

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: "Будівельних, дорожніх машин і будівництва"

Методичні вказівки

до самостійної роботи

з дисципліни:

Будівельне матеріалознавство

для студентів спеціальності

192 "Будівництво та цивільна інженерія"

усіх форм навчання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: "Будівельних, дорожніх машин і будівництва"

Методичні вказівки

до самостійної роботи

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.

ЦНТУ
2020

Будівельне матеріалознавство : метод. вказ. до самостійної роботи 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. - 30 с.

Рецензент:

В.В. Яцун – канд. техн. наук, доцент

© Будівельне матеріалознавство: методичні вказівки до самостійної роботи
/Укладачі: В.В. Дарієнко, І.О. Скриннік,
О.А. Плотніков, В.В. Пукалов. 2020.

© РВЛ ЦНТУ, тиражування, 2020 р.

Зміст

	Стор.
1. Загальні положення	5
2. Самостійна робота 1. Загальні властивості будівельних матеріалів	8
3. Самостійна робота 2. Матеріали і вироби неорганічні	15
4. Умови завдань до самостійної роботи 3	23
5. Завдання до виконання самостійної роботи 4	27
6. Список літератури	29

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

У практичній роботі будівельника дуже важливо вміти вирішувати завдання, що зв'язані з оцінкою якості будівельних матеріалів, які мають бути вибрані раціонально з урахуванням особливостей конструкції та умов експлуатації. Інженер - будівельник повинен вміти: забезпечити надійні умови контролю властивостей матеріалів та виробів, порахувати склади бетонних та інших сумішей, перевірити параметри технологічних процесів виробництва або використання будівельних матеріалів, визначити основні показники якості готових виробів та конструкцій.

Рішення задач - одна з найбільш активних форм навчання та самостійної роботи студентів, що забезпечує розвиток творчого технічного мислення, також придбання навичок практичного використання знань.

У цих методичних вказівках увесь комплекс завдань з курсу «Будівельне матеріалознавство» для виконання самостійної роботи розподілен на чотири тематичні групи відповідно до ГСВОУ (ОПП) -2004:

- основні властивості будівельних матеріалів;
- матеріали і виробу неорганічні;
- матеріали і виробу на органічній основі;
- допоміжні будівельні матеріали.

Методична вказівка призначена до самостійної роботи студентів (відповідно до навчального плану самостійна робота складає 36 год.) та вміщує додатки щодо виконання особистого домашнього завдання, зразки рішень типових задач, таблиці з розрахунковими формулами основних фізичних і механічних властивостей матеріалів, а також необхідні довідкові дані. Варіанти особистих завдань надані в таблицях. Завдання видають після проробки теоретичних основ відповідних розділів курсу. Ця робота виконується

звіт, що має умови задач, шляхи її рішення, результати розрахунків, таблиць та графіків.

У таблиці 1 зібрані розрахункові формули та базові одиниці основних фізичних і механічних важливих властивостей матеріалів.

Таблиця 1 - Розрахункові формули та базові одиниці основних фізичних і механічних властивостей матеріалів

Властивість	Одиниці виміру	Розрахункові формули з поясненнями
Дійсна щільність	кг/м ³ , г/см ³	$\rho = m/v$, де m - вага абсолютно щільного матеріалу, v - об'єм матеріалу в щільному вигляді
Середня щільність	кг/м, г/см	$\rho_0 = m/v_1$ де v_1 - об'єм матеріалу з урахуванням пор та дефектів
Насипна щільність	кг/м, г/см	$\rho_{он} = m/v_n$, де v_n - об'єм матеріалу в пухконасипному вигляді
Пористість	%	$\Pi = (1 - \rho_0/\rho)100\%$
Водопоглинання масове	%	$W_m = m_в - m / m$, де $m_в$ - вага насиченого вологою матеріалу; m - вага сухого матеріалу
Водопоглинання об'ємне	г/см ³	$W = m_в - m/V$,
Коефіцієнт розм'якшення		$K_p = R_{нас}/R_c$, де $R_{нас}$ - межа міцності при стисканні у насиченому стані; R_c - межа міцності при стисканні у сухому стані
Теплопровідність	Вт/(м °С)	$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 d} - 0,16$, де d - відносна щільність матеріалу

Стирання	г/см	$U=(m_1-m_2)/S$, де m_1 вага зразка до стирання, m_2 вага зразка після стирання, S - площа стирання
Ударна міцність	Дж/м ³	$A= m (1+2+3... + n)/V$, де m - вага вантажу копра, що руйнує зразок; n - кількість ударів до руйнування зразка; V - об'єм зразка
Межа міцності при вигині	МПа	$R=3Pl/2bh^2$, де P - руйнівне навантаження l - відстань між опорами; b - ширина зразка; h - висота зразка
Межа міцності при стиску	МПа, кг/см ²	$R = F/S$, де F - руйнівне навантаження; S - площа стискання зразка

Самостійна робота 1

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Типові задачі, що враховують основні властивості матеріалів і дозволяють знайти їх якісні показники та визначитися з раціональною областю їх використання. Далі приведені типові задачі і пояснюються шляхи їх вирішення.

Приклад №1. Розрахувати коефіцієнт конструктивної якості склопластику, якщо його середня щільність $\rho_0 = 2000 \text{ кг/м}^3$, межа міцності при стисканні $R_{смс} = 450 \text{ МПа}$.

Коефіцієнт конструктивної якості матеріалу дорівнює відношенню показників міцності R до відносної щільності матеріалу d . Відносна щільність - це відношення щільності матеріалу до щільності води і є безрозмірною величиною. Таким чином, ККЯ склопластику – дорівнює $450/2 = 225 \text{ МПа}$.

Приклад №2. Водопоглинання матеріалу щодо маси та об'єму відповідно є $W_m = 4,2\%$, $W_v = 9,4\%$. Розрахувати пористість матеріалу, якщо його дійсна щільність дорівнює $2,6 \text{ г/см}^3$.

Для рішення цієї задачі необхідно врахувати, що відношення водопоглинання за об'ємом к водопоглинанню по масі є середня щільність матеріалу. Для цього завдання по $\rho_0 = 9,4/4,2 = 2,2$. Таким чином, пористість матеріалу має значення: $P = 2,6 - 2,2 / 2,6 \cdot 100\% = 16\%$.

Приклад №3. Орієнтовно розрахувати теплопровідність матеріалу, якщо його середня щільність дорівнює $\rho_0 = 900 \text{ кг/м}^3$.

Для оцінки теплофізичних властивостей матеріалу доцільно використати формулу В.П.Некрасова, котра показує залежність коефіцієнта теплопровідності λ від середньої щільності матеріалу:

$\lambda = 1,16 - \sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,16$, де d - відносна щільність матеріалу для цього $d = 900/1000 = 0,9$, $\lambda = 1,16 - \sqrt{0,0196 + 0,22/0,9^2} - 0,16 =$.

Приклад №4. При стандартному випробуванні керамічної цегли на вигин його межа міцності при вигині дорівнює $36,3 \text{ кг/см}^2$. Визначити, який показник манометра преса відповідно дорівнювався цьому навантаженню, якщо діаметр поршня пресу був 8 см .

В умовах задачі йдеться про стандартне випробування цегли, тому за базу розрахунку приймається розрахункова формула $R=3Pl/2bh^2$ відносно до стандартного значення l, b, h .

Показник манометра дорівнює тиску масла в циліндрі пресу на час руйнування матеріалу: $M = P/S_{\text{поршню}}$.

За допомогою розрахункової формули визначаємо значення руйнованого навантаження: $P = R \cdot 2bh^2 / 3l = 36,3 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 6,5^2 / 3 \cdot 20 = 613,43 \text{ кг}$.

$$S_{\text{поршню}} = \pi R^2 = 3,14 \cdot 4^2 = 50,24 \text{ см}^2.$$

Тоді показник манометра буде дорівнювати $M = 613,43 / 50,24 = 12,2 \text{ кг/см}^2$;

Приклад №5. Визначити масу та об'єм витрати глини, необхідної для виробництва 10 000 шт. потовщеної керамічної цегли середньої щільності $\rho_0 = 1400 \text{ кг/м}^3$, якщо середня щільність глини $\rho_{\text{ог}} = 1600 \text{ кг/м}^3$, вологість $W = 15\%$. При опаленні цегли - сірці витрати при випалюванні (ВПВ) дорівнюють 10% від маси сухої глини. Знаючи стандартні розміри потовщеної цеглини, знаходимо його об'єм:

$$V_{\text{к}} = 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,88 = 0,00264 \text{ м}^3$$

Тоді об'єм 10 000 шт. цеглини буде:

$$V_{\text{п}} = 10\,000 \cdot 0,00264 = 26,4 \text{ м}^3$$

Маса 10 000 шт. потовщеної цеглини:

$$m = V_{\text{п}} \cdot \rho_0 = 26,4 \cdot 1400 = 36960 \text{ кг}.$$

Масу сухої непрокаленої глини, необхідної для виготовлення 10 000 шт. цеглини знаходимо за формулою:

$$m_{\text{пр.с}} = \frac{36960 \cdot (100 + n.n.n.)}{100} = 36960 \cdot 1,1 = 40656.$$

Масу сирої глини, необхідної для виготовлення необхідної кількості цеглини знаходимо за формулою

$$m_2 = \frac{40656 \cdot (100 + 15)}{100} = 40656 \cdot 1,15 = 46754,4.$$

Об'єм необхідної сирої глини $V_{\text{г}} = m_{\text{г}} / \rho_{\text{ог}} = 46754,4 / 1600 = 29,22 \text{ м}^3$.

Умови завдань до самостійної роботи №1

Задача №1

Знайти та порівняти пористість зерен і пустотність пісків різних видів, якщо відомі дійсна, середня та насипна щільність їх.

Задача №2

Розрахувати середню щільність матеріалу та теплопровідність, якщо відомі його маса та геометричні розміри.

Задача №3

Розрахувати коефіцієнт конструктивної якості матеріалу (К.К.Я.) , якщо відомі його межа міцності при стисканні K_{CT} , маса та геометричні розміри.

Задача №4

Є водопоглинання маси та об'єму, дійсна щільність матеріалу. Знайти середню щільність і пористість .

Задача №5

Знайти межу міцності при вигині $K_{виг}$ керамічної цегли , стандартних зразків цементно - піщаного розчину, бетону та деревини, якщо відомі значення руйнівного тиску P і умови ДСТУ до проведення випробувань.

Задача №6

Зразок матеріалу у вигляді циліндру діаметром циліндра B та висотою B випробували на удар. Вага вантажу, що падає, дорівнює $m - 2$ кг. Руйнування матеріалу відбулося при n - ому ударі. Розрахувати величину опору удару.

Задача № 7

Розрахувати межу міцності при стисканні зразків деревини залежно від вмісту пізньої деревини і породи.

Задача №8

Куби, розміром $7,07 \times 7,07 \times 7,07$ см випробували на стирання. Яка буде маса зразків після стирання, якщо відомі стираємість і середня щільність матеріалу.

Задача №9

Зразок цегли під час випробування на стиск мав значення манометру M . Розрахувати межу міцності на стиск цегли, якщо відомі діаметр поршня пресу D і стандартні розміри цегли.

Задача №10

Визначити витрати глини по масі та об'єму, яка необхідна для виробки n шт. потовщеної цегли з середньою щільністю $\rho_0 = 1400$ кг/м³, якщо відома середня щільність вологої глини $\rho_{ог}$ її вологість W і витрати при випалюванні.(ВПВ).

Задача №11

Зразок деревини вагою m_1 висушували при $100-110^\circ\text{C}$. При кінцевому зважуванні його вага дорівнювала m_2 . Визначити вологу деревини у відсотках.

Задача №12

Яку кількість рядової червоної цегли можна виготовити з M тон глини, якщо відомі: вологість глини W %, витрати при випалюванні (ВПВ), середня щільність цегли - 1750 кг/м³.

Задача №13

Маса рядової керамічної цегли до випробування на водопоглинання дорівнювала m_1 , а після випробування - m_2 . Визначити показник водопоглинання з маси та об'єму.

Задача №14

Зразок цегли при визначенні межі руйнування на стиск мав значення манометра M . Коефіцієнт розм'якшення цегли дорівнював розм'якшення $k_p=0,9$. Визначити межу руйнування цегли на стиск у насиченому водою стані, якщо площа поршня пресу дорівнює $S_{\text{поршн.}}=50,24\text{см}^2$.

Таблиця 2

№ вар.	Задача 1			Задача 2				Задача 3				
	ρ г/см ³	ρ_0 , кг/м ³	ρ_0 , кг/м ³	m , кг	a , мм	b , мм	h , мм	$R_{\text{ст}}$ МПа	m , кг	a , см	b см	h см
1.	2,62	2620	1550	3	1000	500	300	60	2	15	15	15
2.	2,82	1750	953	1,9	500	500	500	120	0,5	7	7	7
3.	2,53	956	485	6	2500	500	300	72	1,5	15	15	15
4.	2,65	322	200	2,9	1000	500	300	80	1,8	10	10	10
5.	2,6	2600	1450	2,6	1000	300	500	85	2,1	10	10	10
6.	2,79	1690	895	2,0	1000	500	300	100	6,0	15	15	15
7.	2,5	900	455	4,0	2500	500	400	30	5,5	15	15	15
8.	2,65	2600	1480	4,5	2700	550	470	25	7,0	15	15	15
9.	2,58	1500	2580	3	2500	500	300	175	4,5	15	15	15
10	2,6	2400	2200	2,0	1000	300	300	80	3,0	10	10	10

Продовження табл. 2

№ вар.	Задача 4			Задача 5		Задача 6		
	ρ г/см	W_m %	W_v г/см ³	матеріал	P кг	D см	n	H с
1.	2,1	4,2	9,5	Керам. цегла	480	2,5	6	2,5
2.	2,5	4,9	8,9	Керам. цегла	173	3,2	8	3,2
3.	2,55	4,0	9,9	Цементно - пісч. розчин	300	4,5	10	4,5
4.	2,66	3,7	7,9	Цементно - пісч. розчин	450	2,5	7	2,0
5.	2,9	3,5	7,0	силікатна цегла	338	6,0	16	6,0
6.	2,41	4,2	8,4	Цементно -пісч. розчин	400	7,2	13	5,2
7.	2,7	3,9	8,0	Силікатна цегла	650	7,0	8	5,6
8.	2,65	2,9	7,8	силікатна цегла	700	2,5	9	2,5
9.	2,7	3,1	8,4	деревина	1400	3,2	8	3,2
10.	2,3	2,7	8,1	деревина	1250	7,0	6	4,5

Продовження табл. 2

№ вар.	Задача 7		Задача 8		Задача 9		Задача 10		
	Порода деревини	Σi , Загальна ширина зон пізньої деревини, мм	I , г/см	ρ_0 , г/см ³	M , Кг/см ²	D , см	n , шт.	W , %	$В_{вв}$ %
1.	сосна	0,9	0,04	2700	400	39	1000	10	14
2.	сосна	0,5	0,2	1800	300	56	2000	12	10
3.	дуб	1,3	0,02	2650	350	45	2500	16	15
4.	дуб	1,5	0,06	2300	250	38	500	20	19
5.	береза	0,45	0,15	2370	400	40	900	25	20
6.	ялина	0,56	0,25	2500	600	38	1300	16	12
7.	бук	1,43	0,03	2300	800	45	800	19	10
8.	модрина	0,83	0,43	1900	350	56	1000	21	11
9.	вільха	1,1	0,09	2800	200	39	2500	15	14
10.	сосна	0,95	0,2	1200	100	56	2000	13	18

Продовження табл. 2

№ вар.	Задача 11		Задача 12			Задача 13		Задача 14
	m, г	m ₂ , г	M, г	W, %	Вив. %	m ₁ , кг	m ₂ , кг	M, кг/см ²
1.	50	40	1,0	10	14	3,75	4,05	365
2.	70	65	1,2	12	10	3,6	3,9	384
3.	100	85	1,5	16	15	3,7	4,0	396
4.	65	60	2,0	30	17	3,78	4,2	405
5.	200	185	1,7	25	19	3,59	4,0	506
6.	150	128	2,5	16	12	3,72	4,2	321
7.	80	65	2,0	19	11	3,59	3,98	452
8.	250	227	3,0	14	10	3,71	4,2	480
9.	70	56	2,7	15	16	3,74	4,0	502
10.	60	52	1,9	20	15	3,65	3,96	590

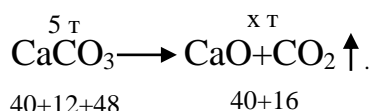
САМОСТІЙНА РОБОТА 2

МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ НЕОРГАНІЧНІ

Для рішення задач цього розділу курсу необхідні знання технології виробництва в'язучих речовин, також особливостей протікання фізико-хімічних процесів, які відбуваються при їх виготовленні.

Приклад №1. Скільки комового вапна можна отримати з 5 тон. чистого вапняку?

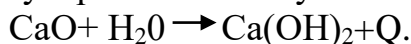
Якщо отримання комового вапна відбувається шляхом помірною випалу вапняку при $T = 900^\circ$ треба за основу розрахунку прийняти рівняння хімічної реакції, яке враховує цей процес:



Вирішуючи пропорцію з урахуванням молекулярних мас сполук, отримуємо:

$$X = 2,8 \text{ т.}$$

Грудкове вапно активно реагує з водою з утворенням гідроксиду кальцію (погашеного вапна), тому для рішення задач, що зв'язані з розрахунками об'єму вапнякового тіста чи пухкого вапна використовується хімічне рівняння погашення вапна і молекулярні маси сполук:



Теж саме роблять при вирішенні задач, що зв'язані з отриманням гіпсових в'язучих. Розрахунки ведуться з використанням хімічних рівнянь відносно технології виробництва матеріалів.

Приклад №2. Визначити витрату матеріалів на 1 м^3 бетону, якщо його склад у відносних одиницях дорівнює 1:2:4, в/ц відношення = 0,45, щільність бетонної суміші $\rho_{\text{б.с.}} = 2450 \text{ кг/м}^3$.

З цього відносного складу бетонної суміші з відомою щільністю на 1 частину цементу по масі використовується 2 частини піску та 4 частини щебеню. Визначаємо кількість цементу в кг на 1 м^3 бетону при цих умовах:

$$Ц = \frac{\rho_{\text{б.с.}}}{1 + x + y + e/\psi} = \frac{2450}{1 + 2 + 4 + 0,45} = 328,85 \text{ кг,}$$

у тому числі витрати піску $\Pi = 328,85 \times 2 = 657,7 \text{ кг}$;

витрати щебеню $\Pi = 328,85 \times 4 = 1315,4$ кг;

витрати води $V = 328,85 \times 0,45 = 147,9$ кг.

При вирішенні задач, зв'язаних з визначенням міцності бетону в різні строки твердіння треба пам'ятати, що інтенсивний набір міцності як цементного каменя, так і цементних бетонів завершується у віці 28 діб. Характер зростання міцності окреслюється логарифмічною залежністю, яка дозволяє розрахувати міцність каменя в різному віці:

$$R_{28} = R_n \lg_{28}/\lg n, \quad (1)$$

де R_{28} - міцність бетону у віці 28 діб;

R_n - міцність бетону у віці n діб;

Приклад №3. Визначити міцність важкого бетону у віці 7 діб, якщо його міцність на стиск у віці 28 діб дорівнює 34 Мпа.

$$\text{З (1) отримуємо: } R_7 = R_{28} \frac{\lg 7}{\lg 28} = 34 \frac{0,846}{1,447} = 19,87 \text{ Мпа}$$

Для орієнтування визначення активності цементу використовується формула Соломея - Скрамтаєва

$$R_b = R_c A(\Pi/V \pm 0,5), \quad (2)$$

де A - коефіцієнт якості заповнювачів,

R_b - міцність бетону у віці 28 діб;

R - активність цементу; Π/V - цементно-водне відношення.

УМОВИ ЗАВДАНЬ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ 2

Задача №1. Скільки грудкового вапна можна отримати при випалі чистого n т вапняку з вологістю W % ?

Задача №2 Скільки можна отримати сухого гідроксиду кальцію (пухкого вапна) при погашенні n т негашеного вапна з активністю A % ?

Задача №3. Який об'єм тіста з вапна буде отримано при погашенні n т негашеного вапна, якщо відомі активність A (вміст CaO), відсоткова кількість води у тісті W % и середня щільність вапнякового тіста.

Задача №4. Які властивості гіпсового в'язучого відображені в умовних позначках?

Задача №5. Навести умовну ознаку гіпсового в'язучого, яке має указані технічні характеристики.

Задача №6. Скільки будівельного гіпсу можна отримати після термічної обробки m тон гіпсового каміння ?

Задача №7. З приведеного гранулометричного складу пісків (часткові частки %) зробити висновки про відповідність його вимогам ДСТУ і розрахувати його модуль крупності та порожність.

Задача №8. Визначити витрату матеріалів на 1 м^3 бетону, якщо його склад маси відображений відношенням $1 : x : y$, відомі В/Ц відношення і щільність бетонної суміші $\rho_{б.с.}$.

Задача №9. На 1 м^3 бетону витрачається $m_{ц}$ кг цементу, $m_{п}$ кг піску, $m_{щ}$ кг щебеню, V л води. Відома насипна щільність цементу, піску та щебеню. Розрахувати коефіцієнт виходу бетону β .

Задача №10. На 1 м^3 використовується і витрачається $m_{ц}$ кг цементу, $m_{п}$ кг піску, $m_{щ}$ кг щебеню, V л води. Визначити В/Ц і номінальний склад бетону.

Задача № 11. Розрахувати міцність цементного розчину, якщо відомі активність цементу $R_{ц}$ і його витрати Π .

Задача №12. При випробуванні кубів розміром ребра 10 см з важкого бетону у віці n діб, руйнівальне навантаження дорівнювало P кг- Визначити міцність бетону у віці 28 діб.

Задача № 13. Бетон, отриманий з матеріалів звичайної якості з В/Ц відношенням $0,5$ показав у віці n діб твердіння міцність при стиску R_b МПа. Визначити активність цементу.

Таблица 3

№ вар.	Задача 1		Задача 2		Задача 3			
	n,Г	W,%	n,г	A,%	n, г	A,%	W,%	P ₀ ,кг/м ³
1.	1,2	10	2,0	85	5,0	90	60	1200
2.	2,0	12	2,5	80	2,0	80	55	1250
3.	1,5	16	2,4	86	2,5	85	53	1100
4.	2,0	8	2,6	90	3,0	90	62	1150
5.	1,0	12	2,7	80	3,5	84	65	1200
6.	1,7	16	1,5	88	4,5	82	54	1100
7.	2,1	19	1,8	90	4,0	89	50	1200
8.	2,0	15	3,0	80	1,5	83	63	1250
9.	5,0	10	2,5	85	1,0	86	60	1100
10.	2,4	12	2,4	86	0,5	79	58	1150

Продовження табл. 3

№, вар.	Задача 4	Задача 5			Задача 6	Задача 7								
		Обозн.	Рсж, Кг/см ²	ост. на ситі, %		термін схват. - начало кінець	m, тон	ρ, КГ/М ³	ρ ₀ КГ/М ³	№ сита, частн. ост. %				
1.	Г-2,II,A	140	5	3-6	2,0	2680	1560	5	12,5					
2.	Г-22,I,B	70	4	8-16	1,7	2650	1390	0	8,6	20,4	32,0	20,0	0,315	0,14
3.	Г-7,II,B	125	6	7-10	2,5	2670	1550	0	7,3	16,4	35,5	24,6	15,1	
4.	Г-5,II,A	136	8	1-9	3,0	2650	1510	0	1,1	15,5	14,1	31,7	35,5	
5.	Г-6,I,B	58	12	4-10	2,7	2560	1450	0	3,5	34,1	45,5	6,7	9,5	
6.	Г-10,I,A	63	16	12-20	3,5	2500	1420	0	3,0	26,0	32,0	15,0	10,0	
7.	Г-13,I,B	180	3	7-12	3,2	2530	1400	0	0	10,0	22,0	36,0	15,0	
8.	Г-6,II,B	165	6	5-8	1,5	2670	1550	0	7,3	16,4	35,5	24,6	15,1	
9.	Г-3,I,A	184	10	10-16	4,0	2650	1510	0	1,1	15,5	14,1	31,7	35,5	
10.	Г-4,II,B	200	18	11-15	2,4	2650	1450	5	3,5	34,1	45,5	6,7	9,5	

Продовження табл. 3

№ вар.	Задача №8				Задача №9					
	В/ц	X	У	ρ_6 кг/м ³	m_n , кг	m_c кг	$m_{ш}$ кг	$\rho_{нп}$ кг/м ³	$\rho_{нц}$ кг/м ³	$\rho_{нш}$ кг/м ³
1.	0,5	2,0	4,0	2480	560	320	1350	1400	1300	1550
2.	0,5	2,2	4,4	2450	580	320	1320	1420	1320	1520
3.	0,45	1,5	3,5	2380	600	300	1200	1420	1325	1510
4.	0,48	2,5	4,5	2400	620	360	1300	1450	1380	1500
5.	0,5	2,5	4,5	2400	520	370	1270	1390	1310	1490
6.	0,5	1,9	4,1	2200	620	290	1380	1450	1360	1450
7.	0,55	2,1	3,5	2400	700	380	1300	1455	1380	1480
8.	0,42	2,0	4,0	2300	820	270	1320	1440	1365	1480
9.	0,46	1,5	3,6	2360	500	360	1380	1490	1380	1470
10.	0,45	2,2	4,0	2400	680	385	1270	1400	1300	1460

Продовження табл. 3

№ вар.	Задача 10				Задача 11	
	$m_{ц}$ кг	$m_{п}$, кг	$m_{ш}$ кг	$B_{л}$	$R_{ц}$ кг/см	$Ц$,кг
1.	320	560	1350	180	420	600
2.	320	580	1320	165	400	380
3.	370	557	1280	185	435	400
4.	300	600	1200	150	440	580
5.	302	664	1329	190	460	900
6.	300	650	1300	150	455	850
7.	380	610	1250	190	500	950
8.	340	580	1360	170	490	600
9.	380	610	1250	190	470	720
10.	320	600	1230	185	570	650

Продовження табл. 3

№ вар.	Задача 12		Задача 13	
	n, діб	P ,кг	Rб,МПа	n ,діб
1.	3	11500	25	3
2. .	7	12 000	20	3
3.	14	10 000	24	7
4.	3	25 000	28	14
5.	7	10 000	30	14
6.	14	12 500	15	7
7.	3	13 000	32	14
8.	7	26 000	55	28
9.	14	19 000	45	28
10.	3	17 000	40	28

УМОВИ ЗАВДАНЬ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ №3

Тема Підбор складу важкого бетону (виконується під керівництвом викладача)

Задача №1

Розрахувати лабораторній склад і середню щільність бетонної суміші важкого бетону .

Необхідно отримати бетон класу В : портландцемент (вид цементу і його марка), з щільністю $\rho_{\text{щ.}} = 3100 \text{ кг/м}^3$; пісок (середня крупність піску і його водоспоживання) з щільністю $\rho_{\text{щ.}} = 2630 \text{ кг/м}^3$; крупний заповнювач (вид заповнювача, його середня крупність, дійсна щільність $\rho_{\text{щ}}$ і середня насипна щільність $\rho_{\text{н.щ}}$. Дані у вигляді варіантів наведені в табл. 4.

Таблиця 4 Варіанти даних до задачі 1

№ вар.	Вид констр.	Клас бетону	Цемент		Пісок		Крупний заповнювач			
			вид	марка	крупн.	водопот				

Загальна схема розрахунку наступна:

Підбор складу бетону.

Склад бетону повинний бути таким, щоб бетонна суміш і затверділий бетон мали задані значення властивостей (водоспоживання, міцності, морозостійкості і т.п.), а вартість бетону при цьому була б можливо більш низькою.

Розраховують склад бетону для даних сировинних матеріалів, використовуючи залежності, що зв'язують властивості бетону з його складом у виді формул, таблиць і номограм. Загальна схема розрахунку наступна. Для проектування складу бетону необхідно мати наступні початкові дані – призначення бетону;

- потрібну марочну міцність бетону на стиснення;
- потрібну водопотребу бетонній суміші;
- вигляд і марку (активність) цементу, (рекомендовано задаватися маркою (активністю) цементу в 2...2,5 рази вищу ніж значення потрібної міцності бетону);
- щільність істинну й насипну всіх компонентів;
- зерновий склад заповнювачів і порожнистість крупного заповнювача.

Необхідна рухливість бетонної суміші забезпечується вибором (за таблицями і графіками) необхідної кількості води (В).

Необхідна міцність бетону досягається:

1) вибір марки цементу (вона, звичайно, приймається в 1,5.,2,5 рази вище марки бетону);

2) розрахунком необхідного співвідношення цементу і води (Ц/В) за формулою основного закону міцності бетону .

Склад важкого бетону розраховують у такій послідовності:

1. *Забезпечення необхідної міцності бетону.* Залежність міцності бетону після 28 діб ствердіння від його складу має такий вигляд:

$$R_b = AR_c (C/V \pm 0,5),$$

де R_c – активність (марка) цементу, кг/см³, C/V – відношення між цементом і водою; A – коефіцієнт, що залежить від якості заповнювачів.

Ця формула (основний закон міцності, що запровадив І.Боломей та уточнений Б.Г.Скрамтаєвим) дозволяє визначити співвідношення води та цементу, яке при відповідній якості заповнювача A , і вихідних значень активності цементу R_c забезпечує отримання потрібної міцності бетону:

для пластичних сумішей (при $V/C > 0,4$) $V/C = A_1 K_c / K_b + 0,5 A_1 K_c$;

для найбільш жорстких сумішей (при $V/C < 0,4$) $V/C = A_2 K_c / K_b - 0,5$

$A_2 K_c$.

Таблиця 5 **Значення коефіцієнтів A_1 і A_2**

Заповнювач	A_1	A_2
високоякісний	0,65	0,43
звичайний	0,60	0,40
Зниженої якості	0,55	0,37

2. *Витрату води* здійснюють згідно з кількістю витрат відповідною водопотребою (рухливості або жорсткості) бетонної суміші з графіку Миронова або з табл. 6.

Таблиця 6 **Витрати води, л, на 1м³ бетонній суміші**

Характеристика бетонних сумішей		Найбільший розмір заповнювача, мм					
Осадка конуса (ОК), см	Жорсткість, с	гравію			щебеня		
		10	20	40	10	20	40
-	40...50	150	135	125	160	150	135
-	25...35	160	145	130	170	160	145
-	15...20	165	150	135	175	165	150
-	10...15	175	160	145	185	175	160
2...1	-	190	175	160	200	190	175
5...7	-	200	185	170	210	200	185
8...10	-	205	190	175	215	205	190

10...12	-	215	205	190	225	215	200
12...16	-	220	210	197	230	220	207
16...20	-	227	218	203	237	228	213

3. *Визначення кількості цементу.* Знаючи витрати води та раніше розраховане В/Ц розраховують кількість цементу:

$$\text{Ц} = \text{В} : (\text{В}/\text{Ц}).$$

1. *Кількість заповнювачів* (піску і крупного заповнювача) визначають після сумісного рішення двох рівнянь:

$$1) \quad \text{Ц}/\rho_{\text{ц}} + \text{В} + \text{П}/\rho_{\text{п}} + \text{Щ}/\rho_{\text{щ}} = 1,$$

де Ц, В, П, Щ(Г), - кількість цементу, води, піску та щебеню (гравію), кг відповідно;

$\rho_{\text{ц}}$, $\rho_{\text{п}}$, $\rho_{\text{щ}}$ – дійсна щільність цементу, піску, щебеню (гравію), кг/м³.

Це рівняння підтверджує, що об'єм 1м³ щільно укладеної бетонної суміші складається з абсолютних об'ємів цементу, піску, води і щебеню (гравію).

$$2) \quad \text{а } K_{\text{раз}} \text{ Щ}/\rho = \text{Ц}/\rho_{\text{ц}} + \text{В} + \text{П}/\rho_{\text{п}},$$

де $K_{\text{раз}}$ - коефіцієнт розсування зерен, $\rho_{\text{щ}}$ „ас.-насіпна щільність щебеня (гравію), а - міжзернова порожнистість крупного заповнювача.

Таблиця 7

Коефіцієнт розсування зерен $K_{\text{раз}}$ залежно від кількості цементу і В/Ц відношення для пластичних сумішей

Витрата цементу, кг на 1м ³ бетону	В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	-	1,30	1,36	1,42	-
350	-	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,31	1,40	1,46	-	-	-
500	1,44	1,52	1,56	-	-	-
550	1,52	1,56	-	-	-	-

Коефіцієнт розсування зерен для жорстких бетонних сумішей приймають рівним 1,05...1,15.

Вирішуючи спільно два рівняння, одержуємо формулу для визначення витрати (у кг на 1м³ бетону: щебеня (гравію)

$$\text{Щ(Г)} = 1 / (\text{а } K_{\text{раз}} / \rho_{\text{щ.нас.}} + 1 / \rho_{\text{щ}},$$

$$\text{піску } \text{П} = [1 - (\text{Щ}/\rho_{\text{щ.}} + \text{Ц}/\rho_{\text{ц}} + \text{В})] \rho_{\text{п}}.$$

Так одержують розрахунковий склад бетону у вигляді витрати основних компонентів П,Щ,В,Ц в кг для отримання 1м³ бетону. Для отримання розрахункової щільності бетонної суміші одержані витрати складають:

$$\rho_{\text{бс}} = \text{Ц} + \text{В} + \text{П} + \text{Щ(Г)}.$$

Отриманий склад бетону може бути виражений двома способами:

- кількістю складових (кг) для одержання 1 м³ бетону (наприклад, цемент - 300, вода — 200, пісок — 650 і щебінь — 1250);
- співвідношенням компонентів у частинах по масі та об'єму; при цьому кількість цементу приймають за 1 (наприклад, запис 1:2:4 при В/Ц - 0,7 означає, що на 1 ч. цементу береться 0,7 ч. води, 2 ч. піску і 4 ч. великі заповнювачі).

При використанні вологих заповнювачів необхідно враховувати воду, що міститься в них, і відповідно зменшувати кількість води затворення, щоб сумарна кількість води дорівнювала розрахунку.

Готування бетонної суміші здійснюють у спеціальних агрегатах — бетонозмішувачах різних конструкцій і різної місткості (від 75 до 4500 дм³). При перемішуванні дрібні компоненти суміші входять у міжзернові порожнечі більш великих (пісок у порожнечі між зерен великого заповнювача, цемент — у порожнечі піску).

За принципом дії розрізняють бетонозмішувачах вільного падіння і примусового перемішування.

У бетонозмішувачах *вільного падіння (гравітаційних)* матеріал перемішується в повільно обертових навколо горизонтальної чи похилої осі змішувальних барабанах, обладнаних усередині короткими коритоподібними лопатами. Лопатки захоплюють матеріал, піднімають його і при переході у верхнє положення скидають. У таких змішувачах готують пластичні бетонні суміші з заповнювачами з щільних гірських порід, тобто суміші звичайного важкого бетону.

Завдання до виконання самостійної роботи 4

1. Обґрунтуйте вибір матеріалів для покриттів підлог:
 - а) житлових приміщень;
 - б) громадських будівель.

2. Обґрунтуйте вибір матеріалів для внутрішньої обробки стін житлових і суспільних приміщень.

3. Підберіть конструкційні і теплоізоляційні матеріали на основі рослинної сировини, вживані при виготовленні стінних панелей. Обґрунтуйте їх вибір.

4. На конкретних прикладах покажіть, як спосіб отримання виробів на основі деревини впливає на їх властивості і застосування.

5. Перерахуйте теплоізоляційні вироби на основі рослинної сировини опишіть їх властивості і застосування кожного.

6. На конкретних прикладах покажіть широке використання відходів рослинної сировини при виготовленні будівельних матеріалів різного призначення.

7. Які Ви знаєте конструкційні матеріали з деревини, їх застосування в будівництві.

8. Підберіть матеріали, вживані для улаштування покрівлі:
 - а) безшовної монолітної;
 - б) рулонної багатошарової.

9. Обґрунтуйте вибір матеріалів для виконання:
 - а) оклеєчної гідроізоляції;
 - б) гідроізоляції, забарвлення;
 - в) монолітної гідроізоляції;

10. Обґрунтуйте вибір матеріалів, вживаних для пароізоляції і улаштуванні покрівлі тимчасових будівель.

11. На конкретних прикладах покажіть способи поліпшення властивостей бітумів.

12. Що загального, і в чому відмінність (спосіб отримання, властивості і застосування) для представлених матеріалів :
 - а) руберойд- асфальтобетон;
 - б) бітумні мастики - бітум;
 - в) пергамін - руберойд з посипанням.;

13. Які існують способи підвищення довговічності матеріалів на основі бітумів?

14. Покажіть на прикладах, як спосіб отримання виробів на основі органічних терпких впливає на їх властивості і застосування.

15. Покажіть, як склад матеріалів на основі органічних терпких впливає на їх властивості і застосування.

16. З яких матеріалів можна виконати покриття підлоги:

- а) житлових приміщень;
- б) громадських будівель (бібліотеки, інститут, лікарня, магазин)

17. Обґрунтуйте вибір матеріалів для внутрішньої обробки:

- а) житлових приміщень;
- б) громадських будівель.

18. Враховуючи відомі властивості підібрати матеріали для теплоізоляції будівельних конструкцій і холодильних камер.

19. На практичних прикладах покажіть, як спосіб отримання виробів на основі полімерів впливає на їх властивості та використання.

20. Обґрунтуйте вибір матеріалів для виготовлення конструктивних виробів (стінова огорожа, кривлі, оболонки, купола, опалубки).

21. Показати на прикладах вплив макроструктури полімерних матеріалів на їх фізико-механічні властивості.

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 самостійної роботи 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. - 30 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.