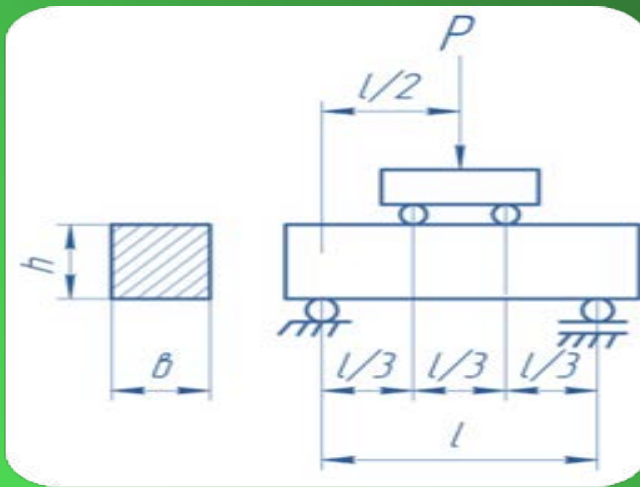


Будівельне матеріалознавство



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

$$\rho_m = \frac{m}{V_{ПС}}$$

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

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

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д.І. МЕНДЕЛІЄВА

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									36 Kr 83,80
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									54 Xe 131,3
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)									86 Rn (222)
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 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

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

БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

ЗБІРНИК ЗАДАЧ

Вінниця
ВНТУ
2017

УДК 691

О-94

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.

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 вироби.

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

УДК 691

© ВНТУ, 2017

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 вироби.

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 ($^{\circ}\text{K}$) – 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 ($^{\circ}\text{K}$), так і в градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$).

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	$\rho_H = \frac{m}{V_a}$	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	$\rho_H = \frac{m}{V_H}$	V _H – об'єм матеріалу в пухкому стані
Густина матеріалу	—	$\Gamma = \frac{\rho_m}{\rho}$	—
Пористість	%	$\Pi = (1 - \frac{\rho_m}{\rho}) \times 100$	—
Відкрита пористість	%	$\Pi_1 = \frac{m_H - m}{V_{nc}} \times \frac{1}{\rho_{H_2O}}$	m _H – 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	%	$B_m = \frac{m_H - m}{m} \times 100$	—
Водопоглинання за об'ємом	%	$B_0 = \frac{m_H - m}{V_{nc} \times \rho_{H_2O}} \times 100$	—
Сорбційна вологість	%	$\varpi_c = \frac{m_{сорб} - m}{m} \times 100$	m _{сорб} – маса матеріалу після досягнення рівноважної вологості
Коефіцієнт розм'якшення	—	$K_p = \frac{R_{ст.нас.}}{R_{ст.сух.}}$	R _{ст.нас.} – границя міцності за тиском матеріалу в насиченому водою стані; R _{ст.сух.} – те ж саме у сухому стані

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Коефіцієнт фільтрації	м/год	$K_{\phi} = \frac{V_B \times \delta}{S \times \Delta P \times \tau}$	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/мгодПа	$\mu = \frac{V_n \times \rho \times \delta}{S \times \Delta P_n \times \tau}$	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	—	$d = \frac{\rho_m}{\rho_m^{ct}}$	d – відносна густина ρ_m – середня густина матеріалу, кг/м ³ ; ρ_m^{ct} – середня густина стандартної речовини (наприклад, води, для якої $\rho_m^{ct}=1000$ 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	—	$ККЯ = \frac{R_{ст}}{\rho_m}$	—
Границя міцності	МПа	$R = \frac{P}{F}$	Р – руйнівне навантаження; F – площа поперечного перерізу зразка
Твердість за Бринелем	МПа	$HB = \frac{2P_{ТВ}}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	Р _{ТВ} – навантаження на стандартну металеву кульку; D – діаметр кулі; d – діаметр відбитка
Стираність	г/см ²	$C_{\tau} = \frac{m - m_1}{F}$	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	$\varepsilon_{yc} = \frac{l_0 - l_1}{l_0}$	l ₀ – початкова довжина зразка; l ₁ – кінцева довжина зразка
Повзучість	мм/м	$\varepsilon_{пз} = \varepsilon_n - (\varepsilon_{yc} - \varepsilon_y)$	ε_n – повна деформація; ε_y – пружна деформація
Модуль пружності	МПа	$\varepsilon = \frac{\sigma_n}{E_y}$	σ_n – нормальне напруження
Границя плинності	МПа	$\sigma = \frac{P_T}{F}$	P _T – навантаження, що відповідає границі плинності

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 $\rho_{\text{м}}^{\text{в}} = 1300 \text{ кг/м}^3$. Визначити відкриту пористість деревини.

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

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: $\rho_{\text{м}} = 2500, 1800, 1100$ 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 сталої 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 $(10 \div 25) \times 105 \text{ Па}$ і вапнякового туфу – $(50 \div 100) \times 105 \text{ Па}$, 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 змололи і взяли пробу в кількості 12,5 г. Маса пікнометра без води становила 25,5 г, а з водою – 75,5 г, з пробую і з водою – 83,3 г. Яка густина кварцевого 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 $V/C = 0,6$, 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 повздовж 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 $0,93 \text{ г/см}^3$.

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 , модрици за $W = 25 \text{ } \%$ – 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 $R_{ст} = 0,0147$ 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 модрина 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 $F_{ст}$ виявилось для модрина $0,026$ МН, для липи – $0,018$ МН; поперек волокон $F_{ст}$ у радіальному напрямку для модрина – $0,0027$ МН, для липи – $0,0034$ МН; у тангенціальному напрямку для модрина – $0,0037$ 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

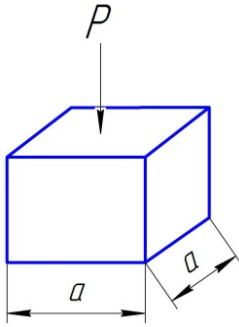
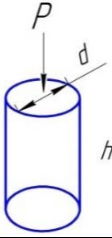
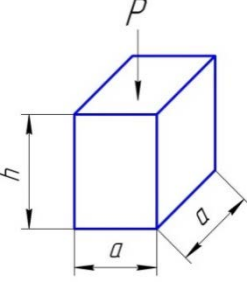
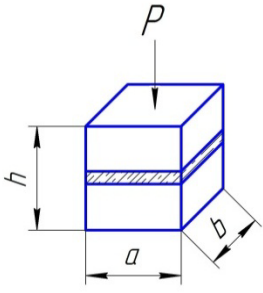
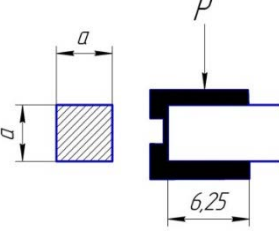
Префікс	Позначення	Множник, на який множать осн. од.	Префікс	Позначення	Множник, на який множать осн. од.
Тера	Т	10^{12}	Санті	С	10^{-2}
Гіга	Г	10^9	Мілі	М	10^{-3}
Мега	М	10^6	Мікро	МК	10^{-6}
Кіло	К	10^3	Нано	Н	10^{-9}
Гекто	Г	10^2	Піко	П	10^{-12}
Дека	Да	10^1	Фемто	Ф	10^{-15}
Деці	Д	10^{-1}	Атто	А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

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

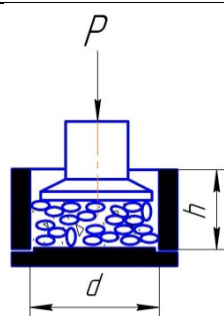
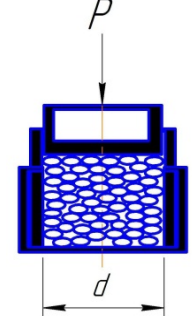
Назва величини	Одиниці СІ			Фізичні величини		
	Назва	Позначення		Назва	Позначення	Співвідношення з одиницями СІ
Розмір, відстань	метр	м	$1\text{см}=10^{-2}\text{м}$ $1\text{мм}=10^{-3}\text{м}$	–	–	–
Площа	квадратний метр	м^2	$1\text{см}^2=10^{-4}\text{м}^2$ $1\text{мм}^2=10^{-6}\text{м}^2$	–	–	–
Об'єм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

Додаток Б

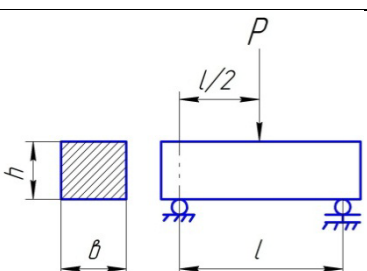
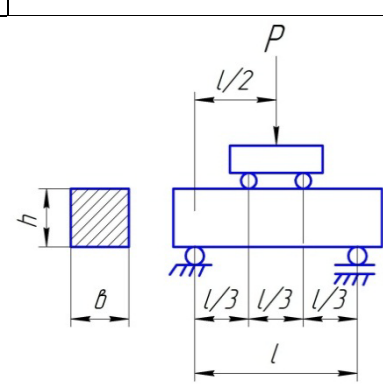
Таблиця Б.1 – Схеми стандартних методів визначення міцності при стиску

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	$d = 15;$ $F = 177 \text{ см}^2$		$R_{з0} = \frac{P}{F}$

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	$4 \times 4 \times 16$ $2 \times 2 \times 30$ $l = 24$ $12 \times 6,5 \times 25$ $l = 20$		$R_{з2} = \frac{3Pl}{2bh^2}$
Бетон Деревина	Призма	$15 \times 15 \times 60$ $l = 45$ $2 \times 2 \times 30;$ $l = 25$		$R_{з2} = \frac{Pl}{bh^2}$

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°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	насипна 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 _{зг}	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
Осика	500	37	77	111	6	8

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д.І. МЕНДЕЛІЄВА

ПЕРІОДИ	Г Р У П И Е Л Е М Е Н Т І В															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII								
1	H 1 1,008														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	19 K 39,10	20 Ca 40,1	21 Sc 44,96	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Ni 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								36 Kr 83,80	
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,94	43 Tc (99)	44 Ru 101,1	45 Pd 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								54 Xe 131,3	
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	* La 138,9	57 Hf 178,5	72 Ta 180,9	73 W 183,8	74 Re 186,2	75 Os 190,2	76 Ir 192,2	77 Pt 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)								86 Rn (222)	
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	** Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (264)	108 Hs (265)	109 Mt (266)							

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

* ЛАКТАНОЇДИ

** АКТИНОЇДИ

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
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman
Друк різнографічний. Ум. др. арк.
Наклад пр. Зам №

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.