\text{онц}}$	
1.4	Властивості та якість дрібного заповнювача: крупність піску істинна густина піску, $\text{кг}/\text{м}^3$ насипна густина піску, $\text{кг}/\text{м}^3$ вологість піску, %	$M_{\text{кр}}$ $\rho_{\text{п}}$ $\rho_{\text{онп}}$ $W_{\text{п}}$	
1.5	Властивості та якість крупного заповнювача: істинна густина щебеню, $\text{кг}/\text{м}^3$ насипна густина щебеню, $\text{кг}/\text{м}^3$ крупність зерна, мм вологість, %	$\rho_{\text{щ}}$ $\rho_{\text{онщ}}$ d_{max} $W_{\text{щ}}$	
1.6	Об'єм бетонозмішувача, м^3	$V_{\text{зм}}$	

1.2 Витрати цементу знаходять з цементно-водного відношення при вже відомій кількості води:

$$Ц = V_{\text{од}} (Ц/V_{\text{од}}), \quad (2)$$

де $V_{\text{од}}$ - витрати води, л;

$\text{Ц}/\text{В}_{\text{од}}$ - цементно-водне відношення, визначають за формулою міцності бетону Болоемя – Скрамтаєва (3), (4):

$$R_{\text{б}}^T = R_{\text{ц}} \cdot A(\text{Ц}/\text{В}_{\text{од}} - 0,5) \text{ при } \text{Ц}/\text{В}_{\text{од}} < 2,5; \quad (3)$$

$$R_{\text{б}}^T = R_{\text{ц}} \cdot A_1(\text{Ц}/\text{В}_{\text{од}} + 0,5) \text{ при } \text{Ц}/\text{В}_{\text{од}} > 2,5, \quad (4)$$

де $R_{\text{б}}^T$ – необхідна міцність бетону у віці 28 діб, МПа;

$R_{\text{ц}}$ - активність цементу, МПа;

A, A_1 - коефіцієнти, що залежать від якості складових матеріалів (визначають за табл. 2).

Таблиця 2 - Коефіцієнти якості заповнювачів

Характеристика матеріалів	A	A ₁
Високоякісні	0,65	0,43
Звичайні	0,60	0,40
Низької якості	0,55	0,37

1.3. Визначення витрати крупного заповнювача:

$$\text{Щ} = \frac{1000}{\frac{V_{\text{пуст}} \cdot K_{\text{разд}}}{\rho_{\text{н.щ.}}} + \frac{1}{\rho_{\text{ц}}}}, \quad (5)$$

де $V_{\text{пуст}}$ – відносний об'єм пустот (пустотність) крупного заповнювача;

$K_{\text{разд}}$ – коефіцієнт розсунення зерен щебеню (визначається за графіком (рис. 1) залежно від витрати цементу і В/Ц).

Коефіцієнт надлишку розчину

Витрати цементу на кг/м ³	При В/Ц				
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
250	-	-	-	1,26	1,32
300	-	-	1,3	1,36	1,42
350	-	1,32	1,38	1,44	-
400	1,31	1,4	1,46	-	-
500	1,52	1,56	-	-	-

1.4. Визначення витрати піску:

$$\Pi = [1000 - \frac{Ц}{\rho_{ц}} - B - \frac{Щ}{\rho_{щ}}] \cdot \rho_{п}. \quad (6)$$

Сума отриманих значень (Ц, П, Щ, В) буде розрахунковою густиною бетонної суміші:

$$\rho_{об} = (Ц + \Pi + Щ + В), \text{ кг/м}^3. \quad (7)$$

Склад бетону можна представити і у відносних одиницях:

$$1: В/Ц : П/Ц : Щ/Ц.$$

2.5 Уточнення розрахунків складу бетону

Оскільки розрахунки проводили за емпіричними формулами, необхідно перевірити рухливість і міцність бетону за допомогою пробних замісів (об'єм 10л).

За рухливістю бетонної суміші коригують витрати води при збереженні водоцементного відношення.

Для перевірки відповідності фактичної міцності бетону необхідній з пробного замісу виготовляють 3 штуки стандартних зразки-куби з ребром 15 см і випробовують їх відповідно до ДСТУ.

3.5. Розрахунок виробничого складу бетону

У зв'язку з тим, що заповнювачі в реальних умовах зберігаються просто неба, вони мають вологість, яку треба враховувати при розрахунках кількості води замішування. Тому при визначенні виробничого складу бетону розраховують кількість води, яку містять заповнювачі:

$$В_{щ} = W_{щ} \cdot Щ/100; \quad (8)$$

$$В_{п} = W_{п} \cdot П/100, \quad (9)$$

де $W_{щ}$, $W_{п}$ - вологість щебеню і піску, %.

Кількість води замішування треба зменшити на величину кількості води у заповнювачах:

$$В_{вз} = В - (В_{щ} + В_{п}). \quad (10)$$

Відповідно збільшуються витрати заповнювачів.

3. Розрахунок витрати вихідних матеріалів на один заміс бетонозмішувача

При заповненні бетонозмішувача вихідними матеріалами сума сипких об'ємів твердих складових бетонної суміші дорівнює об'єму барабану змішувача:

$$V_{бз} = V_{ц} + V_{п} + V_{щ}. \quad (11)$$

При перемішуванні об'єм суміші зменшується шляхом заповнення міжзернових пустот. Відношення об'єму бетонозмішувача до суми об'ємів вихідних компонентів у сипкому стані називається коефіцієнтом виходу бетону, який характеризує ефективність роботи бетонозмішувача:

$$\beta = \frac{1}{V_{ц} + V_{п} + V_{щ}} = \frac{1}{\frac{Ц}{\rho_{онц}} + \frac{П}{\rho_{онп}} + \frac{Щ}{\rho_{онщ}}} = 0,55-0,75. \quad (12)$$

Таким чином, об'єм бетону з одного бетонозмішувача можна визначити за формулою

$$V_{б} = \beta \cdot V_{бз}. \quad (13)$$

Витрати вихідних матеріалів на один заміс бетонозмішувача визначають за наступними формулами:

$$Ц = \frac{\beta \cdot V_{бз}}{1000} \cdot Ц; \quad (14)$$

$$П = \frac{\beta \cdot V_{бз}}{1000} \cdot П; \quad (15)$$

$$Щ = \frac{\beta \cdot V_{бз}}{1000} \cdot Щ; \quad (16)$$

$$В = \frac{\beta \cdot V_{бз}}{1000} \cdot В, \quad (17)$$

де Ц, П, Щ, В – витрати вихідних матеріалів на 1м³ бетону.

Контрольні запитання:

1. Дати визначення бетону.

2. Навести класифікацію бетонів.
3. Навести послідовність розрахунку складу бетону.
4. Що таке марка і клас бетону?
5. Як визначають рухливість бетонної суміші?
6. У чому різниця між лабораторним й виробничим складом бетону.

Список літератури

1. Чехов А.П., Глущенко В.М. Строительные материалы. Лабораторные занятия: Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1981. - 208с.

2. Горчаков В.И. Строительные материалы. Учебник для студентов вузов - М: Высш. Шк., 1981. - 412с. ил.

3. Микульский В.Г., Гончаров Г.Н. и др. Строительные материалы. - М.: Ассоциация строительных вузов, 1996.

4.ГОСТ 16483.18-72. Древесина. Метод определения числа годичных слоев в 1см и содержание поздней древесины в годичном слое.

5.ГОСТ 16483.7-71 (ст. СЗВ 387-76) Древесина. Метод определения влажности.

6.ГОСТ 16483.1-84 (ст. СЗВ 388-76) Древесина. Метод определения плотности.

7. ГОСТ 8462-85. Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе.

8.Оценка качества строительных материалов. Учебное пособие / Л.Н.Попов. Лабораторные испытания строительных материалов и изделий: Учебн. пособие для строит. спец, втузов. - М.: Высш. шк., 1984. -168 с, ил.

9. Наназашвили И.Х. Строительные материалы, изделия и конструкции: Справочник. - М.: Высш. шк., 1990.

Навчально-методичне видання

«Практикум з будівельного матеріалознавства»

Будівельне матеріалознавство : метод. вказ. до виконання лабораторних робіт для студ. спец. 192 - Будівництво та цивільна інженерія усіх форм навчання / [уклад. : В. В. Дарієнко, І. О. Скриннік, О.А. Плотніков, В.В. Пукалов] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. будівельних, дорожніх машин і будівництва. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. - 55 с.

Редактор *В.О.Омельяненко*

Комп'ютерний набір та верстка *М.О. Федотова*.

Тиражування на різнографі *В.О.Омельяненко*.

Здано до друку "___".___2020. Підписано до друку "___"___2020. Формат 64x84 1/16 (A5). Папір газетний. Умов. друк. арк. . Тираж 150 прим. Зам. №___/ 2020.

РВЛ ЦНТУ. м. Кропивницький, пр. Університетський, 8-А. Тел.: 390-541, 559-245.