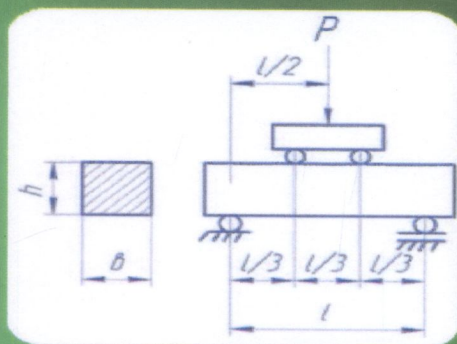


Будівельне матеріалознавство



$$\rho = \frac{m}{V_0}$$

$$\rho_m = \frac{m}{V_{пр}}$$

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \cdot 100$$

$$\Gamma = \frac{\rho_m}{\rho}$$

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ ДЛ. МЕНДЕЛІЄВА

ПЕРІОДИ	ГРУПИ ЕЛЕМЕНТІВ																	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII										
1	H 1 1,008																	
2	Li 3 6,94	Be 4 9,01	B 5 10,81	C 6 12,01	N 7 14,01	O 8 16,00	F 9 18,99	Ne 10 20,18										
3	Na 11 22,99	Mg 12 24,31	Al 13 26,98	Si 14 28,09	P 15 30,97	S 16 32,06	Cl 17 35,45	Ar 18 39,95										
4	K 19 39,10	Ca 20 40,08	Sc 21 44,96	Ti 22 47,88	V 23 50,94	Cr 24 51,99	Mn 25 54,94	Fe 26 55,85	Co 27 58,93	Ni 28 58,71								
5	Rb 37 85,47	Sr 38 87,62	Y 39 88,91	Zr 40 91,22	Nb 41 92,91	Mo 42 95,94	Tc 43 (98)	Ru 44 101,1	Rh 45 102,9	Pd 46 106,4								
6	Cs 55 132,9	Ba 56 137,3	La 57 138,9	Hf 72 178,5	Ta 73 180,9	W 74 183,8	Re 75 186,2	Os 76 190,2	Ir 77 192,2	Pt 78 195,1								
7	Fr 87 (223)	Ra 88 (226)	Ac 89 (227)	Rf 104 (261)	Db 105 (262)	Sg 106 (263)	Bh 107 (264)	Hs 108 (265)	Mt 109 (266)									

* ЛАКТАНОЇДИ

** АКТИНОЇДИ

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

691(076)
0-95

В. П. Очеретний
В. П. Ковальський
А. В. Бондар

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ЗБІРНИК ЗАДАЧ

Вінниця
ВНТУ
2017

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 5 від 25.12.2014 р.)

Рецензенти:

А. С. Моргун, доктор технічних наук, професор

Л. О. Шейніч, доктор технічних наук, професор

О. В. Христич, кандидат технічних наук, доцент

Очеретний, В. П.

О-94 Будівельне матеріалознавство : збірник задач / Очеретний В. П., Ковальський В. П., Бондар А. В. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 62 с.

У збірнику задач та розрахунків наведені задачі та розрахунки (розв'язання найбільш типових задач) за розділами: основи будівельного матеріалознавства, будівельна кераміка, мінеральні в'язучі речовини, бетони та бетонознавство, органічні матеріали та виробы.

Збірник задач та розрахунків розроблений відповідно до плану кафедри та навчальної програми дисципліни «Будівельне матеріалознавство».

УДК 691

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Розділ 1 ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА.....	8
Розділ 2 БУДІВЕЛЬНА КЕРАМІКА.....	16
Розділ 3 МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ.....	21
Розділ 4 ЗАПОВНЮВАЧІ ДО РОЗЧИНІВ І БЕТОНІВ.....	29
Розділ 5 БЕТОНИ ТА БЕТОНОЗНАВСТВО.....	39
Розділ 6 ОРГАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ.....	51
Додаток А.....	55
Додаток Б.....	56
Додаток В.....	58
Додаток Г.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	61

ВСТУП

В практичній роботі будівельники часто стикаються з вирішенням конкретних теоретично-практичних задач та розрахунків, що пов'язані з оцінюванням якості будівельних матеріалів, раціональним вибором їх з урахуванням особливостей конструкцій та умов експлуатації.

Вирішення задач – одна із найбільш активних форм навчання та самостійної роботи студентів – сприяє розвитку творчого технічного мислення, закріпленню теоретичних знань. Вирішення задач повинно раціонально поєднуватись з теоретичним курсом та лабораторними роботами.

У цьому навчальному посібнику наведені задачі та розрахунки (розв'язання найбільш типових задач) за розділами: основи будівельного матеріалознавства, будівельна кераміка, мінеральні в'язучі речовини, бетони та бетонознавство, органічні матеріали та виробли.

Розрахунки щодо визначення основних властивостей будівельних матеріалів дають змогу оцінити їх відповідність технічним вимогам, можливість застосувати у конкретних умовах експлуатації. Знання загальних властивостей матеріалів необхідні для проведення різноманітних інженерних розрахунків. Особлива увага приділяється задачам, де розглядаються питання зниження матеріаломісткості та економії ресурсів.

При розрахунках, які враховують властивості матеріалів, необхідно добре орієнтуватися у їх розмірностях, які відображають зв'язок з основними величинами системи одиниць вимірювання.

У табл. 1 наведені розрахункові формули основних фізичних і механічних властивостей різноманітних будівельних матеріалів.

У міжнародній системі одиниць (СІ) за основні прийняті такі одиниці: метр (м) – одиниця довжини; кілограм (кг) – одиниця маси; секунда (с) – одиниця часу; ампер (А) – одиниця сили електричного струму; градус Кельвіна (°К) – одиниця термодинамічної температури; кандела (кд) – сила освітлення і моль – кількість речовини. Інколи зручніше застосовувати більш великі (кратні) або більш дрібні (часткові) величини. Їх отримують множенням початкових одиниць на число 10, взяте у відповідному степені. Найменуванню одиниць при цьому присвоюється відповідний префікс (додаток А). Вибирати префікс рекомендується таким чином, щоб числові значення величини знаходились в межах 0,1–1000.

Температуру прийнято виражати як у градусах Кельвіна (°К), так і в градусах Цельсія (°С).

При складанні задач і розрахунків у навчальному посібнику враховані можливості використання його при підготовці студентів будівельних спеціальностей, а також у практичній діяльності інженера-будівельника.

Таблиця 1 – Розрахункові формули основних фізичних і механічних властивостей

Властивість	Одиниця виміру	Розрахункова формула	Пояснення до формули
1	2	3	4
Істинна густина	кг/м ³	$\rho_n = \frac{m}{V_a}$	m – маса сухого матеріалу; V _a – об'єм в абсолютно щільному стані
Середня густина	кг/м ³	$\rho_m = \frac{m}{V_{nc}}$	V _{nc} – об'єм матеріалу в природному стані
Насипна густина	кг/м ³	$\rho_n = \frac{m}{V_n}$	V _n – об'єм матеріалу в пухкому стані
Густина матеріалу	—	$\Gamma = \frac{\rho_m}{\rho}$	—
Пористість	%	$\Pi = (1 - \frac{\rho_m}{\rho}) \times 100$	—
Відкрита пористість	%	$\Pi_1 = \frac{m_n - m}{V_{nc}} \times \frac{1}{\rho_{H_2O}}$	m _n – маса матеріалу в насиченому стані
Вологість	%	$W = \frac{m_r - m}{m} \times 100$	m _r – маса вологого матеріалу
Гігроскопічність	%	$\omega_r = \frac{m_r - m}{m} \times 100$	m _r – маса матеріалу після досягнення рівноважної вологості при перебуванні в повітрі 100 % вологості
Водопоглинання за масою	%	$B_m = \frac{m_n - m}{m} \times 100$	—
Водопоглинання за об'ємом	%	$B_v = \frac{m_n - m}{V_{nc} \times \rho_{H_2O}} \times 100$	—
Сорбційна вологість	%	$\varpi_c = \frac{m_{сорб} - m}{m} \times 100$	m _{сорб} – маса матеріалу після досягнення рівноважної вологості
Коефіцієнт розм'якшення	—	$K_p = \frac{R_{ct}^{нас}}{R_{ct}^{сух}}$	R _{ct} ^{нас} – границя міцності за тиском матеріалу в насиченому водою стані; R _{ct} ^{сух} – те ж саме у сухому стані

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Коефіцієнт фільтрації	м/год	$K_{\phi} = \frac{V_{13} \times \delta}{S \times \Delta P \times \tau}$	V_b – об'єм води, що просочилася; δ – товщина стінки; ΔP – різниця гідростатичного тиску на межі стінки, мм. вод. ст.; S – площа поверхні; τ – час
Коефіцієнт паропроникності	г/м год Па	$\mu = \frac{V_n \times \rho \times \delta}{S \times \Delta P_n \times \tau}$	V_n – об'єм пари (густина ρ), що пройшла крізь стіну; ΔP_n – різниця тиску пари на границях стінки, Па
Теплопровідність	Вт/м °К	$\lambda = \frac{Q \times \delta}{S(t_1 - t_2) \times \tau}$	Q – кількість теплоти, Дж; t_1 – температура поверхні гарячої сторони зразка, °К; t_2 – температура поверхні холодної сторони зразка, °К
Теплопровідність за формулою В. П. Некрасова*	Вт/м °К	$\lambda = 1,16 \times \sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,16$	*формула діє для повітряно-сухих матеріалів ($W=1-7\%$) мінерального походження
Відносна густина	—	$d = \frac{\rho_m}{\rho_m^{ст}}$	d – відносна густина ρ_m – середня густина матеріалу, кг/м ³ ; $\rho_m^{ст}$ – середня густина стандартної речовини (наприклад, води, для якої $\rho_m^{ст} = 1000$ кг/м ³)
Термічний опір	м ² °К/Вт	$R_t = \frac{\delta}{\lambda}$	—
Питома теплоємність	кДж/кг °К	$C = \frac{Q}{m(t_1 - t_2)}$	—
Температуро-провідність	м ² /год	$\alpha = \frac{\lambda}{c \times \rho_m}$	—
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	1/см	$\alpha = \frac{l_1 - l_0}{l_0(l_1 - l_2)}$	l_0 – початкова довжина зразка; l_1 – довжина зразка після нагрівання

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Коефіцієнт конструктивної якості	—	$KKЯ = \frac{R_{ст}}{\rho_m}$	—
Границя міцності	МПа	$R = \frac{P}{F}$	P – руйнівне навантаження; F – площа поперечного перерізу зразка
Твердість за Бринелем	МПа	$HB = \frac{2P_{тв}}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	P _{тв} – навантаження на стандартну металеву кульку; D – діаметр кулі; d – діаметр відбитка
Стираність	г/см ²	$C_{т} = \frac{m - m_1}{F}$	m – маса зразка до стирання; m ₁ – маса зразка після стирання; F – поверхня стирання
Ударна міцність	МПа	$A = \frac{P_k(1 + 2 + 3 + \dots + n)}{V}$	P – маса баби копра; n – порядковий номер удару, при якому руйнується зразок; V – об'єм зразка
Усадка	мм/м	$\epsilon_{yc} = \frac{l_0 - l_1}{l_0}$	l ₀ – початкова довжина зразка; l ₁ – кінцева довжина зразка
Повзучість	мм/м	$\epsilon_m = \epsilon_n - (\epsilon_v - \epsilon)$	ϵ_n – повна деформація; ϵ_v – пружна деформація
Модуль пружності	МПа	$E = \frac{\sigma_n}{\epsilon}$	σ_n – нормальне напруження
Границя плинності	МПа	$\sigma = \frac{P_T}{F}$	P _T – навантаження, що відповідає границі плинності

РОЗДІЛ 1

ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОГО МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

Типові розрахунки

Приклад 1. Маса зразка в сухому стані 76 г. Після насичення водою його маса збільшилась до 79 г. Визначити середню густину і пористість матеріалу, якщо об'ємне водовбирання становить 8,2 %, а густина матеріалу дорівнює 2,68 г/см³.

Дано:

$$M = 76 \text{ г}$$

$$m_{\text{нас}} = 79 \text{ г}$$

$$B_o = 8,2 \%$$

$$\rho = 2,68 \text{ г/см}^3$$

Знайти:

$$\rho_m - ?$$

$$П - ?$$

Розв'язання

1) Об'ємне водовбирання визначається за формулою:

$$B_o = \frac{m_{\text{нас}} - m}{V_{\text{пс}} \times \rho_{\text{H}_2\text{O}}} \times 100\%, \quad \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ г/см}^3.$$

$$8,2\% = \frac{79 - 76}{V_{\text{пс}} \times 1} \times 100\%. \quad \text{Звідси: } V_{\text{пс}} = \frac{3 \times 100\%}{8,2} = 36,6 \text{ см}^3.$$

2) Середня щільність:

$$\rho_m = \frac{m}{V_{\text{пс}}} = \frac{76}{36,6} = 2,08 \text{ г/см}^3.$$

3) Пористість:

$$П = \left(1 - \frac{\rho_m}{\rho}\right) \times 100\% = 1 - \frac{2,08}{2,68} \times 100\% = 22,4\%.$$

$$\text{Відповідь: } \rho_m = 2,08 \text{ г/см}^3, \quad П = 22,4 \%.$$

Приклад 2. При стандартному випробуванні червоної звичайної цегли на вигин виявилось, що її гранична міцність дорівнює 3,53 МПа. Визначити, яке показання манометра відповідає цій напрузі, якщо діаметр поршня преса дорівнює 9 см.

Дано:

$$R_{\text{зг}} = 3,53 \text{ МПа}$$

$$d_n = 9 \text{ см}$$

Знайти:

$$M - ?$$

Розв'язання

1) Міцність на згин визначається за формулою:

$$R_{\text{зг}} = \frac{3Pl}{Rdh^2} \Rightarrow P = \frac{R_{\text{зг}} \times 2bh^2}{3l}.$$

Отже, руйнівне навантаження:

$$P = \frac{35,3 \times 2 \times 12 \times 6,5^2}{3 \times 20} = 596,6 \text{ кгс}.$$

2) Покази манометра:

$$M = \frac{P}{F_M} = \frac{596,6 \times 4}{3,14 \times 9^2} = 9,38 \text{ кгс/см}^2 = 0,094 \text{ кН}.$$

$$\text{Відповідь: } M = 0,094 \text{ кН}.$$

Приклад 3. Маса зразка каменя неправильної форми в абсолютно сухому стані дорівнює 71 г. На парафінунвання зразка було витрачено 0,75 г парафіну густиною 0,9 г/см³. При гідростатичному зважуванні парафіновий зразок важив 32 г. Обрахувати середню густину матеріалу.

Дано:

$$M = 71 \text{ г}$$

$$m_{\text{параф}} = 0,75 \text{ г}$$

$$\rho_{\text{параф}} = 0,9 \text{ г/см}^3$$

$$m_{\text{гід}} = 0,32 \text{ г}$$

Знайти:
 $\rho_m - ?$

Розв'язання

1) Маса парафінованого зразка визначається як:

$$m^{\text{зр}}_{\text{пар}} = 71 + 0,75 = 71,75 \text{ г.}$$

2) Об'єм парафіну становитиме:

$$V_{\text{пар}} = 0,75/0,9 = 0,83 \text{ см}^3.$$

3) Об'єм парафінованого зразка:

$$V_{\text{пар}}^{\text{зр}} = \frac{m^{\text{зр}}_{\text{пар}} - m_{\text{гід}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{71,75 - 32}{1,0} = 39,75 \text{ см}^3.$$

4) Об'єм зразка без парафіну:

$$V^{\text{зр}} = V_{\text{параф}}^{\text{зр}} - V_{\text{параф}} = 39,75 - 0,83 = 38,92 \text{ см}^3.$$

5) Середня щільність зразка:

$$\rho_m = \frac{m}{V^{\text{зр}}} = \frac{71}{38,92} = 1,82 \text{ г/см}^3.$$

Відповідь: $\rho_m = 2,08 \text{ г/см}^3$, $\Pi = 22,4 \%$.

Приклад 4. Кубічний зразок кам'яного матеріалу з розміром сторони $a = 10 \text{ см}$ має в повітряно-сухому стані масу $m = 2,2 \text{ кг}$. Визначити коефіцієнт теплопровідності і можливу назву матеріалу.

Дано:

$$A = 10 \text{ см}$$

$$m_{\text{сух}} = 2,2 \text{ кг}$$

Знайти:

$\lambda - ?$
матеріал - ?

Розв'язання

1) Середня щільність визначається за формулою:

$$\rho_m = \frac{m}{V} = \frac{m}{a^3} = \frac{2200 \text{ г}}{10^3 \text{ см}^3} = 2,2 \text{ г/см}^3.$$

2) Коефіцієнт теплопровідності матеріалу знаходиться за формулою В. П. Некрасова:

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \times \rho_m^2} - 0,16 =$$

$$= 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \times 2,2^2} - 0,16 = 1,05 \text{ Вт/м} \cdot \text{К.}$$

3) Даний коефіцієнт теплопровідності може відповідати таким будівельним матеріалам як бетон ($\lambda=1,2$) чи силікатна цегла ($\lambda = 0,85 - 1,15$).

Відповідь: $\lambda = 1,05 \text{ Вт/м} \cdot \text{К.}$

Задачі

Задача № 1. Визначити пористість гірської породи, якщо відомо, що її об'ємне водовбирання в 1,7 рази більше водовбирання за масою, а густина дорівнює $2,65 \text{ г/см}^3$.

Задача № 2. Визначити коефіцієнт насичення пор цегли розмірами $250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$ з істинною густиною $\rho = 2,6 \text{ г/см}^3$ і масою в сухому стані $m_{\text{сух}} = 3,5 \text{ кг}$, якщо після витримування у воді маса стала $m_{\text{вол}} = 4,0 \text{ кг}$.

Задача № 3. Повітряно-суха деревина за вологості $W = 20 \%$ має середню густину $\rho_{\text{сух}} = 670 \text{ кг/м}^3$. Після насичення її водою під тиском середня густина збільшилась до $\rho_m^w = 1300 \text{ кг/м}^3$. Визначити відкриту пористість деревини.

Задача № 4. Водовбирання бетону за масою і об'ємом дорівнює відповідно $V_m = 4,2 \%$ і $V_o = 9,5 \%$. Вирахувати загальну пористість бетону при його істинній густині $\rho_m^w = 2,7 \text{ г/см}^3$.

Задача № 5. У скільки разів пористість каменя А відрізняється від пористості каменя Б, якщо густина обох каменів однакова і дорівнює $\rho = 2,72 \text{ г/см}^3$, а середня густина каменя А на 20% більша, ніж каменя Б, в якого об'ємне водовбирання у 1,8 рази більше масового.

Задача № 6. Маса сухого матеріалу $m_{\text{сух}} = 90,9 \text{ кг}$. При зволоженні матеріалу до деякої початкової вологості маса його зросла до $m_{\text{вол}} = 100 \text{ кг}$. Якою повинна бути маса матеріалу при зволоженні його до $W = 20 \%$?

Задача № 7. Маса зразка каменя у сухому стані 50 г . Визначити масу зразка після насичення його водою, а також густину речовини каменя, якщо водовбирання за об'ємом дорівнює 18% , пористість каменя 25% , середня густина 1800 кг/м^3 .

Задача № 8. Визначити коефіцієнти теплопровідності гірських порід: граніту, пісковика, вапняку-черепашнику і туфу, відповідно, з середньою густиною: $\rho_m = 2500, 1800, 1100$ і 800 кг/м^3 .

Задача № 9. На стовп із цегли перерізом $51 \times 51 \text{ см}$ прикладено вертикальне навантаження в 400 кН . Марка цегли 150 (середня гранична міцність при стиску не менше 15 МПа), а гранично-допустиме розрахункове навантаження на кожний квадратний сантиметр перерізу стовпа не повинно перевищувати 10% міцності цегли. Чи витримає стовп із цегли навантаження будучи у воді, якщо коефіцієнт розм'якшення цегли $0,81$?

Задача № 10. Маса сухого вапняку дорівнює 280 г, а після насичення його водою – 298 г. Середня густина вапняку 2100 кг/м^3 . Визначити водовбирання за масою і об'ємом, а також пористість вапняку, якщо густина каменю дорівнює $2,65 \text{ г/см}^3$.

Задача № 11. Висушена до сталой маси керамічна черепиця об'ємом $1,4 \text{ дм}^3$ важить 2,4 кг. В насиченому водою стані її маса дорівнює 2,67 кг. Істинна густина черепиці $2,65 \text{ г/см}^3$. Розрахувати вологість черепиці, її відкрити (що задається) і закрити пористість.

Задача № 12. Визначити пористість гранітного зразка-куба з розміром сторони 7 см і масою 950 г. Істинна густина $2,8 \text{ г/см}^3$.

Задача № 13. Зразок гірської породи має форму циліндра діаметром і висотою 5 см. Маса зразка в сухому стані дорівнює 227 г, а після насичення його водою збільшилась до 231 г. Визначити середню густину гірської породи і її водовбирання за масою і об'ємом.

Задача № 14. Циліндричний зразок кам'яного матеріалу висотою 5 см і діаметром 2,5 см має в повітряно-сухому стані масу $m = 45 \text{ г}$. Визначити коефіцієнт теплопровідності і можливу назву матеріалу.

Задача № 15. Плита із пінополістиролу довжиною 2400 мм, шириною 1600 мм, товщиною 70 мм при середній густині в повітряно-сухому стані 60 кг/м^3 після витримування у воді на протязі 24 годин має водовбирання за об'ємом 5 %. Визначити масу плити після витримування її у воді.

Задача № 16. Плита із пінопласту на основі полівінілхлориду має розміри $600 \times 600 \times 50 \text{ мм}$. Середня густина 115 кг/м^3 . Водовбирання за 24 години дорівнює $0,25 \text{ кг/м}^3$. Розрахувати вологість плити після насичення її водою, загальну пористість і коефіцієнт насичення пор водою. Істинна густина полівінілхлориду дорівнює $1,40 \text{ г/см}^3$.

Задача № 17. Циліндричний зразок діаметром і висотою 5,05 см має масу в сухому стані 223,55 г. Після насичення водою він важить 226,24 г. Визначити середню густину, масове та об'ємне водовбирання.

Задача № 18. Дерев'яний брусок з поперечним перерізом $15 \times 25 \text{ см}$ і висотою 25 см, лежить на двох опорах, відстань між якими дорівнює 3 м. Посередині бруска було прикладене навантаження в 25 кН, що призвело до поломки бруска. Розрахувати граничну міцність деревини при вигині.

Задача № 19. Чи можливо на 25-тонному гідравлічному пресі визначити граничну міцність за стиском гранітних зразків розміром $5 \times 5 \times 5$ см з очікуваною мінімальною граничною міцністю в 120 МПа?

Задача № 20. Які преси (10, 25, 50 т) потрібно використати для випробування кубічних зразків кладкового розчину $7,07 \times 7,07 \times 7,07$ см, бетону – $15 \times 15 \times 15$ см і половинок цементно-піщаних призм $4 \times 4 \times 4$ см? Очікувані марки кладкового розчину – 25, бетону – 150, цементу – 400.

Задача № 21. Зразок кам'яного матеріалу в формі куба зі стороною 7 см має масу в сухому стані 495 г. Визначити коефіцієнт теплопровідності і можливу назву матеріалу.

Задача № 22. Визначити можливу мінімально допустиму масу кубічного зразка гірської породи з розмірами ребра $a = 15$ см і середньою густиною 2550 кг/м^3 при випробуванні на морозостійкість через 50 циклів, якщо марка гірської породи на морозостійкість $F = 50$.

Задача № 23. Зовнішня поверхня цегляної стінки товщиною 510 мм має температуру $-23 \text{ }^\circ\text{C}$, а внутрішня $+19 \text{ }^\circ\text{C}$. Яка кількість тепла проходить через кожний квадратний метр поверхні стіни на протязі 1 року, якщо коефіцієнт теплопровідності стіни дорівнює $0,73 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$? Порівняти цей результат з кількістю тепла, яке проходить через стіну в 1 м із важкого бетону і шлакобетону при тій же товщині, якщо їх коефіцієнти теплопровідності дорівнюють відповідно 1,2 і $0,58 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$.

Задача № 24. Маса зразка каменя з істинною густиною $\rho = 2,5 \text{ г/см}^3$ в сухому стані $m = 100$ г. Після водонасичення маса його стала дорівнювати $m = 110$ г і об'ємне водовбирання $W = 20 \%$. Визначити пористість каменя.

Задача № 25. Дати оцінку техніко-економічної ефективності місцевих природних матеріалів із осадочних порід – черепашкового і вапнякового туфів – якщо рахувати, що вартість їх однакова, а міцність на стиск для черепашнику $(10 \div 25) \times 105$ Па і вапнякового туфу – $(50 \div 100) \times 105$ Па, середня густина їх відповідно дорівнює $800 \div 1000$ і $1300 \div 1600 \text{ кг/м}^3$. Умовно оцінку ефективності враховувати тільки за К.К.Я.

Задача № 26. Підібрати 40 кг речовини з 70 % вологістю із двох компонентів, причому, перший має вологість 65 %, а другий – 45 %.

Задача № 27. Суміш містить два компоненти, причому, об'єм першого компонента становить 14 % від об'єму другого. Визначити об'єм процентного вмісту в суміші другого компонента.

Задача № 28. Зразок пісковика у формі куба зі стороною 5 см при випробуванні на стиск зруйнувався при показанні манометра 2,8 МПа, а в насиченому водою стані – при 2,4 МПа. Визначити граничну міцність на стиск сухого і насиченого зразків і коефіцієнт розм'якшення пісковика, якщо відомо, що площа поршня в 20 разів більша за площу зразка.

Задача № 29. При випробуванні кубічних зразків пісковика $\rho = 1900 \text{ кг/м}^3$ з розмірами ребра 15 см на пресі з площею поршня 570 см^2 середні показники манометра становили: при випробуванні зразків в сухому стані – 15 МПа; в насиченому водою стані – 12 МПа. Після водовбирання маса зразка дорівнювала 6,9 кг. Встановити марку, коефіцієнт розм'якшення і водовбирання пісковика. Чи можна застосовувати його для зведення гідротехнічних споруд? Пісковики, що застосовуються для гідротехнічних споруд, повинні мати: граничну міцність на стиск не $< 15 \text{ МПа}$, коефіцієнт розм'якшення не $< 0,75$ і водовбирання не $> 2 \%$.

Задача № 30. Визначити коефіцієнт розм'якшення матеріалу, якщо при випробуванні сухого зразка на стиск, руйнівне навантаження становило 360 кН, а при руйнуванні такого ж зразка у водонасиченому стані – 320 кН. Площа поверхні опору зразка 120 см^2 .

Задача № 31. Сухий зразок при випробуванні на стиск розруйнувався при показанні манометра 1000 атм. Визначити граничну міцність насиченого водою зразка на стиск, якщо коефіцієнт розм'якшення дорівнює 0,6, а площа зразка в 2 рази більша за площу поршня преса.

Задача № 32. Визначити діаметр циліндричного силосу для зберігання 100 т цементу висотою 10 м. Насипна густина цементу дорівнює 1300 кг/м^3 . Коефіцієнт заповнення силосу – 0,9.

Задача № 33. Насипна густина сухого піску 1500 кг/м^3 . Визначити насипну густину піску при зволоженні його до 2 % і 20 %, якщо відомо, що за вологості 2 % об'єм піску на 20 % більший, а за вологості 20 % на 5 % менший порівняно з сухим.

Задача № 34. У мірний скляний циліндр, що містить 35 см^3 керосину, вsipали 30,5 г портландцементу. На якій відмітці встановиться рівень керосину в циліндрі, якщо істинна густина портландцементу $3,1 \text{ г/см}^3$?

Задача № 35. Блок із теплоізоляційної пластмаси-міпори має довжину 1000 мм, ширину 500 мм, висоту 300 мм і масу 3 кг. При його збереженні на відкритому повітрі 28 діб гігроскопічна вологість за масою становить 85 %. Визначити теплопровідність вологої міпори, якщо теплопровідність її в сухому стані $0,029 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$.

Задача № 36. При пікнометричному визначенні істинної густини кварцевого піску його попередньо змолоти і взяли пробу в кількості 12,5 г. Маса пікнометра без води становила 25,5 г, а з водою – 75,5 г, з пробєю і з водою – 83,3 г. Яка густина кварцового піску?

Задача № 37. Насипна густина сухого піску $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$. За 5 % вологості вона зменшилась до $\rho = 1150 \text{ кг/м}^3$. Визначити приріст об'єму піску за рахунок зволоження.

Задача № 38. Визначити середню густину кам'яного зразка неправильної форми, якщо при зважуванні його на повітрі маса дорівнювала $m = 100 \text{ г}$, а у воді – $m = 55 \text{ г}$. До зважування у воді зразок парафінували, маса парафінованого зразка $m = 101,1 \text{ г}$. Густина парафіну $\rho = 0,93 \text{ г/см}^3$.

Задача № 39. Зовнішня стінова панель із газобетону має розміри $3,1 \times 2,9 \times 0,3 \text{ м}$ і масу $m = 2160 \text{ кг}$. Визначити пористість газобетону, прийнявши значення істинної густини за $\rho = 2,81 \text{ г/см}^3$.

Задача № 40. Зразок із газобетону з розміром ребра $a = 20 \text{ см}$ занурили у воду і він плаває. Висота над рівнем води спочатку дорівнювала $h = 6,5 \text{ см}$. Визначити пористість газобетону, якщо прийняти його істинну густину за $\rho = 2,79 \text{ г/см}^3$. Вбиранням води при цьому знехтувати.

Задача № 41. Склад керамічної маси за сухими речовинами становить, %: глина – 15, каолін – 35, кварц – 25 і польовий шпат – 25. Розрахувати кількість матеріалів і води для отримання 100 кг маси вологістю 22 %.

Задача № 42. Який об'єм пустот потрібно створити в бетоні з істинною густиною $2,4 \text{ г/см}^3$, щоб його середня густина зменшилась з 2200 кг/м^3 до 600 кг/м^3 ?

Задача № 43. Насипна густина щебеню $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$, середня густина щебеню в кускові $\rho = 2,54 \text{ г/см}^3$, а його істинна густина $\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$.

1. Підрахувати:

- а) міжзернову пустотність щебеню;
- б) пористість щебеню в куску;
- в) сумарну (загальну) пористість (пустотність) щебеню.

2. Визначити:

- а) об'єм каменю в 1 м^3 щебеню;
- б) його об'єм у абсолютно твердому стані.

Задача № 44. Визначити пористість цементного каменя при водоцементному відношенні $В/Ц = 0,6$, якщо хімічно зв'язана вода становить 16 % від маси цементу, густина якого $3,1 \text{ г/см}^3$.

Задача № 45. Шестипустотна залізобетонна панель, яка має довжину 5,0 м, ширину 1,6 м і товщину 22 см, опирається на дві опори. Розрахувати навантаження на кожну опору. Середню густину залізобетону прийняти за 2500 кг/м^3 . Діаметр пустот – 16,5 см.

Задача № 46. При визначенні істинної густини будівельного гіпсу була взята проба $m = 85 \text{ г}$. В колбу Ле-Шательє внесли частину цієї проби, а решта проби масою $m = 15,5 \text{ г}$ залишилась. При цьому рівень керосину в колбі підвищився від нульової відмітки до 25 см^3 . Розрахувати істинну густину будівельного гіпсу.

Задача № 47. Сухий зразок вапняку при випробуванні на стиск зруйнувався при показанні манометра 1200 атм. Визначити границю міцності на стиск зразка в насиченому водою стані, якщо відомо, що коефіцієнт розм'якшення дорівнює 0,7, а площа зразка в 1,5 рази більша площі поршня гідравлічного преса.

Задача № 48. Визначити середню густину зразка неправильної форми, якщо на повітрі він важить 80 г. Маса зразка у воді, після покриття парафіном становить 39 г. Витрата парафіну на покриття зразка становить 12,3 г, а його густина $0,93 \text{ г/см}^3$.

Задача № 49. Маса сухого зразка із черепашнику – 300 г, після насичення його водою збільшилась до 390 г. Знайти пористість і об'ємне поглинання черепашнику, якщо густина його $2,4 \text{ г/см}^3$, а об'єм зразка становить 250 см^3 .

Задача № 50. Зразок базальту масою 109 г після покриття парафіном мав масу на повітрі 112 г, а при зважуванні у воді – 73,5 г. Визначити його середню густину, приймаючи густину парафіну $0,93 \text{ г/см}^3$.

Задача № 51. Манометр преса, площа поршня якого становить 52 см^2 , в момент руйнування стандартного зразка деревини з вологістю 19 % при стиску поздовж волокон показав тиск 4 МПа. Визначити границю міцності деревини при стиску, вологість якої 15 %.

Задача № 52. Манометр гідравлічного преса в момент руйнування зразка $2 \times 2 \times 3 \text{ см}$ деревини з вологістю 20 % при стиску поздовж волокон показав тиск 3 МПа. Визначити границю міцності деревини при стиску, вологість якої 1,5 %, якщо площа поршня преса дорівнює 50 см^2 .

Задача № 53. Визначити масу зразка неправильної форми з середньою густиною 2400 кг/м^3 , якщо його маса у воді зменшилась на 45,5 г. На парафінування зразка витратили 1,5 г парафіну, густина якого $0,93 \text{ г/см}^3$.

РОЗДІЛ 2

БУДІВЕЛЬНА КЕРАМІКА

Типові розрахунки

Приклад 1. Скільки можна отримати цегли з $2,0 \text{ м}^3$ глини, якщо середня густина цегли 1750 кг/м^3 , а середня густина сирій глини за вологості 12 % дорівнює 1650 кг/м^3 . При випалюванні сирцю втрати при прожарюванні становлять 9 % від маси сухої глини.

Дано:

$$\begin{aligned}V_{\text{цг}} &= 2,0 \text{ м}^3 \\ \rho_m^{\text{с}} &= 1650 \text{ кг/м}^3 \\ W_{\text{гл}} &= 12 \% \\ \rho_m^{\text{н}} &= 1750 \text{ кг/м}^3 \\ \text{В.П.П.} &= 9 \%\end{aligned}$$

Знайти:
 $N_{\text{ц}}$ - ?

Розв'язання

1) Маса сирій глини за $W_{\text{гл}} = 12\%$: $m_{\text{гл}} = 1650 \times 2 = 3300 \text{ кг}$.
2) Маса сухої глини:
 $3300 - 100\%$

$$x - 12\% \Rightarrow x = \frac{3300 \times 12}{100} = 369 \text{ кг};$$

$$m_{\text{гл сух}} = 3300 - 369 = 2904 \text{ кг}.$$

3) Маса глиняного черепка з урахуванням втрат при прожарюванні:
 $2904 - 100\%$

$$x - 9\% \Rightarrow x = \frac{2904 \times 9}{100} = 261 \text{ кг};$$

$$m_{\text{гл чер}} = 2904 - 261 = 2643 \text{ кг}.$$

4) Об'єм глини в цеглі: $V = 2643 / 1750 = 1,5 \text{ м}^3$.

5) Об'єм одної цегли: $V_{\text{ц}} = 0,25 \times 0,12 \times 0,065 = 0,00195 \text{ м}^3$.

6) Кількість цегли: $N_{\text{ц}} = 1,5 / 0,00195 = 769 \text{ шт}$.

Відповідь: $N_{\text{ц}} = 769 \text{ шт}$.

Приклад 2. Визначити витрату глини за масою і об'ємом для виготовлення 1000 шт. звичайної цегли, якщо відомо: середня густина цегли 1750 кг/м^3 , середня густина сирій глини 1650 кг/м^3 , вологість глини 13 %, втрати при випалюванні сирцю становлять 8 % від маси сухої глини.

Дано:

$$\begin{aligned}N_{\text{ц}} &= 1000 \text{ шт.} \\ \rho_m^{\text{с}} &= 1650 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_m^{\text{н}} &= 1750 \text{ кг/м}^3 \\ W_{\text{гл}} &= 13 \% \\ \text{В.П.П.} &= 8 \%\end{aligned}$$

Знайти:
 $m_{\text{гл}}$ - ? $V_{\text{гл}}$ - ?

Розв'язання

1) Об'єм 1 цеглини: $V_{\text{ц}} = 0,00195 \text{ м}^3$.

2) Об'єм 1000 шт. цеглин: $V_{\text{н}} = 1,95 \text{ м}^3$.

3) Маса 1000 шт. цеглин: $m_{\text{н}} = 1,95 \times 1750 = 3413 \text{ кг}$.

4) Витрати глини за масою:

$$m_{\text{гл}} = 3413 \times 1,13 \times 1,08 = 4165 \text{ кг}.$$

5) Витрати глини за об'ємом: $V_{\text{гл}} = 4165 / 1650 = 2,52 \text{ м}^3$.

Відповідь: $m_{\text{гл}} = 4165 \text{ кг}$, $V_{\text{гл}} = 2,52 \text{ м}^3$.

Приклад 3. З якою середньою густиною можна одержати пористу цеглу розмірами $250 \times 120 \times 65$ мм при повному вигорянні тирси, якщо витрати тирси на 1000 шт. цегли дорівнюють 350 кг? Середня густина тирси, без врахування порот, становить 650 кг/м^3 , маса повнотілої цегли дорівнює 3,3 кг.

Дано:

$$250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$$

$$N_{\text{ц}} = 1000 \text{ шт.}$$

$$m_{\text{ц}} = 3,3 \text{ кг}$$

$$m_{1000}^{\text{тирси}} = 350 \text{ кг}$$

$$\rho_{\text{м}}^{\text{тирси}} = 650 \text{ кг/м}^3$$

Розв'язання

1) Об'єм тирси, витрачений на 1000 шт. цегли:

$$V_{\text{тирси}} = \frac{m_{\text{тирси}}^{1000}}{\rho_{\text{м}}^{\text{тирси}}} = \frac{350}{650} = 0,538 \text{ м}^3.$$

2) Середня щільність звичайної цегли буде становити:

$$\rho_{\text{м}}^{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{3,3}{0,25 \times 0,12 \times 0,065} = 1692 \text{ кг/м}^3.$$

3) Об'єм пор в 1000 шт. цегли:

$$V_{\text{пор}} = \frac{m_{\text{пор}}}{\rho_{\text{м}}^{\text{ц}}} = \frac{1000m_{\text{ц}} - m_{\text{ц}}^{\text{пористої}}}{\rho_{\text{м}}^{\text{ц}}}, \Rightarrow$$

$$0,538 = \frac{3300 - m_{\text{ц}}^{\text{пористої}}}{1692}; m_{\text{ц}}^{\text{пористої}} = 3300 - 910,3 = 2389,7 \text{ кг}$$

4) Середня щільність пористої цегли:

$$\rho_{\text{м}}^{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ц}}^{\text{пористої}}}{V_{\text{ц}} \times N} = \frac{2389,7}{0,25 \times 0,12 \times 0,065 \times 1000} \approx 1226 \text{ кг/м}^3.$$

II-й спосіб

1) Середня щільність звичайної цегли:

$$\rho_{\text{м}}^{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} = \frac{3,3}{0,25 \times 0,12 \times 0,065} = 1692 \text{ кг/м}^3.$$

2) Об'єм тирси, витрачений на 1000 шт. цегли:

$$V_{\text{тирси}} = \frac{m_{\text{тирси}}^{1000}}{\rho_{\text{м}}^{\text{тирси}}} = \frac{350}{650} = 0,538 \text{ м}^3.$$

3) Об'єм 1000 шт. звичайної цегли:

$$V_{\text{ц}}^{1000} = 1000 \times 0,25 \times 0,12 \times 0,065 = 1,95 \text{ м}^3.$$

4) Приймаємо, що:

$$1,95 - 100\%$$

$$0,538 - X, \Rightarrow X = \frac{0,538 \times 100\%}{1,95} = 27,6\% \quad \text{— об'єм, що займають}$$

пори.

5)

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_{\text{м}}^{\text{ц пористої}}}{\rho_{\text{м}}^{\text{ц}}}\right) \times 100\%, \Rightarrow 27,6\% = \left(1 - \frac{\rho_{\text{м}}^{\text{ц пористої}}}{1692}\right) \times 100\%.$$

$$\rho_{\text{м}}^{\text{ц пористої}} = 1225 \text{ кг/м}^3.$$

Відповідь: для пористої цегли $\rho_{\text{м}}^{\text{ц}} = 1225 \text{ кг/м}^3$.

Задачі

Задача № 1. Потрібно отримати 3000 шт. пористої цегли з середньою густиною 1100 кг/м^3 . Середня густина глиняної цегли дорівнює 1700 кг/м^3 . Визначити затрати соснової тирси на виготовлення пористої цегли, якщо середня густина деревини з сосни дорівнює 430 кг/м^3 .

Задача № 2. Маса цегли глиняної звичайної стандартних розмірів марки 150 в сухому стані дорівнює 3,5 кг. Знайти пористість цегли і вирішити питання про можливість її використання для кладки стін цивільних будівель, якщо густина її твердої речовини дорівнює $2,5 \text{ г/см}^3$.

Задача № 3. При виробництві керамзиту використовувалась глина, яка мала середню густину $\rho = 2550 \text{ кг/м}^3$ за вологості $W = 13,5 \%$. Керамзитовий гравій має середню насипну густину $\rho = 450 \text{ кг/м}^3$, міжзернову пустотність $\Pi = 44 \%$. Розрахувати, у скільки разів збільшиться об'єм глини при спучуванні, якщо маса глини і керамзиту однакова.

Задача № 4. Визначити затрати глини за масою і об'ємом для виготовлення 1000 шт. клінкеру розміром $220 \times 110 \times 65 \text{ мм}$. Відомо, що середня густина клінкеру 1520 кг/м^3 , вологість глини $11,5 \%$, середня густина сирій глини 1600 кг/м^3 , а при випалюванні сирцю в печі втрати при прожарюванні становлять 8% від маси сухої глини.

Задача № 5. Знайти за допомогою формули В. П. Некрасова коефіцієнт теплопровідності звичайної керамічної цегли масою $3,3$ і $3,7 \text{ кг}$.

Задача № 6. За середньою густиною в сухому стані керамічна цегла поділяється на три групи: ефективна $\rho < 1400 \text{ кг/м}^3$; умовно-ефективна $\rho = 1401 \div 1650 \text{ кг/м}^3$; звичайна $\rho > 1650 \text{ кг/м}^3$. Яку масу повинна мати одна керамічна цегла із вищезазначених трьох груп? якою повинна бути пустотність ефективної і пористість умовно-ефективної цегли, якщо густина звичайної цегли дорівнює 1850 кг/м^3 ?

Задача № 7. Яку кількість керамічних каменів розміром $250 \times 120 \times 138 \text{ мм}$ з пустотністю $\Pi = 33 \%$ можна виготовити з 15 тонн глини з вологістю $W = 12 \%$, втрати при прожарюванні В.П.П. = $8,5 \%$. Середня густина звичайної цегли дорівнює $\rho = 1750 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 8. Скільки глини за масою потрібно для виготовлення 1000 шт. плитки для підлоги розміром $150 \times 150 \times 10 \text{ мм}$, якщо середня густина плитки 1720 кг/м^3 ? При випалюванні плитки в печі втрати при прожарюванні становлять 8% від маси сухої глини.

Задача № 9. Скільки глини з вологістю 13,5 % і втратами при прожарюванні 7,5 % (від маси сухої глини) потрібно для випуску 50000 шт. цеглин з середньою густиною 1480 кг/м^3 , розмірами $250 \times 120 \times 68 \text{ мм}$ і з прямокутними пустотами (18 пустот), 9 з яких мають розміри в перерізі $12 \times 35 \text{ мм}$, а 9 інших – $12 \times 46 \text{ мм}$? Можливий брак при виробництві, навантаженні і розвантаженні цегли становить 2 %.

Задача № 10. Визначити за масою і об'ємом витрати глини, яка потрібна для виготовлення 10000 шт. потовщеної цегли з середньою густиною $\rho = 1400 \text{ кг/м}^3$ та об'ємом пустот 30 %, якщо середня густина сирого глини $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$, а вологість $W = 15 \%$. При випалюванні сирцю в печі втрати при прожарюванні становлять $V.П.П. = 10 \%$ від маси сухої глини.

Задача № 11. Визначити витрату дерев'яної тирси для отримання 1000 шт. пористої цегли з середньою густиною $\rho = 1210 \text{ кг/м}^3$, якщо середня густина звичайної керамічної цегли $\rho = 1740 \text{ кг/м}^3$, а середня густина тирси становить $\rho = 610 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 12. Скільки можна додатково виготовити виробів із 1000 м^3 глини з середньою густиною 1710 кг/м^3 , вологістю 12,4 % і втратами при прожарюванні 9,5 % від маси сухої глини, якщо замінити повнотілу звичайну цеглу з розмірами $250 \times 120 \times 65 \text{ мм}$ і з середньою густиною $\rho_m = 1650 \text{ кг/м}^3$ дірчатою, яка містить 60 пустот діаметром 14 мм?

Задача № 13. Знайти витрати глини для виготовлення 10000 шт. керамічних фасадних плиток розміром $290 \times 140 \times 10 \text{ мм}$ з пористістю 8 %. Істинна густина запеченої маси $2,59 \text{ г/см}^3$, витрати маси при сушінні і випалюванні становлять 13,5 % від маси глини.

Задача № 14. Скільки можна отримати звичайної цегли з $2,5 \text{ м}^3$ глини із вологістю 12 % і середньою густиною 1650 кг/м^3 , якщо середня густина цегли 1700 кг/м^3 , а втрати при випалюванні сирцю дорівнюють 8 % від маси сухої глини.

Задача № 15. Яку кількість звичайної червоної цегли можна виготовити з 5 тонн глини? Вологість глини 10 %, втрати при прожарюванні 8 % від маси сухої глини. Цегла повинна бути середньої густини 1750 кг/м^3 .

Задача № 16. Потрібно отримати пористу цеглу, середня густина якої становитиме 1000 кг/м^3 . Середня густина звичайної цегли із тієї ж глини дорівнює 1800 кг/м^3 . Розрахувати, скільки потрібно дерев'яної тирси за масою для виготовлення 1000 шт. пористої цегли, якщо середня густина тирси дорівнює 300 кг/м^3 .

Задача № 17. Скільки потрібно глини за масою для виготовлення 1000 шт. плиток для підлоги розміром $150 \times 150 \times 13$ мм, якщо пористість плиток 4,0 %, густина запеченої маси – $2,52 \text{ г/см}^3$, а втрати при сушінні і випалюванні становлять 15 % від маси глини.

Задача № 18. Визначити витрати глини за масою і об'ємом для виготовлення 2500 шт. цегли, яка має середню густину – 1780 кг/м^3 . Середня густина сирогої глини – 1610 кг/м^3 (за вологості 13 %). Витрати цегли становлять 8,5 % від маси сухої глини.

Задача № 19. До якої марки можна віднести випробувану повнотілу цеглу пластичного формування, якщо при випробуванні п'яти зразків такої цегли були отримані такі результати:

Межа міцності на стиск, МПа	Межа міцності на згин, МПа
16,5	3,3
15,6	3,0
14,3	2,8
16,2	3,2
12,6	1,7

Задача № 20. Якою може бути максимальна маса однієї цегли розміром $250 \times 120 \times 65$ мм з товщиною стіни 64, 51 і 38 см, якщо у всіх випадках термічний опір стіни $0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$?

Задача № 21. Керамічна звичайна цегла в сухому стані важить 3550 г. Розміри цегли $254 \times 118 \times 68$ мм. Водопоглинання становить 12,5 % за об'ємом. Після випробування шляхом пропарювання було знайдено два відколи на поверхні розміром по найбільшому виміру 7 мм. Чи задовольняє цегла вимоги ДСТУ БВ.2.7–61–97?

Задача № 22. Допустимий термічний опір стін жилих будівель $0,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Якої товщини із теплотехнічних міркувань повинна бути стіна із застосуванням звичайної цегли з $\rho_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$, умовно-ефективної цегли з $\rho_0 = 1550 \text{ кг/м}^3$ і ефективної цегли з $\rho_0 = 1350 \text{ кг/м}^3$?

Задача № 23. З якою середньою густиною можна одержати пористу цеглу розмірами $250 \times 120 \times 88$ мм при повному вигорянні тирси, якщо витрати тирси на 1000 шт. цегли дорівнюють 550 кг? Середня густина тирси, без врахування порот, становить 630 кг/м^3 , маса повнотілої цегли дорівнює 4,5 кг.

РОЗДІЛ 3

МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

Типові розрахунки

Приклад 1. Скільки потрібно вапняку з вологістю 16,5 % для одержання 1 тонни негашеного вапна?

Дано:	Розв'язання
$W_{\text{CaCO}_3} = 16,5\%$	1) Реакція отримання вапна при випалюванні вапняку: $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$ $\begin{array}{ccc} 100 & 56 & 44 \end{array}$
$m_{\text{CaO}} = 1 \text{ т}$	2) Маса сухого вапняку: $100 - 56$
Знайти:	
$m_{\text{CaCO}_3} - ?$	$X - 1 \text{ т} \Rightarrow x = \frac{56 \times 1}{100} = 1,79 \text{ т.}$
	3) Маса вапняку з врахуванням вологості: $m_{\text{CaCO}_3} = 1,79 \times 1,165 = 2,08 \text{ т.}$
	Відповідь: $m_{\text{CaCO}_3} = 2,08 \text{ т.}$

Приклад 2. Вирахувати кількість зв'язаної води в процентах при повній гідратації 5 тонн напівводного гіпсу.

Дано:	Розв'язання
$m_{\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}} = 5 \text{ т}$	1) Реакція гідратації: $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}.$
	2) В 5 т напівводного гіпсу міститься води: $M_{\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}} = 40 + 32 + 16 \times 4 + 0,5 \times 18 = 145;$ $5000 - 145$
Знайти:	$x - 9 \Rightarrow x = \frac{5000 \times 9}{145} = 310 \text{ кг (л).}$
$m_{\text{H}_2\text{O}} - ?$	3) Для утворення двоводного гіпсу додатково потрібно води 1,5 H ₂ O або: $310 \times 3 = 930 \text{ кг (л).}$
	4) Тоді маса отриманого прогідратованого двоводного гіпсу буде: $m_{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 5000 + 930 = 5930 \text{ кг.}$
	5) Кількість води у двоводному гіпсі: $m_{\text{H}_2\text{O}} = 930 + 310 = 1240 \text{ кг (л).}$

5930 – 100

$$1240 - x \Rightarrow x = \frac{1240 \times 100}{5930} = 20,9\%$$

Відповідь: $m_{H_2O} = 20,9\%$.

Приклад 3. Визначити пористість затверділого цементного каменю із портландцементу, густина якого – $3,1 \text{ г/см}^3$. Вміст води в цементному тісті відносно до маси цементу – 40% , $B/C = 0,4$. Після затвердіння кількість хімічно зв'язаної води становила 15% від маси цементу (зміна об'єму при затвердінні цементного каменю не враховується).

Дано:

Розв'язання

$$\begin{aligned} \rho_{ц} &= 3,1 \text{ г/см}^3 \\ B/C &= 0,4 \\ (B/C)_{xзв} &= 0,15 \end{aligned}$$

1) Об'єм цементного тіста дорівнює:

$$V_{цт} = \frac{1}{\rho_{ц}} + \frac{B}{C} = \frac{1}{3,1} + 0,4 = 0,323 + 0,4 = 0,723.$$

2) Об'єм цементного каменю:

$$V_{цк} = \frac{1}{\rho_{ц}} - \left(\frac{B}{C}\right)_{xзв} = \frac{1}{3,1} + 0,15 = 0,473.$$

3) Пористість цементного каменю:

$$P_{цк} = 1 - \frac{V_{цк}}{V_{цт}} = 1 - \frac{0,473}{0,723} = 0,35.$$

Відповідь: $P_{цк} = 35\%$.

Приклад 4. Розрахувати витрати матеріалів за масою (кількість вапна, води для гашення, піску сухого та вологого) для виготовлення 1000 шт. силікатної цегли 1850 кг/м^3 за її вологості 6% . Вміст CaO в сухій суміші 8% за масою. Активність вапна 90% , пісок має вологість $5,5\%$.

Дано:

Розв'язання

$$\begin{aligned} n &= 1000 \text{ шт.} \\ \rho_m &= 1850 \text{ кг/м}^3 \\ W_{ц} &= 6\% \\ m_{CaO} &= 8\% \\ A_{CaO} &= 90\% \\ W_{п} &= 5,5\% \end{aligned}$$

1) Об'єм 1 цеглини: $V_{ц} = 0,25 \times 0,12 \times 0,065 = 0,00195 \text{ м}^3$.

2) Маса 1000 шт. вологої цегли:
 $m_{ц} = 1000 \times 0,00195 \times 1850 = 3607,5 \text{ кг.}$

3) Маса 1000 шт. сухої цегли:
 $m_{цсух} = 3607,5 \times 0,94 = 3403 \text{ кг.}$

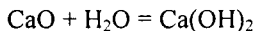
4) Визначимо вміст CaO в сухій суміші:
 $m_{CaO} = 3403 \times 0,08 = 272 \text{ кг.}$

5) Витрати негашеного вапна з активністю 90% :
 $m_{вал} = 272/0,9 = 302 \text{ кг.}$

6) Розрахуємо витрати води для гашення вапна:

Знайти:
 $m_{вал} - ?$

$m_v - ?$
 $m_{пс} - ?$
 $m_{пв} - ?$



$$56 \quad 18 \quad 74$$

$$56 - 18$$

$$272 - x \rightarrow x = m_v = (272 \times 18) / 56 = 87 \text{ кг (л)}.$$

7) Витрати сухого піску: $m_{пс} = 3403 - (302 + 87) = 3014 \text{ кг}.$

8) Витрати вологого піску: $m_{пв} = 3014 \times 1,055 = 3180 \text{ кг}.$

Відповідь: $m_{вап} = 302 \text{ кг}; m_v = 87 \text{ кг}; m_{пс} = 3014 \text{ кг};$

$m_{пв} = 3180 \text{ кг}.$

Приклад 5. Скільки вміщує вапна і води 1 м^3 вапняного тіста, якщо середня густина його становить 1450 кг/м^3 , густина гідратного вапна – $2,05 \text{ г/см}^3$?

Дано:

Розв'язання

1) 1 м^3 вапняного тіста має вагу $1450 \text{ кг}.$

Складемо систему рівнянь:

$$V_{\text{вапн. тіста}} = 1 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{вапн. т.}} = 1450 \text{ кг / м}^3$$

$$\rho_{\text{вапна}} = 2,05 \text{ г / см}^3$$

$$m_{\text{вапна}} + m_{\text{води}} = 1450 \text{ кг}$$

$$V_{\text{вапна}} + V_{\text{води}} = 1 \text{ м}^3$$

2) Виразимо масу вапна як $m_{\text{вапна}} = 1450 - m_{\text{води}}$, а об'єми матеріалів як

$$V_{\text{вапна}} = \frac{m_{\text{вапна}}}{\rho_{\text{вапна}}} = \frac{1450 - m_{\text{води}}}{2500}, \quad V_{\text{води}} = \frac{m_{\text{води}}}{\rho_{\text{води}}} = \frac{m_{\text{води}}}{1000}$$

Знайти:

$$m_{\text{води}} - ?$$

$$m_{\text{вапна}} - ?$$

і підставимо у систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{вапна}} &= 1450 - m_{\text{води}} \\ \frac{1450 - m_{\text{води}}}{2500} + \frac{m_{\text{води}}}{1000} &= 1 \text{ м}^3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

знаходимо масу необхідної води:

$$\frac{1450 - m_{\text{води}}}{2500} + \frac{m_{\text{води}}}{1000} = 1,$$

$$\frac{(1450 - m_{\text{води}}) \times 1000 + 2500 \times m_{\text{води}}}{2500 \times 1000} = 1,$$

$$1450 - m_{\text{води}} + 2,05m_{\text{води}} = 2050,$$

$$1,05m_{\text{води}} = 600,$$

$$m_{\text{води}} = 571,4 \text{ кг}.$$

Тоді маса необхідного вапна:

$$m_{\text{вапна}} = 1450 - m_{\text{води}} = 1450 - 571,4 = 878,6 \text{ кг}.$$

Відповідь: $m_{\text{води}} = 571,4 \text{ кг}, m_{\text{вапна}} = 878,6 \text{ кг}.$

Приклад 6. Скільки напівводного гіпсу можна отримати після термічної обробки 20 тонн гіпсового каменю?

Дано:

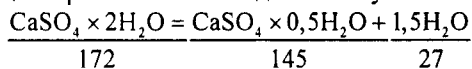
$$m_{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 20 \text{ т}$$

Знайти:

$$m_{\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}} - ?$$

Розв'язання

1) Реакція отримання напівводного гіпсу:



2) Маса гіпсу: 172 – 145

$$20\text{т} - x, \Rightarrow x = \frac{20 \times 145}{172} = 16,86 \text{ т.}$$

Відповідь: $m_{\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}} = 16,86 \text{ т.}$

Задачі

Задача № 1. Цемент при повній гідратації зв'яже 35 % води відносно до маси цементу. Визначити пористість цементного каменю із тіста з В/Ц = 0,4, якщо ступінь гідратації α становить 30 і 50 %. Густина цементу $\rho = 3,14 \text{ г/см}^3$.

Задача № 2. Якою буде активність цементу, що містить 65 % ПЦ марки 400 і 35 % опоки? Якої марки потрібно, у цьому випадку, взяти портландцемент, щоб отримати змішаний цемент марки 400?

Задача № 3. Для визначення вмісту напівводного гіпсу в будівельному гіпсі порцію подрібненого піску $m_r = 2,5 \text{ г}$, попередньо висушеного до сталої маси, змішали з водою. Затверділий матеріал висушили до сталої маси, яка становила $m_r = 2,84 \text{ г}$. Який вміст в будівельному гіпсі $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$?

Задача № 4. Яка кількість $\text{Ca}(\text{OH})_2$ виділяється при повній гідратації 1 кг портландцементу, що містить 95 % клінкеру і 5 % гіпсу? Вміст основних мінералів у клінкері, %: $\text{C}_3\text{S} - 57$; $\text{C}_2\text{S} - 22$; $\text{C}_3\text{A} - 7$; $\text{C}_4\text{AF} - 11$. Яка кількість домішки трепелу з вмістом $\text{SiO}_4 = 72$ % необхідна для повного зв'язування виділюваного $\text{Ca}(\text{OH})_2$?

Задача № 5. Скільки напівводного гіпсу можна отримати після термічної обробки 40 тонн гіпсового каменю?

Задача № 6. Яку кількість цементу і води потрібно взяти для отримання цементного тіста масою 10 кг з середньою густиною 1950 кг/м^3 ? Істинна густина портландцементу $3,1 \text{ г/см}^3$.

Задача № 7. Скільки потрібно вапняку з вологістю 10 % і кількістю домішок 9 % від маси сухої речовини для одержання 8 т негашеного вапна?

Задача № 8. Для отримання 77 кг вапняного тіста було використано $61,5 \text{ кг}$ гашеного вапна з істинною густиною $2,05 \text{ г/см}^3$. Яку середню густину мало вапняне тісто?

Задача № 9. Скільки вийде вапняного тіста, що містить 47 % води, із 3 т негашеного вапна активність якого 85 %? В розрахунках враховувати зміну молекулярної маси вапна при реакції гашення.

Задача № 10. Скільки вміщує вапна і води 10 м^3 вапняного тіста, якщо середня густина його становить 1430 кг/м^3 , густина гідратного вапна становить $2,1 \text{ г/см}^3$?

Задача № 11. Визначити середню густину гіпсового тіста з водо-гіпсовим відношенням 0,7 при істинній густині гіпсу $2,7 \text{ г/см}^3$.

Задача № 12. Скільки потрібно вапна для добавки його до гіпсового тіста в оптимальній кількості, щоб сповільнити початок тужавіння гіпсового тіста? Для цього був використаний весь будівельний гіпс отриманий із 1 т гіпсового каменю.

Задача № 13. Яка кількість гідратного вапна і води міститься у вапняному тісті масою $m_t = 10 \text{ т}$, з середньою густиною $\rho_m = 1400 \text{ кг/м}^3$? Істинна густина пилоподібного гідратного вапна $\rho_v = 2,05 \text{ г/см}^3$.

Задача № 14. Визначити кількість напівводного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, яка буде отримана після термічної обробки 15 тонн гіпсового каменю $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Задача № 15. Скільки вапняного тіста (за масою і об'ємом) з вологістю $W_t = 50 \%$ можна отримати із $m_v = 15 \text{ т}$ негашеного вапна з активністю $A = 85 \%$? Середня густина вапняного тіста $\rho_m = 1400 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 16. Розрахувати кількість негашеного вапна, отриманого при повному випалюванні 15 т чистого вапняку, який має вологість 8%.

Задача № 17. Знайти, скільки потрібно чистого вапняку з вологістю $W = 10 \%$, щоб одержати 5 т негашеного вапна.

Задача № 18. Скільки необхідно взяти вапна з активністю 92 %, щоб за рахунок його гашення (без витрати тепла) перевести в будівельний гіпс гіпсовий камінь вагою 50 кг з вмістом 99 % $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Затрати тепла на перехід 1 моля двоводного гіпсу в напівводний дорівнюють 84 кДж, а кількість тепла, що виділяється при гашенні 1 моля CaO – 65 кДж.

Задача № 19. Визначити коефіцієнт виходу і витрат матеріалів на 1 м^3 абсолютно густого вапняного розчину складу 1:4 (за об'ємом). Об'єм пустот в піску становить 42 %.

Задача № 20. Скільки необхідно додати трепелу до портландцементу марки 600, щоб отримати пуцолановий портландцемент марки 500? Передбачається, що трепел не бере участі в реакції створення цементного каменю до 28-добового віку.

Задача № 21. Визначити вихід сухого вапна-кипільки із 20 т вапняку, який містить 6 % глинистих домішок.

Задача № 22. Визначити пористість каменю із глиноземистого цементу, якщо вміст води в ньому становить 29 %, а кількість хімічно зв'язаної води становить 18 % від маси цементу. Густина глиноземистого цементу становить $3,0 \text{ г/см}^3$. При виришенні рекомендується задатися масою цементу.

Задача № 23. Яка кількість тепла виділяється при гашенні 150 кг вапна, яке містить 85 % активної СаО, якщо при гашенні 1 моля виділяється 65 кДж тепла?

Задача № 24. Скільки потрібно додати активної кремнеземистої домішки з вмістом 71 % SiO_2 до 5 т цементу з 95 % клінкеру, який містить 56 % трикальцієвого силікату, щоб забезпечити повне зв'язування виділеного при гідратації $\text{Ca}(\text{OH})_2$?

Задача № 25. Розрахувати, скільки вільного вапна $\text{Ca}(\text{OH})_2$ виділяється при гідратації 15 кг портландцементу (без активних мінеральних домішок), що вміщує 55 % C_3S , якщо гідроліз аліту пройшов на 61 %. Який вміст створеного вільного вапна до початкової маси цементу?

Задача № 26. Розрахувати теоретично необхідне водо-цементне відношення для повного забезпечення реакції між цементом і водою, якщо цемент містить: $\text{C}_3\text{S} - 60 \%$; $\text{C}_2\text{S} - 20 \%$; $\text{C}_3\text{A} - 8 \%$; $\text{C}_4\text{AF} - 12 \%$.

Задача № 27. Визначити пористість затверділого цементного каменю, виготовленого з різних цементів: ПЦ, ППЦ і ГЦ. Цементне тісто містило 40 % води відносно до маси цементу, $\text{В/Ц} = 0,4$. Кількість хімічно зв'язаної води після затвердіння становила: ПЦ – 15 %; ППЦ – 12 %; ГЦ – 20 % маси цементу, тобто $\text{В/Ц} = 0,15$; $0,12$ і $0,2$. Істинна густина цементів відповідно: $\rho = 3,1$; $2,85$; $3,0 \text{ г/см}^3$. Зміну об'єму цементного каменю при затвердінні в розрахунках не враховувати.

Задача № 28. Визначити середню густину вапняного тіста, в якому міститься 56 % води (за масою), якщо густина вапна-кипільки $2,08 \text{ г/см}^3$.

Задача № 29. Визначити коефіцієнт розм'якшення і зробити висновки про водостійкість черепашнику, якщо відомо руйнівне навантаження зразка в сухому стані на гідравлічному пресі – 82100 кгс; площа зразка 400 см^2 . Після насичення водою міцність каменя зменшилась на 25 %.

Задача № 30. Визначити середню густину і пористість гіпсового каменя з вологістю 8 %. При затвердінні проходить збільшення об'єму каменя на 1 %. Густина в'язучої речовини $2,6 \text{ г/см}^3$, густина каменя $2,2 \text{ г/см}^3$, водо-гіпсове відношення – 0,5.

Задача № 31. Визначити кількість вапняного тіста (за масою і об'ємом), яке містить 50 % води і отриманого із 1,2 т вапна-кипілки, яке має активність 90 % (середня густина вапняного тіста – 1400 кг/м^3).

Задача № 32. Визначити кількість вапняного тіста (за масою і об'ємом), яке містить 60 % води і отримане із 2,5 т вапна-кипілки, активність якого 86 %. Густина вапняного тіста 1420 кг/м^3 .

Задача № 33. Маса гіпсового каменю 10 т, його вологість 5 % (за масою), вміст домішок становить 18 %. Визначити масу гіпсового в'язучого, отриманого із цієї сировини.

Задача № 34. Визначити пористість у затверділому цементному тісті, приготовленого із портландцементу, якщо тісто містить 48 % води, а для проходження реакції затвердіння необхідно 20 % води. Щільність портландцементу $3,1 \text{ г/см}^3$.

Задача № 35. Для отримання тіста нормальної густини будівельний гіпс потребує 50–70 % води, а високоміцний (технічний) – 30–40 %. Дійсна густина будівельного і високоміцного гіпсу практично однакова і становить $2,7 \text{ г/см}^3$. Визначити і порівняти пористість затверділих і висушених будівельного і високоміцного гіпсу, припустивши, що вихідні продукти повністю складаються із $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$.

Задача № 36. Визначити вихід будівельного гіпсу і ангідритового в'язучого із 1 т гіпсового каменю 3-го сорту, вологістю 7 %, що містить 80 % $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В склад домішок входять 7 % глини, 9 % піску, 4 % органічних включень.

Задача № 37. Розрахувати вихід вапна-кипілки, вапна-пушонки і вапнякового тіста із вологістю 50 % із 1 т вапняку із вмістом $\text{CaCO}_3 = 88 \%$, вмістом глинистих домішок у вигляді каолініту 9 % і піску 3 %.

Задача № 38. Визначити сорт гіпсового каменю, якщо після нагріву в муфельній печі при $400 \text{ }^\circ\text{C}$ $1,54 \text{ г}$ попередньо висушеної наважки маса її зменшилась до $1,25 \text{ г}$. В гіпсовому камені 1-го сорту повинно міститись не менше 95 % двоводного гіпсу, 2-го – не менше 90 %, 3-го і 4-го – не менше 80–70 %, відповідно.

Задача № 39. На скільки кілограмів більше можливий вихід напівводного гіпсу при отриманні будівельного гіпсу з 1 т гіпсового каменю 1-го сорту, ніж 4-го сорту, при вмісті в породі 97 і 72 % двоводного гіпсу?

РОЗДІЛ 4

ЗАПОВНЮВАЧІ ДО РОЗЧИНІВ І БЕТОНІВ

Типові розрахунки

Приклад 1. Зерновий склад пісків № 1 і № 2 поданий в табл. 4.1. Визначити повні залишки, модуль крупності та придатність пісків для приготування бетону.

Таблиця 4.1 – Зерновий склад пісків № 1 і № 2 у вигляді часткових залишків, %

№ піску	Розміри отворів сит, мм						Пройшло через 0,14
	2	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
1	-	3	22	20	36	11	7,8
2	-	1,5	11	12	26	37	12,4

Розв'язання

Повний залишок A_i на кожному ситі визначають як суму часткових залишків на всіх ситах з великим розміром отворів плюс залишок на даному ситі за формулою:

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + a_{0,63} + \dots + a_i.$$

Повні залишки для піску № 1, %:

$$A_{2,5} = 3; A_{1,25} = 3+22=25; A_{0,63} = 3+22+20=45; A_{0,315} = 3+22+20+36=81;$$

$$A_{0,14} = 3+22+20+36+11 = 92.$$

Повні залишки для піску № 2, %:

$$A_{2,5} = 1,5; A_{1,25} = 1,5+11=12,5; A_{0,63} = 1,5+11+12=24,5;$$

$$A_{0,315} = 1,5+11+12+26=50,5; A_{0,14} = 1,5+11+12+26+37 = 87,5.$$

Модуль крупності для піску № 1:

$$M_k = (3+25+45+81+92) / 100 = 2,46;$$

для піску № 2 :

$$M_k = (1,5+12,5+24,5+50,5+87,5) / 100 = 1,77.$$

Криві просіювання пісків за повними залишками на ситах наносимо на графік зернового складу піску (рис. 4.1).

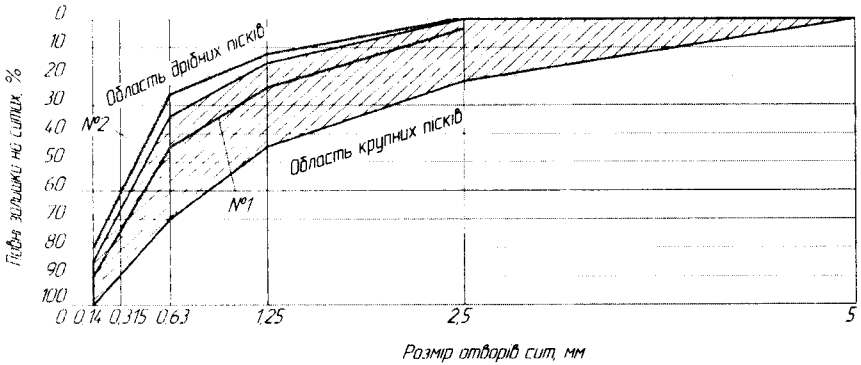


Рисунок 4.1 – Графік зернового складу пісків № 1 і № 2

З графіка видно, що по гранулометричному складу пісок № 1 придатний для бетону. Пісок № 2 належить до групи дрібних пісків, тому його зерновий склад потрібно поліпшити добавкою крупнозернистого піску або кам'яних висівок.

Приклад 2. Розрахувати орієнтовну питому поверхню дрібного піску, прийнявши його зерновий склад по графіку 4.1 і табл. 4.1.

Розв'язання

Питома поверхня піску за формулою А. С. Ладінського:

$$S = \frac{16,5K}{1000}(a + 2b + 4c + 8d + 16e + 36f) =$$

$$= \frac{16,5 \times 1,3}{100}(3 + 2 \times 22 + 4 \times 20 + 8 \times 36 + 16 \times 11 + 36 \times 7,8) = 18,7 \text{ м}^2/\text{абс.л.},$$

де $K = 1,3$ для дрібного піску.

Відповідь: $S = 18,7 \text{ м}^2 / \text{абс.л.}$

Приклад 3. Визначити порожнистість гранітного щебеню, якщо його насипна щільність $\rho_0 = 1680 \text{ кг/м}^3$, а щільність $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$.

Дано:

$$\rho_0 = 1680 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$$

Знайти:

$$V_{\text{пуст}} - ?$$

Розв'язання:

1) Порожнистість щебеню:

$$V_{\text{пуст}} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{1680}{2700}\right) \times 100\% = 40\%.$$

Відповідь: $V_{\text{пуст}} = 40\%$.

Приклад 4. Обчислити приріст об'єму піску при зволоженні його до 2 і 6 %, якщо насипна щільність піску в сухому стані $\rho_0 = 1490 \text{ кг/м}^3$, а у вологому стані – відповідно 1195 і 1155 кг/м^3 .

Дано:

Розв'язання

$$W_1 = 2 \%$$

$$W_2 = 6 \%$$

$$\rho_{\text{сух.}} = 1490 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{вол.}}^1 = 1195 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{вол.}}^2 = 1155 \text{ кг/м}^3$$

1) Маса 1 м^3 піску за вологості, відповідно, 2 і 6 %:

$$m_n^1 = m_c^1 \times 1,02 = 1490 \times 1,02 = 1520 \text{ кг};$$

$$m_n^2 = m_c^2 \times 1,06 = 1490 \times 1,06 = 1579 \text{ кг}.$$

2) Об'єм вологого піску:

$$V_n^1 = m_n^1 / m_c^1 = 1520 / 1195 = 1,27 \text{ м}^3;$$

$$V_n^2 = 1579 / 1155 = 1,37 \text{ м}^3.$$

Знайти:

$$\Delta V_n - ?$$

3) Приріст об'єму піску:

$$\Delta V_1 = V_n - V_c = 1,27 - 1 = 0,27 \text{ м}^3;$$

$$\Delta V_2 = 1,37 - 1 = 0,37 \text{ м}^3.$$

Відповідь: $\Delta V_1 = 0,27 \text{ м}^3$; $\Delta V_2 = 0,37 \text{ м}^3$.

Приклад 5. Підібрати крупний заповнювач для виготовлення збірних залізобетонних колон і плит покриття промислової будівлі. Переріз колон $400 \times 600 \text{ мм}$, марка бетону М 500, мінімальна відстань між арматурними стержнями 50 мм. Товщина плит покриття 100 мм, марка бетону М 300, мінімальна відстань між арматурними стержнями 40 мм. Властивості щебеню наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Властивості щебеню

№ щебеню	Вид щебеню	Фракція, мм	Марка за дробленням в циліндрі
1	Вапняковий	5–10	500
2	Гранітний	5–20	1000
3	Гранітний	20–40	800
4	Вапняковий	10–20	700

Розв'язання

Для виготовлення залізобетонних колон вибираємо щебінь № 2, оскільки його марка 1000 в 2 рази вища марки бетону М 500, а найбільша крупність 20 мм – менше мінімальної відстані між арматурними стержнями. Плити покриття потрібно виготовити на щебені № 4, оскільки його марка 700 більш ніж в два рази вища марки бетону М 300, а найбільша крупність 20 мм – менше мінімальної відстані між арматурними стержнями плити.

Приклад 6. Цементне тісто при $(B/C)_{ц} = 0,26$ та цементно-піщаний розчин складу 1:2 за масою при $(B/C)_{ц} = 0,42$ мали однаковий розплив конуса на стандартному струшувальному столику. Стандартні зразки з розчину, випробувані 28 діб, показали середню межу міцності при стиску 31,6 МПа. Використаний цемент мав активність $R_{ц} = 42$ МПа (420 кгс/см^2). Визначити потребу у воді піску і коефіцієнт міцності.

Дано:

Розв'язання

$$W_1 = 2 \%$$

$$W_2 = 6 \%$$

$$\rho_{сх} = 1490 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{вол}^1 = 1195 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{вол}^2 = 1155 \text{ кг/м}^3$$

Знайти:

$$B_n - ?$$

$$A_n - ?$$

1) Потреба у воді піску:

$$B_n = \frac{(B/C)_p - (B/C)_{ц}}{n} 100 = \frac{(0,42 - 0,26)}{2} 100 = 8\%$$

2) Коефіцієнт міцності піску:

$$A_n = \frac{R_p}{R_{ц} [(C/B)_p - 0,5]} = \frac{31,6}{42(2,38 - 0,5)} = 0,4,$$

$$\text{де } (C/B)_p = 1 / (B/C)_p = 1 / 0,42 = 2,38.$$

$$\text{Відповідь: } \Delta V_1 = 0,27 \text{ м}^3; \Delta V_2 = 0,37 \text{ м}^3.$$

Приклад 7. Визначити оптимальне співвідношення між піском і гравієм за масою для отримання найбільш щільної суміші заповнювачів для бетону, якщо відома щільність піску $\rho_n = 2600 \text{ кг/м}^3$, насипна щільність гравію $\rho_{п} = 1670 \text{ кг/м}^3$ і щільність зерен гравію $\rho = 2620 \text{ кг/м}^3$. Коефіцієнт розсушення зерен гравію прийняти $\alpha = 1,1$.

Дано:

Розв'язання

$$\rho_0 = 1670 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_n = 2600 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho = 2620 \text{ кг/м}^3$$

$$\alpha = 1,1$$

1) Оптимальним буде співвідношення між піском і гравієм, коли пісок заповнить порожнечі в гравію з розсушенням $\alpha = 1,1$, тобто:

$$P/\rho^п = V_{пуст} (\Gamma/\rho_{г}) \alpha.$$

Звідси:

$$P/\Gamma = V_{пуст} (\rho_{п}/\rho_{г}) \alpha = 0,369 \times (2600 / 2620) \times 1,1 = 0,396,$$

де P і Γ – маса піску і гравію, кг; $\rho_{п}$ і $\rho_{г}$ – щільність піску і гравію, кг/м^3 ; $V_{пуст}$ – порожнистість гравію.

$$2) V_{пуст} = 1 - \rho_0 / \rho_{п} = 1 - 1670 / 2620 = 0,363.$$

$$\text{Відповідь: } V_{пуст} = 0,363.$$

Приклад 8. Чому дорівнює вологість піску, якщо маса проби вологого піску 500 г, а маса проби висушеного піску – 475 г.

Дано:

Розв'язання

1) Вологість піску:

$$m_{\text{вол.}} = 500 \text{ г}$$

$$m_{\text{сух.}} = 475 \text{ г}$$

$$W = \left(\frac{m_a - m_c}{m_c} \right) \times 100\% = \left(\frac{500 - 475}{475} \right) \times 100\% = 5\%.$$

Знайти:

Відповідь: $W_{\text{п.}} = 5\%$.

$$W_{\text{п.}} - ?$$

Приклад 9. Зерновий склад щебеню № 1 та № 2 у вигляді часткових залишків на ситах, наведений в табл. 4.3. Побудувати графіки зернового складу і дати оцінку щебеню за гранулометричним складом.

Таблиця 4.3 – Зерновий склад щебеню у вигляді часткових залишків, %

№ щебеню	Розміри отворів сит, мм					
	40	30	20	10	5	3
1	-	-	-	48	35	13
2	3	-	7	26	44	20

Розв'язання

Повні залишки на ситах для щебеню № 1, % :

$$A_{10} = 48; A_5 = 48 + 35 = 83; A_3 = 83 + 13 = 96.$$

Повні залишки на ситах для щебеню № 2, % :

$$A_{40} = 3; A_{20} = 3 + 7 = 10; A_{10} = 10 + 26 = 36;$$

$$A_5 = 36 + 44 = 80; A_3 = 80 + 20 = 100.$$

$D_{\text{найб.}}$ відповідає розміру отворів сит, повний залишок яких не перевищує 5 %. Для щебеню № 1 і № 2 $D_{\text{найб.}}$ відповідно дорівнює 20 і 40 мм.

$D_{\text{найм.}}$ відповідає розміру отворів сит, повний залишок на якому становить не менше 95 %. Для щебеню № 1 і № 2 $D_{\text{найм.}} = 3$ мм. Для щебеню № 1 – $0,5(D_{\text{найм.}} + D_{\text{найб.}}) = 0,5(20 + 3) = 11,5$ мм. Приймаємо сито з отвором 10 мм. Для щебеню № 2 – $0,5(D_{\text{найм.}} + D_{\text{найб.}}) = 0,5(40 + 3) = 21,5$ мм. Приймаємо сито з отвором 20 мм. Для щебеню № 1 – $1,25 D_{\text{найб.}} = 1,25 \times 20 = 25$ мм і щебеню № 2 – $1,25 D_{\text{найб.}} = 1,25 \times 40 = 50$ мм. Приймаємо відповідно сита з отворами 40 і 70 мм. За отриманими даними будуюмо графіки зернового складу щебеню. Вони наведені на рисунку 4.3.

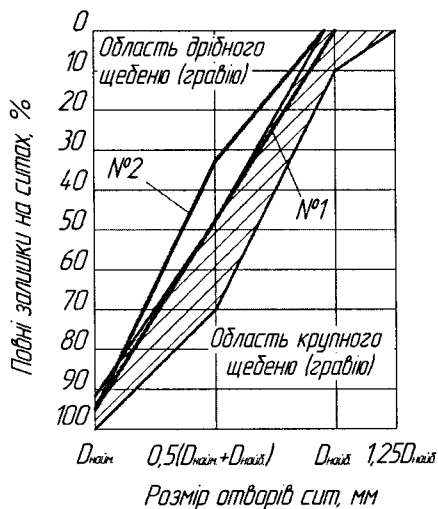


Рисунок 4.2 – Графік зернового складу щебеню (гравію). Криві просіювання щебеню № 1 і № 2 побудовані за даними прикладу 1

З рис. 4.3 видно, що зерновий склад щебеню № 1 задовольняє вимоги стандарту. Зерновий склад щебеню № 2 належить до області дрібного щебеню внаслідок недостатньої кількості крупної фракції (10–20 мм) і надлишку дрібної фракції (3–5 мм) (рис. 4.4).

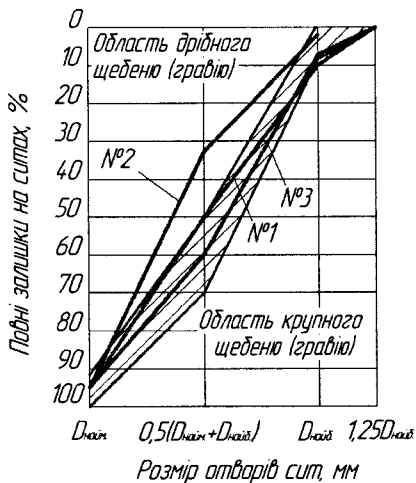


Рисунок 4.4 – Криві просіювання щебеню (гравію)

Задачі

Задача № 1. Користуючись даними табл. 4.2, обчислити повні залишки, модуль крупності і визначити придатність пісків № 1 і № 2 для приготування бетону.

Задача № 2. Побудувати криві просіювання піску № 3 та № 4, підрахувати повні залишки на ситах і нанести їх на графік рис. 4.1. Визначити модуль крупності пісків. Зерновий склад пісків у вигляді часткових залишків прийняти за табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Зерновий склад пісків у вигляді часткових залишків, %

№ піску	Розміри отворів сит, мм						Пройшло через 0,14
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
1	-	0,8	3,2	1,1	29,0	51,2	14,7
2	-	1,9	12	13,2	24,3	37,1	11,5
3	-	2,5	24	19	29	9	16,5
4	-	6	29	26	24	10,2	4,8
5	-	0,3	0,8	2	18	58,2	20,7
6	6,1	12,3	28,8	31,1	12,4	5,3	3,0

Задача № 3. Підрахувати повні залишки на стандартних ситах і модуль крупності піску № 6, прийнявши зерновий склад піску за табл. 4.2.

Задача № 4. Обчислити модуль крупності піску № 5 і визначити його придатність для приготування бетону. Зерновий склад піску прийняти за табл. 4.2.

Задача № 5. Визначити порожнистість піску, якщо насипна щільність піску в сухому стані $\rho_0 = 1490 \text{ кг/м}^3$, а щільність піску $\rho = 2620 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 6. Підрахувати порожнистість піску, якщо насипна щільність піску після ущільнення вібруванням $\rho_0 = 1960 \text{ кг/м}^3$, а щільність піску $\rho = 2650 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 7. Як зміниться витрата вологого піску за масою при приготуванні будівельного розчину, якщо сухого піску з розрахунку потрібно було 1580 кг/м^3 , а виробничий пісок мав вологість 5 %?

Задача № 8. Обчислити вологість піску, якщо маса проби вологого піску 1 кг, а маса проби висушеного піску – 943 г.

Задача № 9. Визначити приріст обсягу піску від зволоження його до вологості 10 %, якщо насипна щільність сухого піску $\rho_0=1550 \text{ кг/м}^3$, а насипна щільність вологого піску $\rho_0=1280 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 10. Насипна щільність сухого піску $\rho_0=1510 \text{ кг/м}^3$. Підрахувати насипну щільність піску при зволоженні його до 6 %, якщо відомо, що за вологості 6 % обсяг піску на 27 % більше порівняно з сухим.

Задача № 11. Обчислити питому поверхню піску № 3, прийнявши зерновий склад піску у вигляді часткових залишків за табл. 4.2.

Задача № 12. Визначити, який з пісків, № 5 або № 6, має мінімальну питому поверхню. Зерновий склад пісків прийняти за табл. 4.2.

Задача № 13. Визначити потребу у воді піску, якщо цементне тісто при $(В/Ц)_{ц} = 0,25$ і розчин складу 1:2 за масою при $(В/Ц)_{р} = 0,45$ мали однакокий розплив конуса на струшувальному столику 170 мм.

Задача № 14. Цементне тісто з нормальною густотою 23 % і розчин складу 1:3 за масою при $(В/Ц)_{р} = 0,44$ мали розплив конуса на струшувальному столику 170 мм. Активність цементу 43 МПа. Середня межа міцності при стисненні стандартних зразків з розчину 34,2 МПа. Визначити потребу у воді і коефіцієнт міцності піску.

Задача № 15. Зерновий склад щебеню № 1 у вигляді часткових залишків на ситах наведено в табл. 4.5. Побудувати графік зернового складу і дати оцінку щебеню за гранулометричним складом.

Таблиця 4.5 – Зерновий склад щебеню у вигляді приватних залишків, %

№ щебеню	Розміри отворів сит, мм					
	40	30	20	10	5	3
1	-	-	14	29	35	19
2	-	-	6	29	43	20
3	-	-	10	40	29	19

Задача № 16. Визначити повні залишки на ситах, побудувати графіки зернового складу і дати оцінку складу щебеню № 2 і № 3. Зерновий склад щебеню № 2 і № 3 у вигляді часткових залишків прийняти за табл. 4.5.

Задача № 17. Обчислити порожнистість гравію, якщо відома його насипна щільність $\rho = 1590 \text{ кг/м}^3$ і щільність зерен гравію $\rho_r = 2650 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 18. Визначити порожнистість щебеню, якщо відома насипна щільність $\rho_0 = 1560 \text{ кг/м}^3$ і щільність зерен щебеню $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 19. Чому дорівнює вологість щебеню, якщо маса проби вологого щебеню 5 кг, а маса проби висушеного щебеню 4,75 кг?

Задача № 20. Обчислити вологість гравію, якщо маса проби вологого гравію 0,5 кг, а маса проби висушеного гравію 0,485 кг.

Задача № 21. Бетонна суміш, приготовлена на кварцовому піску і вапняковому щебені, складу 1:2:3,5 (за масою) при $(В/Ц)_6 = 0,63$ мала осадку стандартного конуса таку ж, як і розчинна суміш складу 1:2 при $(В/Ц)_p = 0,42$. Міцність бетону у віці 28 діб, визначена за результатами випробування стандартних зразків, $R_6 = 26,2 \text{ МПа}$. Активність цементу $R_{ц} = 44 \text{ МПа}$. Визначити потребу у воді і коефіцієнт міцності щебеню.

Задача № 22. Визначити потребу у воді гравію, якщо відомо, що бетонна суміш на кварцовому піску і гравію складу 1:2:4 (за масою) при $(В/Ц)_6 = 0,58$ мала осадку стандартного конуса таку ж, як і розчинна суміш складу 1:2 при $(В/Ц)_p = 0,43$.

Задача № 23. Бетонна суміш, приготовлена на кварцовому піску і гранітному щебені, складу 1:2:3 (за масою) при $(В/Ц)_6 = 0,59$ мала осадку стандартного конуса, як і розчинна суміш складу 1:2 при $(В/Ц)_p = 0,41$. Міцність бетону у віці 28 діб, визначена за результатами випробування стандартних зразків, $R_6 = 33,1 \text{ МПа}$. Активність цементу $R_{ц} = 46 \text{ МПа}$. Визначити потребу у воді та коефіцієнт міцності щебеню.

Задача № 24. За даними табл. 1.8 вибрати крупний заповнювач для виготовлення збірних залізобетонних конструкцій промислового призначення у вигляді ригелів і ребристих плит. Переріз ригеля $360 \times 480 \text{ мм}$, марка бетону М400, мінімальна відстань між поздовжніми арматурними стержнями 100 мм. Товщина полиці плити 50 мм, марка бетону М300, мінімальна відстань між арматурними стержнями 90 мм.

Задача № 25. Обчислити співвідношення між піском і гравієм за масою для отримання щільної суміші заповнювачів, якщо відома насипна щільність гравію $\rho_0 = 1610 \text{ кг/м}^3$, щільність зерен гравію $\rho = 2670 \text{ кг/м}^3$ і щільність піску $\rho = 2600 \text{ кг/м}^3$. Коефіцієнт розсунення зерен гравію дорівнює $\alpha = 1,05$.

Задача № 26. Підібрати великий заповнювач для виготовлення збірних залізобетонних балок перерізом 200×600 мм. Марка бетону М 300, мінімальна відстань між арматурними стержнями 80 мм. Властивості щебеню наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Властивості щебеню

№ щебеню	Вид щебеню	Фракція, мм	Марка за дробленням в циліндрі
1	Гранітний	20–40	700
2	Вапняковий	20–40	500
3	Вапняковий	5–10	600
4	Гранітний	20–40	1000

Задача № 27. Визначити співвідношення між піском і щебенем за масою для отримання найбільш щільної суміші заповнювачів для бетону, якщо відома густина піску $\rho = 2620 \text{ кг/м}^3$, насипна щільність щебеню $\rho_0 = 1690 \text{ кг/м}^3$ і щільність зерен щебеню $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$. Коефіцієнт розсушення зерен щебеню прийняти $\alpha = 1,1$.

Задача № 28. Визначити модуль крупності, питому поверхню і пористість річних пісків, результати просіювання яких і значення густини наведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Характеристики річних пісків

№ піску	Часткові залишки, % за масою, на ситах						Пройшло через сито 0,16 мм, % за масою	Дійсна густина, г/см ³	Середня густина, кг/м ³	Густина в ущільненому стані, кг/м ³
	5,0	2,05	1,25	0,63	0,315	0,16				
1	0	7,3	16,4	35,5	24,6	15,1	1,1	2,67	1550	1800
2	0	1,1	15,5	14,1	31,7	35,5	12,1	2,65	1510	2000
3	5	3,5	34,1	45,5	4,7	9,5	0,7	2,56	1450	1850

Задача № 29. Гранітний щебінь фракції 10–20 мм мав насипну щільність 1450 кг/м^3 , щільність зерен – 2630 кг/м^3 . Скільки потрібно взяти кварцового піску з насипною щільністю 1600 кг/м^3 для отримання мінімальної пустотності суміші щебеню і піску? Яка розрахункова пустотність цієї суміші?

РОЗДІЛ 5

БЕТОНИ ТА БЕТОНОЗНАВСТВО

Типові розрахунки

Приклад 1. Визначити номінальний склад за об'ємом бетону М 500 на портландцементі М 400. Водовимого бетонної суміші – 200 л/м³; заповнювачі – високоякісні; пустотність щебеню – 45 %. Густина: цементу – 3,1 г/см³; піску – 2,67 г/см³; щебеню – 2,72 г/см³. Насипна густина: цементу – 1300 кг/м³; піску – 1550 кг/м³; щебеню – 1450 кг/м³. Осадка конуса – 3–4 см.

Дано:

Бет. М500
 ПЦ М400
 В = 200 л/м³
 V_п = 45 %
 ρ_ц = 3,1 г/см³
 ρ_п = 2,67 г/см³
 ρ_щ = 2,72 г/см³
 ρ_{н.ц} = 1300 кг/м³
 ρ_{н.п.} = 1550 кг/м³
 ρ_{н.щ.} = 1450 кг/м³
 О.К. = 3–4 см

Розв'язання

1) Із умови $R_6 \geq 1,2 R_{ц}$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A_1 \times R_{ц}}{R_6 - 0,5 \times A_1 \times R_{ц}} = \frac{0,43 \times 400}{500 - 0,5 \times 0,4 \times 400} = 0,4.$$

2) Ц = B / (B/Ц) = 200 / 0,4 = 500 кг/м³.

3) Витрати щебеню:

$$\begin{aligned} \text{Щ} &= \frac{1}{\delta \frac{V_{п(щ)}}{\rho_{н(щ)}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1}{1,48 \times \frac{0,45}{1,45} + \frac{1}{2,72}} = \\ &= \frac{1}{0,82692} \times 1000 = 1210 \text{ кг.} \end{aligned}$$

4) Витрати піску:

$$\begin{aligned} \text{П} &= \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{B}{\rho_{в}} + \frac{\text{Щ}}{\rho_{щ}} \right) \right] \times \rho_{п} = \\ &= \left[1 - \left(\frac{500}{3100} + \frac{200}{1000} + \frac{1210}{2720} \right) \right] \times 2670 = 422 \text{ кг.} \end{aligned}$$

5) Середня густина бетону:

$$\rho_m = \Sigma M = Ц + B + П + Щ = 500 + 200 + 422 + 1210 = 2332 \text{ кг/м}^3.$$

6) Абсолютні об'єми компонентів:

$$V_{ц} = \frac{Ц}{\rho_{ц}} = \frac{500}{3100} = 0,161 \text{ м}^3; \quad V_{в} = \frac{B}{\rho_{в}} = \frac{200}{1000} = 0,2 \text{ м}^3;$$

$$V_{п} = \frac{П}{\rho_{п}} = \frac{422}{2670} = 0,158 \text{ м}^3; \quad V_{щ} = \frac{\text{Щ}}{\rho_{щ}} = \frac{1210}{2720} = 0,481 \text{ м}^3.$$

$$7) \Sigma V = 0,161 + 0,200 + 0,158 + 0,481 = 1,00 \text{ м}^3.$$

8) Склад бетону за об'ємом:

$$1:X:Y = 1:0,98:2,98 \text{ при } B/Ц = 200/500 = 0,4.$$

Відповідь: 1:0,98:2,98; B/Ц = 0,4.

Приклад 2. Визначити мінімально необхідну місткість бетонозмішувача і середню густину бетону, якщо при одному замісі виходить 2 тонни бетонної суміші, складу за масою 1:2:4 при В/Ц = 0,6 і коефіцієнт виходу 0,7. Насипна густина: цементу – 1300 кг/м³, піску – 1600 кг/м³, щебеню – 1500 кг/м³.

Дано:

Розв'язання

$$m_{\text{зам}} = 2000 \text{ кг}$$

$$1:X:Y = 1:2:4$$

$$В/Ц = 0,6$$

$$\beta = 0,7$$

$$\rho_{\text{н.ц}} = 1300 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{н.п.}} = 1600 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{н.щ.}} = 1500 \text{ кг/м}^3$$

Знайти:

$$\rho_m - ?$$

$$V - ?$$

1) Витрати матеріалів на 1 м³ бетону:

$$1+2+4+0,6 = 7,6;$$

$$Ц = 2000/7,6 = 263 \text{ кг, тоді } В = 0,6 \times 263 = 158 \text{ кг;}$$

$$П = 263 \times 2 = 526 \text{ кг; ШЦ} = 263 \times 4 = 1052 \text{ кг.}$$

2) Коефіцієнт виходу бетону:

$$\beta = \frac{V_6}{V_{\text{бетоном.}}} = \frac{V_6}{\frac{Ц}{\rho_{\text{н.ц}}} + \frac{П}{\rho_{\text{н.п}}} + \frac{ШЦ}{\rho_{\text{н.щ}}}} \Rightarrow$$

$$V_6 = \beta \left(\frac{263}{1300} + \frac{526}{1600} + \frac{1052}{1500} \right) = 0,86 \text{ м}^3.$$

3) Об'єм бетонозмішувача:

$$V = \frac{V_6}{\beta} = \frac{0,86}{0,7} = 1,2 \text{ м}^3.$$

4) Середня густина бетону:

$$\rho_m = \sum M = Ц + В + П + ШЦ = 263 + 158 + 526 + 1052 = 2335 \text{ кг/м}^3.$$

$$\text{Відповідь: } \rho_m = 2335 \text{ кг/м}^3; V = 1,2 \text{ м}^3.$$

Приклад 3. Визначити коефіцієнт виходу і витрати матеріалів на 1 м³ вапняного розчину складу вапно: пісок = 1:3 (за об'ємом) при об'ємі пустот у піску П = 40 %.

Дано:

Розв'язання

$$\text{Вапно:пісок} = 1:3$$

$$V_{\text{розч}} = 1 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{п}} = 40 \%$$

1) Об'єм розчину, який отримують із 1 м³

вапняного тіста і 3 м³ піску:

$$V_p = 1 + 3/1 - \frac{П}{100} = 1 + 3/1 - 0,4/2,8 \text{ м}^3.$$

2) Коефіцієнт виходу:

$$\beta = \frac{V_{\text{розч}}}{V_{\text{в}} + V_{\text{п}}} = \frac{2,8}{1+3} = 0,7.$$

3) Витрати вапна:

$$V_{\text{в}} = \frac{1}{0,7/1+3/} = 0,36 \text{ м}^3$$

4) Витрати піску: $V_{\text{п}} = 0,36 \times 3 = 1,08 \text{ м}^3.$

$$\text{Відповідь: } \beta=0,7; V_{\text{в}} = 0,36 \text{ м}^3; V_{\text{п}} = 1,08 \text{ м}^3.$$

Приклад 4. Визначити коефіцієнт виходу, середню та істинну густину, а також пористість цементного бетону, якщо для отримання 100 м^3 бетонної суміші з $V/C = 0,7$ витрачено цементу $m_c = 32 \text{ т}$, піску $V_n = 45 \text{ м}^3$ і щебеню $V_{щ} = 78 \text{ м}^3$. Насипна густина цементу $\rho_c = 1300 \text{ кг/м}^3$, піску $\rho_{пн} = 1500 \text{ кг/м}^3$, щебеню $\rho_{нщ} = 1450 \text{ кг/м}^3$. Істинна густина цементу $\rho_c = 3,1 \text{ г/см}^3$, суміші заповнювачів $\rho_3 = 2,65 \text{ г/см}^3$. Кількість хімічно зв'язаної води становить 20 % від маси цементу.

Дано:

$$\begin{aligned} V/C &= 0,7 \\ (V/C)_{х.зв.} &= 0,2 \\ V_6 &= 100 \text{ м}^3 \\ m_c &= 32 \text{ т} \\ V_n &= 45 \text{ м}^3 \\ V_{щ} &= 78 \text{ м}^3 \\ \rho_{нц} &= 1300 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_{н.п} &= 1500 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_{н.щ} &= 1450 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_c &= 3,1 \text{ г/см}^3 \\ \rho_3 &= 2,65 \text{ г/см}^3 \end{aligned}$$

Знайти:

$$\begin{aligned} \beta &- ? \\ \rho_m &- ? \\ \rho &- ? \\ \rho &- ? \end{aligned}$$

Розв'язання

1) Коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{V_6}{V_{\text{бетонозм.}}} = \frac{V_6}{V_c + V_n + V_{щ}}$$

2) Насипний об'єм цементу дорівнює відношенню маси цементу до його насипної густини:

$$V_c = \frac{m_c}{\rho_{нц}} = \frac{32000}{1300} = 24,6 \text{ м}^3$$

$$3) \text{ Тоді: } \beta = \frac{100}{24,6 + 45 + 78} = 0,68.$$

4) Витрати піску і щебеню за масою m_n і $m_{щ}$ знайдемо як добуток, відповідно, їх витрат за об'ємом на значення насипних густин:

$$m_n = 45 \times 1,5 = 67,5 \text{ т}; m_{щ} = 78 \times 1,45 = 113,1 \text{ т}.$$

5) Витрати води знайдемо як добуток витрат цементу на V/C : $m_b = 32 \times 0,7 = 22,4 \text{ т}$ – для $V_{\text{бет. сум.}} = 100 \text{ м}^3$.

6) Середня густина бетонної суміші:

$$\rho_m = \frac{32 + 22,4 + 67,5 + 113,1}{100} = 2,35 \text{ т/м}^3.$$

7) Для того, щоб знайти середню густину бетону при випаровуванні всієї надлишкової води, потрібно врахувати при визначенні маси бетону замість всієї витрати води лише кількість хімічно зв'язаної води:

$$m_{\text{хім.зв.}} = 32 \times 0,2 = 6,4 \text{ т, тоді}$$

$$\rho_{\text{мб}} = \frac{32 + 6,4 + 67,5 + 113,1}{100} = 2,19 \text{ т/м}^3.$$

8) Істинну густину бетону знайдемо за формулою:

$$\rho_6 = \frac{m_c + m_{\text{х.зв.в.}} + m_n + m_{щ}}{V_{пц} + V_{\text{х.зв.в.}} + V_{\text{аб.п.}} + V_{\text{аб.щ}}},$$

де $V_{пц}$, $V_{\text{х.зв.в.}}$, $V_{\text{аб.п.}}$, $V_{\text{аб.щ}}$ – абсолютні об'єми компонентів у цементній суміші.

$$V_{\text{пц}} = \frac{32}{3,1} = 10,32 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{аб.п}} + V_{\text{аб.щ}} = (67,5 + 113,1) / 2,65 = 67,1 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{х.зв.в}} = 6,4 \times 1,0 = 6,4 \text{ м}^3, \text{ тоді}$$

$$\rho_{\text{б}} = \frac{32 + 6,4 + 67,5 + 113,1}{10,32 + 6,4 + 67,1} = 2,61 \text{ т/м}^3.$$

8) Пористість бетону:

$$\Pi_{\text{б}} = \frac{\rho_{\text{б}} - \rho_{\text{м}}}{\rho_{\text{б}}} \times 100\% = \frac{2,61 - 2,19}{2,61} \times 100\% = 16,3\%.$$

Відповідь: $\beta = 0,68$; $\rho_{\text{м}} = 2,35 \text{ т/м}^3$; $\rho = 2,61 \text{ т/м}^3$;

$\Pi = 16,3\%$.

Приклад 5. Яку кількість розчину соди, шлаку і піску необхідно для отримання 1 м^3 дрібнозернистого шлаколугового бетону з середньою густиною 2350 кг/м^3 за вологості суміші 14% , співвідношення шлаку і піску $3:1$? Для замішування використовується 15% розчин соди.

Дано:

Розв'язання

$$V_{\text{бет}} = 1 \text{ м}^3$$

$$\rho_{\text{шб}} = 2350 \text{ кг/м}^3$$

$$W = 14\%$$

$$\text{Ш}_{\text{л}} : \Pi = 3:1$$

$$C_{\text{сода}} = 15\%$$

$$\rho_{\text{с}} = 1,15 \text{ г/см}^3$$

1) Необхідна кількість води:

$$B = \frac{\rho_{\text{шб}} \times W}{100 + W} = \frac{2350 \times 14}{100 + 14} = 289 \text{ л/кг}.$$

2) Витрати соди:

$$85\% \text{ H}_2\text{O} - 15\% \text{ Na}_2\text{CO}_3$$

$$289 \text{ кг H}_2\text{O} - x \text{ кг Na}_2\text{CO}_3$$

$$85 - 15$$

$$289 - x$$

Знайти:

$C - ?$

$\Pi - ?$

$\text{Ш}_{\text{л}} - ?$

$$X_{\text{соди}} = \frac{289 \times 15}{85} = 51 \text{ кг}.$$

3) Загальна кількість шлаку і заповнювача (піску):

$$\text{Ш}_{\text{л}} + \Pi = \rho_{\text{м}} - B - C (\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2350 - 289 - 51 = 2010 \text{ кг}.$$

4) Кількість заповнювача (піску) за умови $3:1$:

$$\Pi = (2010 \times 0,75) / 1 = 1508 \text{ кг}.$$

5) Кількість шлаку: $\text{Ш}_{\text{л}} = 2010 - 1508 = 502 \text{ кг}.$

6) Об'єм розчину соди:

$$V = \frac{B + C_{\text{сода}}}{\rho_{\text{с}}} = \frac{289 + 51}{1,15} = 296 \text{ кг}.$$

Відповідь: $C_{\text{в}} = 289 \text{ кг}$; $C_{\text{соди}} = 51 \text{ кг}$; $\Pi = 1508 \text{ кг}$;

$\text{Ш}_{\text{л}} = 502 \text{ кг}.$

Приклад 6. Підібрати склад бетону М 400 на портландцементі М 500, піску середньої крупності вологістю 6 %, щебеню фракції 10–20, вологістю 3 % і пустотністю 45 %. Рухливість бетонної суміші 5–6 см. Густина матеріалів: цементу – 3,1 кг/м³; піску – 2,68 кг/м³; щебеню – 2,76 кг/м³. Насипна густина щебеню 1510 кг/м³.

Дано:

Бет. М400
 ПЦ М500
 М_к піску – середній
 W_н = 6 %
 Ф_р = 10–20
 W_щ = 3 %
 V_п = 45 %
 ρ_ц = 3,1 г/см³
 ρ_п = 2,68 г/см³
 ρ_щ = 2,76 г/см³
 ρ_{н.щ.} = 1510 кг/м³
 О.К. = 5 – 6 см

Знайти:
 Ц – ?
 В – ?
 П – ?
 Щ – ?

Розв'язання

1) Із умови $R_b \leq 1,2 R_{ц}$

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A \times R_{ц}}{R_b + 0,5 \times A \times R_{ц}} = \frac{0,6 \times 500}{400 + 0,5 \times 0,6 \times 500} = 0,55.$$

2) З таблиці (6): $B_n = 185$ л.

3) $Ц = 185 / 0,55 = 336$ кг.

4) Витрати щебеню:

$$\begin{aligned} Щ &= \frac{1}{\delta \frac{V_{п(щ)}}{\rho_{щ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}} = \frac{1}{1,4 \times \frac{0,45}{1510} + \frac{1}{2760}} = \\ &= \frac{1}{0,00077988} = 1287 \text{ кг.} \end{aligned}$$

4) Витрати піску:

$$\begin{aligned} П &= \left[1 - \left(\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{B}{\rho_b} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} \right) \right] \times \rho_{п} = \\ &= \left[1 - \left(\frac{336}{3100} + \frac{185}{1000} + \frac{1287}{1760} \right) \right] \times 2680 = 642 \text{ кг.} \end{aligned}$$

5) З урахуванням вологості:

$$П = П_n + \frac{П_n \times W_{п}}{100\%} = 642 + \frac{642 \times 6\%}{100\%} = 680,5 \text{ кг;}$$

$$Щ_n + \frac{Щ_n \times W_{щ}}{100\%} = 1287 + \frac{1287 \times 3\%}{100\%} = 1325,6 \text{ кг;}$$

$$Ц = Ц_n = 336 \text{ кг;}$$

$$B = B_n - 77 = 185 - 77 = 108 \text{ л(кг).}$$

Відповідь: Ц = 336 кг; В = 108 кг; П = 680,5 кг;

Щ = 1326 кг.

Приклад 7. Номінальний склад цементного бетону, за масою складових (при проектуванні в лабораторії), виявився в співвідношенні 1:2,4:3,2 при $B/Ц = 0,5$. Визначити кількість складових матеріалів для приготування 350 м³ бетону, якщо на 1 м³ витрачається 320 кг цементу. Насипна густина піску становить 1600 кг/м³, щебеню – 1500 кг/м³; вологість піску і щебеню відповідно дорівнюють 5,5 і 3,2 %.

Дано:

Розв'язання

$$\begin{aligned}1:X:Y &= 1:2,4:3,2 \\ V/Ц &= 0,5 \\ V_6 &= 350 \text{ м}^3 \\ Ц &= 320 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_{н.п} &= 1600 \text{ кг/м}^3 \\ \rho_{н.щ} &= 1500 \text{ кг/м}^3 \\ W_p &= 5,5 \% \\ W_{щ} &= 3,2 \%\end{aligned}$$

Знайти:

$$\begin{aligned}Ц - ?; V - ? \\ П - ?; Щ - ?\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1) \text{ Витрати матеріалів на } 1 \text{ м}^3 \text{ бетону:} \\ Ц = 320 \text{ кг}; V = 320 \times 0,5 = 160 \text{ л (кг);} \\ П = 320 \times 2,4 = 768 \text{ кг}; Щ = 320 \times 3,2 = 1024 \text{ кг.} \\ 2) \text{ Витрати вологих заповнювачів з врахуванням їх} \\ \text{ вологості:} \\ П = 768 \times 1,055 = 810 \text{ кг}; Щ = 1024 \times 1,032 = 1057 \text{ кг.} \\ 3) \text{ Витрати води з врахуванням вологості в заповнювачах:} \\ V = 160 - (760 \times 0,055 + 1024 \times 0,032) = 85 \text{ л.} \\ 4) \text{ Витрати матеріалів на } 350 \text{ м}^3 \text{ бетону:} \\ Ц = 320 \times 350 = 112 \text{ т}; V = 85 \times 350 = 29,75 \text{ т;} \\ П = 810 \times 350 = 283,5 \text{ т або } 283,5 / 1,6 = 177 \text{ м}^3; \\ Щ = 1057 \times 350 = 370 \text{ т або } 370 / 1,5 = 246,6 \text{ м}^3.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Відповідь: } Ц = 112 \text{ т}; V = 29,75 \text{ т}; П = 283,5 \text{ т;} \\ Щ = 370 \text{ т.}\end{aligned}$$

Задачі

Задача № 1. Номінальний склад бетону за масою становить 1:2,5:4,2 при $V/Ц = 0,45$. Визначити кількість складових матеріалів на 140 м^3 бетону, якщо на 1 м^3 затрачується 400 кг цементу, а вологість піску і щебеню відповідно дорівнює 5 і 3 %.

Задача № 2. Розрахувати кількість матеріалів на 1 м^3 бетонної суміші середньої густини 2295 кг/м^3 і $V/Ц = 0,38$, якщо виробничий склад виражений співвідношенням 1:2,1:3,7.

Задача № 3. Визначити середню густину і коефіцієнт виходу бетону, якщо для приготування 550 м^3 бетонної суміші затрачено 165 т цементу, 275 м^3 піску і 525 м^3 щебеню при $V/Ц = 0,4$. Насипні густини становлять: цементу – $1,3 \text{ т/м}^3$; піску – $1,6 \text{ т/м}^3$; щебеню – $1,5 \text{ т/м}^3$.

Задача № 4. Визначити витрату матеріалів на 1 м^3 бетону з середньою густиною 2235 кг/м^3 і номінальним складом 1:1,9:4,1 при $V/Ц = 0,45$. Вологість піску і щебеню відповідно 7 і 4 %.

Задача № 5. Робочий склад бетону за масою 1:2:6 при $V/Ц = 0,4$. Визначити витрату матеріалу, коефіцієнт виходу і мінімально необхідний об'єм бетонозмішувача для приготування 1 м^3 бетону з середньою густиною 2350 кг/м^3 при насичених густинах компонентів: цементу – 1300 кг/м^3 ; піску – 1550 кг/м^3 ; щебеню – 1450 кг/м^3 .

Задача № 6. Розрахувати кількість матеріалів для приготування 1 м^3 кладкового розчину складу 1:5,5 за об'ємом, якщо відомо: В/Ц = 0,7; насипна густина цементу – 1300 кг/м^3 ; насипна густина піску – 1620 кг/м^3 .

Задача № 7. Визначити середню густину бетонної суміші складу за масою 1:1,9:4,5 при В/Ц = 0,65, якщо хімічно зв'язана вода становить 15 % від маси цементу, а середня густина сухого бетону становить 2265 кг/м^3 .

Задача № 8. Визначити номінальний склад за масою бетону марки М 450, якщо відомо: портландцемент М 500; водовимога бетонної суміші становить 190 л/м^3 ; якість заповнювачів – рядова; пустотність щебеню – 40 %. Густина: цементу – $3,1 \text{ г/см}^3$; піску – $2,65 \text{ г/см}^3$; щебеню – $2,74 \text{ г/см}^3$. Насипна густина щебеню – 1500 кг/м^3 .

Задача № 9. Розрахувати склад бетону марки М300 з рухливістю бетонної суміші та усадкою конуса 3–4 см із таких матеріалів: портландцемент М 500 з насипною густиною 1300 кг/м^3 , істинною густиною $3,1 \text{ г/см}^3$; пісок середньої крупності з водовимогою 7 % та істинною густиною $2,63 \text{ г/см}^3$; гранітний щебінь з істинною густиною $2,6 \text{ г/см}^3$, насипною густиною – 1480 кг/м^3 та граничною крупністю 40 мм.

Задача № 10. Склад бетону за масою 1: X : Y = 1:2:4. Виразити цей склад за об'ємом, враховуючи, що насипні густини цементу, піску і щебеню відповідно $1200, 1600$ і 1370 кг/м^3 .

Задача № 11. Визначити витрату цементу, піску, щебеню і води на один заміс бетонозмішувача кількістю 1200 л , якщо склад бетону за масою Ц:П:Щ = 1:1,8:3,4 і В/Ц = 0,43. Середня густина бетонної суміші – 2343 кг/м^3 , насипна густина цементу становить 1300 кг/м^3 , піску – 1650 кг/м^3 , щебеню – 1480 кг/м^3 .

Задача № 12. Визначити витрату матеріалів на 1 м^3 бетонної суміші, якщо склад бетону за масою Ц:П:Щ = 1:1,78:3,12 і В/Ц = 0,42. Витрата цементу – 400 кг/м^3 . Вологість піску – 5,1 %, щебеню – 1,7 %.

Задача № 13. Бетон на щебені з 7-денним строком тверднення показав граничну міцність на стиск 20 МПа. Визначити активність цементу, якщо В/Ц = 0,4; A = 0,43.

Задача № 14. Визначити необхідний вміст бетонозмішувача і густину бетонної суміші, якщо із одного замісу виходить 1500 кг суміші складу 1:1,9:4,2 за масою при В/Ц = 0,54 і коефіцієнті виходу бетону 0,68. Насипна густина цементу, піску і щебеню відповідно $1300, 1500, 1350 \text{ кг/м}^3$.

Задача № 15. Підрахувати витрати матеріалів для виготовлення 140 м^2 гіпсошлакових перегородкових плит товщиною 80 мм. Склад гіпсобетону за об'ємом 1:1,9; пористість шлаку – 52 %, а водо-гіпсове співвідношення за масою В/Г = 0,51. Насипна густина напівводного гіпсу дорівнює 800 кг/м^3 .

Задача № 16. Для приготування 1 м^3 газобетону з середньою густиною 700 кг/м^3 прийнято співвідношення між змішаними в'язучими речовинами і меленим піском 1:2,5 за масою. Кількість хімічно зв'язаної води становить 21 % від маси змішаної в'язучої речовини (вапна і цементу складу 1:1). Визначити витрати цементу, вапна, піску і води, якщо водотвердне відношення становить 0,48.

Задача № 17. Визначити коефіцієнт густини цементного бетону складу 1:1,9:4,5 за масою при В/Ц = 0,65, якщо хімічно зв'язана вода становить 15 % від маси цементу, густина цементу $3,1 \text{ г/см}^3$. Середня густина бетону 2450 кг/м^3 за його вологості 2 %, а суміші піску і щебеню – $2,65 \text{ г/см}^3$.

Задача № 18. Визначити витрати цементу і меленого піску для приготування 1 м^3 пінобетону, якщо його середня густина в сухому стані дорівнює 700 кг/м^3 , кількість хімічно зв'язаної води становить 20 % від маси цементу та меленого піску. Відношення маси цементу до маси піску становить 1:0,8.

Задача № 19. Визначити коефіцієнт виходу і середню густина бетонної суміші, якщо для того, щоб отримати 400 м^3 бетону, було використано 115 т цементу, 200 м^3 піску і 295 м^3 гравію, насипна густина яких відповідно дорівнює: 1,3; 1,55 і $1,42 \text{ т/м}^3$, а В/Ц = 0,43.

Задача № 20. Визначити витрати складових матеріалів на 1 м^3 бетонної суміші середньої густини 2300 кг/м^3 , якщо відомо, що виробничий склад бетону за масою складових знаходиться у відношенні 1:2:4, а В/Ц = 0,42.

Задача № 21. Витрата цементу дорівнює 300 кг на 1 м^3 бетону, В/Ц = 0,6. Води, хімічно зв'язаної з цементом, 15 % від маси цементу. Визначити пористість затверділого бетону з урахуванням пор, створених залишковою водою замішування, пори створені повітрям, втягнутим в бетон, не враховувати.

Задача № 22. За відомим складом бетону (витрата матеріалів на 1 м^3 бетону, кг: Ц – 330; В – 180, П – 730; Щ – 1260) визначити: середню густина бетонної суміші; середню густина висушеного бетону, якщо до цього часу при взаємодії з цементом прореагувало 20 % води від маси цементу; визначити пористість бетону, яка з'явилася внаслідок втрати води.

Задача № 23. При $V/C = 0,5$ отримано бетон марки 300. Розрахувати міцність бетону при $V/C = 0,42$, використовуючи формулу міцності бетону: $R_B = A \times R_c (C/V - 0,5)$.

Задача № 24. Визначити склад дорожнього монолітного бетону В 40, якщо усадка конуса бетонної суміші 1–2 см. Умови експлуатації покриття – м'який клімат. Матеріали для виготовлення: цемент з міцністю на стиск 44 МПа, насипною густиною 1300 кг/м³, істинною густиною 3,1 г/см³; пісок середньої крупності, насипна густина якого 1650 кг/м³, істинною густиною – 2,65 г/см³, щебінь гранітний з насипною густиною 1540 кг/м³, істинною густиною 2,65 г/см³ і пустотністю 0,42. Гранична крупність рядового щебеню 40 мм.

Задача № 25. При $V/C = 0,7$ марка бетону дорівнює 200. При якому V/C марка бетону буде 300 кгс/см²? Формула міцності бетону: $R_B = A \times R_c (C/V - 0,5)$.

Задача № 26. Розрахувати витрату матеріалів на заміс дрібнозернистого шлаколузжого бетону. Вологість суміші $-W = 13\%$; маса одного замісу $-m = 350$ кг (прийнято з врахуванням коефіцієнта виходу із бетонозмішувача 0,6). Вміст бетонозмішувача $V = 250$ л, середня густина бетону становить $\rho_m = 2300$ кг/м³. Склад суміші, %: заповнювача – 75, шлаку – 25. Суміш змішується з 15 % розчином соди ($\rho = 1,15$ кг(л)).

Задача № 27. Визначити коефіцієнт конструктивної якості (К.К.Я) керамзит-бетонів марок 100 і 400 (середня густина бетонів відповідно дорівнює 1000 і 1800 кг/м³). Порівняти отримані дані з величинами К.К.Я. звичайних (важких) бетонів відповідних марок при $\rho_m = 2400$ кг/м³.

Задача № 28. Бетон на портландцементі після 7 діб тверднення в звичайних умовах має граничну міцність на стиск 15,5 МПа при випробуванні зразків – кубиків 10×10×10 см, а після тепловологої обробки – 16,4 МПа. Якою буде очікувана марка бетону? Яку частину (у відсотках) від марочної міцності становить міцність його після теплової обробки?

Задача № 29. Розрахувати мінімальний склад бетону М 300 з осадкою конуса = 4 см. Склад використаних матеріалів: портландцемент марки 500, $\rho_{цц} = 1300$ кг/м³, $\rho_{ц} = 3,1$ г/см³; середній пісок з $W_{ц} = 7\%$, $\rho_{пн} = 1450$ кг/м³, $\rho_{п} = 2,65$ г/см³; рядовий гранітний щебінь з граничною крупністю 40 мм при істинній густині $\rho_{цц} = 2,6$ г/см³ і насипній густині – 1400 кг/м³.

Задача № 30. Бетон на матеріалах рядової якості при В/Ц = 0,5 через 14 діб тверднення показав міцність на стиск $R_6 = 25$ МПа. Визначити орієнтовно активність цементу.

Задача № 31. Визначити істинну і середню густину, пористість бетону складу 1:2:4,5 при В/Ц = 0,5 за масою після випаровування зайвої вологи, якщо відомо, що середня густина бетонної суміші – 2380 кг/м^3 , вміст хімічно зв'язаної води – 19 % від маси цементу.

Задача № 32. Визначити витрати вапняного тіста і піску на 50 м^3 вапняно-піщаного розчину складу 1:3,5 за об'ємом. Істинна густина піску $2,65 \text{ г/см}^3$, насипна густина – 1450 кг/м^3 .

Задача № 33. Розрахувати склад цементно-вапняного кладкового розчину М 75 з рухливістю 7 см при використанні портландцементу М 400 з насипною густиною 1250 кг/м^3 , вапняного тіста з середньою густиною 1400 кг/м^3 . Пісок мілкий кварцовий з насипною густиною 1450 кг/м^3 і вологістю 7 %.

Задача № 34. Номінальний склад важкого цементного бетону за об'ємом дорівнює 1:1,9:4,1 (цемент:пісок:щебінь); В/Ц = 0,5. Скільки потрібно матеріалів для приготування 150 м^3 бетону при витраті на 1 м^3 бетонної суміші 355 кг цементу? Вологість піску – 5 %; щебеню – 1,5 %. Насипна густина цементу – 1300 кг/м^3 ; сухого піску – 1600 кг/м^3 ; сухого щебеню – 1500 кг/м^3 .

Задача № 35. Яка кількість негашеного вапна з активністю 85 % необхідна для отримання вапняного тіста з середньою густиною 1400 кг/м^3 , витраченого на приготування 150 м^3 цементно-вапняного кладкового розчину М 50 з використанням цементу М 400? Насипна густина цементу 1200 кг/м^3 .

Задача № 36. Номінальний склад бетону становить 1:2,1:3,5 за об'ємом, В/Ц = 0,55; на 1 м^3 витрачається 310 кг цементу з насипною густиною $\rho_{\text{нц}} = 1250 \text{ кг/м}^3$. Для приготування бетону використовували щебінь і пісок з вологістю відповідно 2 і 4 % та насипною густиною $\rho_{\text{нц}} = 1450 \text{ кг/м}^3$ і $\rho_{\text{нц}} = 1400 \text{ кг/м}^3$ у сухому стані. Визначити витрати матеріалів на $V = 200 \text{ м}^3$ бетону за масою.

Задача № 37. При проектуванні складу цементного бетону середня густина становила 2250 кг/м^3 , номінальний склад за масою 1:1,9:4, при В/Ц = 0,5. Визначте витрату складових матеріалів на 1 м^3 бетону, якщо в момент приготування бетонної суміші вологість піску була 7 %, а щебеню – 4 %.

Задача № 38. Бетон через 7 діб тверднення в нормальних умовах мав міцність 15 МПа, а після тепловологої обробки міцність при стиску виявилась 16,5 МПа. Розрахувати, яку частину (в процентах) від марки бетону становить його міцність після пропарювання.

Задача № 39. Визначити коефіцієнт виходу і витрати матеріалів на 1 м³ цементного розчину складу 1:4 за об'ємом, якщо В/Ц = 0,5, пісок мав пористість 40 %. Насипна густина – 1300 кг/м³, піску – 1530 кг/м³.

Задача № 40. Просіювання піску на стандартних ситах показав такий вміст часткових залишків: сито № 2,5 – 182 г, № 1,25 – 381 г, № 0,6 – 198 г, № 0,3 – 166 г, № 0,14 – 58 г. Інші 20 г пройшли крізь сито № 0,14. Визначте модуль крупності піску і побудуйте графік зернового складу піску.

Задача № 41. Номінальний склад бетону за об'ємом виявився 1:2,5:3,1, водоцементне відношення В/Ц = 0,45. Визначте кількість складових матеріалів на 100 м³ бетону, якщо на 1 м³ бетону витрачається 390 кг цементу, вологість піску і гравію в момент приготування бетонної суміші була відповідно 0,5 і 2,0 %. Щільність цементу в насипному стані – 1,3 т/м³, гравію – 1,51 т/м³, а піску – 1,63 т/м³.

Задача № 42. Для приготування пробного замісу бетону в лабораторії зважили 3 кг цементу, 6,5 кг піску, 14 кг гравію, добавили 1,8 л води і після перемішування отримали бетонну суміш з осадкою конуса ОК = 2 см. Оскільки задана рухливість становила 5–6 см, в пробний заміс два рази додавали по 10 % цементу і води. Середня густина бетонної суміші становить 2320 кг/м³. Визначити склад бетону за масою.

Задача № 43. Визначити пористість цементного бетону, склад якого за масою 1:1,9:4,5 при В/Ц = 0,6, якщо хімічно зв'язана вода становить 15 % від маси цементу, середня густина бетону 2400 кг/м³.

Задача № 44. Визначити витрати матеріалів на 1 м³ вапняно-піщаного розчину складу 1:6 за об'ємом за умови, що В/Ц = 0,85, пористість піску – 35,0 %. Об'ємна маса вапна – 1310 кг/м³.

Задача № 45. Бетон в 7-денному віці показав границю міцності на стиск 20 МПа. Визначити активність цементу, якщо водоцементне відношення В/Ц = 0,4.

Задача № 46. Бетон на гранітному щебені з 7-денним строком тверднення показав міцність при стиску 20 МПа. Визначити активність цементу, якщо В/Ц = 0,4.

Задача № 47. Номінальний склад важкого бетону за масою 1:1,9:4,1, В/Ц = 0,6. При пробному замісі об'ємна маса бетону виявилась 2250 кг/м³. Визначити витрати матеріалів на 1 м³ бетону за вологості 4 % піску і щебеню – 1,5 %.

Задача № 48. Визначити мінімально необхідну ємкість бетонозмішувача і середню густину бетонної суміші, якщо при одному замісі виходить 2 т бетонної суміші складу 1:2:4 (за масою) при В/Ц = 0,6 і коефіцієнті виходу К = 0,7. Насипна щільність використаних матеріалів: піску – 1,8 т/м³, щебеню – 1,5 т/м³ і цементу – 1,3 т/м³.

Задача № 49. Розрахувати температуру свіжого бетону, в результаті змішування цементу, що має температуру 10 °С, гарячої води (70 °С), піску (20 °С) і щебеню з Т = 0 °С. Склад бетону 1:2:4 (за масою), В/Ц = 0,7. Ідеальна теплоємність для цементу, піску і щебеню може бути прийнята однакою (0,84 кДж/кг).

Задача № 50. Взята проба вологого піску вагою 1 кг. Щільність зерен піску становить 2,62 г/см³. Проба всипана в однілітровий мірний циліндр, що наповнений водою до рівня 500 мл. Після занурення піску вода піднялась на 400 мл. Визначити вологість піску.

Задача № 51. Визначити номінальний склад (за об'ємом) і витрати матеріалів на 1 м³ щільного бетону, якщо номінальний склад його за масою 1:2,2:5,1 при В/Ц = 0,7. Прийняти при розрахунках, що матеріали сухі і мають такі щільності в насипному стані: пісок – 1600, щебінь – 1450 і цемент – 1300 кг/м³. Коефіцієнт виходу потрібно задати.

Задача № 52. Бетон у віці 14 діб мав міцність на стиск 15 МПа. Визначити активність цементу, якщо В/Ц = 0,7.

Задача № 53. На 1 м³ бетону витрачається 290 кг цементу, 610 кг піску, 1220 кг щебеню і 180 л води. При затвердінні з цементом зв'язується 10 % води. Визначити пористість і міцність бетону на стиск у 28-добовий вік.

Задача № 54. Номінальний склад важкого бетону за масою 1:1,9:4,1 при В/Ц = 0,5. Середня густина пробного замісу 2250 кг/м³. Визначити витрати матеріалів на 1 м³ бетону за вологості піску – 4 %, щебеню – 2 %.

Задача № 55. Визначити номінальний склад гідротехнічного бетону марки М 200 для надводної зони річкової споруди з рухливістю бетонної суміші за осадкою конуса 4–5 см. Матеріали: портландцемент з активністю R_ц = 45 МПа, пісок дрібний з водопотребою В_п = 9 % і дійсною густиною ρ_п = 2,65 г/см³, гранітний щебінь з найбільшою крупністю 70 мм, дійсною густиною ρ_щ = 2,6 г/см³ і насипною густиною ρ_{н.щ} = 1450 кг/м³.

РОЗДІЛ 6

ОРГАНІЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

Типові розрахунки

Приклад 1. Середня густина деревини сосни, вологість якої 17 %, становить 510 кг/м^3 . Визначити коефіцієнт конструктивності якості (К.К.Я.) деревини, якщо при випробуванні на стиск вздовж волокон стандартного зразка розмірами $2 \times 2 \times 3 \text{ м}$ з вологістю 22 % руйнівальна напруга досягала $15 \times 10^3 \text{ Н}$.

Дано:

Розв'язання

$$W_{\text{сосн.}} = 17 \%$$

$$\rho_m = 510 \text{ кг/м}^3$$

$$W_{\text{сосн.2}} = 22 \%$$

$$P = 15 \times 10^3 \text{ Н}$$

Знайти:

К.К.Я. – ?

1) Визначимо міцність деревини сосни за вологості 22 %:

$$R_{\text{ст}22} = P/F = 1500/4 = 375 \text{ кгс/см}^2.$$

2) Розрахуємо міцність деревини сосни за стандартної 12 % вологості:

$$R_{\text{ст}12} = R_{\text{ст}22}(1 + \alpha(W - 12)) = 375(1 + 0,5(22 - 12)) = 563 \text{ кгс/см}^2.$$

3) Визначення К.К.Я.:

$$\text{К.К.Я.} = \rho_{m12} / R_{\text{ст}22} = 563/497 = 1,13.$$

Відповідь: К.К.Я. = 1,13.

Приклад 2. Визначити середню густина мінеральної частини асфальтобетону, якщо залишкова пористість асфальтобетону 2,4 %, густина мінеральної частини – $2,6 \text{ г/см}^3$, витрати бітуму – 6 %, істинна густина бітуму – $1,0 \text{ г/см}^3$.

Дано:

Розв'язання

$$P_{\text{зал}} = 2,4 \%$$

$$\rho_{\text{мін}} = 2,6 \text{ г/см}^3$$

$$B = 6 \%$$

$$\rho_{\text{біт}} = 1,0 \text{ г/см}^3$$

Знайти:

$\rho_m \text{ асф.}$ – ?

1) Із формули: $B = (\Pi - \Pi_0) \rho_0 / \rho_m \Rightarrow \rho_m = (\Pi - \Pi_0) \rho_0 / B$.

2) Значення загальної пористості:

$$\Pi = (1 - \rho_m / \rho_{\text{мін}}) \times 100 \%$$

3) Розрахуємо середню густина мінеральної частини асфальтобетону:

$$\rho_m \text{ асф.} = (((1 - \rho_m / \rho_{\text{мін}}) \times 100 \%) - 2,6 \%) \times 1,0 / B =$$

$$= (((1 - \rho_m / 2,6) \times 100 \%) - 2,6 \%) / 6 \%;$$

$$2,6 \rho_m \text{ асф.} \times 6 \% = (2,6 - \rho_m \text{ асф.}) \times 100 \% - 2,6 \times 3 \%;$$

$$15,6 \rho_m = 260 - 100 \rho_m - 7,8;$$

$$115,6 \rho_m = 252,2;$$

$$\rho_m = 252,2 / 115,6 = 2,18 \text{ г/см}^3.$$

Відповідь: $\rho_m \text{ асф.} = 2,18 \text{ г/см}^3$.

Задачі

Задача № 1. Зразок деревини розмірами $10 \times 10 \times 8$ см має вологість 10 %. Після висушування зразка до вологості 0 % його розміри скоротилися і становили $9,5 \times 9,5 \times 7,8$ см. Визначити об'ємну усушку і коефіцієнт об'ємної усушки.

Задача № 2. Визначити вологість деревини бука, що має середню густину $0,69 \text{ г/см}^3$, якщо за вологості 12 % середня густина дорівнює $0,62 \text{ г/см}^3$, а коефіцієнт об'ємної усушки – 0,6.

Задача № 3. Підібрати склад компаунду (сплав бітумів) з температурою розм'якшення $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ на основі двох марок бітумів з температурою розм'якшення $T = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ і $T = 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача № 4. Стандартний зразок деревини з вологістю 20 % при випробуванні на стиск вздовж волокон зруйнувався при навантаженні 44,5 кН. Визначити граничну міцність при стиску за вологості 12 %.

Задача № 5. На дубові зразки з вологістю 20 % і розмірами перерізу 2×2 см та відстанню між опорами 100 см підвісили посередині вантаж масою 60 кг. Чи витримають бруски цей вантаж? Якщо ні, то на скільки його потрібно зменшити? Відомо, що гранична міцність дуба при статичному вигині і стандартній вологості дорівнює 107,5 МПа.

Задача № 6. Скільки грамів антисептика потрібно для приготування 5 % розчину, щоб просочити 300 дощок розмірами $500 \times 10 \times 5$ см? Пористість деревини – 47 %.

Задача № 7. Середня густина деревини за вологості 20 % – 820 кг/м^3 , модрина за $W = 25 \%$ – 686 кг/м^3 . Яка орієнтована міцність деревини цих порід при стиску вздовж волокон за стандартної вологості? Для розрахунків рекомендуються емпіричні залежності: для хвойних порід – $R_{ст12} = 61 \times \rho_{m12} + 10$; для листяних порід – $R_{ст12} = 68 \times \rho_{m12}$.

Задача № 8. Зразок стандартних розмірів, вирізаний із деревини важить 9,12 г. При стиску вздовж волокон гранична міцність – 3502 МПа. Знайти вологість березового зразка, середню густину і граничну міцність при стиску за вологості 12 %, якщо висушений зразок важить 7,8 г.

Задача № 9. Розрахувати вміст бітуму в асфальтобетоні з залишковою пористістю 3 %. Мінеральна частина асфальтобетону має середню густину $2,29 \text{ г/см}^3$, істинну густину – $2,73 \text{ г/см}^3$, істинну густину бітуму – $1,0 \text{ г/см}^3$.

Задача № 10. Визначити витрати матеріалів для приготування 200 кг бітумної пасти з емульгатором у вигляді негашеного вапна (склад пасти прийняти за нормативами).

Задача № 11. Зразки деревини у вигляді прямокутних призм перерізом 20×20 мм і висотою 30 мм за вологості $W = 20\%$ зруйнувалися при випробуванні на стиск вздовж волокон при навантаженні $R_{\text{ст}} = 0,0147$ МН. Інші зразки із цієї породи деревини у вигляді прямокутних призм перерізом 20×20 мм і довжиною 300 мм за $W = 20\%$ зруйнувалися при випробуванні на статичний згин при максимальному навантаженні $P = 0,0014$ МН. Визначити породу деревини, з якої виготовлені зразки ($l = 0,24$ м).

Задача № 12. Скільки потрібно бітуму марки БНД 60/90 густиною $0,98$ т/м³ для приготування 532 т гарячої крупнозернистої асфальтобетонної суміші типу Б марки І, якщо відомо, що середня густина мінеральної складної суміші дорівнює $2,3$ т/м³, її пустотність – 16% , а залишкова пористість асфальтобетону – 3% .

Задача № 13. Дерев'яний брусок перерізом 2×2 см, при стандартному випробуванні на згин, зруйнувався при навантаженні 1500 Н. Вологість зразка становить 25% . З якого виду дерева був виготовлений брусок?

Задача № 14. Стандартний зразок дуба розміром $2 \times 2 \times 3$ см при випробуванні на стиск повздовж волокон зруйнувався при навантаженні 130 МПа. Вологість деревини в момент випробування 21% . Визначити коефіцієнт конструктивної якості деревини, якщо її середня густина за стандартної вологості становить 680 кг.

Задача № 15. Визначте щільність деревини сосни за вологості 22% , якщо за вологості 10% вона становить $0,45$ т/м³, а коефіцієнт об'ємної усушки дорівнює $0,5$.

Задача № 16. Маса зразка $2 \times 2 \times 3$ см – $8,6$ г, при стиску вздовж волокон границя міцності його виявилась $37,3$ МПа. Знайти вологість, щільність і границю міцності дуба за вологості 15% , якщо маса висушеного такого зразка становить 7 г.

Задача № 17. Порівняти для модрини і липи за стандартної вологості межу міцності при стиску вздовж волокон і поперек волокон у радіальному і тангенціальному напрямках. Руйнівне навантаження при стиску вздовж волокон $F_{\text{ст}}$ виявилось для модрини $0,026$ МН, для липи – $0,018$ МН; поперек волокон $F_{\text{ст}}$ у радіальному напрямку для модрини – $0,0027$ МН, для липи – $0,0034$ МН; у тангенціальному напрямку для модрини – $0,0037$ МН, для липи – $0,0031$ МН.

Задача № 18. Соснові дошки тривалий час зберігались на повітрі при $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ і відносній вологості $W_{\text{відн}} = 80\%$. Визначити вологість дощок і їх середню густину, якщо за стандартної 12% вологості густина деревини сосни $\rho_{12} = 500\text{ кг/м}^3$. Рівноважна вологість деревини при заданих умовах зберігання $W = 18\%$.

Задача № 19. Сосновий брусок має розміри $25 \times 30 \times 400\text{ мм}$ ($a \times b \times c$) за вологості $W = 21\%$. Як зміняться розміри бруска після повного висушування, а потім зволоження до межі насичення? Коефіцієнт усушки сосни $k_y = 0,44$.

Задача № 20. Середня густина дуба у абсолютно сухому стані $\rho_{\text{о.д}} = 650\text{ кг/м}^3$, а граба $\rho_{\text{о.г}} = 760\text{ кг/м}^3$. Знайти пористість і максимальне водопоглинання деревини дуба і граба.

Задача № 21. Вологість деревини у стволах дерев, які ростуть, піддається добовим коливанням. Наприклад, у дуба вона ранком була 68% , вдень – 72% , ввечері – 66% . Визначити, як при цьому змінювалась середня густина деревини.

Задача № 22. Свіжозрубана сосна мала вологість 75% . Вона була витримана спочатку на відкритому повітрі при температурі $15\text{ }^\circ\text{C}$ і відносній вологості 80% , а потім у приміщенні при температурі $20\text{ }^\circ\text{C}$ і відносній вологості повітря 60% . Як змінилась середня густина деревини сосни? За стандартної вологості вона має густину 500 кг/м^3 .

Задача № 23. Соснова дошка за вологості 21% мала ширину 90 мм , а в абсолютно сухому стані – $81,8\text{ мм}$. Визначити усушку деревини, а також ширину, яку буде мати дошка за вологості 12% .

Задача № 24. Для влаштування чистої підлоги у житлових будівлях були використані соснові дошки шириною 84 мм з вологістю 15% замість допустимої 12% . Які можливі щілини між дошками при їх висиханні до 12% , якщо коефіцієнт усушки сосни $0,44$?

Задача № 25. Дубова дошка розміром $25 \times 150 \times 600\text{ мм}$ має масу 1625 г за вологості деревини 21% . Яка буде маса у дошки після тривалого знаходження у воді? Коефіцієнт об'ємної усушки деревини дуба $0,43$.

Задача № 26. Визначити за довідковими даними породу, із якої виготовлені зразки деревини, якщо середня густина їх за 18% вологості 385 кг/м^3 при об'ємному коефіцієнті усушки $0,39$, а межа міцності при стиску вздовж волокон стандартних зразків $31,4\text{ МПа}$. Розрахувати коефіцієнт конструктивної якості для цієї породи.

Додаток А

Таблиця А.1 – Префікси до одиниць СІ

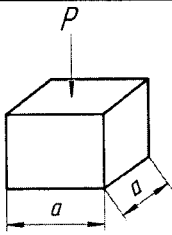
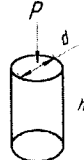
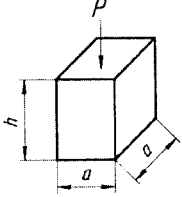
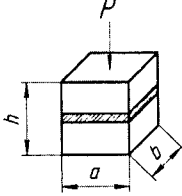
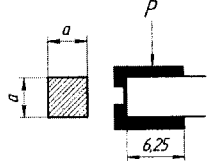
Префікс	Позначення	Множник, на який множать осн. од.	Префікс	Позначення	Множник, на який множать осн. од.
Тера	Т	10^{12}	Санті	С	10^{-2}
Гіга	Г	10^9	Мілі	М	10^{-3}
Мега	М	10^6	Мікро	МК	10^{-6}
Кіло	К	10^3	Нано	Н	10^{-9}
Гекто	Г	10^2	Піко	П	10^{-12}
Дека	Да	10^1	Фемто	Ф	10^{-15}
Деці	Д	10^{-1}	Атто	А	10^{-18}

Таблиця А.2 – Співвідношення між одиницями СІ та одиницями фізичних величин

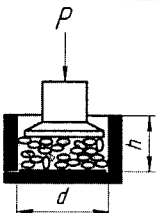
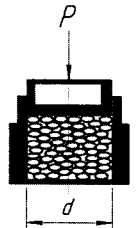
Назва величини	Одиниці СІ			Фізичні величини		
	Назва	Позначення		Назва	Позначення	Співвідношення з одиницями СІ
Розмір, відстань	метр	м	1см= 10^{-2} м 1мм= 10^{-3} м	–	–	–
Площа	квадратний метр	м ²	1см ² = 10^{-4} м ² 1мм ² = 10^{-6} м ²	–	–	–
Об'єм	кубічний метр	м ³	1см ³ = 10^{-6} м ³ 1мм ³ = 10^{-9} м ³ 1л= 10^{-3} м ³	–	–	–
Маса	кілограм	кг	1г= 10^{-3} кг	–	–	–
Сила, вага	ньютон	Н	1кН= 10^3 Н 1МН= 10^6 Н	кілограм-сили	кгс тс	1кгс=9,80665Н 1тс=9,80665кН
Механічне напруження	паскаль	Па	1МПа= 10^6 Па	кілограм-сили на квадратний сантиметр	кгс/см ²	1кгс/см ² =0,0981 МПа

Додаток Б

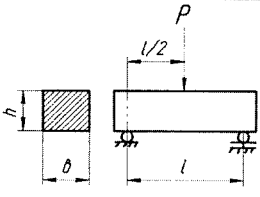
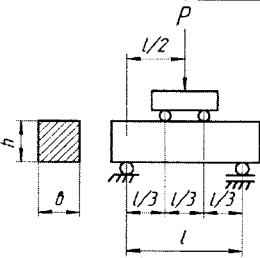
Таблиця Б.1 – Схеми стандартних методів визначення міцності при стиску

Матеріал	Зразок	Розміри стандартного зразка, см	Схема випробування	Розрахункова формула
1	2	3	4	5
Бетон Будівельний розчин Природний камінь	Куб	15×15×15 7,07×7,07×7,07 5×5×5; 10×10×10; 15×15×15; 20×20×20		$R = \frac{P}{a^2}$
Бетон Природний камінь	Циліндр	d = 15; h = 30 d = h = 5; 7; 10; 15		$R = \frac{4P}{\pi d^2}$
Бетон Деревина	Призма	a = 10; 15; 20 h = 40; 60; 80 a = 2; h = 3		$R_{np} = \frac{P}{a^2}$
Цегла	Складений зразок	a = 12 b = 12,5 h = 14		$R = \frac{P}{F}$
Цемент	Половина зразка-призми, виготовленої з цементно-піщаного розчину	F = 25 см ²		$R = \frac{P}{F}$

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5
Щільний крупний заповнювач для бетону	Проба щебеню (гравію) у циліндрі	$d = 15$; $h = 15$		$D_p = \frac{m - m_1}{m_1}$
Пористий крупний заповнювач для бетону	Проба щебеню (гравію) у циліндрі	$d = 15$; $F = 177 \text{ см}^2$		$R_{sd} = \frac{P}{F}$

Таблиця Б.2 – Схеми стандартних методів визначення міцності на згин

Матеріал	Зразок	Розміри стандартного зразка, см	Схема випробування	Розрахункова формула
Цемент Деревина Цегла	Призма Цегла в натуральному вигляді	$4 \times 4 \times 16$ $2 \times 2 \times 30$ $l = 24$ $12 \times 6,5 \times 25$ $l = 20$		$R_{sz} = \frac{3Pl}{2bh^2}$
Бетон Деревина	Призма	$15 \times 15 \times 60$ $l = 45$ $2 \times 2 \times 30$; $l = 25$		$R_{sz} = \frac{Pl}{bh^2}$

Додаток В

Таблиця В.1 – Фізико-механічні властивості деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Границя міцності при стиску, МПа	Істинна густина, г/см ³	Середня густина, кг/м ³	Теплопровідність, Вт/(м ² ·°С)
Граніт	150–250	2,6–2,8	2500–2700	2,9–3,3
Вапняк компактний	50–150	2,4–2,6	1800–2200	0,8–1,0
Вапняк-черепашник	0,5–5	2,3–2,4	900–1400	0,3–0,6
Цегла керамічна	10–20	2,6–2,7	1700–2000	0,8–0,9
Цегла силікатна	10–20	2,4–2,55	1700–1900	0,8–0,9
Бетон важкий	10–80	2,5–2,6	1800–2500	1,1–1,6
Бетон легкий	2–15	-	500–1800	0,35–0,8
Деревина сосни	30–60	1,55–1,6	500–600	0,15–0,2
Сталь Ст3	380–450	7,8–7,9	7800–7900	58
Пластмаси	120–200	1,0–2,2	100–1200	0,2–0,8
Портландцемент	30–60	3,0–3,2	наσιпина густина 1200–1300	-

Таблиця В.2 – Середні показники властивостей деревини (за 12 % вологості)

Деревна порода	Середня густина, кг/м ³	Границя міцності деревини, МПа				
		при стиску R _{ст} уздовж волокон	при згині R _з	при розтягу R _р уздовж волокон	при сколюванні	
					у радіальному напрямі	у тангенціальному напрямі
Модрина	680	52	97	129	11,5	12,5
Сосна	530	44	79	115	7	7,5
Ялина	460	42	77,5	122	5	5
Кедр	440	35	64,5	78	5,5	6
Ялиця	390	33	58,5	84	6	6,5
Дуб	720	52	94	129	8,5	10,5
Бук	650	46	94	129	10	13
Береза	640	45	100	120	8,5	11
Липа	540	39	68	116	7	8
Осіка	500	37	77	111	6	8

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ ДІ МЕНДІЛЄЄВА

ПЕРІОДИ	ГРУПИ ЕЛЕМЕНТІВ																	
	I	II		III	IV	V		VI	VII	VIII								
1	H 1 1,008								(H)									2 He 4,003
2	Li 3 6,94	Be 4 9,01	B 5 10,81	C 6 12,01	N 7 14,01	O 8 16,0	F 9 19,0											10 Ne 20,18
3	Na 11 22,99	Mg 12 24,3	Al 13 26,98	Si 14 28,09	P 15 30,97	S 16 32,06	Cl 17 35,45											18 Ar 39,95
4	K 19 39,10	Ca 20 40,1	Sc 21 44,96	Ti 22 47,9	V 23 50,9	Cr 24 52,0	Mn 25 54,94	Fe 26 55,85	Co 27 58,93	Ni 28 58,71								
	29 Cu 63,55	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,9											
5	Rb 37 85,47	Sr 38 87,6	Y 39 88,9	Zr 40 91,2	Nb 41 92,9	Mo 42 95,94	Tc 43 (99)	Ru 44 101,1	Rh 45 102,9	Pd 46 106,4								
	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,75	52 Te 127,6	53 I 126,9											
6	Cs 55 132,9	Ba 56 137,3	* La 57 138,9	Hf 72 178,5	Ta 73 180,9	W 74 183,8	Re 75 186,2	Os 76 190,2	Ir 77 192,2	Pt 78 195,1								
	79 Au 196,9	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 208,9	84 Po (210)	85 At (210)											
7	Fr 87 (223)	Ra 88 (226)	** Ac 89 (227)	Rf 104 (261)	Db 105 (262)	Sg 106 (263)	Bh 107 (264)	Hs 108 (265)	Mt 109 (266)									

* ЛАКТАНОЇДИ

** АКТИНОЇДИ

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Додаток Д

Легкоукладальність бетонної суміші		Водопотреба бетонної суміші, л/ м ³							
		Крупність заповнювача							
Осадка конуса, см	Жорсткість, с	Гравій				Щебінь			
		10	20	40	70	10	20	40	70
0	150 – 200	145	130	120	-	155	140	130	-
0	90 – 120	150	135	125	-	160	145	135	-
0	60 – 80	160	145	130	-	170	155	145	-
0	30 – 50	165	150	135	-	175	160	150	-
0	15 – 30	175	160	145	-	185	170	155	-
1 – 2		185	170	155	140	195	180	165	165
3 – 4		195	180	165	145	205	190	175	160
5 – 6		200	185	170	155	210	195	180	170
7 – 8		205	190	175	160	215	200	185	175
9 – 10		215	200	185	170	225	210	190	185

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Горчаков Г. И. Строительные материалы / Г. И. Горчаков, Ю. М. Баженов. – М. : Высшая школа, 1986. – 688 с.
2. Комар А. Г. Строительные материалы и изделия / А. Г. Комар. – М. : Высшая школа, 1988. – 527 с.
3. Воробьев В. А. Строительные материалы / В. А. Воробьев, А. Г. Комар. – М. : Стройиздат, 1976. – 475 с.
4. Очеретний В. П. Будівельні матеріали і вироби : навчальний посібник / В. П. Очеретний. – К. : НМК ВО, 1992. – 172 с.
5. Очеретний В. П. Збірник задач та розрахунків з курсу «Будівельні матеріали і вироби» / В. П. Очеретний. – Вінниця : ВДТУ, 1994. – 49 с.
6. Кривенко П. В. Будівельні матеріали : підручник / П. В. Кривенко. – К. : Вища школа, 1993. – 389 с.
7. Будівельне матеріалознавство : підручник / Кривенко П. В., Пушкарьова К. К., Барановський В. Б. та ін. ; за ред. П. В. Кривенко. – К. : ТОВ УВПК ЕксОб, 2004. – 704 с.
8. Рыбьев И. А. Строительное материаловедение / И. А. Рыбьев. – М. : Высшая школа, 2002. – 701 с.
9. Рыбьев И. А. Общий курс строительных материалов / И. А. Рыбьев. – М. : Стройиздат, 1989. – 583 с.
10. Болдырев А. С. Строительные материалы : справочник / П. П. Золотов, А. С. Болдырев. – М. : Стройиздат, 1989. – 567 с.
11. Дворкін Л. Й. Теоретичні основи будівельного матеріалознавства / Л. Й. Дворкін. – К. : НМК ВО, 1992. – 156 с.
12. Гоц В. І. Бетони і будівельні розчини / В. І. Гоц. – К. : ТОВ УВПК Екс об, 2003. – 472 с.
13. Технология железобетонных изделий в примерах и задачах / [В. Ф. Афанасьева, Е. Н. Ипполитов, М. С. Поддубная и др.] ; под ред. Л. Н. Попова. – М. : Высш. шк., 1987. – 192 с.

Навчальне видання

**Очеретний Володимир Петрович
Ковальський Віктор Павлович
Бондар Альона Василівна**

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Збірник задач

Редактор Є. Плетньова

Оригінал-макет підготовлено В. Ковальським

Підписано до друку 29.09.2017
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 3,58
Наклад 50(1-20) пр. Зам № 2017-361

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,
press.vntu.edu.ua,
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.