

2. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Практичне заняття №1

Визначення істинної і середньої щільності матеріалів.

2 академічних години

Мета заняття: навчити студента вміти визначити густину матеріалів правильної та неправильної форми.

Теорія

Густині властивості будівельних матеріалів використовуються в будівництві, у гірничому виробництві для розрахунку кількості матеріалів, міцнісних властивостей та розрахунків обсягів видобутку і т. ін.

За одиницю густини (істинної, середньої) прийнята одиниця маси, що міститься в одиниці об'єму. Розмірність, звичайно, виражається в г/см^3 , кг/м^3 , т/м^3 .

Істинною густиною (питомою вагою) називається маса мінеральної речовини (без пор, пустот та тріщин), що міститься в одиниці об'єму

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

ρ – істина густина, кг/м^3 ;

m – маса сухого зразка, кг ;

V – об'єм матеріалу (без об'єму пор і пустот), м^3 .

Середня густина (кг/м^3) – маса речовини природного складу (з порами, пустотами та тріщинами), що міститься в одиниці об'єму

$$\rho_{\text{CP}} = \frac{m}{V_0},$$

ρ – середня густина, кг/м^3 ;

V_0 – об'єм матеріалу в природному стані з урахуванням пор та пустот, м^3 .

Насипна густина (кг/м^3) – це відношення маси матеріалу в насипному стані до його об'єму

$$\rho_{\text{H}} = \frac{m}{V_{\text{H}}},$$

Для визначення істинної і середньої густини використовується метод гідростатичного зважування матеріалу. При цьому зразок матеріалу парафінується (якщо матеріал схильний убирати вологу), щоб не змінився природний об'єм зразка та його вага. При цьому об'єм та вага парафіну, що йде на парафінування, враховується шляхом зважування зразка до та після парафінування.

Приклад 1 Визначити середню густину кам'яного зразка неправильної форми, якщо при його зважуванні на повітрі маса була $m_c=100$ г, а у воді $m_w=55$ г. До зважування у воді зразок парафінували. Маса парафінованого зразка $m_{п.з.}=101,1$ г. Густина парафіну $\rho_{п.}=0,93$ г/см³.

Об'єм парафінованого зразка по закону Архімеда дорівнює втраті його маси при зважуванні у воді, тобто при густині води $\rho_{в.}=1$ г/см³:

$$V_{п.з.} = \frac{m_{п.з.} - m_w}{\rho_{в.}} = 101,1 - 55 = 46,1 \text{ см}^3.$$

Маса парафіну $m_{п.}=m_{п.з.}-m_c=101,1-100=1,1$ г, а об'єм його $V_{п.}=m_{п.}/\rho_{п.}=1,1:0,93=1,18 \text{ см}^3$.

Об'єм не парафінованого зразку $V_0=V_{п.з.}-V_{п.}=46-1,18=44,92 \text{ см}^3$.

Середня густина матеріалу $\rho_0=m_c/V_0=100:44,92=2,23$ г/см³.

Приклад 2 При визначенні дійсної густини будівельного гіпсу була взята наважка $m_0=85$ г. В колбу Ле-Шател'є була внесена частина цієї наважки, залишок склав $m_1=15,5$ г. При цьому рівень керосину у колбі підвищився від нульової відмітки до 25 см^3 . Розрахувати дійсну густину будівельного гіпсу.

Маса гіпсу, що поміщена у колбу Ле-Шател'є:

$$m_r=m_0-m_1=85-15,5=69,5 \text{ г}$$

Об'єм гіпсу в абсолютно щільному стані дорівнює об'єму витисненого керосину, тобто $V_r=25 \text{ см}^3$.

Таким чином, дійсна густина гіпсу $\rho=m_r/V_r=69,5:25=2,78$ г/см³.

Висновки

У наслідок розрахунку густини кам'яного зразка студент навчається визначати густину матеріалів неправильної форми.

Вихідні данні для розв'язання задачі до практичного заняття №1

№ варіанта	$m_{п.з.}, \text{ г}$	$m_w, \text{ г}$	$m_c, \text{ г}$	$\rho_{п.}, \text{ г/см}^3$
1	256	150	250	0.93
2	168	93	164	0.93
3	125	64	120	0.93
4	173	80	170	0.93
5	92	40	90	0.93
6	104	45	101	0.93
7	362	180	356	0.93
8	256	130	250	0.93
9	311	160	303	0.93
10	364	170	355	0.93
11	456	200	445	0.93

12	168	90	160	0.93
13	145	75	140	0.93
14	189	90	185	0.93
15	137	65	132	0.93
16	256	150	250	0.93
17	168	93	164	0.93
18	125	64	120	0.93
19	173	80	170	0.93
20	92	40	90	0.93
21	185	80	170	0.93
22	173	75	150	0.93
23	114	60	110	0.93
24	262	150	250	0.93
25	250	135	240	0.93

Контрольні запитання

1. Що таке густина?
2. Яка буває густина?
3. Чим відрізняється густина від щільності?
4. Наведіть інші фізико-механічні властивості матеріалів.
5. Для чого використовуються густинні властивості будівельних матеріалів?

Практичне заняття №2

Визначення природної вологості будівельних матеріалів.

2 академічних години

Мета заняття: навчити студентів визначити вологість будівельних матеріалів.

Теорія

Природна вологість будівельних матеріалів характеризується наявністю вологи в матеріалі в природному стані.

Показник природної вологості розраховується в частках одиниці або процентах за формулою

$$W_c = \frac{m_2 - m_3}{m_{\text{пост}}} \cdot 100\% ,$$

де $m_{\text{пост}}$ – постійна маса зразка після його висушування, г;

m_2 – маса зразка з бюксом до висушування, г;

m_3 – маса зразка після висушування до постійного значення з бюксом, г.

Величину постійної маси зразка будівельного матеріалу визначають за формулою

$$m_{\text{пост}} = m_3 - m_1,$$

де m_1 – маса бюкса, г.

Висушування зразка будівельного матеріалу виконується при постійній температурі $t=150^\circ\text{C}$.

Ця температура достатня для випарювання вологи і не призводить до структурних змін у зразку.

Вологість будівельних матеріалів істотно впливає на міцнісні показники, морозостійкість, теплопровідність та інші їх властивості, а також на потрібну кількість води для закриття пор цементно-пісчаних сумішей і бетонів.

Приклад Визначити коефіцієнт насичування пор водою цеглини розмірами $250 \times 120 \times 65$ мм з істинною густиною $\rho = 2.6$ г/см³ і масою в сухому стані 3.5 кг, якщо після втримання у воді маса цеглини стала рівною $m_n = 4$ кг.

Коефіцієнт насичування k_n рівний відношенню водопоглинання по об'єму до пористості матеріала, а водопоглинання цегли по масі

$$W_T = \frac{m_n - m}{m} \cdot 100 = \frac{4 - 3.5}{3.5} \cdot 100 = 14.3\%.$$

Об'єм цеглини $V_k = 25 \cdot 12 \cdot 6.5 = 1950$ см³.

Середня густина цеглини $\rho_o = m/V_k = 3500/1950 = 1.8$ г/см³ або 1800 кг/м³

Водопоглинання по об'єму $W_o = W_T \cdot \rho_o = 14.3 \cdot 1.8 = 25.7\%$

Загальна пористість цеглини $\Pi = (1 - \rho_o/\rho) \cdot 100 = (1 - 1.8/2.6) \cdot 100 = 30.8\%$.

Висновки

Виконавши практичне завдання №2 і розв'язавши задачу студенти вчаться визначати вологість матеріалів в природному стані.

Знання вологості впливає на вибір матеріалів та кількості води для приготування розчинів і бетонів.

Вихідні данні для розв'язання задачі до практичного заняття №2

№ варіанта	m_n , кг	m , кг	$h_{ц}$, Т	$\rho_{ц}$, г/см ³
1	4.0	3.5	6.5	2.6
2	4.3	3.7	6.5	2.6
3	6.0	5.3	8.8	2.6
4	6.3	5.5	8.8	2.6
5	8.5	7.0	12.0	2.6
6	8.0	6.8	12.0	2.6
7	4.0	3.6	6.5	2.6
8	8.0	6.6	12.0	2.6
9	8.5	6.9	12.0	2.6
10	6.3	5.6	8.8	2.6
11	4.3	3.6	6.5	2.6
12	6.0	5.2	8.8	2.6

13	4.0	3.7	6.5	2.6
14	5.3	4.8	6.5	2.6
15	6.0	5.2	8.8	2.6
16	4.0	3.5	6.5	2.6
17	4.1	3.7	6.5	2.6
18	6.4	5.6	8.8	2.6
19	8.1	6.7	12.0	2.6
20	4.2	3.2	6.4	2.6
21	8.2	6.7	12.0	2.6
22	4.2	3.8	6.5	2.6
23	6.4	5.6	8.8	2.6
24	6.7	5.5	8.7	2.6
25	8.0	6.5	12.0	2.6

Розміри цеглини: $l_{\text{ц}} \times b_{\text{ц}} \times h_{\text{ц}}$

$l_{\text{ц}} = 25.0\text{см}; b_{\text{ц}} = 12.0\text{см}; h_{\text{ц}}$ – із таблиці.

Контрольні запитання

1. Що таке вологість матеріалу?
2. Що таке природна вологість?
3. Як визначається вологість матеріалу?
4. Як знайти середню густину матеріалів?
5. Як вологість впливає на міцність матеріалів?

Практичне заняття № 3

Визначення пористості та пустотності матеріалів.

2 академічних години

Мета заняття: навчити студентів уміти визначити пористість та пустотність і знати, як вона впливає на інші фізичні властивості матеріалів.

Теорія

Найважливіші властивості матеріалів – міцність, теплопровідність, водопоглинання, водопроникливість, морозостійкість та інші залежать від ступеня і характеру пористості матеріалів.

Пористістю називається кількість пор в одиниці об'єму матеріалу, виражене в частках одиниці або процентах. Вона характеризує ступінь заповнення об'єму матеріала порами і доповнює густину до одиночного значення об'єму. Ця пористість називається істиною пористістю.

Пористість матеріалів в природному стані в частках одиниці і в процентах визначають за формулами відповідно

$$\Pi = 1 - \frac{\rho_{\text{cp}}}{\rho},$$

$$\Pi = \left(1 - \frac{\rho_{\text{cp}}}{\rho}\right) \cdot 100\%$$

де ρ_{cp} – середня густина матеріалу, г/см³;

ρ – істина густина матеріалу, г/см³.

За величиною пор будівельні матеріали підрозділяються на мілкопористі з розміром пор 0.1–0.001мм і крупнопористі з розміром пор 1–2мм.

Пори в матеріалі можуть бути замкнені і сполучені один з одним. Матеріал із сполученими порами легко пропускає через себе воду і може використовуватися в сухих будівлях і спорудах у якості звукоізоляційного. Крім того, він може бути використаний у якості фільтра для очистки води від зважуваних частинок, що мають розмір більше розміру пор.

Поряд з пористістю існує поняття гаданої пористості, котра характеризується ступенем насичення матеріалу водою. Гадана пористість (водопоглинання) показує, яку кількість води вбирає в себе одиниця об'єма пористого матеріалу. Чисельно гадана пористість дорівнює відношенню маси поглиненої води до об'єма матеріалу в природному стані. Гадана пористість визначається за формулою:

$$\Pi_k = \frac{m_H - m}{V_0} \cdot 100,$$

де m_H – маса насиченого водою матеріалу, г;

m – маса матеріалу в сухому стані, г;

V_0 – об'єм матеріалу в природному стані, см³.

Приклад Кубічний зразок із газобетону з розміром ребер $a = 20$ см занурений в воду і плаває. Висота над рівнем в перший момент (до намочення) складає $h = 6.5$ см. Визначити пористість газобетону, приймаючи його істину густина $\rho = 2.79$ г/см³. Поглинанням води нехтувати.

Маса (об'єм) води, витисненої зразком газобетону, рівна масі зразка. Оскільки висота зразка над рівнем води 6.5 см, значить він занурився на $h_1 = 20 - 6.5 = 13.5$ см, та витиснув при цьому об'єм води:

$$V_B = 20 \cdot 20 \cdot 13.5 = 5400 \text{ см}^3.$$

Таким чином, маса зразка $m_0 = 5400 \text{ г} = 5.4 \text{ кг}$.

Об'єм зразка $V_0 = 20 \cdot 20 \cdot 20 = 8000 \text{ см}^3$.

Середня густина газобетону

$$\rho_{\text{ср.}} = m_0 / V_0 = 5400 / 8000 = 0.68 \text{ г/см}^3.$$

Пористість газобетону

$$\Pi = (1 - 0.68 / 2.79) 100 = 79\%$$

Висновки

Пористість та пустотілість є важливими характеристиками матеріалів, вони впливають на важливі фізико – механічні властивості матеріалів, на їх використання та ін.

Вихідні данні для розв'язання задачі для практичного заняття №3

№ варіанта	a Розмір ребра, см ³	h Висота над рівнем води, см ³	ρ Істина густина, г/см ³
1	20	6.8	2.8
2	20	7.0	2.8
3	15	5.0	2.9
4	10	4.0	2.8
5	25	8.0	2.7
6	25	7.5	2.7
7	30	10	2.75
8	30	12	2.75
9	20	6.5	2.79
10	25	8.5	2.79
11	15	5.5	2.8
12	20	5.0	2.8
13	30	8.0	2.6
14	40	14	2.6
15	40	13.0	2.6
16	30	9.0	2.8
17	20	6.8	2.8
18	20	7.0	2.8
19	10	5.0	2.9
20	15	4.0	2.8
21	25	6.0	2.9
22	31	8.4	2.72
23	23	8.3	2.6
24	26	6.3	2.8
25	15	7.5	2.9

Контрольні запитання

- 1.Що таке пористість матеріала?
- 2.Як розраховується пористість?
- 3.Яка різниця між пористістю та пустотілістю?
- 4.Які бувають пори?
- 5.Як впливає пористість на інші фізичні властивості матеріалів?

Практичне заняття № 4
Визначення вологопоглинання і коефіцієнта пом'якшення
матеріалів.
2 академічних години

Мета заняття: навчити студентів уміти визначати вологопоглинання і коефіцієнт пом'якшення будівельних матеріалів.

Теорія

1. Вагове та об'ємне вологопоглинання.

Вологопоглинанням будівельного матеріалу називається властивість матеріалу вбирати і утримувати в собі воду при безпосередньому контакті з нею.

Розрізняють вагове та об'ємне вологопоглинання.

Вагове вологопоглинання – відношення маси поглинутої матеріалом води до його маси в сухому стані. Вимірюється в частках одиниці або процентах.

Вагове вологопоглинання в процентах визначають за формулою

$$W_m = \frac{m_n - m_c}{m_c} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де m_c – сухої зразка, г;

m_n – маса насиченого водою зразка, г.

Об'ємне вологопоглинання – відношення маси поглинутої води до об'єму матеріалу в природному стані. Чисельно воно рівне об'єму доступних для води пор і тому в ряді випадків вологопоглинання називають гаданою пористістю.

Об'ємне вологопоглинання завжди менше 100%, в той час, як вагове вологопоглинання може бути і більше 100%.

Об'ємне вологопоглинання в процентах визначають за формулою

$$W_o = \frac{V_s - V_c}{V_e} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де V_s / V_c – об'єм матеріалу в насиченому водою та сухому стані, см³;

V_e – об'єм матеріалу в натуральних умовах, см³.

Якщо розділити формулу (2) на (1) і перетворити, то об'ємне вологопоглинання можна виразити через вагове вологопоглинання і середню густину матеріалу

$$W_o = W_m \rho_{сер.}, \quad (3)$$

Вологопоглинання матеріалу можна характеризувати також коефіцієнтом пом'якшення, який показує, на скільки знизилась міцність матеріалу від водонасичення.

Коефіцієнт пом'якшення визначається за формулою

$$K_p = \frac{R_H}{R_C}, \quad (4)$$

де R_H – межа міцності будівельного матеріалу у водонасиченому стані, МПа.

R_C – межа міцності будівельного матеріалу в сухому стані, МПа.

Коефіцієнт пом'якшення міняється від нуля (водонасичені глини) до 1 (у скла, сталі, бітума).

Матеріали, у яких $K_p > 0.7$ вважають водотривкими. Такі матеріали застосовуються для зовнішніх робіт.

При визначенні коефіцієнта пом'якшення K_p зразки будівельного матеріалу розділяють на дві партії. Одну з них замочують у воді, а іншу – висушують при $150C^0$ у сушильній шафі. Потім зразки піддаються навантаженню до руйнування на гідравлічному пресі при швидкості прикладення зусилля 0.5-1 МПа/с (5-10 кгс/см³ в секунду).

Приклад Визначити коефіцієнт насиченості пор цеглини розміром (250×120×65мм) з істинною густиною $\rho = 2.6\text{г/см}^3$ і масою в сухому стані $m = 3.5\text{кг}$, якщо після витримування в воді маса цеглини стала рівною $m_H = 4\text{кг}$.

Коефіцієнт насичення K_H дорівнює відношенню водопоглинання по об'єму до пористості матеріалу.

Водопоглинання цеглини по масі:

$$W_m = \frac{m_H - m}{m} \cdot 100 = \frac{4 - 3.5}{3.5} \cdot 100 = 14.3\%,$$

Об'єм цеглини:

$$V_K = 25 \cdot 12 \cdot 6.5 = 1950\text{см}^3,$$

Середня густина цеглини:

$$\rho_{\text{сер}} = m / V_K = 3500 / 1950 = 1.8\text{г/см}^3,$$

або 1800кг/м^3 .

Водопоглинання цеглини по об'єму:

$$W_O = W_m \rho_{\text{сер}} = 14.3 \cdot 1.8 = 25.7\%,$$

Загальна пористість цеглини:

$$P = (1 - \rho_{\text{сер}} / \rho) \cdot 100 = (1 - 1.8 / 2.6) \cdot 100\% = 30.77\%.$$

Висновки

При виконанні практичного заняття №4 студенти познайомились з такою фізичною властивістю матеріалів як водопоглинання, яке буває вагове та об'ємне; матеріали які мають велике водопоглинання знижують міцність майже до нуля (глина та матеріали з не обпеченої глини).

Вихідні данні для розв'язання задачі до практичного заняття №4.

№ варіанта	m маса цеглини у сухому стані, кг	m _н маса цеглини у насиченому водою стані, кг	ρ Істинна густина, г/см ³
1	3.8	4.3	2.8
2	3.9	4.5	2.8
3	3.6	4.3	2.9
4	3.5	4.2	2.8
5	3.4	4.1	2.7
6	3.3	4.0	2.7
7	3.5	4.2	2.75
8	3.6	4.3	2.75
9	3.7	4.4	2.79
10	3.8	4.6	2.79
11	3.6	4.2	2.8
12	3.7	4.3	2.8
13	3.5	4.1	2.6
14	3.6	4.3	2.6
15	3.7	4.4	2.6
16	3.8	4.5	2.8
17	3.9	4.6	2.8
18	3.4	4.3	2.8
19	3.5	4.4	2.9
20	3.6	4.0	2.8
21	3.7	4.1	2.9
22	3.8	4.5	2.72
23	3.9	4.6	2.6
24	4.0	4.7	2.8
25	3.6	4.4	2.9

Контрольні запитання

- 1.Що таке водопоглинання матеріалів?
- 2.Як відрізняється вагове та об'ємне водопоглинання?
- 3.Чому знижується міцність матеріалу при водопоглинанні?
- 4.Як визначається водопоглинання?
- 5.Які матеріали мають коефіцієнт пом'якшення?

Практичне заняття №5
Розрахунок складу компонентів будівельного розчину (бетону)
заданої марки та об'єму.
2 академічних години

Мета заняття: навчити студентів уміти розраховувати склад будівельних розчинів потрібної кількості.

Теорія

Будівельні розчини – це штучні кам'яні матеріали, отримувані в результаті затвердіння раціонально потрібної та розрахованої суміші, яка складається з в'язучої речовини (цементу, гіпсу), пластифікатора, води і заповнювача (піска).

Розчини відрізняються від бетонів тим, що в них відсутній крупний заповнювач (щебінь або гравій). За виглядом в'язучого розрізняють: цемент, приготовлений на портландцементі або його різновидах, гіпсові, ангідритові, вапнякові.

По призначенню розчини розподіляють на кладочці – для кам'яних кладок та кладок стін з крупних елементів, оздоблені – для тинькування, виготовлення архітектурних деталей, протишумові та інші.

Будівельні кладочні розчини виготовляються чотирьох видів: цементні, цементно-вапнякові, цементно-глиняні, вапнякові.

Цементові розчини, які складаються з цементу, води і піску, застосовують для підземної кладки і кладки нижче гідроізоляційного шару. Цей розчин володіє високою міцністю, водо-і хімічною стійкістю.

Цементно-вапнякові та цементно-глиняні розчини добре вкладаються, пластичні, міцні, морозостійкі. Використовуються для зведення як підземних так і наземних частин споруд.

Вапнякові розчини виготовляються з вапнякового тіста, піску та води. Вони володіють високою пластичністю, добре вкладаються і зчіплюються з поверхнею, довговічні, морозостійкі, але повільно твердіють при висиханні. Використовуються в основному для тинькування зовнішніх стін (добавляється цемент) і внутрішніх робіт (добавляється гіпс, алебастр).

Склад будівельного розчину визначають у такій послідовності

1. Витрати цементу на 1 м³ піску при заданій марці розчину приймають за таблицею

Марка розчинів	25	50		75		100		150		200	
Рекомендована марка цементу	300	300	400	300	400	300	400	300	400	400	500
Витрати цементу на 1 м ³ піску	110.4	185.0	165.0	227.0	220.0	334.0	225.5	447.0	335.0	4450	336.0

Витрати цементу за об'ємом отримують шляхом ділення табличного значення витрат цементу на його насипну щільність.

2. Витрати пластифікаторів (вапнякового чи глиняного тіста) на 1 м^3 визначають за формулою

$$U_{\text{пл}} = 170(1 - 0.002 \cdot m_{\text{ц}}),$$

де $m_{\text{ц}}$ – витрати цементу на 1 м^3 піску, кг ;

$U_{\text{пл}}$ – кількість добавки в м^3 на 1 м^3 піску, кг ;

3. Пропорції об'ємних частин розчину остаточного встановлюють поділивши члени відношення

$$U_{\text{ц}} : U_{\text{пл}} : U_{\text{п}} \text{ на } U_{\text{ц}},$$

Отримаємо

$$\frac{U_{\text{ц}}}{U_{\text{ц}}} : \frac{U_{\text{пл}}}{U_{\text{ц}}} : \frac{U_{\text{п}}}{U_{\text{ц}}} = 1 : X_{\text{пл}} : Y_{\text{п}},$$

4. Визначаємо кількість частин компонентів (по об'єму)

$$K = 1 + X_{\text{пл}} + Y_{\text{п}},$$

5. При заданому об'ємі замісу визначаємо скільки одиниць об'єму приходить на одну частину

$$U_{\text{ц}} = U_{\text{ЗАМЕСА}} / K,$$

6. Визначаємо витрати цементу

$$U_{\text{ц}} = 1 \cdot U_{\text{ц}},$$

7. Витрати пластифікатора

$$U_{\text{пл}} = X_{\text{пл}} \cdot U_{\text{ц}},$$

8. Витрати піску

$$U_{\text{п}} = Y_{\text{п}} \cdot U_{\text{ц}},$$

9. Витрати води розрахуємо за формулою

$$B = 0.5(C + m_{\text{пл}}).$$

де C і $m_{\text{пл}}$ – витрати цементу і пластифікатора, кг .

Приклад треба встановити склад тинькувального розчину марки 50 і об'ємом 100 л. В'язуче – портландцемент марки 300 і насипною щільністю $\rho_{\text{ц}}^{\text{H}} = 1200\text{ кг} / \text{м}^3$.

1. Визначаємо витрати цементу на 1 м^3 піску за таблицею. Він дорівнює $m_{\text{ц}} = 185\text{ кг}$. Об'єм цього цементу

$$U_{\text{ц}} = m_{\text{ц}} / \rho_{\text{ц}}^{\text{H}} = 185 / 1.2 = 154\text{ л},$$

2. Витрати вапнякового тіста на 1 м^3 піску визначаються

$$U_{\text{пл}} = 170(1 - 0.002 \cdot 185) = 107\text{ л},$$

Маса пластифікатора

$$m_{\text{пл}} = U_{\text{пл}} \cdot \rho_{\text{п}} = 107 \cdot 1.4 = 150\text{ кг},$$

3. Склад розчину в об'ємних частинах визначаємо

$$\frac{154}{154} : \frac{107}{154} : \frac{1000}{154} = 1 : 0.7 : 6.5,$$

4. Загальна кількість складових частин розчину за об'ємом $1 + 0.7 + 6.5 = 8.2$.

5. Витрата цементу і об'єм, що припадає на 1 частину розчину

$$U_{\text{ц}} = 100/8.2 = 12.2\text{л},$$

6. Витрати пластифікатора

$$U_{\text{пл}} 12.2 \cdot 0.7 = 8.5\text{л},$$

7. Витрата піску

$$U_{\text{п}} = 12.2 \cdot 6.5 = 79\text{л},$$

8. Витрати води

$$B = 0.5(12.2 + 8.5) = 10.3\text{л}.$$

Висновки Практичне завдання №5 дозволяє навчити студентів розрахувати склад будівельних розчинів для потрібної кількості розчину. Ці знання будуть потрібні для гірничих інженерів у різних випадках їх праці.

Вихідні данні для розв'язання задачі до практичного заняття №5

№ варіанта	Марка розчину	Потрібний об'єм розчину, л	Цемент		Густина пластифікатора кг/м ³	Густина піску, кг/м ³
			Марка	Густина кг/м ³		
1	50	150	400	1350	1500	1400
2	75	200	300	1500	1500	1400
3	100	125	300	1500	1500	1400
4	150	175	400	1400	1500	1400
5	150	180	400	1350	1500	1400
6	150	320	300	1500	1500	1400
7	100	400	400	1400	1500	1400
8	75	350	300	1350	1500	1400
9	50	600	300	1400	1500	1400
10	150	250	400	1500	1500	1400
11	200	50	500	1350	1500	1400
12	75	120	400	1500	1500	1400
13	75	180	400	1400	1500	1400
14	100	130	300	1400	1500	1400
15	150	400	400	1500	1500	1400
16	75	400	300	1500	1500	1400
17	100	350	300	1350	1500	1400
18	50	220	400	1500	1500	1400
19	75	460	400	1500	1500	1400
20	50	780	300	1400	1500	1400
21	75	1200	300	1400	1500	1400
22	100	600	300	1350	1500	1400

23	200	800	400	1400	1500	1400
24	100	750	400	1350	1500	1400
25	150	350	400	1400	1500	1400

Контрольні запитання

1. Призначення будівельних розчинів.
2. Що входить до складу будівельних розчинів?
3. Чим відрізняються будівельні розчини для зовнішніх та внутрішніх робіт?
4. Чим відрізняються будівельні розчини від бетонів?
5. Для чого у будівельні розчини додаються пластифікатори?

Практичне заняття №6 **Визначення міцності цегли.** *2 академічних години*

Мета заняття: навчити студентів уміти визначати межу міцності будівельних матеріалів при стисканні та згинанні.

Теорія

Межу міцності при стисканні R_{CT} усіх видів будівельної цегли згідно ГОСТ-8462-96 вираховують для кожної партії не менше п'яти зразків.

Випробують зразки які складаються з двох цілих цеглин, положених постілями одна на одну. Перед приготуванням зразків цеглину занурюють у воду не менше, ніж на 5 хвилин.

Цілу цеглину з'єднують у зразки, а також вирівнюють їх верхні поверхні цементним розчином товщиною 3-5 мм із співвідношенням компонентів Ц:П=1:1 по масі при водоцементному співвідношенні В:Ц=0.34-0.36. Марка цементу 400.

Зразки після виготовлення витримують не менш 3-4 діб при температурі повітря $20 \pm 3^{\circ}C$ і відносній вологості 90-95%.

При обчисленні межі міцності зразка з двох цеглин результати випробувань множать на коефіцієнт 1,2.

Межу міцності на стискання складеного зразка з двох цеглин визначають за формулою

$$R_{CT} = K \frac{P_p}{F},$$

де $K = 1.2$ – поправочний коефіцієнт;

P_p – руйнуюче навантаження;

$F = b \cdot l$ – площа зразка, що сприймає навантаження, cm^2 , b, l – ширина і довжина цегли, cm .

Межа міцності при згинанні (R_1) усіх видів цегли визначають на п'яти зразках за методом випробування вільно лежачої на двох опорах балки, до якої

в середині проміжку прикладають зосереджене навантаження. Відстань між опорами роликками повинна бути рівною 200 мм. У місцях опор і прикладення навантаження (з протилежної сторони посередині) по всій ширині цегли з свіжо виготовленого розчину наносять три вирівнюванні полоси шириною 20-30 мм і товщиною до 5 мм.

Після заміру ширини і товщини зразка його встановлюють на опорні ролики і прикладають навантаження зі швидкістю 5-10 кгс/см² в секунду. Межу міцності при згинанні визначають за формулою

$$R_N = \frac{3PL}{2bh^2},$$

де L – відстань між опорними роликками преса, см;

h – висота поперечного перерізу зразка, см

Приклад 1 Визначити межу міцності при стисканні а) зразків – кубів бетону, кладочного розчину, природного каміння; б) складених зразків цегли.

Руйнуючі навантаження F, кН:

для природного каміння – 600, для бетону – 500, для цеглини – 145, для кладочного розчину – 25.

Розміри стандартних зразків для природного каменю – (15×15×15)см, для бетону – (15×15×15)см, для цеглини – (25×12×6.5)см, для кладочного розчину – (7×7×7)см.

Межа міцності для:

бетону $R_{СЖ} = 500 \cdot 10^3 / 0,0225 = 22,22 \text{ МПа}$;

кладочного розчину $R_{СЖ} = 25 \cdot 10^4 / 50 = 5 \text{ МПа}$;

природного каменю $R_{СЖ} = 600 \cdot 10^4 / 225 = 26,6 \text{ МПа}$;

цеглини $R_{СЖ} = 145 \cdot 10^3 / 0,03 = 4,83 \text{ МПа}$;

Приклад 2 Визначити межу міцності при згинанні керамічної цегли стандартних зразків, цементно-піщаного розчину, бетону.

Руйнуюче навантаження P_{РАЗГ} для зразків, Н: цегли – 1730 кН, цементно-піщаного розчину – 270 кН, бетону – 338 кН.

Межа міцності при згинанні

$$R_N = \frac{3PL}{2bh^2},$$

Для стандартної цегли з розмірами (25×12×6.5)см межа міцності

$$R_N = \frac{3 \cdot 1730 \cdot 0,2 \cdot 10^6}{2 \cdot 0,1 \cdot 0,065^2} = 12,28 \text{ МПа};$$

Для цементно-піщаного розчину

$$R_N = \frac{3 \cdot 270 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{2 \cdot 0,07 \cdot 0,0049} = 4,37 \text{ МПа};$$

Для бетону

$$R_N = \frac{3 \cdot 270 \cdot 0,45 \cdot 10^6}{2 \cdot 0,15 \cdot 0,0225} = 5,4 \text{ МПа}.$$

Висновки

1. Студенти познайомилися з методикою випробування та визначення межі міцності будівельних матеріалів при стисканні та згинанні.

2. Придбанні знання на лекції та на практичному занятті закріплюються розглядом прикладів та розв'язанням задачі.

Вхідні данні для розв'язання задачі до практичного заняття №6

№ варіанту	$b, \text{см}$	$l, \text{см}$	$h, \text{см}$	$L, \text{см}$	$\rho_p, \text{кН}$
1	12	26	6.5	$0.2 \cdot 10^6$	1730
2	15	25	6.0	$0.1 \cdot 10^6$	290
3	13	27	6.1	$0.1 \cdot 10^6$	410
4	10	25	5.6	$0.2 \cdot 10^6$	1690
5	12	25	6.0	$0.45 \cdot 10^6$	280
6	14	26	6.4	$0.2 \cdot 10^6$	1700
7	15	27	6.0	$0.1 \cdot 10^6$	360
8	12	24	5.6	$0.2 \cdot 10^6$	1510
9	12	26	5.8	$0.5 \cdot 10^6$	270
10	10	25	6.5	$0.2 \cdot 10^6$	1611
11	14	25	6.0	$0.2 \cdot 10^6$	1509
12	12	26	5.5	$0.1 \cdot 10^6$	285
13	10	24	6.1	$0.45 \cdot 10^6$	196
14	13	27	6.2	$0.2 \cdot 10^6$	1910
15	15	26	6.4	$0.2 \cdot 10^6$	2011
16	12	24	6.0	$0.1 \cdot 10^6$	350
17	13	25	6.5	$0.2 \cdot 10^6$	2000
18	15	22	5.5	$0.1 \cdot 10^6$	411
19	10	23	5.6	$0.5 \cdot 10^6$	350
20	12	24	6.0	$0.2 \cdot 10^6$	1810
21	14	23	6.1	$0.1 \cdot 10^6$	1611
22	10	25	6.0	$0.2 \cdot 10^6$	1509
23	12	26	6.4	$0.1 \cdot 10^6$	285
24	14	27	6.0	$0.1 \cdot 10^6$	196
25	15	24	5.6	$0.2 \cdot 10^6$	1910

Контрольні запитання

1. Для чого визначають межу міцності цеглини при стисканні та згинанні ?
2. За допомогою чого визначається межа міцності при стисканні?
3. Як виконуються заміри межі міцності цеглини при стисканні та згинанні ?
4. Для чого вирівнюють поверхні цеглини цементним розчином ?
5. Для чого цеглину перед приготуванням зразків занурюють у воду ?

Практичне заняття №7
Визначення межі міцності деревини.
2 академічних години

Мета заняття: навчити студентів уміти визначати межу міцності деревини на стиск, розтяг, згин.

Теорія

Показник міцності характеризується здатністю деревини чинити опір зовнішнім механічним діям. Міцність деревини в різних напрямках неоднакова в наслідок особливостей його будови.

Різниця властивостей матеріала за напрямками характеризується при використанні деревини в будівельних конструкціях.

Опір деревини стиску уздовж волокон.

Визначення межі міцності при стиску уздовж волокон здійснюється на зразках у формі призм розміром $20 \times 20 \times 30$ мм.

Міцність деревини визначається при вологості W у момент випробувань із точністю до 0.5 МПа (5 кгс/см^2) за формулою

$$R_w = \frac{P_{\text{РАЗР}}}{F}, \quad (1)$$

де $P_{\text{РАЗР}}$ – руйнівне навантаження, Н;

$F = ab$ – площа поперечного перетину зразка, см;

a, b – розмір поперечного перетину зразка, см.

Межу міцності R_w зразка перераховують на вологість 12% із точністю до 0.5 МПа за формулами:

а) для зразків з вологістю менше межі гігроскопічності

$$R_{12} = R_w [1 + \alpha(W - 12)], \quad (2)$$

де α – поправочний коефіцієнт рівний 0.04 на 1% вологості;

б) для зразків з вологістю, рівній або більшій межі гігроскопічності

$$R_{12} = R_w \cdot K_{12}^{30}, \quad (3)$$

де K_{12}^{30} – коефіцієнт перерахунку при вологості 30%, визначений за таблицею.

Межа міцності при стиску різних порід деревини вздовж волокон коливається від 35 до 70 МПа ($350 - 700 \text{ кгс/см}^2$). У сосни він наприклад складає біля 40 МПа.

Значення коефіцієнта перерахунку при випробуванні волокна

Найменування порід дерева	Перерахований коефіцієнт
Клен	0.475
В'яз, ясен	0.535
Акація, липа, дуб, вільха	0.550
Сосна, бук	0.450
Модрина, береза	0.400
Груша, верба, горіх, осика, тополя, ялиця, ялина	0.445

Межа міцності при згині має достатньо велике значення, внаслідок чого деревину широко використовують у конструкціях, що працюють на згин, у конструкціях балочного типу, настилах, підмостях і т. ін.

Зразки для випробування виготовляють у формі прямокутних брусків довжиною вздовж волокон 300 мм і розмірами поперечного перетину 20 × 20 мм.

При випробуванні зразок установлюють так, щоб кінці бруска відносно опорних роликів звішувались на 30 мм з кожного боку, а навантаження прикладується через ножі в 1/3 прольоту, тобто по лініях на відстані 80 мм від лівого і правого опорних роликів. Опорні ролики повинні мати радіус 15 мм.

Зразок навантажують рівномірно зі швидкістю

$$7 \pm 1.5 \text{ кН / хвил} (700 \pm 150 \text{ кгс / хвил})$$

Межа міцності при згині вираховується з точністю до 1 МПа (10 кгс / см²) за формулою

$$R_w^U = \frac{F_{PA3P} l}{bh^2}, \quad (4)$$

де l – відстань між опорами, см ;

b – ширина зразка, см ;

h – висота поперечного перетину зразка, см .

Межу міцності при згині перераховують до вологості 12% з точністю до 1 МПа (10 кгс / см²) за формулою (2), якщо зразок має вологість менше межі гігроскопічності. Для зразка з вологістю, рівній або більшій межі гігроскопічності, межа міцності при згині визначається за формулою

$$R_{12}^U = \frac{R_w^U}{K_{12}^{30}}, \quad (5)$$

де K_{12}^{30} – коефіцієнт перерахунку при вологості 30%, рівний:

0.65 – для клена, 0.615 – для акації, дуба, в'яза, липи, вільхи, ясена;

0.58 – для бука, груші, верби, сосни, ялиці, тополі;

0.55 – для берези, граба, ялини, модрина, горіха.

Опір зразків деревини різних порід по статичному згину знаходиться в межах 50 – 100 МПа (500 – 1000 кгс / см²).

Приклад 1 Визначити межу міцності при згині деревини, якщо руйнуюче навантаження – 1417Н. Зразок стандартний.

$$R_{зг} = (1417 \cdot 0.24) / 6 \cdot 10^6 = 56,68 \text{ МПа}.$$

Висновки

1. Студенти знайомляться з методикою випробування зразків деревини на тиск, розтяг, згин.
2. Вивчають властивості деревини в різних напрямках, при насиченні її вологістю та ін.

Контрольні запитання

1. Як відрізняється міцність деревини в різних напрямках?
2. Як краще працює деревина – на згин, на стиск, на розтяг?
3. Як впливає вологість деревини на її фізичні властивості?
4. Як проводиться іспит зразків деревини на стиск, розтяг, згин?
5. Визначити межу міцності деревини при згині?

Практичне заняття № 8

Вивчення на зразках властивостей і пороків деревини.

2 академічних години

Мета заняття: навчити студентів уміти розпізнавати пороки деревини і знати методи захисту деревини від пошкоджень.

На це практичне заняття викладач приносить відрізки деревини с різними пороками.

Теорія

До пороків деревини відноситься все, що знижує її якість – неправильність будівлі, пошкодження, хвороби і т. ін.

Найбільш поширеним пороком деревини є сучкуватість.

Сучки – замкнені в деревині основи гілок, живих або відмерлих при житті дерева. Сучки порушують однорідність будови дерева, коло них виникає скривлення волокон, що знижує міцність виробів. Вони ускладнюють чистову обробку і зменшують робочий перетин пиломатеріалів працюючих під навантаженням.

Ступінь ослаблення деревини сучками залежить від їх кількості, розмірів і положення. При цьому міцність елементів несучих конструкцій знижується в декілька раз. Сучки можуть бути наскрізні та не наскрізні.

Тріщини і деформації – є звичайними пороками дерева. Утворюються вони при висиханні дерева і пиломатеріалів, при житті дерева через нерівномірне усихання ядра, сильного розкачування дерева вітром, особливо при морозах. Тріщини можуть бути наскрізні і односторонні.

Пошкодження комахами. Червоточина – це пошкодження деревини комахами. Червоточина зустрічається у всіх породах деревини. Поверхневі

червоточини завдають жуки короїда, глибокі – жуки – вусачі. Шкодять в основному личинки вказаних комах. У більшості випадків комахи розвиваються в сирій деревині. Після висихання вони можуть зникати. Але є домові жуки точильники, які пошкоджують вже готові дерев'яні елементи будівель і споруд.

Пошкодження грибами – змінює нормальний колір деревини, вона фарбується в бурій, червонуватий, коричневий і синюватий кольори.

Унаслідок бурного розвитку грибів деревина гниє, тобто речовина деревини розкладається. Маса деревини пошкодженої грибами зменшується, деревина покривається поперечними і подовжніми тріщинами, втрачає міцність і руйнується.

Захист деревини від гниття і пошкодження комахами полягає в наступному:

1. Необхідно запобігати від намочування пиломатеріалів і виробів із деревини.
2. Деревина пропитується антисептичними речовинами (фтористий натрій, F_2SO_4 та ін.).
3. Вироби з деревини покривають лаками, емаллями, синтетичними плівками та ін.

Захист деревини від загорання:

1. Розміщення дерев'яних конструкцій і елементів як най далі від джерела загорання.
2. Покриття їх вогнегасними фарбами, рідким склом та інше.
3. Покриття їх вогнегасними обмазками (тинькування, глиняна обмазка, вапняна, гіпсова та ін.).
4. Пропитка антипіренами, амофосом, сірчанокислим амонієм.

Контрольні запитання

1. Що таке пороки дерева?
2. Які пороки деревини найбільше впливають на її фізичні властивості?
3. Які пошкодження роблять комахи?
4. У яких умовах розвивається пошкодження грибами?
5. Як захистити деревину від пошкодження комахами?

3. ОЦІНЮВАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Оцінювання рівня засвоєння навчального матеріалу здійснюється через коефіцієнт засвоєння:

$$K_3 = N/P,$$

де N – правильно виконані істотні операції рішення (відповіді),
 P – загальна кількість визначених істотних операцій.

Критерії визначення оцінок:

“відмінно” –	$K_3 > 0,9;$
“добре” –	$K_3 = 0,8...0,9;$
“задовільно” –	$K_3 = 0,7...0,8;$
“незадовільно” –	$K_3 < 0,7.$

При остаточній оцінці результатів виконання завдання необхідно враховувати здатність студента:

- диференціювати, інтегрувати та уніфікувати знання;
- застосовувати правила, методи, принципи, закони у конкретних ситуаціях;
- інтерпретувати схеми, графіки, діаграми;
- аналізувати і оцінювати факти, події та прогнозувати очікувані результати від прийнятих рішень;
- викладати матеріал на папері логічно, послідовно, з дотриманням вимог чинних стандартів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Материаловедение: учебное пособие / В.И. Бузило, Н.П. Овчинников, В.П. Сердюк, А.А. Долгий – Д.: Национальный горный университет, 2013. – 255 с.
2. Домокеев А.Г. Строительные материалы, М.: Высш. шк., 1989г. (учебник).
3. Дворкин Л.И. Строительные материалы и детали (практикум) Киев.: Высш. шк., 1988.
4. Ржевская С.В. Материаловедение. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 1998. – 304 с.
5. Вирвінський П.П. Матеріалознавство: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: НГА України, 2000. – 128 с.
6. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Матеріалознавство» для студентів спеціальності 6.050301 «Гірництво» / Уклад.: Овчинников М.П., Сердюк В.П., Панасенко В.І., Фальштинський В.С., Ілляшов М.О., Ковалевська І.А. – Дніпропетровськ: НГУ, 2008. - 23 с.

Сердюк Володимир Петрович
Овчинников Микола Павлович
Гайдай Олександр Анатолійович
Яворський Андрій Васильович
Пойманов Сергій Миколайович

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Методичні рекомендації

для виконання практичних робіт з дисципліни
студентами спеціальності 184 Гірництво

Видано в редакції авторів.

Підписано до друку 09.11.2018. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 1,7.
Обл.-вид. арк. 1,7. Тираж 50 пр. Зам. №.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.