

Т.М. ПАЩЕНКО, З.І. СВІТЛА

# ***БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО***

***НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК***

Рекомендовано Міністерством аграрної політики України  
як навчальний посібник для студентів аграрних вищих  
навчальних закладів I–II рівнів акредитації  
із спеціальності 5.060 010101 “Будівництво  
та експлуатація будівель і споруд”

КИЇВ  
“АГРАРНА ОСВІТА”  
2009

**УДК 624**

*Гриф надано Міністерством аграрної  
політики України (лист № 18-1-28/696  
від 16.11.2009 р.)*

Автори: **Пашенко Т.М.**, к.п.н., викладач-методист Ржищівського  
будівельного технікуму;  
**Світла З.І.**, методист Ржищівського будівельного  
технікуму

Рецензенти: **Ковальова В.А.**, викладач спеціальних дисциплін  
Ржищівського будівельного технікуму;  
**Шаперчук С.В., Свінтозельський В.П.**, викладачі  
Рівненського державного аграрного колледжу

**Будівельне матеріалознавство:** Навчальний посібник  
// Т.М. Пашенко, З.І.Світла – К.: Аграрна освіта, 2009. – 434 с.

ISBN 978-966-7906-59-7

Розглянуто основні питання технології виробництва, структури, властивостей та галузей застосування найважливіших будівельних матеріалів, наведені історичні відомості про основні будівельні матеріали та сучасний стан їх виробництва та застосування у виробничому процесі. Особливу увагу приділено ефективним матеріалам і технологіям, питанням економії паливно-енергетичних ресурсів, використанню промислових відходів і місцевої природної сировини у будівництві. Наведені запитання і тестові завдання для контролю знань.

Рекомендовано для викладачів і студентів будівельних вищих навчальних закладів, а також спеціалістів будівельних галузей.

**ISBN 978-966-7906-59-7**

**© Т.М.Пашенко, З.І.Світла,  
2009**

---

---

## ВСТУП

Однією з важливих галузей господарського комплексу є капітальне будівництво, ефективність якого значною мірою пов'язана з використанням нових будівельних матеріалів і конструкцій. Їхня вартість становить 50–70 % вартості всього обсягу будівельно-монтажних робіт, тому дуже важливо вміти технічно грамотно і обґрунтовано визначати номенклатуру та режим їх зберігання.

Номенклатура будівельних матеріалів численна і різноманітна. У будівництві використовують як природні матеріали, так і штучні вироби і конструкції.

*Будівельні матеріали* – це речовини (пісок, глина, деревина, цемент, вапно та ін.), які використовують для будівництва або виготовлення з них будівельних виробів і конструкцій.

*Будівельні вироби і конструкції* – це закінчені елементи, які виготовляють з будівельних матеріалів. Вони мають чітку форму, точні розміри, відповідають встановленим вимогам. До виробів належать цегла, керамічна плитка, склоблоки, арматура тощо. Конструкції – це елементи будівель і споруд (залізобетонні, дерев'яні чи металеві форми, балки, панелі тощо).

У сучасному будівництві для вирішення соціальних проблем суспільства все більшого значення набувають прогресивні *ефективні матеріали*, які дають змогу знизити матеріаломісткість конструкцій, забезпечити їхню високу якість, зменшити затрати праці та енергоресурсів під час виготовлення й експлуатації. Вирішенню економічних та екологічних питань сприяє виготовлення високоякісних будівельних матеріалів з відходів і супутніх продуктів інших виробництв.

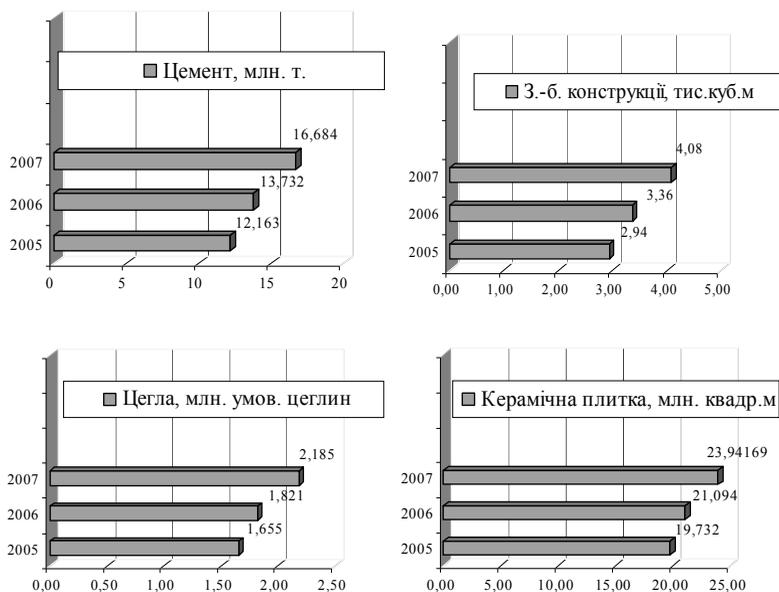
*Місцеві будівельні матеріали* – це будівельні матеріали, які виготовляють на місці будівництва, або для їх виготовлення використовують відходи виробництва і сільського господарства (зола, шлак, відходи деревини, солома, лушпиння, костриця).

Капітальне будівництво є однією з найважливіших галузей господарського комплексу, що характеризує економічний потенціал держави. Підвищення ефективності будівництва передбачає, насамперед, широке використання прогресивних науково-технічних досягнень, скорочення витрат матеріальних, паливно-енергетичних та трудових ресурсів на виробництво будівельної продукції.

Будівництво в сучасних умовах набуло високих темпів, що призвело до зростання виробництва будівельних матеріалів (рис.1).

Виробництво цементу за січень і лютий 2008 року збільшилося на 30,6 % в порівнянні з аналогічним періодом 2007 року – до 1,8 млн. тонн. За інформацією Держкомстату, в порівнянні з лютим 2007 року виробництво цементу в лютому 2008 року зросло на 56,2 %, а в порівнянні з січнем – на 27,3 %.

У той же час виробництво складальних конструкцій з цементу, бетону і штучного каменя в Україні за січень–лютий 2008 року зросло на 2,7 %, в порівнянні з аналогічним періодом 2007 року – до 609 тис. куб. м.



**Рис. 1. Діаграми виробництва основних будівельних матеріалів в Україні**

Виробництво цього виду продукції в лютому 2008, якщо порівняти з аналогічним періодом 2007 року, зросло більш ніж на 9 %, а в порівнянні з січнем 2008 року – на 14 %.

За повідомленням Держкомстату, в грудні 2007 року в країні вироблено 176 млн. штук умовної цегли, що на 4,6 % більше, ніж в грудні 2006 року, і на 3,5 % більше, в порівнянні з показниками листопада 2007 року (за матеріалами “Інтерфакс-Україна”).

---

---

У наш час у будівництві використовують як традиційні матеріали (цеглу, цемент, деревину), так і сучасні (полімерні, скловолокнисті, азбестоцементні та ін.), які значно розширюють можливості будівельників. Україна багата на сировину, має широку виробничу базу для випуску найважливіших будівельних матеріалів. Сировиною для будівельних матеріалів можуть бути також промислові відходи, що накопичилися у промислових підприємствах України.

Від якості будівельних матеріалів залежать якість і довговічність будівель і споруд. Якість будівельних матеріалів визначається нормативними документами: державними стандартами України (ДСТУ), технічними умовами України (ГУУ), будівельними нормами і правилами (СНиП), державними будівельними нормами (ДБН), які вміщують основні вимоги до будівельних матеріалів, методи визначення властивостей, правила зберігання та транспортування.

Стандарти розробляють на основі новітніх досягнень науки і техніки. Стандарти й технічні умови на будівельні матеріали, виробництва й конструкції є нормативними документами, вимоги яких обов'язкові для міністерств і відомств. Рік затвердження кожного документа дається двома останніми цифрами в символічному запису його назви. Поряд із згаданими нормативними документами діють будівельні норми і правила (рос. СНиП), які містять номенклатуру цієї групи матеріалів, деталей, конструкцій, основні вказівки щодо обсягово-планувального та конструктивного проектування, передбачають поділ споруд на класи.

Мета вивчення дисципліни “Будівельне матеріалознавство” – набуття знань з основ виробництва будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, їх властивостей, марок, застосування в будівництві, а також звернути увагу на транспортування та зберігання.

Структура підручника відповідає програмі дисципліни і складається з 15-ти тем, поділ на які здійснено за технологічною ознакою отримання будівельних матеріалів з урахуванням виду вихідної сировини. Кожна тема містить головні принципи класифікації тих чи інших матеріалів, особливості впливу технології переробки й вихідного складу сировини на структуру та властивості будівельних матеріалів і виробів на їх основі. Наведені основні методи випробування найпоширеніших будівельних матеріалів з урахуванням сучасного рівня сертифікації продукції.

Контроль – найважливіша ланка управління навчального процесу. Він виступає механізмом виявлення та оцінки результатів

---

---

виконаної дії. Тестовий контроль передбачає перевірку рівня сформованості умінь на певному етапі навчання, використовується викладачами для здійснення правильного керівництва роботою студентів, для вдосконалення її методів та надання методичної допомоги.

У навчальному посібнику з кожної теми дисципліни “Будівельне матеріалознавство” розроблені тести поточного контролю за такою схемою:

1. Сировина для виготовлення матеріалу.
2. Способи та технологія виготовлення.
3. Властивості матеріалів теми.
4. Розміри виробів і конструкцій.
5. Галузі застосування.
6. Приймання, транспортування та зберігання будівельних матеріалів, виробів і конструкцій з теми.
7. Характерні відомості з теми.

---

---

# 1. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

## 1.1. СТРУКТУРНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Структурно-фізичні властивості матеріалу характеризують його будову або відношення до зовнішнього середовища, визначають реакцію матеріалу на дію вологи, теплоти, вогню.

*Істинна щільність (густина)<sup>1</sup>* – це відношення маси матеріалу до його об'єму в абсолютно щільному стані, тобто без пор і пор:

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

де  $m$  – маса матеріалу, кг або г;

$V_a$  – об'єм матеріалу в абсолютно щільному стані, м<sup>3</sup> або см<sup>3</sup>.

Істинну щільність вимірюють у грамах на кубічний сантиметр (г/см<sup>3</sup>) або в кілограмах на кубічний метр (кг/м<sup>3</sup>).

*Середня щільність (густина)* – фізична величина, яка визначається відношенням маси до всього об'єму, включаючи пори та порожнечу;

$$\rho_m = \frac{m}{V},$$

де  $m$  – маса матеріалу, кг або г;

$V$  – об'єм матеріалу в натуральному стані, м<sup>3</sup> або см<sup>3</sup>.

На середню щільність (густину) впливає вологість матеріалу. Для сипких матеріалів середню щільність називають *наситною щільністю*.

Часто густину (щільність) матеріалу відносять до густини води при температурі 4 °С, яка дорівнює 1 г/см<sup>3</sup>; отримувана безрозмірна величина називається *відносною густиною (щільністю)*, і позначається літерою  $d$ .

У табл. 1.1.1 наведено числові значення щільності будівельних матеріалів. Середня густина (щільність) – параметр, необхідний для визначення обсягів робіт, транспортування, складування будівельних матеріалів, розрахунків будівельних конструкцій.

---

<sup>1</sup> Терміни “густина” використовується для характеристики матеріалів, що перебувають у рідкому стані, “щільність” – у твердому.

**Приклад 1.** Визначити масу ґрунту (глини), який треба вирити для розробки траншеї 100 м завдовжки, 50 см завширшки, 1 м завглибшки.

Розв'язок: Спочатку потрібно визначити об'єм ґрунту:

$$V = a \times b \times h = 100 \times 0,5 \times 1 = 50 \text{ м}^3.$$

За таблицею 1.1.1 знайдемо середню щільність глини:

$$\rho_m = 1600 \text{ кг/м}^3.$$

Маса ґрунту:  $m = \rho_m \times V = 1600 \times 50 = 80000 \text{ кг} = 80 \text{ т}.$

Таблиця 1.1.1

**Щільність деяких будівельних матеріалів, кг/м<sup>3</sup>**

Матеріал	Істинна щільність	Середня щільність
Гіпс	2600–2800	900–1200
Глина	2600–2700	1400–1600
Граніт	2700–2800	2600–2800
Бетон важкий	2600–2900	1800–2500
Бетон легкий	2600–2900	500–1800
Вапняк щільний	2400–2600	2100–2400
Деревина сосни	1550–1600	500–600
Дуб	1550	700–900
Піноскло	2450–2650	180–800
Пінопласт	1200–1400	15–75
Пісок кварцовий	2650–2700	1400–1600
Скло	2450–2650	2450–2650
Сталь	7850	7850
Туф вулканічний	2600–2800	900–2100
Цегла керамічна	2650–2700	1600–1800
Цегла силікатна	2700–2900	1700–1900
Цемент	3000–3100	1000–1400

За щільністю (густиною) матеріалу можна визначити його пористість.

*Пористість* – це ступінь заповнення об'єму будівельного матеріалу порами розміром до 3 мм:

$$P = \frac{(\rho - \rho_b)}{\rho} \times 100\%, \text{ або } P = \frac{(\rho - \rho_b)}{\rho}.$$



Пористість будівельних матеріалів коливається від 0 до 95 %, а в сумі з густиною дорівнює 100 %, або 1. У табл. 1.1.2 наведено числові значення пористості будівельних матеріалів.

Пористість впливає на міцність, морозостійкість, теплопровідність, водопоглинання. За характером пори можуть бути відкритими і закритими, тобто недоступними для заповнення водою.

Матеріали з великою кількістю пор, але закритих, морозостійкі, оскільки поглинають мало води. Матеріали з відкритими порами не можуть застосовуватися в умовах високої вологості.

Таблиця 1.1.2

### Пористість деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Пористість, %	Матеріал	Пористість, %
Базальт	0,6–19	Деревина	50–75
Граніт	0,1–6,9	Цегла звичайна	30–40
Діабаз	0,2–10,6	Бетон важкий	10–35
Габро	0,3–4	Бетон легкий	30–80
Мармур	0,4–3	Скло будівельне	0
Вапняк	2–35	Сталь будівельна	0
Пісковик	2–40	Пінопласти	92–98

*Пустотність* характеризує наявність технологічних пустот у будівельних виробках або пустот між зернами в сипких матеріалах.

## 1.2. ГІДРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

**Водопоглинання** – здатність матеріалу всмоктувати й утримувати вологу за безпосереднього контакту з водою. Щоб визначити водопоглинання, зразок матеріалу поступово занурюють у воду й витримують там доти, доки він не набере сталої маси. Водонаситити матеріал до остаточного заповнення доступних для води пор можна кип'ятінням з наступним охолодженням у воді або під вакуумом.

**Водопоглинання за масою  $W_m$ , %**, визначають як відношення кількості поглинутої води до маси сухого матеріалу:

$$W_m = \frac{m_n - m_c}{m_c} \times 100\%,$$

де  $m_n$ ,  $m_c$  – маси матеріалу відповідно в насиченому водою та сухому стані, г.

---

---

**Водопоглинання за об'ємом  $W_V$ , %**, характеризується ступенем заповненості пор матеріалу водою під час насичення й виражається відношенням об'єму поглинутої води до загального об'єму матеріалу в природному стані:

$$W_V = \frac{m_n - m_c}{V\rho_в} \times 100\%,$$

де  $m_n - m_c$  – маса поглинутої води, г;

$V$  – об'єм матеріалу.

Величини  $W_m$  та  $W_V$  характеризують граничний випадок, коли будівельний матеріал більше не може всмоктувати вологу за звичайних умов.

Відношення водопоглинання за об'ємом до пористості називається *коефіцієнтом водопоглинання (насичення)*:

$$K_в = \frac{W_V}{\Pi}.$$

Відношення водопоглинання за об'ємом і за масою чисельно дорівнює відноській щільності будівельного матеріалу:

$$\frac{W_V}{W_m} = \frac{(m_n - m_c)m_c}{\rho_в V(m_n - m_c)} = \frac{m_c}{\rho_в V} = \frac{\rho_m}{\rho_в} = d,$$

звідки  $W_V = W_m d$ .

Водопоглинання за об'ємом завжди менше 100 %, а за масою для дуже пористих матеріалів (теплоізоляційних) з відкритими порами може значно перевищувати 100 % (пінополіуретан).

Таким чином, водопоглинання матеріалу пов'язане з показником середньої щільності, залежить від характеру пористості й коливається в широких межах для різних будівельних матеріалів, %: для керамічної цегли – 8–20, важкого бетону – 2–6, вапняку – 1,5–3, граніту – 0,02–0,70 тощо.

Насичення матеріалів водою істотно позначається на їхніх найважливіших властивостях: підвищується середня щільність, теплопровідність, знижується міцність, морозостійкість.

**Водостійкість** – це здатність матеріалу зберігати міцність за тимчасового чи постійного зволоження водою. Водостійкість характеризується коефіцієнтом розм'якшення або водостійкості, який визначається відношенням міцності насиченого водою матеріалу  $R_n$  до його міцності в сухому стані  $R_c$ .

$$K_P = \frac{R_n}{R_c}.$$

---

---

Водостійкими вважаються будівельні матеріали з коефіцієнтом розм'якшення понад 0,8. Це означає, що кам'яні природні та штучні матеріали з  $K_p < 0,8$  не можна застосовувати в місцях з підвищеною вологістю. Деякі матеріали під час зволоження втрачають міцність і деформуються (цегла-сирець має  $K_p = 0$ ); такі, наприклад, як скло, сталь тощо не змінюють міцності ( $K_p = 1$ ), а цементний бетон може навіть підвищувати її.

**Вологість  $\omega$**  визначається вмістом води в порах і на поверхні пор матеріалу за масою або об'ємом у процентах, причому цей вміст значно менший за показник водопоглинання. Вологість матеріалу в будівельних конструкціях залежить від вологості навколишнього середовища, атмосферних явищ (дощ, танення снігу). Із зволоженням погіршуються теплозахисні властивості, морозостійкість та інші показники. Вологість матеріалу, %,

$$\omega = \frac{m_v - m_c}{m_c} \times 100\%,$$

де  $m_v$ ,  $m_c$  – маса відповідно вологого та сухого матеріалу, г.

**Вологовіддача** – це здатність матеріалу віддавати воду за зміни температури та вологості навколишнього середовища. Ця здатність характеризується інтенсивністю втрат води за добу при відносній вологості навколишнього повітря 60 % і температурі 20 °С. Коли матеріал обдувається сухим повітрям, волога дифундує з матеріалу, кількість її знижується доти, доки не настане вологова рівновага.

**Водопроникність** – це здатність матеріалу пропускати крізь себе воду за певного гідростатичного тиску. Ця здатність визначається кількістю води в кубічних метрах, що пройшла крізь одиницю поверхні матеріалу за одиницю часу за сталого (заданого) тиску. Водопроникність характеризується *коефіцієнтом фільтрації  $K_f$* , який вимірюється в метрах за секунду й залежить від щільності матеріалу та його будови. До водонепроникних належать “абсолютно” щільні матеріали (наприклад, скло), а також практично водонепроникні матеріали з дуже малими закритими порами (пінополістирол, газоскло).

Показник коефіцієнта фільтрації особливо важливий для матеріалів, які застосовуються у гідротехнічному будівництві водопроводів, каналізаційних систем, резервуарів, а також покрівельних матеріалів.

**Паропроникність** – це здатність матеріалу пропускати водяну пару за наявності різниці тиску біля поверхонь огорожень. Стіни

---

---

житлових будинків, лікарень та інших приміщень з вологими процесами мають бути з середини захищені від проникнення водяної пари, оскільки в зимовий час відбувається конденсація пари, різко підвищується вологість матеріалів із зовнішнього боку, що може призвести до зниження міцності й навіть до руйнування конструкції.

Паропроникність характеризується *коефіцієнтом паропроникності*  $K_n$ , кг/(м·с·Па). *Наприклад*,  $K_n$  становить: для туфу –  $2,4 \cdot 10^{-8}$ , для важкого бетону –  $1,2 \cdot 10^{-8}$ , для сосни (впоперек волокон) –  $1,6 \cdot 10^{-8}$ , для цегли керамічної –  $2,24 \cdot 10^{-8}$ , для шлаковати –  $10,2 \cdot 10^{-8}$ .

**Гідрофільність** – це здатність матеріалу зв’язувати воду й змочуватися водою. Майже всі будівельні матеріали є гідрофільними, й пори в них легко заповнюються водою. Це не стосується водонепроникних матеріалів, що не насичуються водою незалежно від того, які властивості має їхня поверхня.

Основною причиною гідрофільності більшості будівельних матеріалів є природа їхньої поверхні. Зокрема, водою змочуються тіла, поверхня яких містить аніони, або атоми, здатні притягувати молекули води за рахунок утворення водневого зв’язку.

**Гідрофобність** – це здатність твердого тіла не змочуватися водою (відштовхувати воду). Проникнення води крізь пори, що мають гідрофобну внутрішню поверхню, значно ускладнене, хоча вони легко пропускають повітря та водяну пару. Гідрофобність матеріалів визначається насамперед хімічною природою його поверхні та рідин, тобто фаз, які взаємодіють. До гідрофобних належать парафін, жирові мастила, бітум і т. п.

Гідрофобізація – це процес надання поверхні гідрофільних матеріалів здатності відштовхувати воду, тобто гідрофобності. Гідрофобізацію виконують нанесенням на поверхню матеріалу найтоншого водовідштовхувального покриття, що утворюється під час обробки її гідрофобізаторами (спеціальними поверхнево активними речовинами).

Гідрофобізація сприяє підвищенню водонепроникності, водота морозостійкості, збереженню кольору та фактури будівельних матеріалів,

**Вологові деформації** – це здатність матеріалу змінювати свій об’єм із зміною вологості, що може спричинитися до структурних напружень у матеріалі.

Властивість матеріалу під час зволоження (насичення) водою збільшуватися в об’ємі називають набуханням (глина, деревина). Це явище пояснюється тим, що полярні молекули води, проникаючи між

---

---

частинками речовини або волокнами, які утворюють матеріал, розклинають їх. Вироби можуть покоробитися.

Із зменшенням вологості (з висиханням) деякі матеріали дають усадку, тобто зменшуються в об'ємі та розмірах (наприклад, паркет), оскільки часточки матеріалу зближуються під дією капілярних сил. Через нерівномірність висихання у матеріалі (наприклад, у цегли-сирці) можуть виникати тріщини.

Навперемінне зволоження й висихання може призвести навіть до руйнування матеріалу.

**Морозостійкість** – це здатність матеріалу в насиченому водою стані витримувати багаторазове навперемінне заморожування й відтавання без зниження міцності при тиску понад 15 % (для деяких матеріалів – до 25 %) і втрати маси не більш як 5 %. Марка за морозостійкістю характеризується оптимальним числом циклів заморожування – відтавання, які витримує випробовуваний матеріал. Наприклад, цеглу керамічну випускають марок F15, F25, F35, F50, дорожній бетон – F50–F200, а гідротехнічний бетон – до F500 (цифри позначають кількість циклів).

Довговічність матеріалів у зовнішніх конструкціях, які в процесі експлуатації зазнають дії води, змінних температур та інших атмосферних факторів, значною мірою залежить від їхньої морозостійкості. Руйнування матеріалів під дією води й морозу можна пояснити такими явищами. Зволоження, наприклад, зовнішніх стін відбувається як із середини внаслідок міграції пари від “тепла до холоду” і наступної її конденсації, так і ззовні – дощ, сніг з вітром. Під дією морозів вода у великих порах замерзає, а як відомо, перетворення води на лід супроводжується збільшенням об'єму приблизно на 9 %, що призводить до виникнення тиску на стінки пор, який становить 210 МПа при температурі – 20 °С. При цьому в матеріалі з'являються внутрішні напруження, які можуть призвести до його руйнування, особливо, якщо коефіцієнт водопоглинання наближається до одиниці, тобто всі пори відкриті.

Щоб визначити морозостійкість, зразки матеріалу насичують водою, а далі піддають навперемінному заморожуванню при температурі –15...–20 °С і відтаванню у воді температурою +15...+20 °С до певного числа циклів, установленого нормативними документами, або до початку руйнування зразка.

Найбільш морозостійкими є щільні матеріали з низьким водопоглинанням, однорідні за структурою і такі, що мають високий коефіцієнт розм'якшення. Управляючи капілярно-пористою структу-

---

---

рою матеріалу в процесі виготовлення й застосовуючи поверхнево-активні речовини (ПАР), можна регулювати його морозостійкість. Пористі матеріали вважаються ще морозостійкими, якщо ступінь заповненості водою всіх доступних пор (відкриті пори) становить 80–85 %. Коефіцієнт розм'якшення морозостійких матеріалів має бути не нижчим ніж 0,9.

### 1.3. ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

**Теплопровідність** – це здатність матеріалу передавати теплоту від однієї поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях. Така здатність характеризується коефіцієнтом теплопровідності, Вт/(м·К),

$$\lambda = \frac{q\delta}{\Delta T},$$

де  $q$  – поверхнева густина теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>;

$\delta$  – товщина матеріалу, м;

$\Delta T$  – різниця температур на ділянці завтовшки  $\delta$ , К.

Значення теплопровідності залежить від ступеня пористості й характеру пор, структури, вологості, температури, а також від виду матеріалу. Найбільше на теплопровідність впливає пористість. Чим менша середня щільність матеріалу, тим більше у ньому пор, наповнених повітрям. З усіх природних і штучних речовин повітря має найменшу теплопровідність [ $\lambda_{\text{пов}} = 0,023$  Вт/(м·К)], тому теплопровідність сухих легких пористих матеріалів невелика і має проміжне значення між теплопровідністю твердої речовини та повітря.

Проте показник теплопровідності залежить не лише від кількості, а й від розміру та форми пор. Будівельні матеріали з дрібними й закритими порами менш теплопровідні, тоді як матеріали з великими та сполученими порами характеризуються вищим показником теплопровідності, оскільки в таких порах виникає рух повітря, що супроводжується перенесенням теплоти (конвекція).

Слід враховувати, що матеріали одного й того самого походження, але різного структурного стану можуть мати різну теплопровідність. Так, волокнисті матеріали мають неоднакову теплопровідність у різних напрямках. Наприклад, для соснової деревини, якщо тепловий потік направлений вздовж волокон,  $\lambda = 0,19$  Вт/(м·К), а якщо впоперек,  $\lambda = 0,44$  Вт/(м·К). Теплопровідність кристалічних речовин вища, ніж аморфних. Наприклад, такі щільні мінеральні матеріали, як граніт і скло із середньою щільністю майже 2700 кг/м<sup>3</sup>, значно

різняться за теплопровідністю: для граніту (кристалічний матеріал)  $\lambda = 2,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , для скла (аморфний матеріал)  $\lambda = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .

Зміна вологості будівельних матеріалів істотно позначається на їхній теплопровідності. Оскільки для води  $\lambda = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , тобто у 25 разів більше, ніж для повітря, то пори, заповнені водою, легше пропускають тепловий потік, і теплопровідність водонасичених матеріалів підвищується.

Теплопровідність насичених водою й заморожених матеріалів ще вища, оскільки теплопровідність льоду приблизно в чотири рази більша, ніж води:  $\lambda_{\text{льоду}} = 2,3 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . Отже, коли матеріали для теплової ізоляції використовуються в місцях з підвищеною вологістю, слід передбачити їх гідроізоляцію.

Для більшості матеріалів значення теплопровідності збільшуються з підвищенням температури, при якій передається тепловий потік. Виняток становлять метали, для яких з підвищенням температури значення теплопровідності дещо знижується.

Теплопровідність будівельних матеріалів визначають у лабораторіях за допомогою спеціальних приладів та установок.

Матеріали органічного походження порівняно з мінеральними за однакової середньої щільності мають меншу теплопровідність. У табл. 1.3.1 наведено значення теплопровідності деяких будівельних матеріалів.

Таблиця 1.3.1

### Теплопровідність будівельних матеріалів

Матеріал	$\lambda$ , Вт/(м·К)	Матеріал	$\lambda$ , Вт/(м·К)
Граніт	2,8–3,0	Арболіт	0,09–0,17
Туф вулканічний	0,4–0,8	Плити:	
Бетон:		деревоволокнисті	0,05–0,09
важкий	1,1–1,5	пробкові	0,04–0,05
ніздрюватий	0,15–0,40	Поропласти	0,03–0,05
Цегла керамічна	0,7–0,8	Перліт спучений	0,046–0,070
Каміння керамічне порожнисте	0,3–0,4	Піноскло	0,05–0,12
Сталь	60	Вата мінеральна	0,040–0,046
Алюміній і сплави	150–170	Совеліт	<0,093

Теплопровідність – один з найважливіших показників, що характеризують теплозахисні властивості матеріалів, за яким визна-

---

---

чають їхню належність до групи теплоізоляційних або конструктивно-теплоізоляційних. Зокрема, теплоізоляційні матеріали повинні мати показник теплопровідності не більший ніж  $0,18 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  і середню щільність не більш як  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

З теплопровідністю пов'язана така важлива характеристика матеріалів, застосовуваних для зовнішніх огорожувальних конструкцій, як термічний опір  $R_s$ , що є величиною, оберненою до  $\lambda$ .

Від показника – термічного – опору залежить товщина зовнішніх стін і витрата палива на опалення будівель. Розраховуючи термічний опір багат шарової огорожувальної конструкції, враховують теплопровідність матеріалів шарів, з яких вона складається.

**Теплоємність** – це здатність матеріалу під час нагрівання поглинати теплоту. Вона характеризується питомою теплоємністю (коефіцієнтом теплоємності), тобто кількістю теплоти, необхідної для нагрівання одиниці маси на один градус,  $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ :

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)},$$

де  $Q$  – кількість теплоти, необхідної для нагрівання матеріалу, Дж;

$m$  – маса матеріалу, кг;

$t_2, t_1$  – відповідно кінцева та початкова температури нагрівання, К.

Теплоємність матеріалів має велике значення у тих випадках, коли потрібно враховувати акумуляцію теплоти огорожувальними конструкціями для збереження температур без різких коливань у приміщенні або в тепловому промисловому агрегаті за зміни теплового режиму. Із зволоженням питомою теплоємність матеріалу збільшується, оскільки теплоємність води велика й становить  $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ .

Для огорожувальних конструкцій житлових та опалюваних будівель вибирають матеріали з невеликою теплопровідністю, але з вищою питомою теплоємністю.

Питома теплоємність кам'яних природних і штучних матеріалів становить  $0,76\text{--}0,92 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ , скла –  $0,67$ , сталі –  $0,48$ , алюмінію –  $0,87 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ . Деревні та інші органічні матеріали мають вищий коефіцієнт теплоємності, наприклад, деревина (суха) –  $2,7\text{--}3,0 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$ . Тому дерев'яні стіни акумулюють більше теплоти, ніж кам'яні, а згодом можуть віддавати її всередину приміщення.

**Теплостійкість** – це здатність матеріалу витримувати нагрівання до певної температури (нижчої за температуру плавлення) без



---

---

переходу в пластичний стан. Деякі будівельні матеріали мають низьку теплостійкість. Наприклад, бітуми розм'якшуються при  $t = 45\text{--}90\text{ }^{\circ}\text{C}$ , полімерні матеріали – при  $t = 80\text{--}180\text{ }^{\circ}\text{C}$ , скло “розсковується” при  $t = 750\text{--}900\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Знати теплостійкість потрібно для того, щоб визначати температурні режими експлуатації будівельних матеріалів.

**Термічна стійкість** – це здатність матеріалу витримувати наперемінне нагрівання й охолодження (певний цикл) без руйнування. Стійкими до різних змін температур мають бути матеріали для футерування (внутрішньої кладки) пічних агрегатів.

Термічна стійкість залежить від ступеня однорідності матеріалу, його природи й показника температурного коефіцієнта розширення, причому чим менший останній, тим вища термічна стійкість матеріалу.

Термічно стійкі матеріали – шамот, динас, базальт, клінкер тощо, термічно нестійкі – кварц, граніт, скло тощо.

**Температурні деформації** – це здатність матеріалу під дією зміни температур у процесі експлуатації змінювати свої розміри (переважно розширюватися). Температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) характеризує видовження 1 м матеріалу під час нагрівання на один градус і вимірюється в метрах на кельвін (м/К).

Температурний коефіцієнт лінійного розширення має особливе значення для тих матеріалів, які під час експлуатації зазнають нагрівання й охолодження. Оскільки деформації матеріалу в конструкціях під час розширення можуть бути досить значними, у спорудах великої протяжності потрібно передбачати деформаційні шви.

Показники ТКЛР деяких будівельних матеріалів, м/К: алюміній  $25,5 \cdot 10^{-6}$ ; сталь –  $(11,0\text{--}11,9) \cdot 10^{-6}$ ; бетон –  $(10\text{--}14) \cdot 10^{-6}$ ; граніт –  $(8\text{--}10) \cdot 10^{-6}$ ; скло –  $(8,5\text{--}9,7) \cdot 10^{-6}$ ; деревина вздовж волокон –  $(3\text{--}5) \cdot 10^{-6}$ .

Для деяких силікатних матеріалів характерна вогнева усадка, тобто здатність змінювати свої розміри та об'єм внаслідок спікання чи оплавлення частинок під дією високих температур.

**Вогнестійкість** – це здатність матеріалу витримувати дію високих температур або вогню й води (під час пожеж), не руйнуючись. За ступенем вогнестійкості будівельні матеріали поділяють на три групи: негорючі, важкогорючі й горючі.

**Негорючі** – це матеріали, які під дією вогню чи високих температур не горять, не тліють і не обуглюються. Негорючі матеріали поділяються на вогнестійкі, що практично не деформуються (цегла, черепиця, жаростійкий бетон, сініт тощо), вогнетривкі

---

---

та термічно стійкі. Проте деякі негорючі матеріали можуть значно деформуватися (сталь) або руйнуватися під час розтріскування (граніт, кварц та інші породи, що містять кварц).

*Важкогорючі* – це матеріали, які під дією вогню або високих температур злегка займаються, тліють або обуглюються, а коли віддаляється джерело вогню, ці процеси припиняються. До таких матеріалів належать здебільшого мінералоорганічні матеріали, які поєднують у собі мінеральні й органічні компоненти (гідроізол, фіброліт, асфальтобетон тощо).

*Горючі* – це матеріали, які під дією вогню чи високої температури займаються або тліють, і ці явища тривають і тоді, коли усунуто джерело вогню. До цієї групи належить значна частина матеріалів органічного походження, не просочених спеціальними захисними сполуками (деревина, бітуми, полімерні матеріали).

*Границя вогнестійкості* характеризується проміжком часу від початку займання до виникнення в конструкції граничного стану: втрати несучої здатності (обвалення конструкції), виникнення наскрізних тріщин, нагрівання протилежної від вогню поверхні, що може призвести до самозаймання.

*Вогнетривкість* – це здатність матеріалу витримувати тривалу дію високих температур, не деформуючись і не розплавляючись. Такі матеріали використовують переважно під час спорудження печей промислового та побутового призначення, труб, котельних установок тощо. При цьому вони повинні також витримувати певні навантаження при високій температурі. Залежно від максимальної температури експлуатації ці матеріали поділяють на власне *вогнетривкі*, що витримують температуру 1580 °С і вище (шамот, динас, хромомagneзит тощо), *тугоплавкі*, що працюють в інтервалі температур 1350–1580 °С, і *легкоплавкі* – з вогнетривкістю менш як 1350 °С (цегла керамічна).

*Жаростійкість* – це здатність матеріалу витримувати тривале нагрівання до температури 1000 °С без втрати або з частковою втратою міцності. До жаростійких матеріалів належать цегла, жаростійкий бетон, чавуни та сталь, різні види вогнетривів.

## 1.4. МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

**Міцність** – це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією зовнішніх навантажень. Матеріали в будівлях найчастіше зазнають напружень стиску, розтягу, згину, зрізу, удару.

Основною характеристикою міцності є границя міцності – напруження, що відповідає навантаженню, за якого матеріал руйнується.

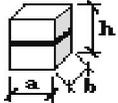
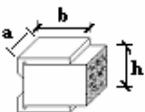
Границя міцності  $R_{ct}$  вимірюється в МПа:

$$1 \text{ МПа} = 1 \text{ Н/мм}^2 = 100 \text{ Н/см}^2 = 0,1 \text{ кН/см}^2 = 10 \text{ кгс/см}^2.$$

На різні види навантажень випробовують різні зразки, а для визначення границі міцності використовують відповідні формули (табл. 1.4.1 і 1.4.2).

Таблиця 1.4.1

### Схема стандартних методів визначення границі міцності на стиск

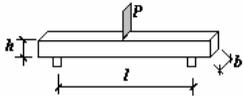
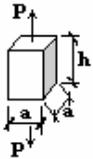
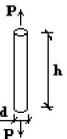
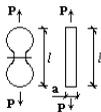
Зразок	Ескіз	Формула	Матеріал	Розміри стандартного зразка, см
Куб		$R_{cm} = \frac{P}{a^2}$	Бетон Розчин Природний камінь	a=15 a=7,07 a=5; 10...
Призма		$R_{cm} = \frac{P}{a^2}$	Бетон Деревина	a=10; 15; 20 h=40; 60; 80 a=2; h=3.
Циліндр		$R_{cm} = \frac{4P}{\pi d^2}$	Бетон Природний камінь	d=15; h=30 d=h=5; 7; 10; 15
Складений		$R_{cm} = \frac{P}{ab}$	Цегла	a=12,5; b=12; h=14
Половинка балочки		$R_{cm} = \frac{P}{ab}$	Цемент, гіпс, розчин	a=h=4 b=6,25

Міцність будівельних мінеральних матеріалів характеризують маркою, яка відповідає границі міцності на стиск, одержаній випробуванням стандартних зразків.

Границі міцності на стиск, вигин та розтяг (табл. 1.4.3) визначають випробуванням зразків матеріалів до їхнього руйнування за допомогою гідравлічних пресів, розтягувальних машин, а також неруйнівними (адеструктивними) методами, серед яких розрізняють механічні та фізичні (акустичні, електричні тощо).

Таблиця 1.4.2

**Схема стандартних методів визначення границі міцності на згин і розтяг**

Зразок	Ескіз	Формула	Матеріал	Розміри стандартного зразка, см
Призма (балочка)		$R = \frac{3P\ell}{2eh^2}$	Цемент, гіпс, розчин	a=16; b=h=4; ℓ=10
			цегла	a=25; b=12; h=6,5; ℓ=20;
			деревина	b=h=2; a=30; ℓ=24;
			бетон	a=60; b=15; h=15
Призма		$R_{роз} = \frac{P}{a^2}$	Бетон	a=5; h=50 a=10; h=80.
Стержень		$R_{см} = \frac{4P}{\pi d^2}$	Сталь	d=1; ℓ=10
“Вісімка” штабка		$R_{см} = \frac{P}{S}$	Бітум картон, руберойд, толь	ℓ=75 a=5; ℓ=22;

Таблиця 1.4.3

## Міцність деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Границя міцності, МПа		
	на стиск	на вигин	на розтяг
Граніт	100–250	14	8
Бетон важкий	10–80	0,5–10	1–4
Сосна вздовж волокон	30–65	60–120	70–130
Склопластик	250–400	240–550	220–350
Сталь	210–600	–	380–450
Цегла керамічна	7,5–30	1,5–5,0	0,8–3,0

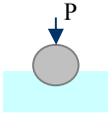
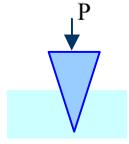
Щоб оцінити порівняльну ефективність будівельних матеріалів, використовують коефіцієнт конструктивної якості  $K_{к.я.}$ , який характеризується відношенням границі міцності на стиск або розтяг до відносної густини (щільності):

$$K_{к.я.} = \frac{R}{d},$$

де  $R$  – границя міцності, МПа;  
 $d$  – відносна густина (щільність).

Для цегли  $K_{к.я.} = 11$  МПа, для важкого бетону – 21, сталі – 5,2, сосни – 95, СВМ (різновид склопластику) – 225 МПа.

**Твердість** – це здатність матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого, твердішого матеріалу. Твердість матеріалу істотно впливає на трудомісткість оброблювання. Для різних матеріалів твердість визначається різними методами:

для кам'яних матеріалів	для металів, бетонів, деревини	
шкала твердості тальк – 1 гіпс – 2 кальцит – 3 пл. шпат – 4 апатит – 5 ортоклаз – 6 кварц – 7 топаз – 8 корунд – 9 алмаз – 10	сталева кулька 	алмазний конус 
	число твердості за Брінеллем $HB = P / S$ $S$ – площа поверхні відбитку	

---

---

**Стіраність** – це здатність матеріалу зменшуватися за масою і об’ємом під дією стиральних зусиль абразивного матеріалу. Визначається за формулою, кг/м<sup>2</sup>,

$$C_m = \frac{(m_1 - m_2)}{S},$$

де  $m_1$  і  $m_2$  – маса зразка відповідно до й після стирання, кг;  
 $S$  – площа стираної поверхні, м<sup>2</sup>.

Показник стираності визначають для матеріалів підлог, доріг, сходів, тротуарів. Для граніту стираність – 1–5; керамічних плиток – 2,5–3; цементного розчину – 6–15 кг/м<sup>2</sup>.

**Опір удару (ударна в’язкість)** – здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією ударних навантажень. Опір удару  $R_{уд.}$ , Дж/м<sup>3</sup>, характеризується роботою, затраченою на руйнування зразка матеріалу до одиниці об’єму матеріалу:

$$R_{уд} = \frac{ng h}{V},$$

де  $n$  – кількість ударів;  
 $g$  – вага гирі, Н;  
 $h$  – висота піднімання, м;  
 $V$  – об’єм зразка, м<sup>3</sup>.

**Опір спрацюванню** – це руйнування матеріалу від одночасної дії стирання та ударів. Такої дії зазнають матеріали під час експлуатації дорожніх покриттів, підлог тощо.

Спрацювання визначають у спеціальних барабанах з кулями за втратою маси матеріалу після відсіву порошковидної фракції.

**Пружність** – це здатність матеріалу деформуватися під дією зовнішніх сил і самочинно відновлювати початкову форму і об’єм, коли припиняється дія навантаження. Найбільше напруження, при якому залишкові деформації мають найменше допустиме за нормами значення, тобто матеріал зазнає оборотних пружних деформацій, називається границею пружності.

Модуль пружності  $E$  характеризує *жорсткість* матеріалу, тобто здатність деформуватися під дією зовнішніх сил (сталь, деревина).

**Пластичність** – це здатність матеріалу під дією зовнішніх сил змінювати свою форму і розміри без руйнування та зберігати змінену форму після зняття навантаження. Пластичність матеріалів і напівфабрикатів істотно впливає на технологію виробництва та основні будівельні властивості виробів. На пластичність деяких

---

---

будівельних матеріалів (бітум, деякі полімери) значною мірою впливає температура.

**Крихкість** – це здатність матеріалу руйнуватися під дією зовнішніх сил без попередньої пластичної деформації. Крихкість – це властивість, протилежна пластичності. Крихкі матеріали – чавун, скло, бетон тощо.

Крихкість і пластичність будівельних матеріалів можуть змінюватися не лише під дією температури, а й із зміною вологості та швидкості наростання навантаження, що діє на них. *Наприклад*, глина в сухому стані крихка, а у зволоженому (глиняне тісто) – пластична.

**Повзучість** – це здатність матеріалу нарощувати деформації за тривалого зовнішнього навантаження.

**Усадка** – це здатність матеріалу без зовнішнього навантаження під дією власної ваги та структування виявляти не пружні наростаючі деформації.

## 1.5. ХІМІЧНІ СПЕЦІАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

### Хімічні властивості

**Хімічна стійкість** – це здатність матеріалів протидіяти руйнівному впливу лугів, кислот і мінералізованих середовищ.

Кислото-, лугостійкість і стійкість матеріалу до дії мінералізованих середовищ оцінюють втратою міцності і маси зразка, витриманого у відповідному агресивному середовищі певної концентрації і протягом певного часу, які визначені нормативними документами.

**Токсичність** – здатність матеріалу під час виготовлення чи експлуатації за певних умов виділяти шкідливі для здоров'я речовини.

### Спеціальні властивості

**Газопроникність** – це здатність матеріалу пропускати крізь свою товщу газу за наявності різниці тиску біля поверхонь чи без такої різниці, але при різних температурах газів біля протилежних поверхонь. Газопроникність оцінюється коефіцієнтом  $K_g$ , кг/(мсПа), який визначається масою газу, що пройшов крізь  $1\text{ м}^2$  площі шару матеріалу завтовшки  $1\text{ м}$  за  $1\text{ с}$ , коли різниця тиску  $1\text{ МПа}$ .

Газопроникність матеріалу залежить насамперед від кількості й характеру пор і вологості.

**Акустичні властивості** – це звукоізоляція, звукопроникність, звукопоглинання.

---

---

*Звукоізоляція* – це здатність матеріалу чинити опір проходженню звукової хвилі.

*Звукопроникність* – це здатність матеріалу пропускати звукові хвилі.

*Звукопоглинання* – це здатність матеріалу поглинати звукові хвилі.

Акустичні властивості значною мірою залежать від густини (щільності) матеріалу, його внутрішньої та зовнішньої пористості та стану поверхні матеріалу.

*Радіаційна непроникність* – це здатність будівельного матеріалу бути захистом від радіоактивних впливів.

## 1.6. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

*Атмосферостійкість* – це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією атмосферних факторів: сонячного випромінювання, вітру, пилу, газів у повітрі тощо.

*Біостійкість* – це здатність матеріалу чинити опір руйнівному впливу біологічних процесів, які можуть виникнути під час експлуатації споруди (мох, лишайники, грибкові організми).

*Корозійна стійкість* – це здатність матеріалу чинити опір спільній дії різних агресивних факторів і процесів (атмосферні фактори, хімічні та електрохімічні процеси, біологічне руйнування тощо).

*Надійність* матеріалу залежить від довговічності, безвідмовності, ремонтпридатності та схоронності матеріалу.

*Гігієнічність* – це здатність матеріалу зберігати свої якості при багаторазовому очищенні та митті робочої поверхні.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. Яка фізична величина визначається відношенням маси до всього об'єму?

2. Назвіть ступінь заповнення об'єму будівельного матеріалу порами.

3. Як називається здатність матеріалу всмоктувати і утримувати вологу за безпосереднього стикання з водою?

4. Як називається здатність матеріалу зберігати міцність під час зволоження водою?



- 
- 
5. Як морозостійкість впливає на збільшення щільності матеріалу?
  6. Як називається здатність матеріалу передавати теплоту від однієї поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях?
  7. Як називається здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією зовнішніх навантажень?
  8. Що є основною характеристикою міцності?
  9. Запишіть формулу, за якою визначається границя міцності на згин.
  10. Як називається здатність матеріалу чинити опір проникненню в нього іншого, твердішого матеріалу?
  11. Як називається здатність твердого тіла не змочуватися водою (відштовхувати воду)?
  12. Яке значення має коефіцієнт теплопровідності повітря?
  13. Як називаються матеріали, які не горять, не тліють і не обуглюються під дією вогню?
  14. Як визначається твердість для кам'яних матеріалів?
  15. У чому різниця між середньою й істинною густиною (щільністю)?
  16. Що таке вологість? Які властивості залежать від вологості?
  17. Під час збільшення вологості середня густина (щільність) матеріалу збільшується, зменшується чи не змінюється?
  18. Що таке морозостійкість, які є марки за морозостійкістю?
  19. При збільшенні пористості середня густина (щільність) збільшується, зменшується чи не змінюється?
  20. Що таке границя міцності, як її визначити на стиск, розтяг, вигин?
  21. Назвіть пружні, пластичні та крихкі будівельні матеріали.
  22. Як визначити водопоглинання та водостійкість матеріалу?
  23. Від чого залежать акустичні властивості матеріалу?
  24. Що таке експлуатаційні властивості?

## ТЕСТИ

1. Яку величину потрібно поставити в знаменник дробу?
- $$\rho_m = \frac{m}{?}$$
2. В яких одиницях вимірюється істинна густина?
3. Коефіцієнт теплопровідності матеріалу визначають за формулою ...
4. Коефіцієнт розм'якшення  $K_{\text{роз}} = 0,85$ , який це матеріал: водостійкий чи ні?
5. Скільки можна навантажити кубометрів піску на 3-тонний автомобіль, якщо середня щільність піску  $1500 \text{ кг/м}^3$ ?
6. З якою теплопровідністю вигідніше застосувати матеріал для стін житлового будинку?
7. Яку властивість матеріалу можна визначити за цією формулою?
- $$? = \frac{\rho - \rho_m}{\rho} \times 100\%$$
8. Стандартний кубик зі стороною  $7,07 \text{ см}$  зруйновано навантаженням в  $50 \text{ кН}$ .
1. Маса сухого матеріалу;  
2. Маса насиченого водою матеріалу;  
3. Об'єм матеріалу в природному стані;  
4. Об'єм матеріалу в абсолютно щільному стані;  
5. Середня щільність матеріалу;  
6. Площа поперечного перерізу.
1. МПа;  
2.  $\text{Кг/м}^3$ ;  
3.  $\text{Кгс/см}^2$ ;  
4. Відсотках.
1.  $? = \frac{m}{V}$ ; 2.  $? = \frac{q\delta}{\Delta T}$ ;  
3.  $? = \frac{m_H - m_C}{V\rho_B} \times 100\%$ ; 4.  $? = \frac{P}{F}$ .
1. Водостійкий;  
2. Неводостійкий.
1.  $4,5 \text{ м}^3$ ;  
2.  $0,2 \text{ м}^3$ ;  
3.  $2,0 \text{ м}^3$ ;  
4.  $2,5 \text{ м}^3$ .
1.  $\lambda=0,35$ ;  
2.  $\lambda=0,5$ ;  
3.  $\lambda=0,05$ ;  
4.  $\lambda=0,9$ .
1. Середня густина;  
2. Істинна густина;  
3. Пористість;  
4. Вологість;  
5. Водопоглинання.
1.  $5 \text{ МПа}$ ;  
2.  $10 \text{ МПа}$ ;  
3.  $25 \text{ МПа}$ ;

- 
- 
- |  |  |
|--|--|
| Яка границя міцності на стиск цього матеріалу?   | 4. 15 МПа;<br>5. 2,5 МПа.  |
| 9. При збільшенні середньої щільності коефіцієнт теплопровідності ....   | 1. Зменшується;<br>2. Збільшується;<br>3. Залишиться без змін.   |
| 10. Ступінь заповнення об'єму будівельного матеріалу порами розміром до 3 мм –...  | 1. Вологовіддача;<br>2. Вогнетривкість;<br>3. Пористість;<br>4. Атмосферостійкість.                                      |
| 11. Здатність матеріалу віддавати воду при зміні температури та вологості навколишнього середовища – ...   | 1. Вологовіддача;<br>2. Вогнетривкість;<br>3. Пористість;<br>4. Атмосферостійкість;<br>5. Токсичність.                   |
| 12. Здатність матеріалу витримувати тривалу дію високих температур, не деформуючись і не розплавляючись –...   | 1. Вологовіддача;<br>2. Вогнетривкість;<br>3. Пористість;<br>4. Атмосферостійкість;<br>5. Токсичність.                   |
| 13. Властивість матеріалу зменшуватися за масою і об'ємом під дією стиральних зусиль абразивного матеріалу називається ...                                 | 1. Вологовіддача;<br>2. Вогнетривкість;<br>3. Пористість;<br>4. Атмосферостійкість;<br>5. Токсичність;<br>6. Стираність. |
| 14. Здатність матеріалу під час виготовлення чи експлуатації за певних умов виділяти шкідливі для здоров'я речовини називається ...                        | 1. Вологовіддача;<br>2. Вогнетривкість;<br>3. Пористість;<br>4. Атмосферостійкість;<br>5. Токсичність;<br>6. Стираність. |
| 15. Здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією атмосферних факторів: сонячного випромінювання, вітру, пилу, газів у повітрі тощо, називається ... | 1. Вологовіддача;<br>2. Вогнетривкість;<br>3. Пористість;<br>4. Атмосферостійкість;<br>5. Токсичність;<br>6. Стираність. |

---

---

## 2. МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ З ДЕРЕВИНИ

### 2.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Деревину з давніх часів широко застосовують у будівництві як конструктивний, опоряджувальний і теплоізоляційний матеріал завдяки низці позитивних властивостей: малій середній щільності, високій міцності, високій пружності, низькій теплопровідності, високій морозостійкості, простоті механічної обробки, гарному зовнішньому вигляду.

Разом з тим деревина має і низку недоліків, які знижують її будівельні властивості: неоднорідність (анізотропність) будови, здатність до гниття і займистості тощо. Крім того, запаси деревини в Україні не дуже великі.

Деревину в сучасному будівництві застосовують для виробництва віконних та дверних коробок і заповнення, паркету, вбудованих меблів, різноманітних пиломатеріалів (брусів, брусків, дощок, шпал тощо).

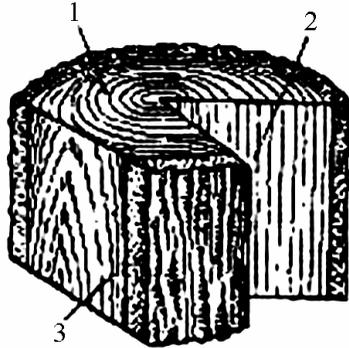
Важливим резервом економії деревини є використання відходів деревообробки для виготовлення деревостружкових та деревоволокнистих плит, фанери, клеєних дерев'яних конструкцій, арболіту та ін.

Крім деревини, у будівництві застосовують й іншу рослину сировину – солому, очерет, кострицю, стеблі соняшнику, бавовнику тощо.

### 2.2. БУДОВА ДЕРЕВИНИ

Деревина – це звільнена від кори волокниста тканина стовбура. Верхня частина стовбура називається *вершиною*, нижня – *окоренком*.

*Макроструктура* – це будова деревини, яку можна розрізнити неозброєним оком, а *мікроструктура* – це будова деревини, збільшена під мікроскопом. Макроструктуру зручно вивчати за трьома розрізами (рис. 2.2.1).



**Рис. 2.2.1. Основні розрізи стовбура:**

*1 – торцевий (поперечний) розріз;*

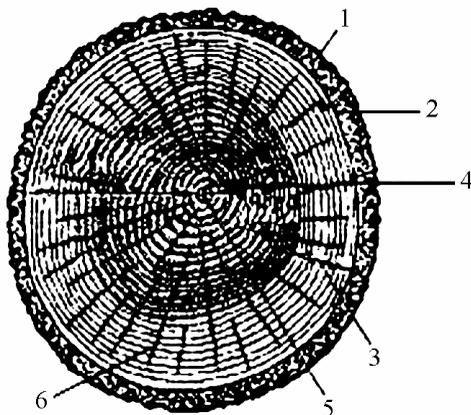
*2 – тангенціальний; 3 – радіальний*

*Торцевий (поперечний) розріз* зроблений площиною, перпендикулярною до осі стовбура; *тангенціальний* – розріз площиною, яка проходить по хорді поперечного розрізу; *радіальний* – розріз площиною, яка проходить через вісь стовбура по діаметру поперечного перерізу. На поперечному розрізі стовбура (рис.2.2.2) видно такі частини: 1 – кора, що захищає дерево від механічних дій зовнішнього середовища, складається зі шкірки та лубу. Кора становить 6–25 % об'єму дерева; 2 – камбій, який знаходиться за корою у вигляді тонкого шару клітин, здатних до поділу та росту. Клітини кожного року відкладаються у бік деревини і трохи менше – у бік лубу. Навесні камбій утворює пористу деревину (ранню), а влітку – щільну деревину (пізню). Шари ранньої та пізньої деревини створюють річне кільце. Чим більше пізньої деревини, чим товщий темний шар кільця, тим деревина міцніша; 3 – заболонь, світла частина деревини, що складається з молодих клітин, по яких рухається волога знизу вверху. Заболонь має велику вологість, низьку міцність, велику усушку і жолоблення, легко піддається загниванню; 4 – ядро, що складається з відмерлих клітин, просочених смолистими та дубильними речовинами. Ядро має меншу вологість, вищу твердість, більшу стійкість до загнивання. Ядро сосни, дубу, ясеня, модрина, кедр темніше від заболоні – це ядрові дерева. Ядро ялини, ялиці, буку не відрізняється від заболоні – це породи зі стиглою деревиною. Вільха, береза, клен, осика, липа, граб не мають ядра – вони називаються заболонними; 5 – стрижень. Складається з клітин із

---

---

тонкими стінками, слабо зв'язаних між собою. Ця частина найслабша, легко піддається загниванню; 6 – стрижньові промені, тонкі радіальні лінії, що складаються з тонкостінних клітин, внаслідок чого висохла деревина легко розтріскується та розколюється по променях.



**Рис. 2.2.2. Будова деревини на поперечному розрізі:**  
1 – кора; 2 – камбій; 3 – заболонь; 4 – ядро;  
5 – стрижень; 6 – стрижньові промені

Розглядаючи деревину під мікроскопом, можна побачити, що вона складається з живих і відмерлих клітин. Жива клітина має оболонку і ядро. Оболонка клітини складається з целюлози, чи клітковини, яка в процесі росту дерев'яніє, що зумовлюється появою лігніну, який надає деревині твердості та пружності.

### **2.3. ДЕРЕВНІ ПОРОДИ, ЯКІ ЗАСТОСОВУЮТЬ У БУДІВНИЦТВІ**

Деревні лісові породи поділяють на хвойні та листяні.

*Хвойні породи* мають різко виражені річні кільця, просочені смолою, важко піддаються загниванню. У будівництві хвойні породи більше використовують для конструкцій, які призначені нести навантаження.

**Сосна** має середню щільність 470–500 кг/м<sup>3</sup>, ядро буро-червоного кольору, заболонь жовтого, механічні властивості підвищені.

---

---

Деревина сосни смолиста, важко піддається загниванню. З неї виготовляють конструктивні елементи, столярні вироби, фанеру тощо.

**Модрина** нагадує сосну, але щільніша і міцніша, має підвищену стійкість проти загнивання. Використовують для гідротехнічних і підземних споруд, виробництва шпал.

**Ялиця** – безядрова порода, порівняно з іншими хвойними породами менш стійка до загнивання, тому її не застосовують у вологих умовах експлуатації.

**Ялина** – порода із стиглою деревиною, високоміцна, але мало-смоляниста, легка. Застосовують для будівельних конструкцій та столярних виробів.

**Кедр** – ядрова порода, має низьку щільність, добре обробляється, використовуються для столярних виробів.

*Листяні породи*, найчастіше використовувані у будівництві, – дуб, бук, вільха, осика, береза, ясень, липа, горіх.

**Дуб** – ядрова порода, яка має високі міцність і твердість. Ядро дуба темно-бурого кольору, заболонь жовтуватого. Має красиву текстуру та високу стійкість до загнивання. Застосовують для виготовлення паркету, столярних виробів, меблів, несучих конструкцій, у мостобудуванні.

**Береза** – заболонна порода з твердою, міцною, щільною деревиною білого кольору з рожевим відтінком. Нестійка до загнивання. Застосовують для виготовлення фанери, паркету, столярних виробів, в опоряджувальних роботах. Особливу цінність має карельська береза з характерною, дуже красивою текстурою.

**Вільха** – заболонна м'яка порода, нестійка до загнивання. Застосовують для виготовлення столярних виробів і фанери.

**Бук** – стиглодеревна порода. Деревина тверда, щільна, пружна, білого з червоним відтінком кольору, нестійка до загнивання. Застосовують для виготовлення меблів, столярних виробів, паркету.

**Осика** – заболонна порода, легка, м'яка, зеленуватого кольору. Застосовують для виготовлення тари, фанери, щепи.

**Ясень** – ядрова порода високої міцності і щільності, пружна. Має гарну текстуру, схильна до швидкого загнивання. Застосовують для виготовлення опоряджувальних покриттів, меблів, столярних виробів.

**Липа** – заболонна порода, м'яка, легка, нестійка до гниття. Використовують для виготовлення меблів, фанери, тари.

**Горіх** – деревина темно-коричневого кольору, має гарну текстуру. Застосовують для виготовлення декоративної фанери, шпону.

## 2.4. ФІЗИЧНІ ТА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ

*Істинна щільність* будь-якої деревини в середньому дорівнює 1,55 г/см<sup>3</sup>; *середня щільність* залежить від породи деревини, її пористості, умов росту і завжди менша ніж 1 г/см<sup>3</sup> (табл. 2.4.1).

Таблиця 2.4.1

### Середні фізико-механічні властивості деревини

Порода	Середня щільність, кг/м <sup>3</sup>	Границя міцності, МПа				
		на розтяг уздовж волокон	на стиск уздовж волокон	на згин	на сколювання	
					радіальне	тангенціальне
Сосна	500	100	48	85	7	7,5
Модрина	660	125	62	105	11,5	12,5
Ялина	450	120	44	80	5	5
Ялиця	370	70	40	70	6	6,5
Дуб	700	130	58	106	8,5	10,5
Бук	670	130	56	105	10	13
Береза	630	125	55	110	8,5	11
Осика	480	120	42	78	6,2	8

*Вологість* – загальна кількість води, яка є в деревині в даний момент. Розрізняють гігроскопічну вологу, яка знаходиться в стінках клітин, та капілярну (вільну), яка заповнює міжклітинний простір. Під час сушіння деревини спочатку висихає капілярна волога, а потім гігроскопічна.

Максимальна кількість гігроскопічної вологи у деревині за відсутності вільної називається точкою насичення волокон, або *границею гігроскопічності* (25–35 %). Вологість деревини змінюється внаслідок гігроскопічності. Якщо вологість змінюється від нуля до точки насичення волокон або, навпаки, від точки насичення волокон до нуля, об'єм деревини також змінюється, що призводить до її *розбухання* або *усихання*. Усихання і розбухання неоднакові в різних напрямках: у тангенціальному напрямку – 6–12 %, у радіальному – 3–6 %, а вздовж волокон – всього 0,1–0,3 .

Внаслідок неоднакового усихання в різних напрямках виникає *жолоблення* деревини. Це явище слід враховувати, наприклад, під час визначення ширини дощок: через те що широкі дошки дужче

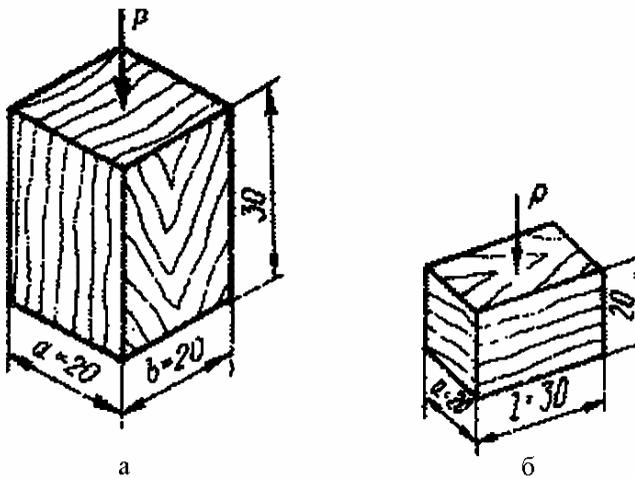


жолобляться, ніж вузькі, ширину дощок, що зазнають під час експлуатації наперемінного зволоження і висушування, обмежують 12 см. Щоб зменшити розтріскування торців, їх зафарбовують сумішшю вапна і клею.

За вмістом води розрізняють деревину:  $\omega = 0\%$  – суха;  $\omega = 12\%$  – стандартна вологість;  $\omega = 8-12\%$  кімнатно-суха;  $\omega = 15-20\%$  повітряно-суха;  $\omega = 35-100\%$  свіже зрубана;  $\omega = 100\%$  мокра.

*Теплопровідність* деревини залежить від породи, напрямку волокон і вологості. Так, при вологості 15%:  $\lambda = 0,17-0,28$  Вт/(м·К) – впоперек волокон;  $\lambda = 0,3-0,45$  Вт/(м·К) – вздовж волокон.

Міцність деревини залежить від породи, вологості, наявності дефектів тощо. *Міцність на стиск* визначають уздовж та впоперек волокон на зразках призмах перерізом  $20 \times 20$  мм і завдовжки 30 мм (рис. 2.4.1).



**Рис. 2.4.1. Зразок під час випробування деревини на стиск:**  
*а – вздовж волокон; б – впоперек волокон*

Границю міцності зразків перераховують на вологість 12 % за формулою:

$$R_{12} = R_0 [1 + \alpha (\omega - 12)],$$

де  $R_{12}$  – границя міцності при 12 % вологості, МПа;

$R_0$  – границя міцності при вологості  $\omega$ , МПа;

$\alpha$  – поправковий коефіцієнт на вологість різних порід деревини;

$\omega$  – вологість деревини на час випробування, %.

Міцність на статичний згин визначають на зразках балочках перерізом 20×20 мм і завдовжки 300 мм (рис.2.4.2).

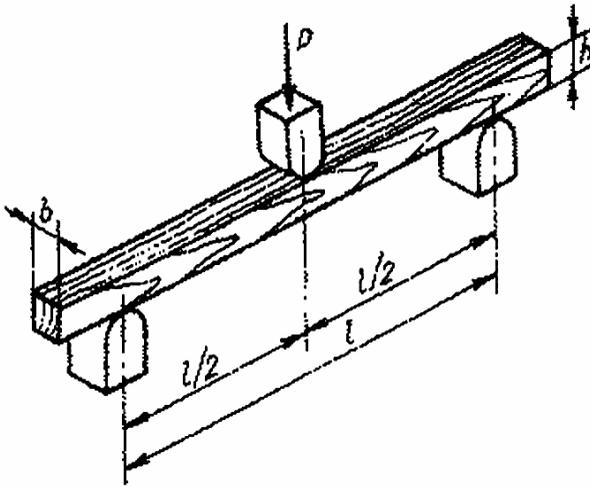
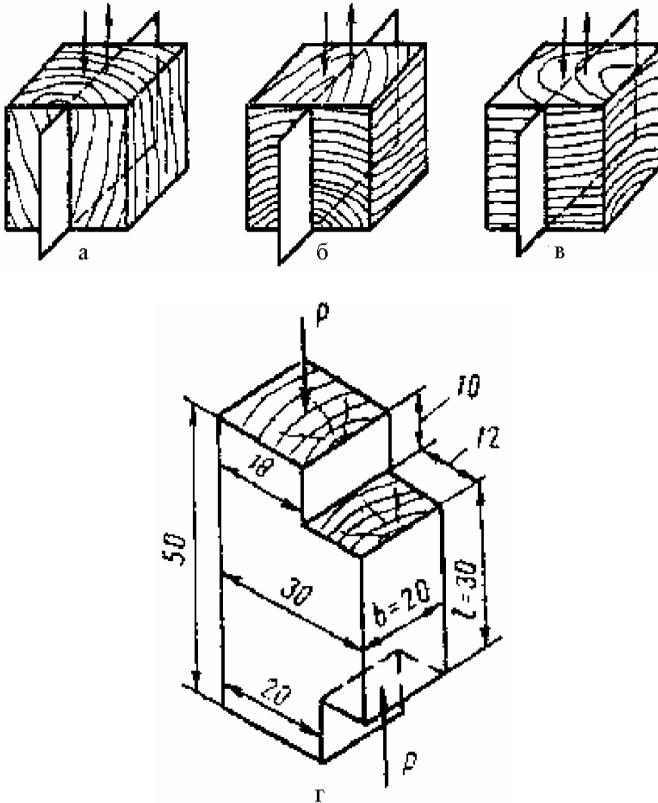


Рис. 2.4.2. Схема випробування деревини на згин

Міцність на сколювання деревини вздовж волокон становить 3–13 МПа, а поперек – у 3–4 рази вища. Під час випробування до зразка прикладають дві рівні і протилежно направлені сили, які викликають руйнування в паралельних їм площинах, відбувається зсув. Розрізняють три види випробувань на зсув: сколювання вздовж волокон, сколювання поперек волокон і перерізування деревини поперек волокон. Схеми дії сил під час цих випробувань показані у рис. 2.4.3.



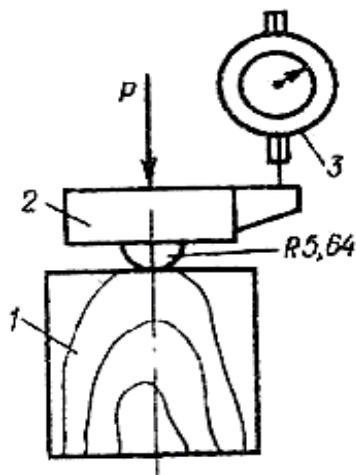
**Рис. 2.4. 3. Схема випробування деревини на сколювання:**  
*а* – сколювання вздовж волокон; *б* – сколювання поперек волокон;  
*в* – перерізування деревини поперек волокон; *г* – зразок деревини під час  
випробування на сколювання вздовж волокон

Твердість деревини на торцю на 15–20 % вища, ніж у радіальному та тангенціальному напрямках. За твердістю деревину поділяють на *м'яку* (сосна, ялина, ялиця) з торцевою твердістю 35–50 МПа; *тверду* (дуб, граб, ясень, береза) з торцевою твердістю 50–100 МПа; *дуже тверду* (самшит) – понад 100 МПа. Випробування проводять за схемою, зображеною у рис. 2.4.4. Для випробування на твердість використовують пристрій, який має пуансон з півсферичним наконечником. Його вдавлюють на глибину радіуса. Після випробування в

---

---

деревині залишається відбиток, площа проекції якого за указаним радіусом півсфери складає  $100 \text{ мм}^2$ . Показником статичної твердості зразка,  $\text{Н/мм}^2$ , є зусилля, віднесене до цієї площі.

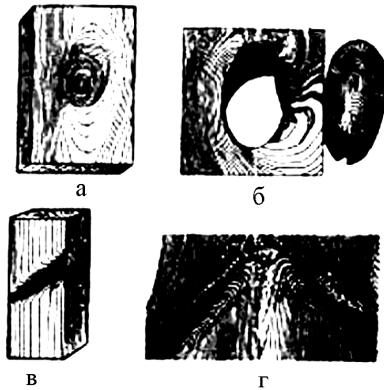


*Рис. 2.4.4. Схема випробування деревини на твердість:  
1 – зразок деревини; 2 – пуансон*

## 2.5. ВАДИ ДЕРЕВИНИ

Вади деревини – це відхилення від нормальної будови деревини, порушення зовнішньої форми стовбура дерева, різні пошкодження та захворювання. Вади знижують якість деревини, утруднюють обробку. Сортність деревини встановлюють з урахуванням вад. Залежно від причин утворення вади поділяють на групи: сучки, тріщини, будови деревини, форми стовбура, рани, пошкодження комахами, грибами, хімічні забарвлення.

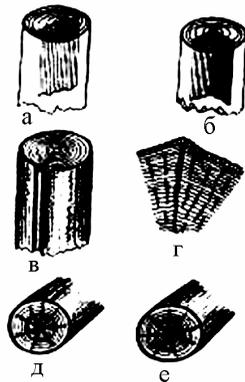
Сучок – частина гілки, що міститься в деревині, вони утруднюють обробку, знижують міцність, бувають різних видів: здоровий, зшивний, випадний, розгалужений (рис. 2.5.1).



**Рис. 2.5.1. Різні види сучків:**

*а – здоровий, б – випадний, в – живий, г – розгалужений*

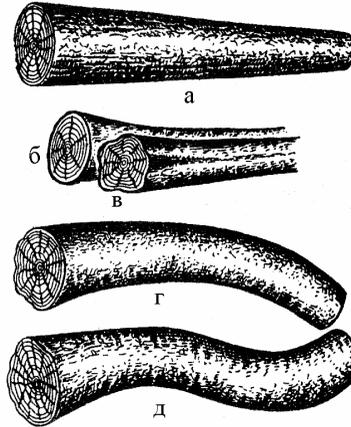
*Тріщини – це розриви деревини вздовж волокон. Розрізняють такі тріщини: мітик, відлупина, морозні та всихання (рис. 2.5.2).*



**Рис. 2.5.2. Види тріщин:**

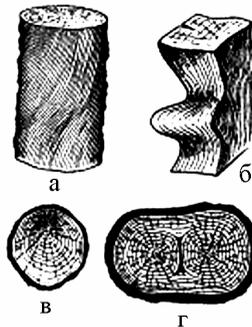
*а, б – мітик простий і складний; в, г – морозна відкрита і закрита; д, е – відлупина кільцева і часткова*

*Відхилення від нормальної форми стовбура утворюються внаслідок поганих умов росту дерева й кліматичного впливу. До цієї групи вад належать збіжистість, закомелість, овальність, кривизна, нарости (рис.2.5.3).*



**Рис. 2.5.3. Відхилення від нормальної форми стовбура:**  
*а – збіжистість; б, в – закомелитість округла і ребриста;*  
*г, д – кривизна проста і складна*

Вади будови деревини – нахил волокон, завилькуватість, завиток, крен, прорість, засмолок, сухобокість тощо (рис.2.5.4). Завилькуватість – звивисте безладне розміщення волокон.



**Рис. 2.5.4. Вади будови деревини:**  
*а – нахил волокон; б – завилькуватість;*  
*в – крен; г – подвійна серцевина*

Негативний вплив на якість деревини мають грибні забарвлення та гнилизна, а також пошкодження комахами.

---

---

## 2.6. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Одним із засобів підвищення довговічності деревини є її сушіння.

*Сушіння* – це процес виділення вологи з деревини. Під час зниження вологості підвищується міцність, знижується середня щільність.

*Природне* сушіння деревини відбувається за рахунок атмосферного повітря, яке штучно не підігрівається. *Штучне* сушіння використовують у сушильних камерах газом, гарячим повітрям, струмом високої частоти, у гідрофобних рідинах (зокрема, в петролеумі). Штучним сушінням знижують вологість деревини до 6–8 % за короткої строк, його можна здійснювати в будь-яку пору року.

*Захист від загнивання* здійснюють конструктивними заходами запобігання зволоженню – ізолюють від цегли, бетону, каменю; роблять отвори для провітрювання; захищають від атмосферних опадів.

Захищають деревину способом просочення спеціальними хімічними речовинами *антисептиками*. Антисептики – хімічні речовини, які створюють умови де не розвиваються грибні спори. Антисептики поділяють на водорозчинні – фторид натрію, кремнефторид натрію, дінитрофенолят натрію, мідний купорос; водонерозчинні (масляні) – креозотова і антраценова олії, креозот, карболеніум, кам'яновугільна смола тощо.

Маслянисті антисептики не застосовують для обробки конструкцій з деревини всередині приміщень, тому що вони мають різкий запах. Проте їх можна використовувати для паль, шпал, мостів, тому що вони не вимиваються водою. Водорозчинними антисептиками просочують деревину, яка не буде знаходитися у воді.

З водорозчинного антисептику, в'язучої речовини (бітуму, глини тощо) і наповнювача (торфу) виготовляють антисептичні пасти.

Антисептують конструкції і вироби з деревини різними методами: нанесенням антисептику, послідовним просочуванням у холодних і гарячих ваннах, просочуванням під тиском тощо.

Деревина – це горючий матеріал. Щоб уникнути *займання*, передбачають конструктивні заходи: віддаляють дерев'яні конструкції від джерел нагрівання; влаштовують захисні футерування з цегли, бетону; покривають шаром азбестових матеріалів, штукатурки, просочують *антипіренами* (фосфат амонію, сірчаноокислий амоній,

бура, борна кислота, хлористий цинк, сульфат амонію, діамоній фосфату).

Вогнезахисні речовини готують на основі фосфорнокислого чи сірчаного амонію, бури, борної кислоти. Під час нагрівання вони легко плавляться і перекривають доступ кисню або виділяють гази, які не підтримують горіння. Виготовляють вогнезахисні фарби на основі рідкого скла, піску, крейди та пігменту.

Деревину від пошкодження комахами обробляють *інсектицидами* (маслянисті антисептики, кам'яновугільне масло, сланцеве масло з пентахлорфенолом, хлорофос, деякі гази). Їх наносять у вигляді емульсій, аерозолів тощо.

## 2.7. МАТЕРІАЛИ З ДЕРЕВИНИ

Лісоматеріали бувають круглі й пиляні.

**Круглі матеріали** – це відрізки дерев'яних стовбурів без гілок. Залежно від діаметра верхнього поперечника круглі лісоматеріали розподіляють на колоди, підтоварник, жердини і кряжі (табл. 2.7.1).

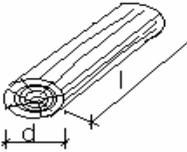
*Колоди* використовують для несучих конструкцій будівель, гідроспоруд, паль, мостів, а також пиляних матеріалів. За дефектами деревини колоди поділяють на три сорти.

*Підтоварник, жердини і кряжі* використовують для допоміжних споруд, огорожі в сільськогосподарських будівлях.

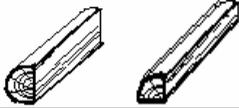
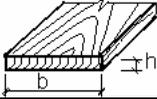
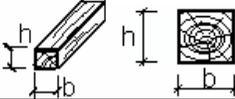
**Пиляні матеріали** – це продукція з деревини, яку дістають розпилюванням будівельних колон на частини. До них належать бруски, бруси, дошки, шпали, обаполи, пластини, четвертини (рис. 2.7.1).

Таблиця 2.7.1

Матеріали з деревини

Ескіз	Назва	Розміри
1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• колода</li> <li>• підтоварник</li> <li>• жердина</li> <li>• кряж</li> </ul>	$d > 14\text{см}$ ; $L = 3,5\text{--}6,5\text{ м}$ 8–13      3–9 3–7      3–9 >20      0,8–1,2



1	2	3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пластина</li> <li>• чвертка</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дошка</li> </ul>	$b/h > 2$ ; $h < 100$ мм
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• обапіл</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• брусок</li> <li>• брус</li> </ul>	$b/h < 2$ $b/h < 2$ $h$ до 100 мм $h > 100$ мм

## 2.8. ВИРОБИ З ДЕРЕВИНИ

**Шпунтовані дошки** мають на одній крайці шпунт (паз), на другій – гребінь (виступ). Це забезпечує щільне з'єднання дошок під час влаштування підлоги, перегородок (рис. 2.8.1 а).

До **струганих погонних виробів** належать плінтуси, галтелі, поручні для перил, наличники, розкладки, підвіконні дошки тощо.

**Вироби для паркетних підлог** поділяють на штучний та щитовий паркет, паркетні дошки та мозаїчний паркет. Паркетні вироби виготовляють із дуба, ясеня, бука, клена.

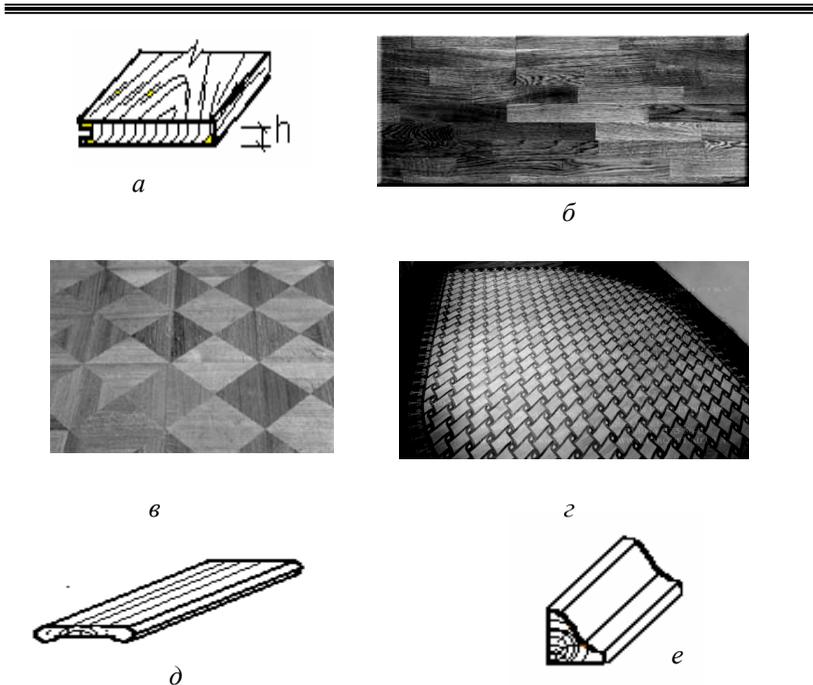
- *Штучний паркет* – дерев'яні планки зі шпунтом і гребенем на крайцях ( $\delta = 15$  і  $18$  мм;  $b = 30$ – $60$  мм;  $L = 150, 200, 250, 300, 400$  мм);

- *паркетні дошки* – рейки з наклеєними планками  $b = 150$ – $175$  мм;  $L = 1,2$ – $3,0$  м;  $\delta = 25$  мм;

- *мозаїчний паркет* – має вигляд килима, набраного з паркетних планок, наклеєних на папір водорозчинним клеєм. Розміри щитів –  $400 \times 400$  і  $600 \times 600$  мм;

- *паркетні щити* – планки на брусках  $400 \times 400$  або  $800 \times 800$  мм.

**Столярні вироби** – віконні та дверні блоки із заповненням, перегородки та панелі, щитові двері.



**Рис. 2.8.1. Вироби з деревини:**  
*а – дошки; б – штучний паркет; в – паркетні щити;  
 г – мозаїчний паркет; д – поручні для перил; е – галтелі*

**Будівельна фанера** – це листовий матеріал, склеєний з 3-ох чи більше шарів шпону,  $\delta = 1,5\text{--}18$  мм, розміри до  $1525 \times 2400$  мм. Деревний шпон – тонкі листи деревини, які одержують луценням або струганням кряжів, цурок. Листи розміщують так, щоб напрямки волокон суміжних листів були взаємоперпендикулярними. Довжина листів – до 3 м, ширина – до 2 м, товщина – до 18 мм. Фанера залежно від виду клею буває підвищеної, середньої та обмеженої водостійкості.

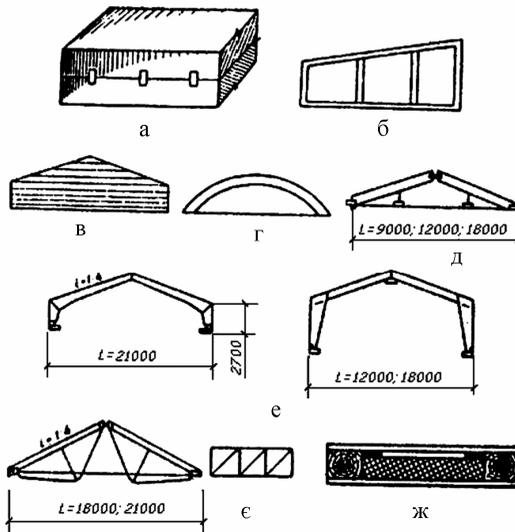
**Декоративна фанера** – це звичайна клеєна фанера, облицьована плівкою або декоративним папером з полімерним покриттям із смол. Її використовують для облицювання стін, перегородок, меблів, дверей.

**Бакелізована фанера** із березового шпону, вкрита синтетичною смолою.

Із відходів деревини виготовляють деревостружкові плити (ДСП) – пресування деревостружкових мас з полімерними смолами; деревоволокнисті плити (ДВП) – пресування деревоволокнистих мас з полімерними смолами; цементно-стружкові плити (ЦСП) – тонка деревна стружка з портландцементом; тирсовий бетон – тирса хвойних порід з піском, гравієм та глиною чи трепелом; короліт – кора з мінеральними в'язучими; арболіт – деревні відходи з портландцементом; фіброліт – тонка деревна стружка з портландцементом чи магнезіальними в'язучими; ксилоліт – тирса з магнезіальними в'язучими.

## 2.9. БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ З ДЕРЕВИНИ

Для підвищення ступеня індустріальності виробів на деревообробних заводах і комбінатах з деревини виготовляють різні конструкції, які доставляють на будівельний майданчик в готовому вигляді. До них належать балки, ферми, арки, рами, панелі покриття, стінові панелі (рис.2.9.1).



**Рис. 2.9.1. Будівельні конструкції з деревини:**

*а – балка на нагелях; б – балка з фанери; в – дощата балка; г – арка кругового обрису; д – трикутна арка; е – рами; є – ферми; ж – панель покриття*

---

---

Дерев'яні елементи з'єднують у конструкції болтами, нагельми, шпонками або за допомогою синтетичних клеїв.

Розміри і види дерев'яних конструкцій можна знайти в каталозі будівельних конструкцій.

## **2.10. РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВИХ МАТЕРІАЛІВ, ЇХ ЕКОНОМІЯ. КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ДЕРЕВИНИ І ВІДХОДІВ ДЕРЕВООБРОБКИ**

Велика кількість відходів утворюється на всіх стадіях заготовлення та переробки деревини.

*Тирса* – найбільш масові відходи лісопиляння та деревопереробки. Фракційний склад її залежить від способу одержання й перебуває в межах 0,2–10,0 мм. Часточки, менші за 0,2 мм, становлять деревне борошно. Насипна густина сухої соснової тирси крупністю 1–3 мм становить 100–120 кг/м<sup>3</sup>.

*Технічна щепка* – продукт первинного дрібнення кускових відходів і неділової деревини, призначеної для переробки на дрібняк, стружку чи волокна. Щепу одержують на дискових чи барабаних машинах, а дрібняк та стружку – із щепи за допомогою молоткових млинів і стружкових верстатів. Волокнисту масу одержують із щепи в дефібраторах. Використовують також одубину – відходи переробки дубової екстракотної сировини.

*Сільськогосподарські відходи рослинного походження* – це відходи первинної переробки стебла коноплі та льону (костриця), дрібнені стебла бавовнику тощо. Після додаткового дрібнення або без переробки ці відходи використовують як заповнювачі для матеріалів на основі мінеральних і полімерних в'язучих. На основі цих заповнювачів і мінеральних в'язучих (переважно на портландцементі) виготовляють легкий бетон – *арболіт*. Заповнювачі для нього попередньо обробляють розчинами мінералізатора. *Фіброліт* – аналогічний арболіту матеріал на спеціально приготуваній стружці (деревній шерсті), а *ксилоліт* – на основі тирси. Усі ці матеріали можна використати як теплоізоляційні та конструкційно-теплоізоляційні.

Завдяки застосуванню полімерних в'язучих можливості використання деревних відходів зростають, зокрема, значного поширення набувають клеєні дерев'яні конструкції та деталі, виготовлені на високоміцних полімерних клеях. Деревостружкові плити виготовляють гарячим пресуванням подрібненої деревини з

---

---

добавкою синтетичних полімерів, аналогічні матеріали виготовляють на основі тирси.

На основі деяких відходів деревини можна одержати матеріали без застосування спеціальних в'язучих за рахунок обробки при високих тисках та температурах (деревоволокнисті плити, деревні пластики тощо).

**Напівфабрикати та вироби з деревини. Деревостружкові плити (ДСП)** – це плитковий матеріал, виготовлений гарячим пресуванням деревостружкових мас, які містять у своєму складі полімерні смоли. Деревну стружку, яка є основним за масою компонентом, одержують з некондиційної деревини листяних і хвойних порід. Зв'язуючою речовиною є карбамідні та фенольні полімерні смоли. Разом з ними до складу маси вводять антисептики, антипірени та гідрофобізатори. Полімер разом з антисептиками, антипіренами та гідрофобізаторами готують у вигляді водної емульсії. Останню в кількості 15–20 % до маси сухої стружки наносять під тиском на безперервно переміщувану в камері змішування стружку. Просочену деревостружкову масу формують методом пресування чи екструзії. Пресування силою 2,0–2,5 МПа виконують при температурі 140–160 °С між двома сталевими стрічками. Із преса виходить неперервна стрічка, яку розрізують дисковими пилами на плити потрібних розмірів.

Плити ДСП використовують для влаштування підлог, облицювання стін і перегородок, виготовлення дверних полотен, вбудованих меблів тощо.

**Деревоволокнисті плити (ДВП)** виготовляють гарячим пресуванням деревоволокнистої маси, що містить як зв'язку полімерні смоли. Як основну сировину для виготовлення ДВП використовують відходи лісорозробок і деревообробної промисловості у вигляді некондиційного обалолу, щепи, обрізків із деревини переважно хвойних порід. Зв'язуючими речовинами є полімерні смоли фенолформальдегідної групи. Деревну сировину в рубильних машинах перетворюють на щепу, яку далі піддають пропарюванню при надлишковому тиску й температурі 150–155 °С. Розпарену й розм'якшену щепу розпушують на окремі волокна. Зв'язуючу масу з фенолформальдегідних полімерів (4–5 % до маси сухої деревини), антипіренів, антисептиків і гідрофобізаторів у вигляді водної емульсії змішують із деревоволокнистою масою у змішувальних басейнах. Одержану масу формують і обезводнюють на сітчастих стрічках. Обезводнений килим ріжуть на формати заданих розмірів. Формати

---

---

вкладають на підкладні металеві листи й пресують при питомому тиску 5,5 МПа й температурі 200–210 °С. Після пресування їх чотири години витримують в акліматизаційних камерах, після чого розрізують на листи заданих розмірів.

Плити ДВП використовують як облицювальний та теплоізоляційний матеріал для стін і стель у внутрішніх приміщеннях. Вони можуть бути офактурені полімерними плівками, текстурним папером, деревним шпоном чи зафарбовані лакофарбовими сумішами. Ці плити випускають напівтвердими, твердими чи надтвердими.

**Цементно-стружкові плити (ЦСП)** – це великоформатний міцний листовий матеріал, який виробляють із спеціально виготовленої тонкої стружки, портландцементу та хімічних добавок – мінералізаторів. Як деревну сировину застосовують тонкомірну деревину хвойних порід: ялини, ялиці чи сосни, а також відходи лісопиляння – обapoли та рейки. У виробництві ЦСП можна використовувати й деревину з листяних порід, проте міцність матеріалу при цьому знижується на 10–15 %. Використовувана для виробництва плит деревина має бути обкорована й витримана при додатній температурі не менш як три місяці для зменшення вмісту водорозчинних цукрів, так званих “цементних отрут”, які негативно впливають на цемент. Технологічний процес виробництва ЦСП майже повністю автоматизований.

Цементно-стружкові плити належать до групи важкоспалимих матеріалів підвищеної біостійкості, порівняно легко обробляються пилянням, фрезеруванням, свердлінням, кріпляться цвяхами. Їх можна зафарбовувати, обклеювати шпоном, полімерними плівками та керамікою. Призначаються для влаштування панелей та перегородок, плит покриттів, елементів підвісних стель, підлог, огорож лоджій, підвіконних дощок тощо.

**Тирсовий бетон** виробляють з використанням органічних (тирса хвойних порід) та мінеральних (пісок чи гравій) наповнювачів, портландцементу і мінеральних добавок (глина, трепел). Перемішують віддозовані компоненти в бетонозмішувачах примусового перемішування. Найкращі результати одержують під час використання тирси фракції 1,5–5,0 мм. Густина бетону – 900–1200 кг/м<sup>3</sup>, міцність при стиску після тримісячного витримування – 0,8–2,8 МПа. Тирсовий бетон використовують як термоізоляційний матеріал у трубопроводах, як утеплювач у перекриттях і як стіновий матеріал у малоповерховому домобудуванні.

---

---

**Короліт** виготовляють із кори з використанням мінеральних в'язучих. Міцність короліту на гіпсі 1,5–2,0 МПа, на цементі – 3,0–3,5 МПа, теплопровідність – 0,14–0,16 Вт/(м·К). Короліт використовують у малоповерховому будівництві для влаштування несучих внутрішніх і зовнішніх елементів стін, як утеплювач під час опорядження стін і підлог, будівництва складів, торгових павільйонів, виставкових залів тощо.

**Арболіт** – це різновид легкого бетону, наповнювачем у якому є оброблені мінералізатором деревні відходи й портландцемент. Відходи лісопильного та деревообробного виробництв (деревина сосни, ялини, ялиці, берези, вільхи, бука, дуба) переробляють на щепу, а потім на коротку стружку (дробленку). Із кускових відходів на стружкових верстатах одержують стружку (довжина 2–20, товщина не більше як 0,1 мм). Наповнювач із деревини надає арболіту легкості, добрий тепло- та звукоізоляційних властивостей, повітропроникності, а цемент – міцності, вогне- та біостійкості. Великі тепло- та вологомісткість забезпечують добру регуляцію тепловологового режиму в приміщеннях, які за умови проживання прирівнюються до дерев'яних. Здатність утримувати шурупи й цвяхи, можливість обробки різними інструментами збільшують його переваги перед іншими стіновими матеріалами.

**Фіброліт** має стабільні фізико-механічні властивості й високі якості поверхні. Його застосовують як декоративний та акустичний матеріал для ізоляції стін і перекриттів.

Вихідні матеріали для виробництва цементного фіброліту – тонка деревна стружка й портландцемент. Довжина стружки – 1–5 мм, товщина – 0,2–0,5 мм. Для декоративних та акустичних потреб використовують вузьку стружку з великим діаметром закрутка, для ізоляції – ширшу й меншого діаметра. Як сировина найпридатніші відходи хвойної деревини. Під час використання магнезійних в'язучих замість портландцементу можна застосовувати деревину листяних порід.

**Ксилоліт** одержують із магнезійного в'язучого, тирси, розчину хлориду магнію густиною 1,14–1,24 г/см<sup>3</sup> та пігментів. Ксилоліт використовують для влаштування підлог у житлових, громадських і виробничих будівлях, в яких підлога не зазнає постійного зволоження.

---

---

## 2.11. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ З ДЕРЕВИНИ

Сучасний асортимент паркетних матеріалів дуже різноманітний: штучний, щитовий, паркетна дошка, паркет із масиву, художній, кожна із цих груп має свою довершеність і недоліки, і вибір покупців якоїсь конкретної групи залежить, по-перше, від функціональних і декоративних якостей, а по-друге, від фінансових можливостей замовника.

Багато хто думає, що більш всього до справжнього паркету схожа паркетна дошка (як правило, тришарова), яка складається із склеєних дерев'яних брусків і природного шпону. Конструкція дошки має таке розташування шарів, яке протидіє натуральному руху деревини і зберігає з часом попередній об'єм і форму виробу. Таке покриття відрізняється простотою укладки і досить високою естетичністю. Але про термін його довговічності є багато суперечностей як серед спеціалістів, так і покупців.

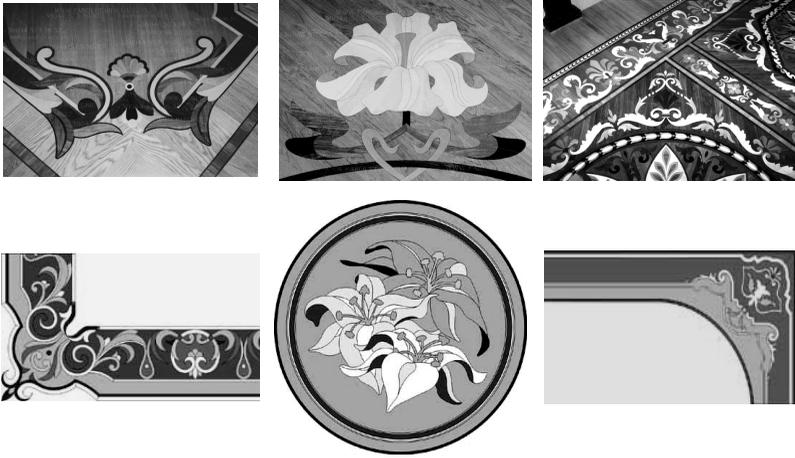
“Масивна” підлога за формою і монтажем нагадує штучний паркет, за виключенням того, що його деталі виконані з цільної деревини, і відрізняються більшими розмірами (довжина 600–2500 мм, ширина – 65–200 мм). Цей вид паркетної продукції має високі експлуатаційні якості і є найвишуканішим і елегантним.

Найважчим у виготовленні, і найдорожчим із усіх видів паркету є **художній паркет** (рис. 2.11.1). Він є ексклюзивним дизайнерським рішенням, враховуючи різноманітність форм, кольорів і варіантів виконання, можна фантазувати і розроблювати унікальні стильні інтер'єри. Під час проектування малюнків художнього паркету використовують десятки різноманітних порід деревини, які надають покриттю неповторного вигляду.

Українське деревообробне виробництво в останні роки набрало великих і серйозних обертів, тому майже 80 % ринкової паркетної продукції складають сьогодні вироби вітчизняних майстрів.

У сучасному будівництві широкого використання набули **вироби з пробки**. Пробкою називається кора пробкового дуба, яка кожні дев'ять років знімається вручну, без нанесення пошкоджень кроні дуба, бо дуб відтворює кору протягом всього життєвого циклу дерева.





*Рис.2.11.1. Художній паркет*

**Покриття для стін** на основі натуральної пробки DEKWALL. Декоративні плитки зі спресованої без добавки клеючих речовин, натуральної пробки, покритої з лицьової сторони шаром декоративного пробкового шпону. Розміри: 300×600×3 мм. Плитки мають високі теплоізоляційні, звукоізоляційні властивості, антистатичність, властивість не притягувати пил, антиконденсаційні властивості, захист від грибка, стійкість до дії хімічних речовин, властивість знижувати фон радіаційних випромінювань, гігієнічність, властивість не впитувати рідини і газу. Використовують плитки для опорядження стін і стелі різних приміщень: житлових, адміністративних.

**Покриття для підлог** на основі натуральної пробки IPOCORK, WICANDERS. Декоративні плитки зі спресованої без добавки клеючих речовин, натуральної пробки і мають текстуру натуральної пробки або цінних порід деревини, з декоративним пофарбуванням або рисунком, нанесеним способом шовкографії. Випускають у вигляді плиток або “плаваючих підлог”. Захисне покриття – акриловий лак або особливо міцний “медичний” вініл. Розміри плиток: 300×300×3,2; 900×150×3,2; плит – 900×185×9,0 мм. Служить для влаштування підлог різних приміщень: житлових, адміністративних.

**Ізоляційні панелі** з агломерованої натуральної пробки – панелі, виготовлені з кори пробкового дуба. Сировина подрібнюється

---

---

в гранули, потім пресується в блоки при високій температурі без добавки клеючих речовин. Потім блоки розрізають на плити. Розміри плит 1000×500×10–300 мм. Середня щільність – 110–130 кг/м<sup>3</sup>, теплопровідність – 0,031–0,04 Вт/(м.К), границя міцності на стиск – 200–250 МПа, температура використання від –200 °С до +110 °С, висока степінь паропроникності, антистатичність, хімічна інертність, унікальна довговічність. Використовують для теплоізоляції стін, дахів, горищ, підлог, вікон; влаштування температурних швів на гідротехнічних спорудах, аеродромах, дорогах; звукоізоляції будівель; акустичної корекції приміщень; віброізоляції технологічних об'єктів і обладнання.

**Натуральний лінолеум MARMORETTE** виготовляється на основі льняного масла, пробки, деревної смоли, джгута. Рулонний матеріал: ширина – 200 см, довжина – 30 м, товщина – 2–3,8 мм. Лінолеум має бактерицидні властивості, високу стійкість до стирання, різноманітність відтінків, антистатичний, стійкий до більшості побутових хімікатів. Застосовують для влаштування підлоги.

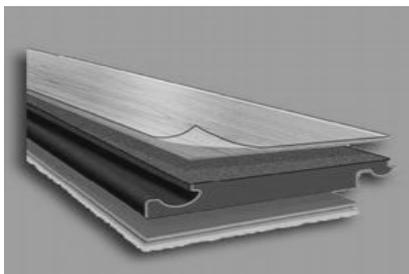
Широке розповсюдження для влаштування підлог отримав **ламінат**. Вагомі аргументи на користь ламіната: висока стійкість до навантажень і тиску, на ламінаті не збирається бруд і шкідливі бактерії; нечутливий до впливу світла, виготовлений з відновлених видів натуральної сировини, важко загоряється; стійкий проти зношування й тиску; відмінна шумоізоляція; оптимально придатний для укладання на підлогах з опаленням, екологічно чистий склад матеріалів, нечутливість до ультрафіолету й сигаретних опіків, можливість багаторазового застосування, легкість в обслуговуванні. Багато різних фірм займаються виготовленням і укладанням ламінату. Його структура подібна зі структурою паркетної дошки: це багатошаровий матеріал (назва походить від англійського “багатошаровий”). Основа його – панель із перетертої в пил до стану кристалізації пресованої деревини. Знизу в ламінаті вологостійкий шар і шумопоглинальна підкладка. Зверху – декоративний шар з малюнком і захисною смолою (від її якості залежить зносостійкість ламінату).

Наприклад, ламінат KOSCHE (рис.2.11.2) складається з чотирьох шарів, які є гарантом міцності й неповторної якості. На верхній шар покриття наноситься особливо міцна захисна плівка, що надає ламінованій підлозі зносо-, світо- і термостійкість, а також механічну міцність. У сполученні з привабливим декоративним шаром – папером з нанесеним малюнком, що імітує натуральний паркет з якої завгодно породи дерева. Захисна й декоративна плівка

---

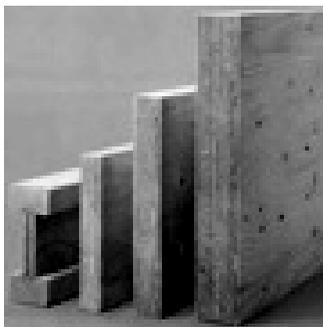
---

становлять зносостійку поверхню ламіната. Середній шар складається з високоуцільненої під тиском деревинно-волокнистої плити. Середній шар є несучим. На нижню сторону несучої плити наноситься стабілізуючий вологозахисний шар, що виконує дві функції: по-перше, не дає волозі проникнути усередину плити; по-друге, урівноважує згинальну напругу в основі, що не дає жолобитися всій панелі.



*Рис. 2.11.2. Ламінат KOSCHE*

З кожним роком запаси ділової масивної деревини в Україні зменшуються. Збільшення потреб у будівельних пиломатеріалах і підвищення вимог до них робить першочерговим завдання пошуку нових матеріалів, які б ефективно замінювали існуючі. Одним з таких матеріалів є **клеєні шпонові балки** (рис. 2.11.3). Це новий високоякісний композиційний матеріал з деревини, унікальні властивості якого дозволяють віднести його до будівельних матеріалів завтрашнього дня.



*Рис. 2.11.3 Клеєні шпонові балки*

---

---

Шарувата структура шпонових балок робить їх міцними і довговічними, тому що дефекти окремих шарів шпону, які знижують міцність, розподіляються в товщині шарів так, що їх вплив на міцність кінцевого продукту дуже незначний. Основні характеристики конструкційних балок: допустимі напруження (МПа) на згин – 1,8, зсув – 1,7, коефіцієнт пружності – 10,0. Унікальною перевагою для будівельників є вільний вибір розмірів шпонових балок (ширина – 100–1200 мм; довжина – 2500–25000 мм; товщина – 19–75 мм), цілісність конструкції і пожежостійкість. Крім цього, існує можливість надання необхідного естетичного вигляду шляхом використання деревини кращої якості у лицьовому шарі.

### Це цікаво

... Під час реставрації старовинної башти в Хуцю (Китай) були знайдені бамбукові цвяхи. Їх “вік” перевищує 1000 років. Стародавні архітектори використовували цвяхи для закріплення штукатурної драпки.

... За чотири тисячоліття до заснування Венеції на одному із озер псковської землі існувала інша “дерев’яна Венеція”. Дерев’яні палі приблизно третього тисячоліття до нашої ери служили фундаментами будівель, що нагадували величезні пташині гнізда. Торф, іл і вода так добре їх законсервували, що тепер вони виглядають так, неначе нещодавно обтесані кам’яною сокирою.

... Гробниці з ялини в єгипетських пірамідах збереглися протягом 4000 років.

... У кінці минулого століття в місті Панфілові була збудована мечеть, яка є унікальним архітектурним пам’ятником. Будівля створена із дерева без єдиного цвяха і скоби.

... Найбільша дерев’яна будівля побудована в 1928 році у Відні (Австрія). На спорудження дерев’яного гіганта, який “поглинув” 240 вагонів лісних матеріалів, пішло трохи більше трьох місяців. Практичне уявлення про незвичайну ємність будівлі дало влаштоване в ньому після завершення будівництва австро-німецьке співоче свято, яке зібрало під одним дахом 35 тисяч виконавців хорового співу і 40 тисяч слухачів.

... Японські паперові будинки вже давно перестали бути предметом жартів у європейців. Практика показала, що набагато “приємніше” бути заваленими під час землетрусу паперовою стіною, ніж цегляною.

---

---

... Папір в Європі став займати почесне місце серед найрізноманітніших будівельних матеріалів.

... Людина впродовж свого життя витрачає на меблі, будівництво житла, паливо та інші потреби стільки деревини, скільки дає їй ліс із 300 дерев.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. З яких елементів складається деревина?
2. Як поділяється деревина за вологістю?
3. Назвіть стандартну вологість деревини.
4. Перелічіть основні вади деревини.
5. Які антисептики слід використовувати для захисту від загнивання дерев'яних конструкцій, що знаходяться у землі?
6. Які антисептики слід використовувати для захисту від загнивання конструкцій, які не будуть зволожуватися в процесі експлуатації?
7. Як випробовують деревину на міцність?
8. Які основні вироби і конструкції виготовляють з деревини?
9. Визначити вологість деревини, якщо маса зразка в сухому стані 5 г, а у мокрому 7 г. Яка це деревина за вологістю?
10. Визначити границю міцності на стиск вздовж волокон, якщо призма розміром  $20 \times 20 \times 30$  мм витримала навантаження 32000 Н.
11. Визначити границю міцності впоперек волокон, якщо призма розміром  $30 \times 20 \times 20$  мм витримала навантаження 4800 Н.

---

---

## ✍ ТЕСТИ

### 2.1. Сировина, виготовлення

**I. Укажіть, яку деревину краще застосувати для виготовлення будівельних виробів і конструкцій?**

1. Сосна;
2. Тис;
3. Бук;
4. Ясень.

**II. Яка деревина краще підійде для виготовлення паркету?**

1. Ялина;
2. Тис;
3. Дуб;
4. Липа.

**III. Які матеріали застосовують для виготовлення фанери частіше?**

1. Бук;
2. Осика;
3. Тис;
4. Ялина.

**IV. З яких елементів складається ламінат?**

1. Паркетні планки наклеєні на папір;
2. Захисна плівка, деревоволокниста плита, вологозахисний шар;
3. Пресована пробка, шпон, лак.

**V. Як виготовляється фанера?**

1. Склеювання декількох шарів лущеного шпону;
2. Пресування декількох шарів паперу;
3. Пресування деревної тирси з полімером.

**VI. Дайте назву матеріалу, який виготовлений з тонкого шпону, просоченого і склеєного полімерами.**

1. Ламінат;
2. Деревношаруваті пластики;
3. Деревостружкові плити;
4. Деревоволокнисті плити.

---

---

***VII. Якщо плита виготовлена з деревної стружки й портландцементу, то вона має назву...***

1. Фіброліт;
2. Арболіт;
3. Деревостружкові плити.

***VIII. З чого виготовляють арболіт?***

1. Тонка деревна стружка і портландцемент;
2. Тирса і магнезійна в'язуча речовина;
3. Коротка стружка довжиною 20 мм, оброблена мінералізатором, та мінеральні в'язучі.

***IX. Після змішування магнезійної в'язучої речовини, тирси, хлориду магнію одержують матеріал, який має назву...***

1. Ксилоліт;
2. Фіброліт;
3. Арболіт;
4. Ламінат.

***X. Яку породу використовуєте для виготовлення дерев'яних паль?***

1. Ялина;
2. Сосна;
3. Модрина;
4. Береза.

## **2.2. Властивості**

***I. Визначте границю міцності на стиск, якщо під час випробування на стиск вздовж волокон стандартний зразок зруйновано навантаженням 40 кН.***

1. 40 МПа;
2. 80 МПа;
3. 100 МПа;
4. 20 МПа.

---

---

**II. Скільки можна навантажити соснових брусків перерізом  $140 \times 200$  мм, завдовжки 4 м на 5-тонний автомобіль?**

1. 74 штуки;
2. 740 штук;
3. 60 штук;
4. 600 штук.

**III. Визначте вологість деревини, якщо маса висушеного зразка 50 г, а маса волого 60 г.**

1. 20 %;
2. 50 %;
3. 5 %;
4. 2 %.

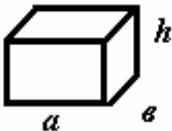
**IV. Яка вологість деревини вважається стандартною?**

1. 15 %;
2. 12 %;
3. 5 %;
4. 25 %.

**V. Чому дорівнює істинна густина деревини?**

1.  $2,5 \text{ г/см}^3$ ;
2.  $1,4 \text{ г/см}^3$ ;
3.  $1,55 \text{ г/см}^3$ ;
4.  $1,9 \text{ г/см}^3$ .

**VI. Які стандартні розміри зразка деревини ( $a \times b \times h$ ), що випробовують на стиск поперек волокон?**



1.  $20 \times 20 \times 30$  мм;
2.  $30 \times 20 \times 20$  мм;
3.  $30 \times 30 \times 20$  мм.

**VII. Найкраще деревина працює...**

1. При стиску уздовж волокон;
2. При стиску впоперек волокон;
3. При згині;
4. При розтягу уздовж волокон.



***VIII. Найменшу міцність деревина витримує...***

1. При сколюванні;
2. При згині;
3. При розтягу;
4. При стиску.

***IX. Яка вологість кімнатно-сухої деревини?***

1. 15–20 %;
2. 8–13 %;
3. 35–100 %;
4. 5–20 %.

***X. Якщо вологість деревини більше 35%, то це буде...***

1. Кімнатно-суха;
2. Повітряно-суха;
3. Свіже зрубана;
4. Мокра.

**2.3. Розміри**

***I. Яку назву має круглий матеріал діаметром 15 см і довжиною 4 м?***

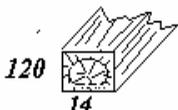
1. Колода;
2. Підтоварник;
3. Жердина;
4. Кряж.

***II. Якщо діаметр верхнього поперечника 10 см, а довжина 4 м, то це буде...***

1. Колода;
2. Підтоварник;
3. Жердина;
4. Кряж.

***III. Якщо ширина пиломатеріалу 120 мм, товщина 140 мм, то це буде...***

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.



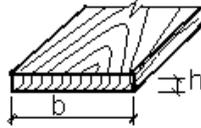
- Брусок;
- Брус;
- Дошка;
- Обапіл.

**IV. Назвіть, який це буде пиломатеріал, якщо товщина 60 мм, а ширина 80 мм?**

1. Брусок;
2. Брус;
3. Дошка;
4. Обапіл.

**V. Який пиломатеріал має товщину до 100 мм, а ширину більшу за потрійну товщину?**

1. Брусок;
2. Брус;
3. Дошка;
4. Обапіл.



**VI. Який матеріал зображений у рисунку?**



1. Дошка необрізна;
2. Обапіл;
3. Дошка обрізна;
4. Брус.

**VII. Якої товщини виготовляють дошки для підлог?**

1. 28–36 мм;
2. 38–46 мм;
3. 18–26 мм;
4. 1,5–18 мм.

**VIII. Якщо довжина дерев'яного виробу 400 мм, ширина 60 мм, а товщина 15 мм, то це буде...**

1. Дошка;
2. Паркетна планка;
3. Паркетна дошка;
4. Паркетний щит.

**IX. Якщо дерев'яний багатощаровий матеріал має довжину 1200–1300 мм, ширину 190–200 мм, товщину 7–8 мм, то це буде...**

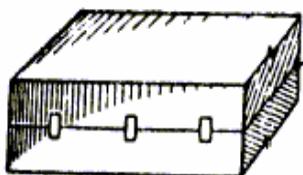
1. Паркетна дошка;
2. Дошка;
3. Ламінат.

**X. Яка може бути товщина фанери?**

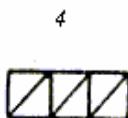
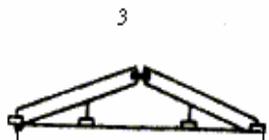
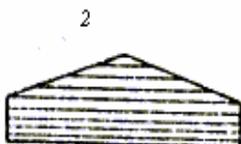
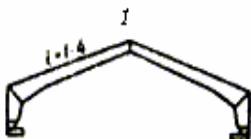
1. 1,5–1,8 мм;
2. 18–26 мм;
3. 28–36 мм;
4. 1–1,5 мм.

**2.4. Застосування**

**I. Які конструкції зображені у рисунках? Знайдіть правильну назву кожної конструкції (відповідність у позначених).**



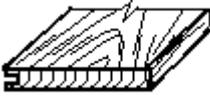
1. Ферма;
2. Балка дощата;
3. Балки на нагелях;
4. Трикутна арка;
5. Рама.



5

**II. Які вироби із дерева зображені у рисунках?**

1.



1. Паркетна планка;
2. Шпунтовані дошки;
3. Галтель;
4. Наличник;
5. Поручень.

2.



3.



4.



**2.5. Зберігання**

**I. Для захисту деревини від загнивання застосовують...**

1. Інсектициди;
2. Антисептики;
3. Антипірени.

**II. Виберіть необхідний матеріал для захисту дерев'яних паль від загнивання.**

1. Фторид натрію;
2. Амоній;
3. Креозотове масло.

**III. До водорозчинних антисептиків відносять?**

1. Фторид натрію;
2. Креозот;
3. Антраценове масло.

**IV. Антисептичні пасти складаються з таких компонентів:**

1. Бітум, торф, фторид натрію;
2. Креозот, бітум;
3. Бітум, бура, фторид натрію.

---

---

***V. Виберіть матеріал для захисту деревини від вогню...***

1. Рідке скло, пісок, пігмент;
2. Бітум, торф, фторид натрію;
3. Креозот.

***VI. Що застосовують для захисту деревини від вогню?***

1. Антисептики;
2. Антипірени;
3. Інсектициди.

***VII. Антипірени готують на основі...***

1. Цементу;
2. Бітуму;
3. Бури.

***VIII. Що таке модифікація деревини?***

1. Просочування полімером;
2. Просочування цементним молоком;
3. Просочування бітумом.

***IX. Для захисту деревини від комах застосовують...***

1. Кам'яновугільне масло;
2. Стирол;
3. Фторид натрію.

***X. Дошки підлоги житлового будинку почали гнити. Ваші***

***дії?***

1. Зняти дошки і обробити фторидом натрію;
2. Зняти дошки і обробити бітумом;
3. Зняти дошки і обробити хлорофосом.

## 2.6. Характерні відомості

### І. Які пороки деревини зображені у рисунках?

1.



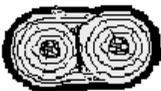
2.



3.



4.



5.



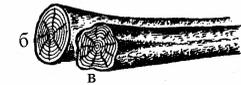
6.



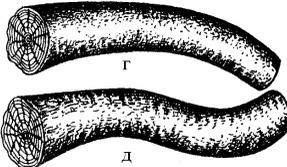
7.



8.



9.



10.



1. Мітик;
2. Відлупина;
3. Сучок;
4. Нахил волокон;
5. Завилькуватість;
6. Крен;
7. Подвійний стрижень;
8. Збіжистість;
9. Закомелість;
10. Кривизна;
11. Морозна тріщина.

## 3. ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ

### 3.1. ПОХОДЖЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Природні кам'яні матеріали одержують із гірських порід механічною переробкою, не змінюючи їхні властивості.

**Гірські породи** – це мінеральні маси, які утворюють земну кору і складаються з одного або кількох мінералів. *Мінерали* – однорідні за будовою, хімічним складом, фізичними властивостями кристалічні речовини, які утворилися в природі в результаті фізико-хімічних процесів.

Гірські породи застосовують у будівництві з глибокої давнини, про що свідчать пам'ятки архітектури. Найчастіше їх використовують як сировину для одержання в'язучих речовин і штучних кам'яних матеріалів. Залежно від умов утворення гірські породи розподіляють на три групи (табл. 3.1.1).

Таблиця 3.1.1

**Класифікація гірських порід**

Вивержені або магматичні (первинні)		Осадкові (вторинні)			Метаморфічні (видозмінені)
масивні	уламкові, вулканічні	механічні відклади	хімічні осади	органогенні відклади	
<i>Глибинні:</i> граніт сієніт	<i>Сипкі:</i> вулканічний попіл	<i>Сипкі:</i> глина пісок	<i>Карбонатні:</i> вапняк вапняковий туф	<i>Фітогенні:</i> діатоміт трепел	<i>Вивержені:</i> гнейс <i>Осадкові:</i> сланці мармур кварцит
діорит габро	вулканічний пісок пемза	гравій щєбінь	мергель доломіт магнезит	опока <i>Зоогенні:</i> крейда	
<i>Вилиті:</i> порфір діабаз базальт трахіт ліпарит	<i>Зцементовані:</i> вулканічний туф трас	<i>Зцементовані:</i> пісковик; конгломерат брекчія	<i>Сульфатні:</i> гіпс ангідрит барит	вапняк- черепашник	

**Магматичні** утворилися в результаті охолодження вогняно-рідкої магми. За умовами охолодження масивні магматичні породи поділяють на *глибинні*, що утворилися в товщі земної кори і мають рівномірно-кристалічну будову, високу щільність, міцність, морозостійкість, та *вилиті*, які утворилися на поверхні землі. Внаслідок

---

---

активного газовиділення можлива значна пористість вилитих порід, що визначає властивості, протилежні глибинним породам. *Уламкові* породи утворились із лави, яка була викинута на поверхню землі під час виверження вулканів.

**Осадові** породи утворилися внаслідок руйнування магматичних порід під дією зовнішніх умов або відкладення різних речовин. Тому осадові гірські породи поділяють на *механічні відклади*, *хімічні осади* та *органогенні відклади*. Властивості та структура осадкових порід дуже різноманітні.

**Метаморфічні** породи утворилися з вивержених (магматичних) і осадкових порід внаслідок довготривалої дії різних факторів.

### 3.2. ВІДОМОСТІ ПРО МІНЕРАЛИ

У природі знайдено понад 2500 мінералів, але в утворенні гірських порід бере участь близько 50. Більшість породоутворювальних мінералів має кристалічну будову, інші – аморфну. Властивості гірських порід залежать від хімічного складу і властивостей мінералів.

Найпоширенішим є *кварц* (кристалічний кремнезем)  $\text{SiO}_2$  твердість – 7,  $\rho = 2,65 \text{ г/см}^3$ ,  $R_{\text{ст}}$  до 2000 МПа, температура плавлення – 1710 °С.

*Польові шпати* – це алюмосилікати калію, кальцію, натрію. Розрізняють ортоклаз, плагіоклази: альбіт, анортит. Твердість – 6,  $\rho_m = 2,5\text{--}2,7 \text{ г/см}^3$ ,  $R_{\text{ст}} = 120\text{--}170 \text{ МПа}$ , температура плавлення – 1170–1550 °С.

*Слюди* – водяні алюмосилікати твердістю 2–3,  $\rho = 2,7\text{--}3,2 \text{ г/см}^3$ . Із слюд відомий мусковіт (прозора слюда), біотит (чорна слюда), вермикуліт (бронзово-жовта слюда), об'єм якого під час нагрівання збільшується до 25 разів.

*Каолініт* – водний силікат алюмінію, твердість – 1 і  $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$ , колір білий.

*Кальцит* –  $\text{CaCO}_3$ ; твердість – 3,  $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$ , колір білий та сірий, утворює осадові гірські породи.

*Магнезит* –  $\text{MgCO}_3$ ; твердість – 4;  $\rho_m = 3 \text{ г/см}^3$ .

*Доломіт* –  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ; твердість – 4,  $\rho_m = 3 \text{ г/см}^3$ .

*Гіпс* –  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; твердість – 2,  $\rho_m = 2,3 \text{ г/см}^3$ , колір білий.

*Барит* –  $\text{BaSO}_4$ ; твердість – 3,5,  $\rho = 4,5 \text{ г/см}^3$ .

*Корунд* –  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; твердість – 9,  $\rho = 4 \text{ г/см}^3$ .



---

---

### 3.3. ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ЗАСТОСУВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Галузь застосування гірських порід залежить від їхніх властивостей, які визначаються будовою та умовами утворення гірських порід.

**Вивержені гірські породи** характеризуються високою щільністю, морозостійкістю, міцністю.

Глибинні та виліті вивержені породи мають спільний хімічний склад, але відрізняються структурою.

*Граніт* складається з кварцу (20–40 %), польових шпатів (40–70 %), слюди (5–10 %) та темнозбарвлених мінералів;  $\rho_m = 2700 \text{ кг/м}^3$ , пористість – до 1,5 %, морозостійкість – понад 200 циклів,  $R_{ct} = 100\text{--}250 \text{ МПа}$ . Колір граніту залежить від кольору польового шпату і може бути досить різноманітним.

Граніт добре обробляється, використовують його для облицювання споруд, виготовлення східців, виробництва щебеню і бутового каменю.

*Сієніт* містить менше кварцу, ніж граніт; колір сірий, зеленуватий. Властивості та галузь застосування близькі до граніту.

*Діорит* складається на три чверті з польових шпатів;  $\rho_m = 2700\text{--}3000 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 150\text{--}300 \text{ МПа}$ , колір від зеленувато-сірого до чорно-зеленого. Використовується для облицювання, дорожніх покриттів.

*Габро* складається з польових шпатів і темнозбарвлених мінералів;  $\rho_m = 2800\text{--}3100 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 200\text{--}350 \text{ МПа}$ , колір темно-сірий, чорний. Використовують для облицювання і дорожніх покриттів.

*Лабрадорит* – різновид габро; при поліруванні набуває переливів блакитного, синього, червоного кольорів (іризация) на фоні основного чорного;  $\rho_m = 2900\text{--}3200 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 200\text{--}400 \text{ МПа}$ . Використовують для облицювання.

*Порфіри* мають порфіроподібну будову, тобто вкраплення крупних кристалів у дрібнокристалічний фон;  $\rho_m = 2400\text{--}2500 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 120\text{--}180 \text{ МПа}$ , колір різний. Використовують як граніти.

*Андезит* – аналог діоритів, будова ніздрювата;  $\rho_m = 2200\text{--}2700 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 60\text{--}240 \text{ МПа}$ , колір сірий, чорний. Використовують для виробництва кислототривких плит, заповнювачів для кислототривких бетонів.

---

---

*Діабаз* – аналог габро,  $\rho_m = 2800\text{--}3000 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 200\text{--}300 \text{ МПа}$ , колір темно-сірий з зеленим відтінком, твердий, має малу стиранисть, його важко механічно обробляти.

*Базальт* – аналог габро;  $\rho_m = 2900\text{--}3200 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 200\text{--}500 \text{ МПа}$ , велика ударна в'язкість, корозійно стійкий. Базальти і діабазы, на відміну від інших гірських порід, мають низьку температуру плавлення і тому, враховуючи важку механічну оброблюваність, їх широко використовують для виготовлення литих кам'яних виробів (плит, труб тощо).

До уламкових вивержених порід належать *вулканічний попіл* і *пісок*, які складаються з кремнезему. Насипна щільність –  $500 \text{ кг/м}^3$ , їх використовують як активні мінеральні (пуццоланові) добавки, що зв'язують вапну у бетонах і будівельних розчинах у менш розчинні у воді сполуки.

*Пемза* – пориста порода світло-сірого кольору;  $\rho_m = 300\text{--}600 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 2\text{--}4 \text{ МПа}$ , застосовують як заповнювач для легких бетонів, будівельних розчинів і як активну мінеральну добавку у тонкоподрібненому вигляді.

*Вулканічний туф* – пориста порода, яка утворилась внаслідок ущільнення і зцементування вулканічного попелу;  $\rho_m = 700\text{--}1400 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 5\text{--}30 \text{ МПа}$ ,  $\Pi = 50\text{--}70 \%$ ; колір рожево-фіолетовий, рожевий, коричневий, легко оброблюється; використовують для облицювання. Щебінь і пісок з туфів використовують як заповнювач для бетонів.

*Обсидіан* – вулканічне скло з різко вираженим раковистим зломом, містить до 0,5 % кристалізаційної води.

*Перліт* – вулканічне скло сірувато-блакитного кольору, яке містить до 5 % кристалізаційної води. З перліту виготовляють спучений перліт – пористий матеріал для тепло- і звукоізоляційних виробів.

**Осадкові механічні відклади** утворились внаслідок руйнування гірських порід, їх поділяють на сипкі та зцементовані.

До сипких механічних відкладів за ознакою крупності частинок належать: *валуни* (понад 300 мм); *булижники* (150–300 мм); *гравій* – обкачані зерна розміром 5–150 мм; *природний щебінь (жорства)* – гострокутний гравій; *піски* – сипка суміш частинок розміром 0,16–5 мм; пилуваті частинки (до 0,1 мм), нанесені вітром, – лес, водою – мул; глина має розмір частинок до 0,005 мм. Сипкі механічні відклади дуже поширені на земній поверхні й широко використовуються в будівництві у керамічних виробках, розчинах і бетонах.

---

---

Зцементовані механічні відклади утворились внаслідок зв'язування сипких відкладів природними в'язучими.

*Пісковик* – щільна порода, складена із зерен піску, скріплених вапном, глиною та іншими в'язучими. Колір сірий, жовтий;  $\rho_m = 2500\text{--}2600 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 150\text{--}250 \text{ МПа}$ . Його застосовують для зведення фундаментів, стін неопалюваних будівель, облицювання стін, підлог, виготовлення тротуарних плит.

*Конгломерат* – це зцементовані зерна гравію, а *брекчія* – зцементовані зерна природного щебеню. Міцність залежить від порід, з яких вони складаються. Використовують як бутовий камінь, щебіню для бетону.

Хімічні осади – це вапняки, доломіти, магнезити, ангідрит, гіпс.

*Вапняки* складаються з кальциту; колір в основному білий, але від домішок, які входять до його складу, можуть мати різні відтінки;  $\rho_m = 1800\text{--}2600 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 10\text{--}150 \text{ МПа}$ . Якщо у вапняку багато глини, то його називають *мергелем*. Використовують як сировину для виготовлення вапна і цементу, бутового каменю, щебеню та облицювальних плит.

*Доломіт* і *магнезит* складаються з однойменних мінералів, застосовуються для виготовлення в'язучих і вогнетривких матеріалів.

*Гіпсовий камінь* складається з мінералу гіпсу. М'яка гірська порода;  $\rho_m = 2000\text{--}2300 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 30 \text{ МПа}$ . Колір білий. Використовують для виробництва в'язучих речовин.

*Ангідрит* складається з однойменного мінералу, колір білий; з відтінками сірого. Використовують для виготовлення в'язучих речовин та облицювальних плит.

Органогенні відклади утворилися внаслідок відкладання панцерів морських водоростей (фітогенні) та черепашок (зоогенні).

*Діатоміт* складається з найдрібніших панцерів діатомітових водоростей;  $\rho_m = 400\text{--}1200 \text{ кг/м}^3$ , колір білий, сірий, жовтуватий. *Трепел* подібний до діатоміту і також містить аморфний кремнезем;  $\rho_m = 350\text{--}800 \text{ кг/м}^3$ . Діатоміт і трепел використовують як активні мінеральні добавки до в'язучих і під час виготовлення теплоізоляційних виробів.

*Опока* утворилась внаслідок цементування трепелів і діатомітів;  $\rho_m = 600\text{--}1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 5\text{--}15 \text{ МПа}$ . Використовують для виготовлення стінових матеріалів і щебеню для легких бетонів.

*Крейда* – біла м'яка вапнякова порода, морський осад з черепашок та інших найпростіших тварин, на 90–98 % складається з

---

---

CaCO<sub>3</sub>. Використовують для виробництва цементу, вапна, скла, приготування фарб, замазок тощо.

*Вапняк-черепашиник* складається з черепашок, панцерів моллюсків, зцементованих вапном з домішками глини, кремнезему;  $\rho_m = 800\text{--}1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 0,4\text{--}15 \text{ МПа}$ . Використовують для виготовлення каменів і великих блоків для стін.

**Метаморфічні породи** утворилися з вивержених (магматичних) і осадових порід внаслідок довготривалої дії різних факторів.

Із метаморфічних порід у будівництві найширше застосовуються сланці, мрамур, кварцит, гнейс.

*Гнейс* за мінералогічним складом і основними властивостями подібний до гранітів, його застосовують у будівництві для брукування доріг, влаштування фундаментів, бутової кладки.

*Глинясті сланці* – щільні й тверді породи,  $\rho_m = 2700\text{--}2800 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 50\text{--}240 \text{ МПа}$ , колір темно-сірий, коричневий, легко розколюються на пластинки.

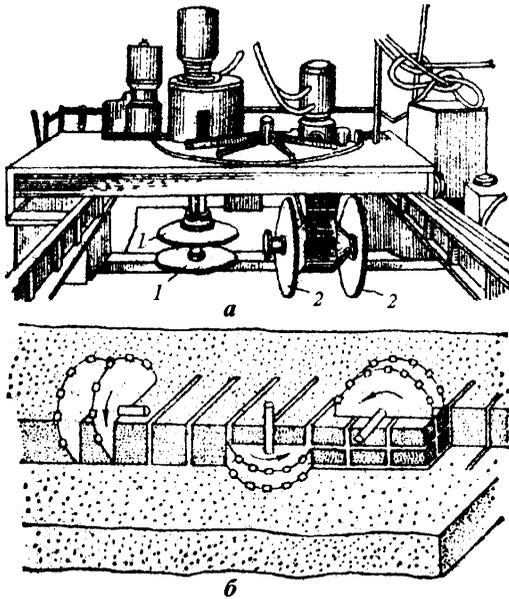
*Мрамур* утворився з вапняків внаслідок їхньої перекристалізації; складається з кальциту;  $\rho_m = 2800 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 50\text{--}300 \text{ МПа}$ . Використовують у вигляді облицювальних плит, але слід враховувати, що під час експлуатації він може інтенсивно кородувати під дією кислот.

*Кварцит* – перекристалізований пісковик, колір білий, червоний, темно-вишневий;  $\rho_m = 2650 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 100\text{--}500 \text{ МПа}$ , довговічний, морозостійкий. Використовують для облицювання та як бутовий камінь, щебінь і сировину для вогнетривких виробів.

#### 3.4. ВИДОБУВАННЯ ТА ОБРОБКА ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

Способи видобування гірських порід залежать від умов їхнього залягання та твердості, а також від форми і розмірів майбутніх виробів. Якщо гірські породи залягають на поверхні землі, то їх видобувають відкритим способом у кар'єрах, глибинні – шахтним способом. Тверді щільні породи розробляють за допомогою вибуху, бурокліновим способом та врубними машинами. Блоки гірської породи середньої твердості видобувають машинами з пилами, під які підсипають абразивні матеріали. Відокремлені від гірського масиву блоки транспортують на каменеобробні заводи, де за допомогою рамних пил їх розрізують на плити та інші вироби.

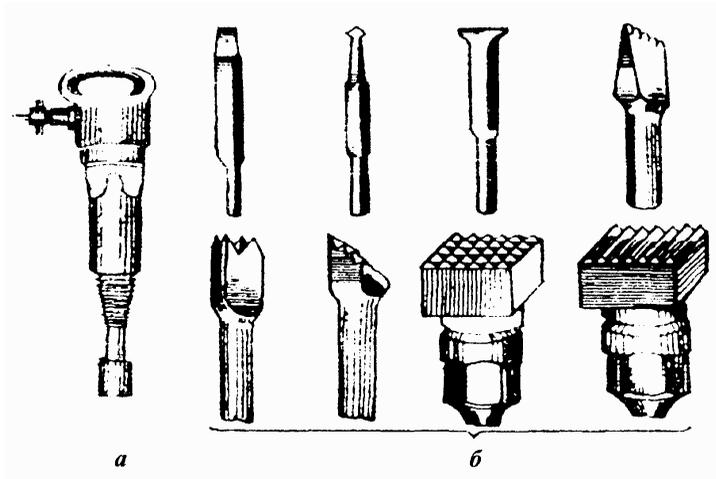
Середні та м'які породи видобувають у кар'єрах за допомогою каменерізальних машин, які мають твердосплавні дискові й ланцюгові пилки. Кріпильні блоки чи готові дрібноштучні вироби вирізають поточковим методом. Для цього рейковим шляхом, прокладеним у кар'єрі, рухаються каменерізальні машини з дисковими пилками, які виконують горизонтальні та вертикальні пропили. Схему роботи такої машини зображено на рисунку 3.4.1.



**Рис. 3.4.1. Схема роботи каменерізальної машини:**  
*а – схема машини; 1, 2 – пилки для горизонтального та вертикального різання; б – схема випилювання каменів у кар'єрі*

Для облицювальних виробів природному каменю надають тієї чи іншої фактури (характеру поверхні), використовуючи ударну чи абразивну обробки.

Ударна обробка полягає в обколюванні поверхні каменю за допомогою каменетесального інструмента зі змінними наконечниками (рис. 3.4.2).



**Рис. 3.4.2. Каменетесальні інструменти для обколювання поверхні каменю:**

*а – пневматичний молоток; б – набір змінних наконечників*

Для тесання використовують широке долото-скарпель, для сколювання – спицю (гостре долото), для чистової обробки лицьової поверхні – бучарду з середньою чи дрібною насічкою. У результаті можна дістати такі фактури: скельну з горбами та западинами, як за природного розколювання породи; рифлену з правильним чергуванням гребенів і западин завглибшки до 2 мм; борозенчасту з паралельними переривчастими борозенками завглибшки 0,5–2,0 мм.

*Абразивна обробка*, крім згаданого розпилювання, передбачає також фрезерування, шліфування й полірування. Внаслідок абразивної обробки можна дістати такі фактури: пиляну – з тонкими штрихами й борозенками завглибшки до 2 мм; шліфовану – рівномірно-шорстку з глибиною рельєфу до 0,5 мм; лощену – гладеньку оксамито-матову з виявленням рисунка гірської породи; поліровану – гладеньку з дзеркальним блиском.

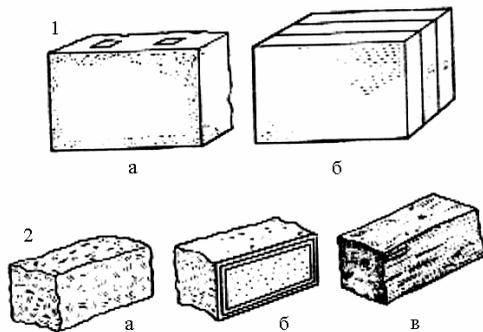
Піски та гравійно-піскові суміші видобувають за допомогою екскаваторів, драгами, землечерпалками, а щебінь подрібнюють і класифікують на заводах та у кар'єрах за допомогою дробарок та різних сортувальних апаратів.

### 3.5. МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ З ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ

*Грубооброблені матеріали* (бутовий камінь) – це шматки гірської породи неправильної форми розміром 150–500 мм, масою 20–40 кг. Рваний бут розробляють вибуховим способом. Бут повинен мати міцність на стиск не менш ніж 10 МПа, коефіцієнт розм'якшення — не нижче ніж 0,75. Бутовий камінь використовують для фундаментів, підірних стінок, у гідротехнічних спорудах.

*Каміння та блоки для стін* виготовляють розпилюванням пористих гірських порід. Основні розміри каменів: 490×240×188, 390×190×188 мм, габаритні розміри блоків – 1000–3000 мм. Гірські породи для стінових блоків повинні мати міцність на стиск не нижче ніж 25 МПа, морозостійкість – не нижче 15 циклів, коефіцієнт розм'якшення – не нижче 0,6.

*Облицювальні камені й плити* виготовляють з блоків розколюванням з наступною механічною обробкою. Плити бувають пиляними і тесаними, товщина їх – 6–140 мм, довжина – 300–2500, ширина – 200–1200 мм. Вигляд виробів для мурування і облицювання стін наведено у рис. 3.5.1.



**Рис. 3.5.1. Колоті та пиляні вироби для мурування і облицювання стін:**

1 – облицювальні плити: а – тесані; б – пиляні;  
2 – стінові блоки: а – колоті; б – тесані; в – пиляні

*Плити для дорожнього і гідротехнічного будівництва:* брусатка, колотий і булижний камінь, бортові камені. Виготовляють з міцних, щільних і твердих гірських порід, міцність на стиск має бути більш ніж 100 МПа, морозостійкість – не менше 100 циклів.

*Хімічно стійкими та жаростійкими матеріалами і виробами* (цегла, плити, бруски, різні фасонні вироби) футерують апарати та установки, які зазнають дії кислот, лугів, солей, газів, високих температур і тисків. Для захисту від кислот використовують граніт, сієніт, базальт, андезит, кварцит, діорит, діабаз. Для жаростійких виробів використовують базальт, діабаз, туф; для захисту від дії лугів – вапняки, доломіти, мармури, магнезити. Загальні рекомендації щодо застосування гірських порід наведено в таблиці 3.5.1.

Таблиця 3.5.1

### Застосування гірських порід

Конструктивні елементи	Матеріали та вироби з природного каменю	Рекомендовані гірські породи
Фундаменти	Бутовий камінь, пиляне і колоте каміння	Усі види гірських порід
Зовнішнє облицювання	Стінове каміння, блоки	Вапняк, доломіт, туф, гіпсовий камінь, пісковик
Внутрішнє облицювання	Облицювальні плити, каміння, профільні елементи	Граніт, сієніт, габро, діорит, лабрадорит, кварцит, туф, пісковик, мармур, вапняк, ангідрит, гіпсовий камінь, травертин, туф, брекчія, конгломерат
Сходи, майданчики, підлоги, дорожні покриття, гідротехнічні споруди	Облицювальні плити, профільні елементи	Граніт, сієніт, діорит, габро, базальт, пісковик, щільний вапняк, діабаз, доломіт
Внутрішні сходи, майданчики, підлоги	Східці, плити, блоки, бортове каміння, брущатка, булижний камінь, щебінь, пісок, валуни	Мармур, лабрадорит, граніт
Кислототривкі облицювання, кладки	Східці, плити	Кварцит, трахіт, андезит, пісковик, базальт, діабаз, граніт
Лугостійкі облицювання, кладки	Плити, каміння, фасонні вироби, блоки, щебінь	Вапняк, доломіт, магнезит, пісковик
Жаростійкі облицювання, кладки	Те саме	Базальт, діабаз, вулканічний туф



---

---

### 3.6. ЗАХИСТ ПРИРОДНИХ КАМ'ЯНИХ МАТЕРІАЛІВ ВІД РУЙНУВАННЯ

Кам'яні матеріали зазнають впливу навколишнього середовища – багаторазове зволоження, висихання, заморожування й відтавання, дії мінералізованих вод і повітря, газу. На них також діють бактерії, гриби, мохи, лишайники, рослини, водорості, механічні навантаження. Для захисту природних кам'яних матеріалів від руйнування використовують конструктивні та хімічні способи.

До *конструктивних* належать організація стоку води, надання виробам гладкої поверхні. До *хімічних* – просочування поверхні пористого каменю спеціальними розчинами, які ущільнюють поверхню, наприклад, покривають нагріту поверхню каменю оліфою, лаками, мінеральними маслами, парафіном, гідрофобізуючими кремнієорганічними рідинами – етилсиліконатом натрію ГКЖ-Ш, метилмиліконатом натрію ГКЖ-94. Поверхню каменю просочують розчином рідкого скла, а після просихання – розчином хлориду кальцію. Найефективнішим методом є флюатування, тобто просочування вапняків флюатами – розчинами солей кремнійфтористоводневих кислот. Флюати вступають у реакцію з кальцитом і утворюють на поверхні каменю нерозчинні сполуки.

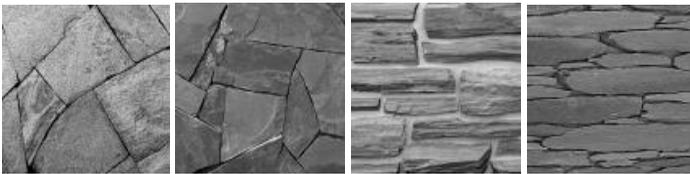
### 3.7. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ З ГІРСЬКИХ ПОРІД

Прогресивним для відокремлення монолітів від масиву твердих порід і розколювання їх на блоки є використання невибухових руйнівних складів (НРС). Для цього в попередньо пробурені в гірській породі шпури заливають суміш порошку НРС з водою. Основним компонентом НРС є негашене вапно  $\text{CaO}$ , яке під час гідратації утворює гашене вапно  $\text{Ca(OH)}_2$  зі збільшенням об'єму НРС приблизно удвічі, що викликає внутрішні напруження розширення не менше 40 МПа. Перевагами використання НРС є зниження енерго- та трудомісткості операцій розколювання каменю, підвищення безпеки робіт (цей метод називають “тихим вибухом”), поліпшення екології довкілля (рис. 3.7.1).



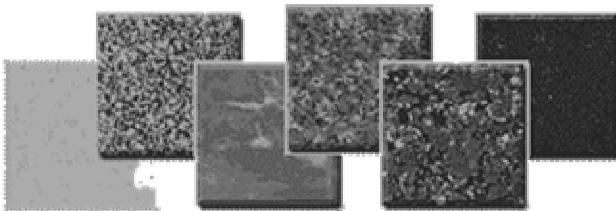
*Рис. 3.7.1. Добування мarmуру*

Облицовальне каміння й плити, а також архітектурно-будівельні вироби виготовляють розпилюючи блоки (напівфабрикати) або вдаючись до безпосереднього випилювання з масиву гірської породи. Можна виготовляти також колоті вироби (рис. 3.7.2).



*Рис. 3.7.2. Облицювання природним каменем*

Для зовнішнього облицювання використовують щільні атмосферостійкі породи (граніти (рис. 3.7.3), сієніти, габро тощо) або щільні вапняки; для внутрішнього облицювання – породи середньої твердості: мармури, пористі вапняки (травертин, черепашник), вулканічні туфи тощо.



*Рис. 3.7.3. Облицовальні плити з граніту*

---

---

## Це цікаво

... Що може бути стародавніше каменю? Це головний помічник людини. Навіть вік життя людей носить його назву – кам'яний. Красива текстура мармурів, гранітів, базальтів та діабазів у поєднанні з високою міцністю дозволяє використовувати їх для будівництва та облицювання будівель, інженерних споруд, станцій метро...

... Найстародавніший будинок, який вдалося знайти, був збудований 57 000 років назад. Його залишки знайдені недалеко від водоспаду Калембо в Родезії (Африка). Родезійський будинок – це маленька кам'яна будова зі стінами, дверима і дахом.

... Мостові і тротуари головної вулиці Сарда – давньої столиці Лідії, шириною в 20 метрів, були викладені плитами з мармуру. Вздовж всієї вулиці тягнулася красива колонада, також зроблена з мармуру.

... Збереглися руїни будівель із піщаника стародавньої цивілізації – столиці набатеїв, міста Петри (III–II століття до нашої ери).

... До наших днів стоїть на єгипетській землі найбільша з пірамід – усипальниця Хуфу (по-грецьки Хеопса), яка споруджувалася протягом майже двох десятиліть. Вона займає площу близько 53,5 гектарів, сторона квадрату піраміди Хеопса дорівнює 233 м, висота – 147 м. У знамениту піраміду вкладено близько 2,6 мільйонів м<sup>3</sup> каменів, 2,2 мільйона плит пористого вапняку. Плити укладені без розчину і тримаються тільки завдяки власній вазі.

... Однією із неймовірних споруд був збудований в середині V століття до нашої ери архітектором Лібоном храм Зевса з його вражаючими 34 мармуровими колонами.

... Небагато в нашій країні знайдеться міст віку більш поважнішого, ніж Київ. Півтора століття стоїть він над кручами сивого Дніпра. Історія пишеться не тільки на пергаментях, вона карбується в камені. Кам'яний літопис Києва великий і повчальний, він здатний розповісти багато цікавого. У Києві є споруда, вік якої налічує майже 1000 літ. Її заклав в 1037 році великий князь Київський Ярослав Мудрий на честь перемоги над войовничими кочівниками-печенігами. Тут відбувалися церемонії “посадження послів”, тут збиралися Київські віча, була створена перша на Русі бібліотека. Видатним пам'ятником кам'яного будівництва є Софіївський собор у Києві, який спочатку мав 13 куполів. Софіївський собор було збудовано в XII віці. Тепер цей грандіозний пам'ятник архітектури є

---

---

стародавньою кам'яною спорудою на території України. Площа собору – 1250 м<sup>2</sup> (без другого поверху), а висота – 38 м. На будівництво собору витрачено до 10000 м<sup>3</sup> каменю – місцевого вапняку. У соборі поміщалось до трьох тисяч осіб – майже все населення міста того часу.

... Книги найстарішої бібліотеки світу були виготовлені з глини.

... Існують будівлі, стіни і дахи яких зроблені повністю із солі. Це селище Техасі (Сахара) поблизу найбагатшого родовища кам'яної солі. Це одне із найзасушливіших на землі місць, і соляним будівлям не загрожує небезпека розчинитися від дощу.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. Що таке гірська порода та мінерал?
2. Дати класифікацію гірських порід за походженням.
3. Як утворились глибинні вивержені гірські породи?
4. Де використовують метаморфічні гірські породи?
5. Назвіть вилиті магматичні породи.
6. Як утворилися осадові гірські породи?
7. Де в будівництві використовують вапняки, граніти, лабрадорити, мармур, базальт, діабаз?
8. Які основні вироби виготовляють з кварциту, туфу, граніту?
9. Як захистити кам'яні вироби від руйнування?
10. З чого виготовляють бутовий камінь?
11. Чи можна використати для дорожнього покриття камінь, якщо його міцність на стиск у сухому стані 150 МПа, а у насиченому водою – 100 МПа?
12. Чи доцільно використати камінь для виготовлення стінового блоку, якщо блок розмірами 3000×1000×150 мм має масу 900 кг?
13. Обґрунтуйте вибір каменю для виготовлення облицювальних плит в офісі фірми?

---

---

## ✍ ТЕСТИ

### 3.1. Сировина

*I. Виберіть гірську породу для стінових каменів житлового будинку.*

1. Граніт;
2. Черепашник;
3. Діорит.

*II. Виберіть матеріал для облицювання цоколю будинку у вологому середовищі?*

1. Гіпс;
2. Мармур;
3. Кварцит.

*III. Який матеріал краще використовувати для футерувальних плит доменної печі?*

1. Мармур;
2. Граніт;
3. Базальт.

*IV. З яких гірських порід можна виготовити матеріал для теплоізоляції?*

1. Трепел;
2. Граніт;
3. Пісок;
4. Мармур.

*V. З якої гірської породи виготовляють облицювальні плити для стін?*

1. Граніт;
2. Мармур;
3. Діорит;
4. Базальт.

*VI. Для жаростійкої кладки застосовують гірські породи...*

1. Базальт;
2. Вапняк;
3. Туф;
4. Гіпс.

---

---

***VII. Назвіть гірську породу групи вивержених глибинних.***

1. Пісковик;
2. Мармур;
3. Граніт.

***VIII. До якої групи належить лабрадорит?***

1. Глибинні вивержені;
2. Осадкові;
3. Метаморфічні.

***IX. До хімічних осадових гірських порід відноситься...***

1. Пісковик;
2. Граніт;
3. Вапняк;
4. Перліт.

***X. Яка гірська порода відноситься до метаморфічних?***

1. Крейда;
2. Граніт;
3. Мармур;
4. Гіпс.

### **3.2. Виготовлення**

***I. Назвіть спосіб розробки твердих гірських споруд.***

1. Машинами з канатними пилками;
2. Буропідрильний спосіб;
3. Каменерізальний спосіб.

***II. Гідромеханічним способом можна розробити...***

1. Пісок;
2. Мармур;
3. Граніт.

***III. Внаслідок якої розробки можна отримати шліфовану поверхню?***

1. Абразивна;
2. Ударна;
3. Каменерізальної машини.

---

---

***IV. Який вид фактури можна отримати в результаті ударної обробки каменю?***

1. Шліфована;
2. Дзеркальна;
3. Скельна;
4. Лощена.

***V. Абразивна обробка передбачає...***

1. Тесання;
2. Полірування;
3. Сколювання.

***VI. Назвіть вид конструктивного заходу захисту природних пам'ятних матеріалів.***

1. Просочування хлоридом кальцію;
2. Полірування поверхні;
3. Флюатування.

***VII. Спосіб флюатування відноситься до...***

1. Конструктивного заходу;
2. Фізико-хімічного заходу.

***VIII. Поясніть, у чому полягає спосіб флюатування?***

1. Обробка кремнефторидом магнію;
2. Просочування розчином хлориду натрію;
3. Покривання оліфою.

***IX. У чому полягає спосіб гідрофобізації?***

1. Просочування рідким склом;
2. Просочування кремнефторидом алюмінію;
3. Нанесення кремнієорганічних рідин.

***X. Драги застосовують для добування...***

1. Гравію;
2. Граніту;
3. Вапняку;
4. Базальту.

---

---

### 3.3. Властивості

***I. Назвіть твердість кварцу за Моосом.***

1. “6”;
2. “7”;
3. “2”;
4. “5”.

***II. Вкажіть, який мінерал має твердість “1”?***

1. Кварц;
2. Польові шпати;
3. Тальк;
4. Корунд.

***III. Вкажіть відсоток кварцу у граніті.***

1. 20–40 %;
2. 40–70 %;
3. 5–10 %.

***IV. Яку міцність при стиску може витримати габро?***

1. 200–400 МПа;
2. 100–200 МПа;
3. 400–600 МПа.

***V. Яку середню густину мають базальти?***

1. 2800 кг/м<sup>3</sup>;
2. 3300 кг/м<sup>3</sup>;
3. 3000 кг/м<sup>3</sup>.

***VI. Назвіть середню густину пемзи?***

1. 300–600 кг/м<sup>3</sup>;
2. 700–1400 кг/м<sup>3</sup>;
3. 100–300 кг/м<sup>3</sup>.

***VII. Яку міцність при стиску можуть витримати пісковики?***

1. 250–400 МПа;
2. 200–600 МПа;
3. 150–250 МПа.



---

---

***VIII. Визначте кількість гранітного щебеню, яку потрібно привезти для влаштування бутового фундаменту 10 м завдовжки, 100 см завширишки і 1 м завглибки. Середня густина щебеню 2000 кг/м<sup>3</sup>?***

1. 20 т;
2. 2 т;
3. 0,2 т;
4. 200 т.

***IX. Визначте середню густину граніту, якщо камінь масою 500 г витіснив води 250 см<sup>3</sup>.***

1. 500 кг/м<sup>3</sup>;
2. 2000 кг/м<sup>3</sup>;
3. 1250 кг/м<sup>3</sup>.

***X. Із вапняку випиляли кубик зі стороною 10 см, середня щільність його 1800 кг/м<sup>3</sup>. Визначте масу кубика.***

1. 1,8 кг;
2. 18 кг;
3. 5,5 кг;
4. 55 кг.

### **3.4. Розміри**

***I. Які максимальні розміри бутового каменю?***

1. 500 мм;
2. 150 мм;
3. 800 мм;
4. 300 мм.

***II. Щебінь має мінімальні розміри...***

1. 150 мм;
2. 5 мм;
3. 2,5 мм;
4. 100 мм.

***III. Які розміри зерен піску?***

1. 6–8 мм;
2. 0,16–5 мм;
3. 0,16–3 мм.

---

---

**IV. Назвіть максимальну масу буттового каменю?**

1. 40 кг;
2. 20 кг;
3. 30 кг;
4. 50 кг.

**V. Які розміри можуть мати камені з гірських порід для кладки стін?**

1.  $250 \times 120 \times 65$  мм;
2.  $250 \times 250 \times 138$  мм;
3.  $390 \times 190 \times 188$  мм;
4.  $490 \times 240 \times 188$  мм.

**VI. Яка максимальна маса каменю для кладки стін?**

1. 40 кг;
2. 16 кг;
3. 24 кг;
4. 50 кг.

**VII. Як називається грубообробний матеріал неправильної форми розмірами 150–500 мм?**

1. Пісок;
2. Щебінь;
3. Блоки;
4. Бут.

**VIII. Тротуарні плити з шаруватих гірських порід мають товщину...**

1. 10–20 мм;
2. 40–150 мм;
3. 200–250 мм;
4. 4–40 мм.

**IX. Висота бортових каменів із граніту та сієніту повинна бути...**

1. 300–400 мм;
2. 100–200 мм;
3. 30–50 мм;
4. 200–500 мм.

---

---

***X. Товщина пиляних плит для зовнішнього облицювання...***

1. 200–300 мм;
2. 6–140 мм;
3. 20–60 мм;
4. 100–200 мм.

**3.5. Застосування**

***I. Вам необхідно влаштувати бутобетонний фундамент. Яку гірську породу застосовуєте для бутового каменю?***

1. Мармур;
2. Гіпсовий камінь;
3. Граніт;
4. Вермикуліт.

***II. Поміркуйте, яка з гірських порід найкраще підійде для виготовлення стінових блоків?***

1. Вапняк;
2. Мармур;
3. Граніт;
4. Діабаз.

***III. Яку з гірських порід краще використати для виготовлення плит зовнішнього облицювання?***

1. Кварцит;
2. Мармур;
3. Гіпсовий камінь;
4. Перліт.

***IV. Для плит внутрішнього облицювання краще використати таку гірську породу...***

1. Кварцит;
2. Мармур;
3. Граніт;
4. Базальт.

***V. Для влаштування дорожнього покриття чистіше всього застосовують...***

1. Діабаз;
2. Гіпсовий камінь;
3. Мармур;
4. Туф.

---

---

***VI. Плити для облицювання в доменних плечах виготовляють із...***

1. Мармуру;
2. Лабрадориту;
3. Гіпсового каменю;
4. Діабазу.

***VII. Плити для покриття підлог виготовляють із...***

1. Граніту;
2. Туфу;
3. Гіпсу;
4. Вермикуліту.

***VIII. Які гірські породи застосовують для кислотостійкого облицювання?***

1. Кварцит;
2. Вапняк;
3. Гіпс;
4. Андезит.

***IX. Поміркуйте, для якого конструктивного елемента застосовується найбільша кількість гірських порід?***

1. Стіни;
2. Фундаменти;
3. Облицювання.

***X. Стіни житлового будинку виготовляють із такої гірської породи, як...***

1. Граніт;
2. Лабрадорит;
3. Туф;
4. Базальт.

---

---

## 4. КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ

### 4.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Керамічними називають матеріали і вироби, які одержують із глинистих мас формуванням, сушінням і випалюванням. Ці стародавні штучні будівельні матеріали завдяки високій довговічності, порівняно простій технології виготовлення, універсальності властивостей дуже широко застосовуються у будівництві: для кладки та облицювання стін, настилу підлоги, виготовлення різних санітарно-технічних, тепло- і звукоізоляційних виробів, легких наповнювачів бетонів тощо.

Керамічні матеріали – найдавніші з усіх штучних кам'яних матеріалів. Випуск керамічної цегли становить майже половину обсягу виробництва всіх стінових матеріалів. Керамічні облицювальні плитки й досі лишаються основними матеріалами для опорядження санітарних вузлів і багатьох інших приміщень. Не втратили свого значення й керамічні матеріали для зовнішнього облицювання будівель.

Керамічні матеріали і вироби класифікують за різними ознаками. Загальна класифікація будівельних керамічних матеріалів і виробів *за призначенням* наведена в таблиці 4.1.1.

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

*За структурою черепка* керамічні матеріали і вироби поділяються на дві групи: пористі, що поглинають понад 5 % води, та щільні – менше 5 %. До пористих відносять стінові вироби, черепицю, облицювальні плитки для стін, заповнювачі для легких бетонів, теплоізоляційні вироби, фаянсові санітарно-технічні вироби тощо. У середньому вони мають водопоглинання за масою 8–20 %, або 14–36 % за об'ємом. На зломі вони мають землистий вигляд, шорстку поверхню, під час удару видають глухий звук.

Щільні, це – плитки для підлог, клінкерна цегла, фарфорові санітарно-технічні вироби. Вони мають блискучий злом, гладеньку поверхню, під час удару видають чистий дзвінкий звук.

*За будовою черепка*, що характеризує його текстуру, розрізняють грубу (неоднорідну крупнозернисту) та тонку (однорідну дрібнозернисту) кераміку. Більшість будівельних керамічних матеріалів (цегла, камінь, черепиця) відносять до грубої пористої

кераміки з водопоглинанням 5–15 %. Дорожно та кислототривку цеглу, каналізаційні труби можна віднести до грубої щільної кераміки з водопоглинанням не вище 10 %. За тонку пористу кераміку вважають вироби з фаянсу і майоліки, за тонку щільну – вироби з фарфору і деякі вогнетривкі, кислототривкі й електроізоляційні керамічні матеріали.

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

Таблиця 4.1.1

**Класифікація керамічних матеріалів за призначенням**

Призначення кераміки	Структура черепка	Вид кераміки	Матеріали і вироби	Сировина
1	2	3	4	5
Стінова	Пориста, пустотіла	Теракота	Цегла, камінь, блоки, панелі	Глина, пісок, домішки
Облицювальна фасадна	Пориста	Теракота, фаянс, глазурована ангобована	Плитки, цегла, килимова кераміка	Глина, пісок, польовий шпат, каолін
Облицювальна внутрішня	–	Фаянс, глазурована	Плитки, фасонні деталі	Те саме
Покрівельна	–	Теракота	Черепиця	Глина, пісок
Для перекриттів	Пориста, порожниста	–	Камінь, блоки	Те саме
Теплоізоляційна	Те саме	Порожниста	Керамзит, цегла, плити, аглопорит	Легкоплавка глина, трепел, діатоміт
Вогнетривка	Пориста, щільна	Кремнеземисто-магнезіальна	Цегла, камінь	Вогнетривка глина, шамот, каолін, кварцит, доломіт, магnezит

1	2	3	4	5
Кислотостійка	Щільна	Фарфор, фаянс	Цегла, плитки, труби, фасонні вироби	Вогнетривка глина, кварц, польовий шпат, шамот
Дорожня	–	Щільна	Цегла (клінкер)	Тугоплавкі глини
Санітарно-технічні вироби	Пориста, щільна	Фаянс, напів-фарфор	Умивальники, унітази, ванни	Глина, каолін, пісок
Труби	Те саме	Теракота	Дренажні труби, каналізаційні труби	Глина, пісок, шамот, каолін, вогнетривка глина, пісок
Декоративна	–	Фаянс, фарфор, майоліка, теракота	Декоративні деталі	Глина, каолін, пісок, польовий шпат

## 4.2. СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІКИ

Головною сировиною для виготовлення кераміки є різні глинясті гірські породи. *Глини* – це продукти механічного руйнування гірських порід з основним пороудоутворювальним мінералом – *каолінітом*. Характерна властивість глини – *пластичність*, яка залежить в основному від гранулометричного складу. За пластичністю глини поділяють на *високопластичні, середньо-, помірно- та малопластичні*.

Чим більша кількість у глині частинок розміром менш як 0,005 мм, тим вища пластичність і тим більше потрібно води для формування глиняного тіста, що спричинює значну усадку під час сушіння і випалювання. *Усадкою* називають зменшення лінійних розмірів та об'єму в процесі сушіння та випалювання. Повітряна усадка коливається у межах 2–12 %, вогнева становить 2–8 %.

За *вогнетривкістю* глини поділяють на *вогнетривкі* з температурою плавлення понад 1580 °С, *тугоплавкі* – 1350–1580 °С, *легкоплавкі* – менше 1350 С.

---

---

Характерна властивість глин – це здатність переходити в каменеподібний стан. Колір глиняного черепка залежить від складу і кількості оксидів у глині.

Щоб поліпшити технологічні властивості формувальних мас і надати певних властивостей виробам, до глин вводять різні добавки; спіснювачі, пороутворювачі, плавні, пластифікатори тощо.

*Спіснювальні добавки* вводять у керамічну масу, щоб знизити пластичність і зменшити усадку. Для цього використовують шлак, золу, шамот, пісок, дегідратовану глину.

*Плавні* знижують температуру випалювання й спікання глини. Це польові шпати, доломіт, магнезит тощо.

*Пароутворювальні добавки* вводять, щоб одержати легкі вироби. Такими добавками є магнезит, крейда, доломіт, тирса, вугілля, торф, лігнін.

*Пластифікувальні добавки* сприяють підвищенню пластичності; до них належать високопластичні глини, бентоніти, поверхневоактивні речовини, сульфітно-спиртова барда.

Щоб поліпшити декоративний вигляд і стійкість до зовнішніх впливів, поверхню керамічних виробів покривають глазур'ю чи ангобом.

*Глазур (полива)* – це склоподібне покриття, завтовшки 0,1–0,2 мм, виготовлене з кварцового піску, каоліну, польового шпату, доломіту, магнезиту, оксидів металів, нанесене на поверхню виробу і закріплене випалюванням. Глазурі бувають прозорі й глухі (емалі), безбарвні й забарвлені, глянсові й матові, тугоплавкі й легкоплавкі.

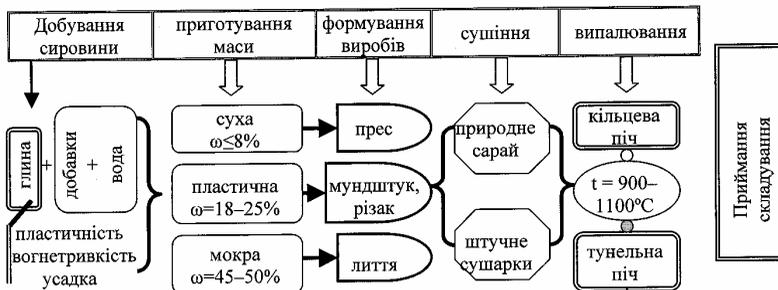
*Ангоб* виготовляють з білої або кольорової глини, наносять на поверхню виробу тонким шаром 0,25–0,4 мм завтовшки і випалюють. Забарвлена поверхня стає матовою.

### **4.3. ВИРОБНИЦТВО КЕРАМІЧНИХ ВИРОБІВ**

Незважаючи на широкий асортимент керамічних виробів, виробляють їх за єдиною порівняно простою технологічною схемою (рис. 4.3.1): добування сировини, підготовка маси, формування виробів, сушіння, випалювання; сортування, пакування.

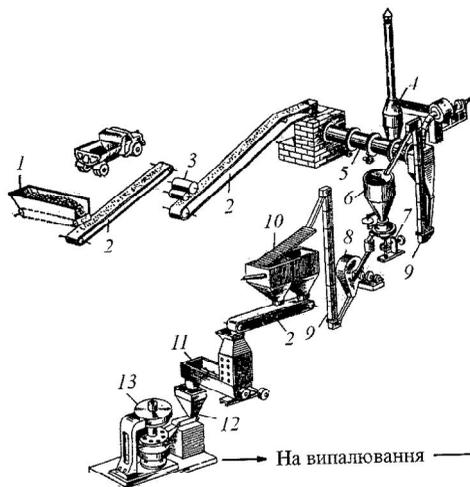
Добувають глину у кар'єрах відкритим способом, до заводу транспортують вагонетками, автосамоскидами, конвеєрами. Суміш для формування виробів готують напівсухим, пластичним і мокрим (шлікерним) способами.





**Рис.4.3.1. Виробництво керамічних виробів**

Застосовуючи *напівсухий спосіб формування* (рис. 4.3.2), глину подрібнюють у млинах; підсушують у сушильних барабанах і перемішують у глинозмішувачах, зволожуючи паром до вологості 8–12 %. Кожен виріб формують окремо на пресах під тиском 15–40 МПа. Вироби мають чітку форму, точні розміри.



**Рис.4.3.2. Технологічна схема виробництва цегли методом напівсухого пресування:**

- 1 – ящиковий подавач; 2 – стрічкові конвеєри; 3 – дезінтеграторні вальці;  
 4 – циклон; 5 – сушильний барабан; 6 – бункер; 7 – тарілчастий живильник;  
 8 – дезінтегратор; 9 – елеватори; 10 – грохот; 11 – глинозмішувач із парозволожувачем; 12 – живильник; 13 – прес

За *пластичного способу формування* глину змішують з водою до вологості 18–25 % в глинозмішувачах (рис. 4.3.3). Вироби формують на стрічкових пресах, де за допомогою шнека маса остаточно гомогенізується і видавлюється через мундштук у вигляді бруса. Брус розрізують сталевією струною на окремі вироби (рис. 4.3.4).

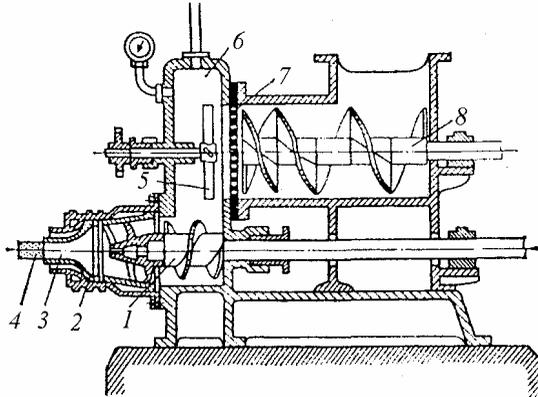


*Рис. 4.3.3. Технологічна схема виготовлення керамічної цегли пластичним способом*

За *мокрого способу* сировинні матеріали спочатку подрібнюють, а потім змішують з водою до вологості 45–60 %. Рідку глиняну масу виливають у форми. Цим способом виготовляють фаянс, мозаїчну плитку, плитку для внутрішнього оздоблення стін.

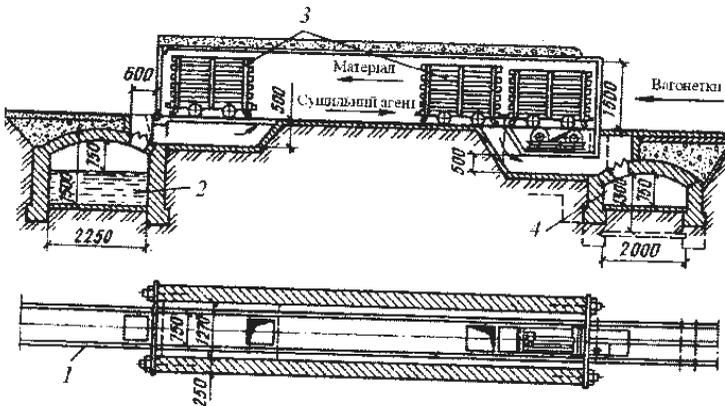
Сушіння виробів може бути штучним і природним. Природне сушіння в сушильних сараях дешевше, але довготривале (10–15 діб), залежить від температури і вологості навколишнього повітря. Штучне сушіння виконують у тунельних сушарках (рис. 4.3.5), де керамічні вироби сохнуть від 16 годин до трьох діб.

Випалювання здійснюється в тунельних чи кільцевих (на старих заводах) печах (рис. 4.3.6). Температура випалювання 900–1100 °С. Після випалювання вироби сортують. Якість виробів установлюють згідно з стандартом за формою, розмірами, зовнішнім виглядом, ступенем-випалювання, дефектами.



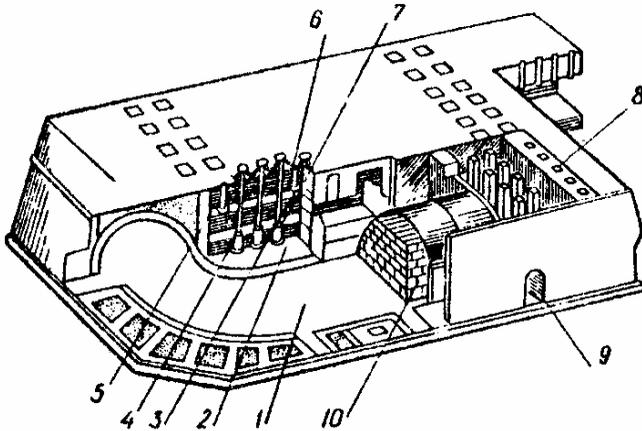
**Рис.4.3.4. Стрічковий вакуумний процес:**

1 – шнековий вал; 2 – конусна головка; 3 – мундштук; 4 – глиняний брус;  
5 – ніж; 6 – вакуумна камера; 7 – решітка; 8 – глинозмішувач



**Рис.4.3.5. Схема тунельної сушарки:**

1 – рейкова колія; 2 – канал для підведення теплоносія;  
3 – вагонетки з сицем; 4 – канал для відведення теплоносія



**Рис.4.3.6. Кільцева піч:**

- 1 – робочий канал; 2 – димовий канал; 3 – склепіння печі;  
 4 – тяги; 5 – жаровий канал; 6 – жарові конуси; 7 – димові конуси;  
 8 – паливні трубочки; 9 – ходок; 10 – сирець

#### **4.4. СТІНОВІ КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ: КЕРАМІЧНА ЦЕГЛА І КАМІННЯ, ЇХ РІЗНОВИДИ**

Найпоширеніший матеріал з кераміки – керамічна цегла і каміння. Вироби згідно з ДСТУ Б В.2.7-61-97 “Цегла та камені керамічні рядові і лицьові” класифікують за такими ознаками: призначенням (рядові, лицьові), міцністю (маркою), розмірами, середньою густиною (звичайні, умовно ефективні, ефективні), морозостійкістю (марки F-15, F-25, F-35 та F-50), радіоактивністю.

Цегла має розміри 250×120×65 мм (одинарна) та 25×120×88 мм (модульна). За нормативами цегла може мати відхилення від розмірів за довжиною ±5 мм, шириною ±4 мм, товщиною ±3 мм.

Середня щільність – 1600–1900 кг/м<sup>3</sup>, теплопровідність – 0,71–0,82 Вт/(м·К), маса – не більше ніж 4 кг. Виготовляють цеглу пластичним і напівсухим способами. Водопоглинання цегли має бути не менш як 8 %, інакше цегла буде щільною і матиме велику теплопровідність. Морозостійкість – не менш ніж 15 циклів.

Щоб визначити марку цегли, потрібно виготовити зразки і випробувати їх на згин і стиск (рис. 4.4.1). За значеннями  $R_{ст}$  і  $R_{зг}$  встановлено марку цегли (табл.4.4.1).

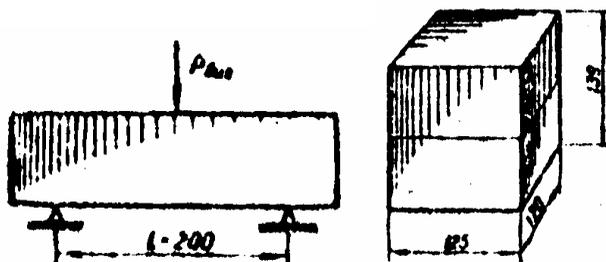


Рис.4.4.1. Схеми визначення марки цегли по границі міцності на стиск і згин

Таблиця 4.4.1

**Визначення марки керамічної цегли**

Марка цегли	Міцність, МПа							
	на стиск $R_{ст}$		$R_{зг}$ для цегли					
	середній для 5-и зразків	найменший для окремого зразка	пластичного формування		напівсухого пресування		модульної	
			середній для 5-и зразків	найменший для окремого зразка	середній для 5-и зразків	найменший для окремого зразка	середній для 5-и зразків	найменший для окремого зразка
300	30	25	4,4	2,2	3,4	1,7	2,9	1,5
250	25	20	3,9	2,0	2,9	1,5	2,5	1,3
200	20	17,5	3,4	1,7	2,5	1,3	2,3	1,1
175	17,5	15	3,1	1,5	2,3	1,1	2,1	1,0
150	15	12,5	2,8	1,4	2,1	1,0	1,8	0,9
125	12,5	10	2,5	1,2	1,9	0,9	1,6	0,8
100	10	7,5	2,3	1,1	1,6	0,8	1,4	0,7
75	7,5	5,0	1,8	0,9	1,4	0,7	1,2	0,6

**Умовні позначення стінових керамічних виробів  
згідно з ДСТУ Б В.2.7-61-97**

<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X</u> – <u>У/</u>	<u>У/</u>	<u>У/</u>	<u>У</u>	ДСТУ Б В.2.7-61-97
						матеріал (К – керамічний)
						вид виробів (Р – рядові, Л – лицьові)
						порожнистість цегли (Пв – повнотіла, Пр – порожниста)
						тип виробів (згідно з таблицею ДСТУ)
						марка за міцністю
						середня густина
						марка за морозостійкістю

Цегла КРПв – 1/100/1650/15 ДСТУ Б В.2.7-61-97 – цегла керамічна рядова повнотіла, марки за міцністю 100, густиною 1650 кг/м<sup>3</sup>, морозостійкістю F15.

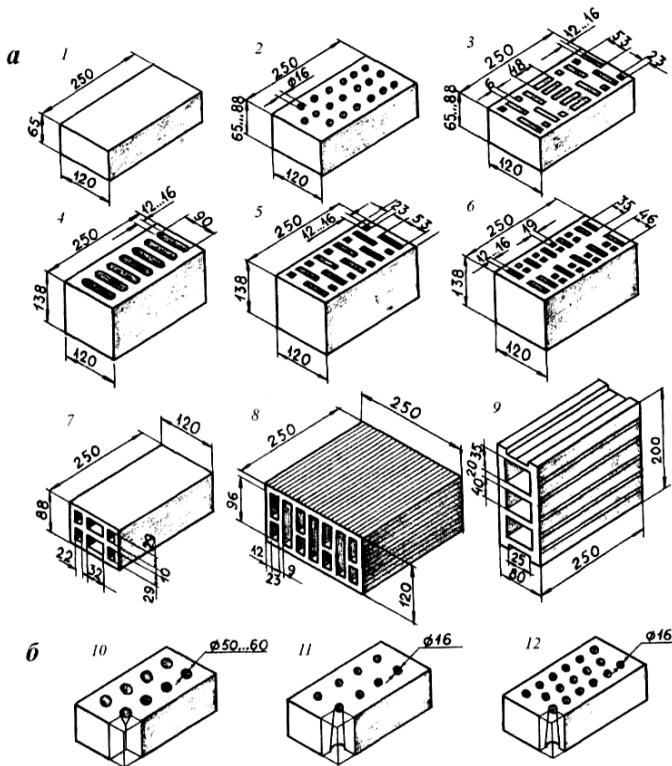
**Приклад 1.** Визначити марку цегли, якщо  $R_{ct} = 15,6$  МПа,  $R_{зг} = 2,85$  МПа. За табл. 4.4.1 це марка М150.

**Приклад 2.** Визначити  $R_{ct}$ , якщо середня руйнівна сила після випробування кубиків-еталонів на стиск дорівнює 150 кН.

Розв’язання.  $R_{ct} = P/S$ ;  $S = 125 \times 120 = 15000$  мм<sup>2</sup>;

$R_{ct} = 150000/15000 = 10$  МПа. Марка М100.

Основні недоліки повнотілої цегли — велика маса, висока щільність, велика теплопровідність. Для зменшення маси і теплопровідності виготовляють *ефективну цеглу і камінь* (рис.4.4.2) порожнистими або пористими.



**Рис. 4.4.2. Цегла та камені керамічні:**

*а* – пластичного формування; *б* – напівсухого пресування;

1 – цегла звичайна; 2 – цегла порожниста з 19 пустотами (П – 13%);

3 – цегла порожниста з 21 пустотою (П – 34%, 45%); 4 – камінь з

7-а пустотами (П – 25%, 33%); 5 – камінь з 18 пустотами (П – 27%, 36%);

6 – камінь з 28 пустотами (П – 32%, 42%); 7 – цегла з 6-а горизонтальними

пустотами; 8 – камінь з 11 горизонтальними пустотами; 9 – камінь з

3-а горизонтальними пустотами; 10 – цегла з 8-а наскрізними отворами

(П – 11%); 11 – цегла з 8-а наскрізними отворами (П – 6%);

12 – цегла з 17 наскрізними отворами (П – 12,7%)

Пористі ефективні вироби одержують з глини, домішуючи діатоміт, трепел або глини з вигоряльними добавками. Середня щільність ефективних каменів і цегли – не більше  $1450 \text{ кг/м}^3$ . Керамічні камені випускають таких розмірів:  $250 \times 120 \times 138 \text{ мм}$ ,

---

---

288×138×138, 250×250×138, 250×250×120 і 320×250×175. Використання ефективних виробів дає змогу зменшити товщину стіни, її масу, знизити вартість будівництва, скоротити його строк і трудові витрати.

### **Індустріальні керамічні вироби: блоки і панелі**

Незважаючи на значне зростання виробництва стінових панелей і блоків з бетону та залізобетону, цегла лишається основним стіновим матеріалом. Проте як дрібноштучна вона не відповідає вимогам сучасного індустріального будівництва. Завдяки виготовленню на заводі керамічних стінових панелей і блоків для зовнішніх стін (рис.4.4.3 а), а також однорядних віброцегляних панелей для внутрішніх стін цеглу вдається зробити індустріальною й досягти її економії, зменшуючи масу стіни.

Панелі для зовнішніх стін випускають три-, дво- і одношаровими.

Тришарові стінові панелі складаються з двох цегляних шарів; товщина кожного шару становить 65 мм; всередині укладають шар утеплювача завтовшки 100 мм (мінераловатні плити тощо). Загальна товщина тришарової панелі разом з внутрішнім і зовнішнім облицюванням становить 280 мм.

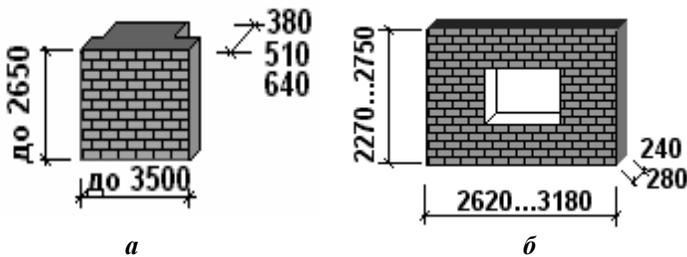
Двошарові панелі (рис. 4.4.3 б) виготовляють завтовшки 260 мм, розміром на кімнату 2670×3180 мм. Двошарова панель складається з шару цегли завтовшки 120 мм, високоефективного утеплювача (мінеральної вати, піноскла, фіброліту) завтовшки 100 мм і трьох шарів цементного розчину завтовшки 40 мм. Лицьовий бік стінової панелі можна оздобити облицювальною керамічною плиткою завтовшки 4 мм.

Одношарові панелі 2750×190×300 мм виготовляють з порожнистого керамічного каміння. Панелі зовнішніх стін армують сталевими каркасами з дроту діаметром 2 і 6 мм, розміщеними за зразком віконного прорізу панелі. Виготовлення керамічних стінових панелей виконують горизонтальним і вертикальним муруванням. Технологічний процес виготовлення віброцегляних панелей складається з таких основних операцій: укладання в горизонтальну форму послідовно облицювальної плитки, розчину, металевого каркаса, порожнистих цегли та каміння, розчину, вібрування й опоряджування панелей, тверднення в пропарювальних камерах. Час теплообробки становить майже 8–12 годин при температурі 80 °С.



Панелі, виготовлювані вертикальним способом з керамічного каміння із застосуванням армування металевою арматурою в кондукторах, піддають прискореному твердненню в пропарювальних камерах.

Панелі для внутрішніх стін виготовляють розміром 2620×2270×140 міліметрів із цегли або керамічного каміння; їх армують спеціальними металевими каркасами. Панелі з порожнистого керамічного каміння виготовляють одношаровими завтовшки 140 мм (товщина цеглини 120 мм і два шари розчину по 10 мм).



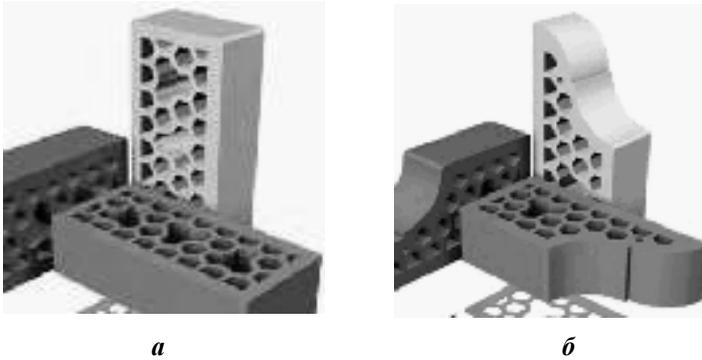
*Рис.4.4.3. Індустріальні керамічні вироби:  
а – керамічні блоки; б – керамічні панелі*

## 4.5. КЕРАМІЧНІ ВИРОБИ ДЛЯ ОБЛИЦЮВАННЯ ФАСАДІВ БУДІВЕЛЬ

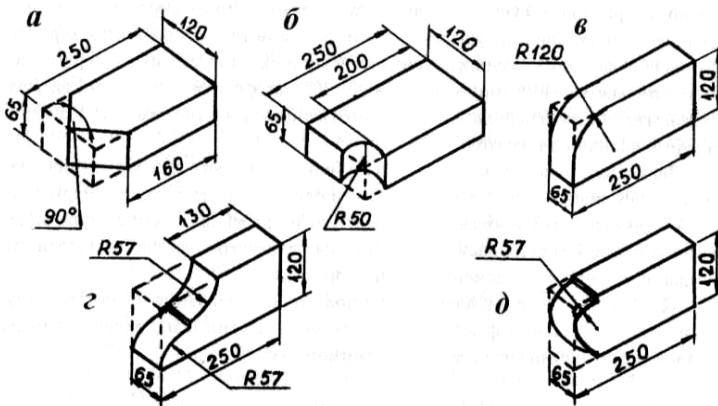
Для облицювання фасадів будівель застосовують різні за формою, розмірами та декоративними властивостями керамічні вироби. Фасадні керамічні вироби застосовують для облицювання фасадних поверхонь, стінових панелей, блоків, цоколів будівель, лоджій, створення декоративних панно.

**Лицьова цегла і каміння** (ДСТУ Б В.2.7-61-97) виготовляють з глини, трепелів і діатомітів методом пластичного формування або напівсухого пресування з добавками чи без них, з нанесенням фактурного шару чи без нього, таких самих розмірів за такою самою технологією, як і звичайну, дотримуючись найточніших вимог щодо однорідності сировини і правильної форми.

Лицьова цегла і каміння (рис. 4.5.1) призначені для мурування і одночасного облицювання зовнішніх і внутрішніх стін будівель і споруд, тому повинні мати дві лицьові поверхні – поперечикову і ложкову. Крім цього, виготовляють фігурні цегляні вироби (рис. 4.5.2).



**Рис. 4.5.1. Лицьова цегла:**  
*а* – звичайна цегла для облицювання;  
*б* – фігурні цегляні вироби



**Рис. 4.5.2. Фігурні цегляні вироби**

За міцністю цеглу і каміння поділяють на такі марки: 300, 250, 200, 150, 125, 100 і 75, за морозостійкістю – 25, 35 і 50. Водопоглинання має бути не менш як 6 %.

Цеглу і каміння виготовляють з гладенькою і рельєфною лицьовою поверхнею природного кольору або забарвленими у масі шляхом уведення в сировинну суміш добавок; з офактуреною

лицьовою поверхнею – торкретуванням мінеральним дрібняком, ангобуванням, нанесенням поливи або двошаровим формуванням.

Добираючи склад керамічних мас і регулюючи режим випалювання, можна виготовляти цеглу білого, кремового та інших кольорів.

**Двошарову цеглу** формують із місцевих червоних глин і лише лицьовий шар (3–5 мм завтовшки) із біловипалюваних глин.

**Ангобована цегла** має лицьову поверхню, вкриту ангобом. Виготовляють ангоби з білої глини (80 %), скляного бою (13–20 %) і мінерального барвника (5–7 %). Ангоб наносять на відформований виріб у вигляді суспензії – шлікера, а потім випалюють.

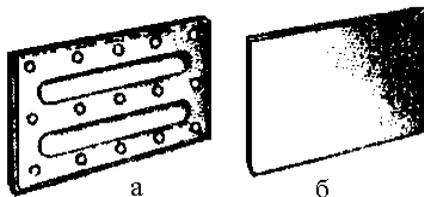
**Полив'яну цеглу** застосовують для акцентних вставок, які надають фасаду будівлі більшої архітектурної виразності.

Для оздоблення збірних конструкцій на заводах використовують килимово-мозаїчні плитки, плитки типу “кабанчик” тощо.

**Плитки керамічні фасадні і килими з них** згідно з ДСТУ Б В.2.7-67-98 “Плитки керамічні і килими з них” діляться на фасадні керамічні плитки, цокольні плитки, килими із керамічних плиток і килими “брекчія”.

**Фасадні керамічні плитки** (рис. 4.5.3) виготовляють методом напівсухого пресування розмірами  $250 \times 140 \times 10$  мм, типу “кабанчик” –  $120 \times 65 \times 7$  мм. Випускають плитки й інших розмірів.

Лицьова поверхня фасадних плиток може бути гладкою і фактурною, глазурованою і не глазурованою. На тильній стороні є заглиблення для кращого зчеплення з розчином. Водопоглинання плиток – 2–9 %, морозостійкість – не менше 40 циклів, границя міцності на вигин – не менше 16 МПа.



**Рис.4.5.3. Малогабаритні фасадні плитки:**  
а – тильна поверхня; б – лицьова поверхня

**Цокольні плитки** розмірами  $15 \times 75 \times 7$  мм виготовляють зі спікливим черепком і вкривають прозорою або глухою поливою, їх

---

---

використовують для облицювання цоколів будівель і підземних переходів.

**Килимово-мозаїчні плитки** виготовляють методом лиття. Тонкостінні плитки різного кольору, з поливою чи без неї, які наклеюють лицьовою поверхнею на паперову основу (крафт-папір), внаслідок чого утворюється килим. Плитки можуть бути квадратної, прямокутної та інших форм зі стороною 22–29 мм, завтовшки 2–3 мм. Килимову кераміку застосовують для облицювання зовнішніх панелей і блоків, стін, вестибюлів, сходових кліток, санвузлів і кухонь. Для цього килими з плиткою укладають за допомогою розчинової суміші на поверхню, що облицюють, а потім змивають крафт-папір водою. Водопоглинання плиток не повинно перевищувати 9 %, морозостійкість – не менше 40 циклів.

**Килим “брекція”** – набір частин плиток довільної форми, площею не менше 3 см<sup>2</sup>, що наклеєні на лист паперу. Номінальні розміри килимів встановлюють за узгодженням підприємства-виготовлювача зі споживачем. Частини плиток повинні бути рівномірно розміщені по всій площі килима.

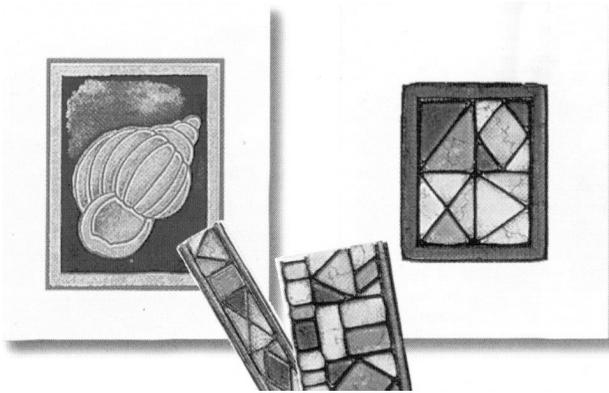
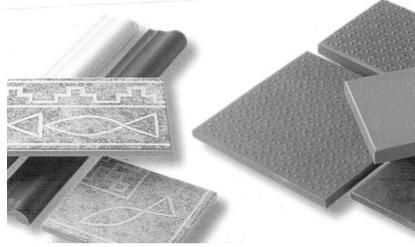
### Плитки для внутрішнього облицювання

Внутрішні стіни облицюють майоліковими та фаянсовими плитками.

**Майолікові плитки** виготовляють з легкоплавких глин з додаванням до 20 % вуглекислого кальцію у вигляді крейди. Внаслідок випалювання плиток утворюється пористий черепок, лицьову поверхню якого покривають прозорою кольоровою поливою, а на тильний бік наносять борозенки для кращого зчеплення з розчином. Формують плитки на важільному пресі, потім їх сушать, випалюють, глазурують і випалюють удруге.

**Фаянсові плитки** виготовляють із вогнетривких глин, додаючи кварцовий пісок і плавні – речовини, які знижують температуру плавлення (зокрема, польовий шпат). Плитки після випалювання мають білий або слабкозбарвлений черепок.

Лицьова поверхня плиток може бути гладенькою або рельєфною одно- або багатоколірною (рис. 4.5.4), а на тильний бік наносять борозенки для кращого зчеплення з розчином.

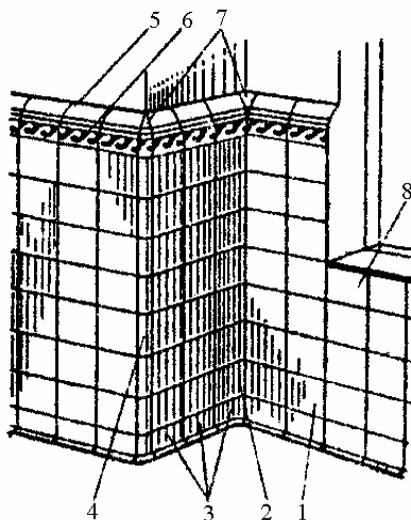


*Рис. 4.5.4. Фаянсові плитки*

Залежно від форми плитки бувають квадратні, прямокутні і фасонні для кутів, облицювання карнизів і плінтусів (рис. 4.5.5). Для внутрішнього облицювання застосовують плитки завдовжки 150 мм та завширшки 25, 50, 75 і 150 мм. Товщина плиток не повинна перевищувати 6 мм, плінтусних – 10 мм. Водопоглинання плиток має становити не більш як 16 %.

До якості плиток для внутрішнього облицювання стін ставлять високі вимоги: вони повинні мати правильну геометричну форму, чіткі грані й кути, бути термічно стійкими.

Сировиною для виготовлення плиток є переважно маси із пластичної глини, каоліну, кварцу та польового шпату.

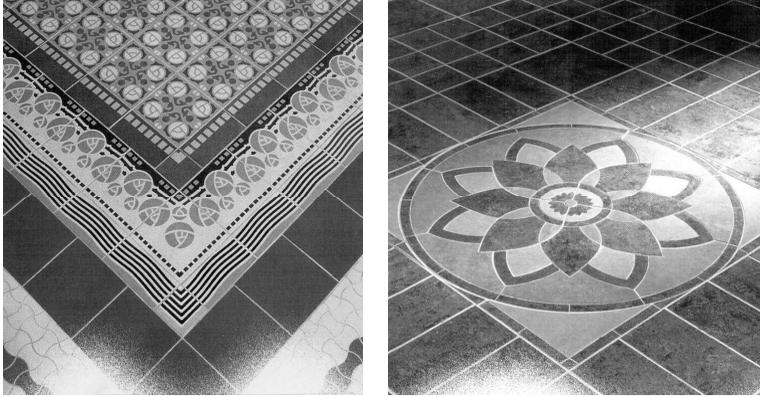


**Рис. 4.5.5. Облицювання стін глазурованими плитками:**

- 1 – квадратна рядова плитка; 2 – внутрішній кутик; 3 – плінтусові кутики;  
 4 – зовнішній кутик; 5 – карнизна плитка; 6 – поясок; 7 – кутики карниза;  
 8 – плитка з завалом

### Плитки для підлоги

Керамічні плитки для підлоги можуть бути з поливою і без неї, з гладенькою чи рифленою поверхнею і повинні мати правильну форму з довжиною грані 50–150 мм, завтовшки 10–13 мм. Їх виготовляють з тугоплавких або вогнетривких глин, із забарвлюючими добавками чи без них. Плитки призначені для настилання підлоги у санітарних вузлах, вестибюлях і на сходових майданчиках житлових і громадських будівель, а також у виробничих і допоміжних будівлях промислових підприємств (рис. 4.5.6). Плитки можуть бути одно- та багатоколірними (візерунчасті, офактурені, перфоровані, мармуроподібні й декоровані різними методами). Плитки повинні мати високу щільність, водопоглинання до 5 %, підвищений опір щодо стирання (втрати маси під час випробування на стираність не повинні перевищувати  $0,25 \text{ г/см}^2$ ).



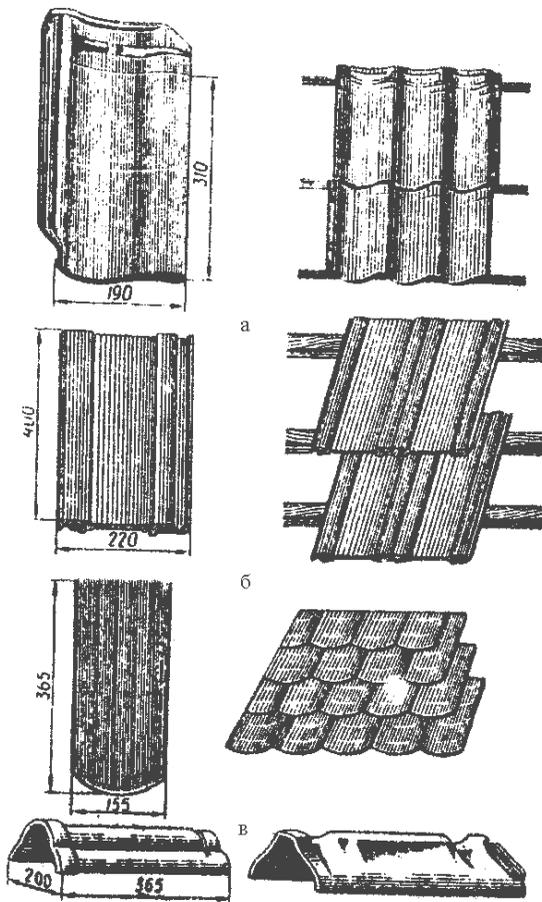
*Рис. 4.5.6. Підлога з керамічних плиток*

Плитки керамічні мозаїчні виготовляють квадратними зі стороною 23 і 48 мм, завтовшки 6 і 8 мм. На заводі плитки лицьовим боком наклеюють на крафт-папір або картон за певним рисунком, одержуючи килими. Товщина шва між плитками 2 мм. Укладають килими на пластичну цементно-піщану розчинуву суміш. Після укладання підлоги крафт-папір чи картон змивають.

#### **4.6. ВИРОБИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*Керамічна черепиця* – це стародавній покрівельний матеріал, який завдяки довговічності й вогнестійкості не втратив свого значення до наших часів. Керамічна черепиця (рис. 4.6.1) буває стрічковою, пазовою, хвилястою, S-подібною; штампованою – пазовою жолобчастою. Виготовляють черепицю напівсухим пресуванням і пластичним формуванням. Черепиця міцна, водонепроникна, морозостійка (не менш як 25 циклів), вогнестійка й довговічна. До недоліків черепиці належать велика маса (до 65 кг/м<sup>2</sup> покриття), крихкість, значна трудомісткість влаштування покрівлі і необхідність її виконання з великим нахилом (більше 30°) для швидкого стікання води.

Випалюють черепицю при температурі 950–1000 °С.



**Рис. 4.6.1. Черепиця глиняна:**

*а – штампована; б – стрічкова пазова;  
в – стрічкова плоска (бобровий хвіст); г – гребенева*

**Дренажні труби** – вироби циліндричної, шести- і восьмигранної форми з внутрішнім діаметром 25–250 мм, 333–500 мм завдажки, їх використовують у меліорації та осушенні ґрунтових основ, споруд. Дренажні труби виготовляють пластичним формуванням у горизонтальних стрічкових або вертикальних пресах з високопластичних цегельних глин.

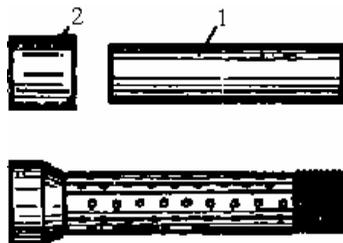


---

---

Вони можуть бути неглазурованими без розтрубів або глазурованими з розтрубами та перфорацією на стінках (рис.4.6.2). Частіше виготовляють безрозтрубні труби, які з'єднують між собою керамічними муфтами. Вода у дренажні труби надходить крізь стики і отвори в стінках труб. Водопоглинання черепка становить не більш як 15 %, морозостійкість не нижча 15 циклів.

Дренажні труби використовують для меліоративних робіт, а також під час осушення ґрунтових основ будівель і споруд .



*Рис. 4.6.2. Керамічні дренажні труби:  
1 – труба; 2 – муфта*

**Цегла для дорожніх покриттів** (клінкерна) – це штучне каміння розмірами 220×110×65 мм і 220×110×78 мм (рис. 4.6.3), яке виготовляють формуванням і наступним випалюванням до повного спікання. Як сировину застосовують тугоплавкі глини з великим інтервалом температур між початком спікання й початком деформування (80–100 °С).



*Рис. 4.6.3. Клінкерна цегла*

---

---

Марки цегли 1000, 600 і 400, відповідно морозостійкість F100, F50 і F30, водопоглинання не більш як 2, 4, 6 %, опір стиранню (коефіцієнт зношування) не менш як 14, 16 і 18 %, випробування на удар (кількість ударів) не менше ніж 8, 12, 16. Її застосовують для влаштування підлог промислових будівель, мостових опор, дорожніх покриттів.

**Каналізаційні труби** виготовляють з тугоплавких або вогнетривких глин із спіснюючими добавками (тонкомеленим шамотом або піском) чи без них, циліндричної форми з розтрубом на одному кінці. Сировинну масу готують пластичним способом. Труби формують у вертикальних трубних пресах, покривають із середини і ззовні кислотостійкою поливою й випалюють при температурі 1250–1300 °С, їх виготовляють діаметром 150–600 мм і 1000–1500 мм завдовжки. Вони мають бути водонепроникними і витримувати внутрішній гідравлічний тиск не менш як 0,15 МПа.

Водопоглинання труб не повинно перевищувати 8 %. Кислостійкість труб становить не менш як 93 %.

Труби призначені для будівництва безнапірних мереж каналізації, якими транспортуються промислові, побутові та дощові неагресивні й агресивні стічні води.

**Кислототривкі вироби** – цегла, плитки, труби для футерування резервуарів, печей, настилу підлог у цехах з агресивним середовищем.

Кислототривкі керамічні вироби виготовляють з пластичних глин без домішок карбонатів, сірчаного колчедану, гіпсу, які зменшують хімічну стійкість. *Кислототривка цегла* міцністю 15–25 МПа, кислотостійкістю 92–96 %, водопоглинанням 8–12 %, термостійкістю не менше двох теплоступнів; *плитки кислототривкі (К) і термокислототривкі (ТК)* міцністю 30 МПа, кислотостійкістю 96–98 %, водопоглинанням 6–9 %; труби та фасонні частини до них міцністю 30–40 МПа, кислотостійкістю 97–98 %, водопоглинанням 3–5 %.

Кислототривка цегла та плитки призначені для футерування башт, резервуарів і печей на хімічних заводах, для опорядження підлог у цехах з агресивними середовищами. Керамічні кислототривкі труби застосовують для перекачування неорганічних і органічних кислот і газів під тиском до 0,3 МПа.

**Санітарно-технічну кераміку** – раковини, ванни, умивальники, унітази тощо – виготовляють з фаянсових чи напівфарфорових глиняних мас (біла глина, каолін, кварц, польовий шпат, шамот). Формують вироби методом лиття. Водопоглинання – до 5%, границя

---

---

міцності на стиск – до 500 МПа. Вироби з фаянсу мають пористий, а з фарфору – щільний, сильно спіклий черепок; щільність напівфарфору є проміжною за значенням між фаянсом і фарфором.

**Вогнетривкі** вироби – це кремнеземисті, алюмосилікатні, магнезійні та хромисті керамічні вироби, що експлуатуються при високих температурах. Вогнетривкі вироби поділяють на просто вогнетривкі (1580–1770 °С), високовогнетривкі (1700–2000 °С), найвищої вогнетривкості (понад 2000 °С). З вогнетривких матеріалів найширше застосовують кремнеземисті та алюмосилікатні, а також магнезійні та хромисті.

Кремнеземисті (динасові) мають вогнетривкість 1670–1790 °С, але невисоку термічну стійкість і за швидкого нагрівання втрачають міцність, розтріскуються й руйнуються, виготовляються із кварцитів або піску з глиною. Застосовують їх для кладки склепінь металургійних і скловарних печей.

Алюмосилікатні вироби виготовляють із вогнетривких глин, шамоту; вогнетривкість – 1590–1730 °С, поділяють на три групи:

1. *Напівкислі* з вмістом  $\text{SiO}_2$  понад 65 % і  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – не менш як 28 % та вогнетривкістю 1610–1710 °С. Застосовують для футерування печей, вагранок, димарів;

2. *Шамотні* матеріали з вмістом  $\text{Al}_2\text{O}_3$  30–45 %, мають високу термічну стійкість і міцність, їх вогнетривкість 1580–1730 °С. Застосовують їх для футерування обертових печей, димоходів тощо;

3. *Високоглиноземисті* матеріали з вмістом  $\text{Al}_2\text{O}_3$  понад 45 % мають вогнетривкість 1820–1860 °С. Використовують їх у скловарній промисловості, для укладання доменних печей тощо.

Магнезійні вироби складаються в основному з периклазу  $\text{MgO}$  – 80–85 %, їх вогнетривкість досягає 2000 °С.

Хромисті виробляють із хромистого залізняку з магнезитом і глиноземом; вогнетривкість – 1800–2000 °С. Застосовують для футерування промислових печей.

**Теплоізоляційні** пористі керамічні заповнювачі для бетонів – керамзит і аглопорит.

Керамзит – гравій, що утворився під час випалювання легкоплавких глин, які спучуються при нагріванні до 1300 °С. Залежно від насипної щільності керамзит поділяють на марки: 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800.

Аглопорит – пористий щелевopodobний кусковий матеріал, який виготовляють спіканням суміші глини і вугілля. Насипна щільність – 300–1000 кг/м<sup>3</sup>.

---

---

## 4.7. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ З КЕРАМІКИ

Керамічний граніт (грес) відрізняється від керамічної плитки технологією виготовлення і фізико-технічними характеристиками. Керамічний граніт виготовляють із білої глини з додаванням каоліну, польових шпатів, кварцу і мінералів, шляхом формування за дуже високого тиску і наступного обпалювання при температурі 1200–1300 °С. Технологія забезпечує виготовлення міцних і стійких до різних дій плиток з великим різновидом кольорів і малюнків, які імітують природний камінь. Керамічний граніт має велику зносостійкість, механічну міцність, морозостійкість, кольоростійкість.

**Керамограніт** – чудовий матеріал, який дає безмежні можливості, з точки зору різновиду палітри кольорів, форматів, фактур. Основна перевага керамограніту в порівнянні з природним каменем – це менша маса, його товщина становить всього 10–12 мм, в той час як товщина кам'яних плиток 30–40 мм.

В Україні представлений керамічний граніт таких торгових марок: “CAESAR”, “GRANITI FIANDRE”, “GRANITOGRES”, “MARAZZI” та ін.

Сучасне цегляне виробництво налаштоване на випуск керамічної лицевої і будівельної цегли. Ця цегла випускається практично всіх кольорів (до 50 відтінків), зокрема фігурна, різного типу і розміру.

Для досягнення вищого рівня теплозахисних якостей зовнішніх цегляних стін без збільшення їх товщини, виробники націлені на випуск керамічного каменю великих розмірів, зниження щільності каменю за рахунок створення пустот раціонального розміру, що дозволяє зменшити витрати розчину при кладці стіни. На ЗАО “Победа-Кнауф” ці пропозиції знайшли своє використання у випуску великоформатного керамічного каміння 15НФ розміром 150×260×219 мм і щільністю 790 кг/м<sup>3</sup>, щільність черепка складає 1400 кг/м<sup>3</sup>, пористість до 50 % з коефіцієнтом теплопровідності 0,18–0,20 Вт/мС.

Використання нового типу цегли, який отримав назву “**термолюкс**” (ЗАО “Афина” м. Челябінськ), дозволяє будувати будинки, які відповідають найжорсткішим вимогам з теплотехніки. У ній використовується принцип термосу. За рахунок особливого розміщення повітряних шарів, які не мають “містків холоду”, новий матеріал майже в 2-а рази тепліший, ніж аналогічні йому матеріали за міцністю. Збереження міцності дотримується за рахунок того, що пористість матеріалу не перевищує 30 %.

Декоративна цегла розроблена для виконання відповідальних робіт – кладки внутрішніх і зовнішніх стін з високими вимогами щодо поверхні стіни. Ця цегла має чітко правильну форму і рівну глянцеvu поверхню зовнішніх стінок. Використання такої цегли, яка має назву “фасадна”, “лицева”, дозволяє отримувати не тільки якісну кладку зовнішніх стін, але й використовувати її всередині приміщення без подальшої обробки стін. Під час використання декоративної цегли для внутрішніх стін велику увагу приділяють обробці швів.

Заводи випускають декілька видів декоративної цегли: глазурована; ангобована; двошарова. Крім того, є багато варіантів обробки поверхні цегли (гладенька, хвиляста, кострубата тощо).

Все більше цегляних заводів випускають фасонну цеглу: із скосом, округлену, кутову, овальну (рис. 4.7.1). Це полегшує роботу мулярів під час виконання цегляної кладки, при цьому нема потреби різати звичайну облицювальну цеглу.

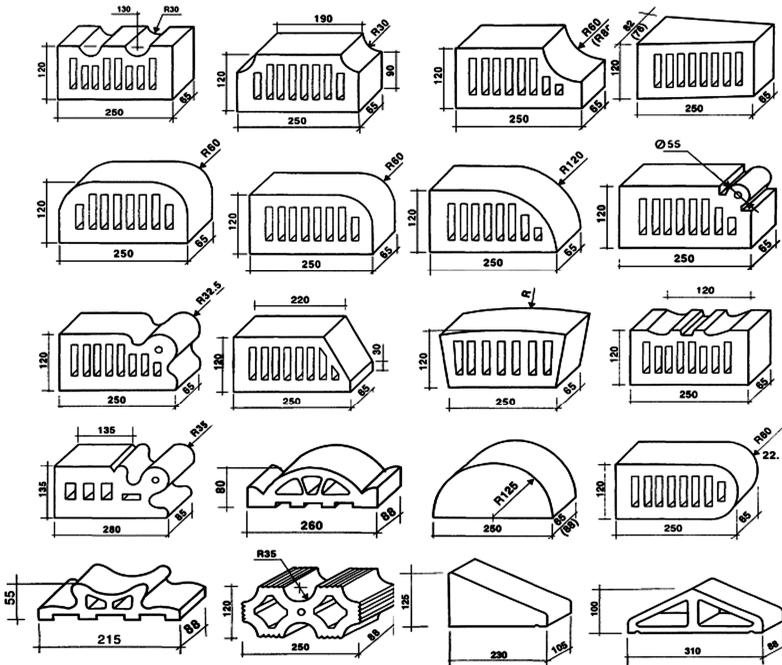


Рис. 4.7.1. Сучасна фасонна цегла

---

---

## Це цікаво

...Вік керамічної цегли становить понад 5000 років. Залишки будівель і споруд з керамічної цегли знайдені археологами на території Стародавнього Єгипту (III–I тисячоліття до н.е.).

...У Біблії є згадка про цеглу як про будівельний матеріал. “І сказали один одному: наробимо цегли і обпалимо вогнем. І стала у них цегла замість каменів” (Старий Заповіт, Буття 11–3).

...Хоча аж до нашого часу в багатьох країнах широке розповсюдження мала неопалена цегла-сирець, часто з додаванням у глину різаної соломи, застосування в будівництві обпаленої цегли також сходиться до глибокої старовини (споруди в Єгипті, 3-2-е тисячоліття до н. е.). Особливо важливу роль відіграла цегла в архітектурі Месопотамії і Стародавнього Риму, де з цеглини (45×30×10) викладали складні конструкції, зокрема арки, зведення тощо.

...“Плінфа” – тонка і широка глиняна пластина – завтовшки приблизно 2,5 сантиметра. Виготовлялася в спеціальних дерев’яних формах. Плінфа сушилася 10–14 днів, потім обпалювалася в печі. На багатьох плінфах знаходять клейма, які вважаються клеймами замовника. Стандартна опалена цеглина – приблизно з XVI століття.

...До XIX століття техніка виробництва цегли залишалася примітивною і трудомісткою. Формували цеглу вручну, сушили тільки влітку, обпалювали в тимчасових підлогових печах, викладених з висушеної цегли-сирцю. У середині XIX століття були побудовані кільцева обпалювальна піч і стрічковий прес, що зумовили переверот у техніці виробництва. У кінці XIX століття стали будувати сушарки. У цей же час з’явилися глинообробні машини бігуни, вальці, глином’ялки. У наш час більше 80 % всієї цегли виробляють підприємства цілорічної дії, серед яких є великі механізовані заводи, продуктивністю понад 200 млн шт. на рік.

... Китай відомий відкриттям фарфору. Місце в горах Яучау Фу, де брали глину на фарфор називається Као Лінь (з китайського – високий хребет). Каолін – глина.

... Відомий далеко за межами нашої країни храм Василя Блаженного збудований із фігурної цегли всього 18 типів, а церква Вознесіння в селі Коломенське під Москвою – із цегли дев’яти типів. Геніальні зодчі створили з цегли складні витвори архітектури.

...На початку XIX століття російський винахідник Буличов використав у Казані пустотну цеглу, яка дала велику економію

---

---

матеріалу. Пізніше, в 1878 році, в Росії, у вигляді досліду були виготовлені керамічні великого розміру блоки, які відповідали 24 цеглинам з великою кількістю циліндричних пустот – так названа “трубчата цегла” професора А.К.Больмана.

... Стародавня цегла – це широка, але тонка плита і нерідко називалася плінфом, так називали кам’яні плити. Розміри цієї цеглини були 30×20×4 см. Пізніше почали використовувати вужчу і продовговату цеглу (30×14×8 см), яка проіснувала до XVII століття, коли була введена цегла тих же пропорцій, але менших розмірів, а саме: 25×12×6 см.

...Місто Шибам у Південній Аравії складається з білосніжних хмарочосів (одинадцять і більше поверхів). Пройшли століття, і цегла, яка була виготовлена із суміші глини і соломи, набула міцності граніту. Нижні поверхи не мають вікон.

...У це важко повірити, але один із найвідвідуваніших японськими туристами музеїв – не історичний, не етнографічний і не галерея картин, а розташований в місті Мазуру (Японія) Всесвітній музей цеглини, в якому зібрано каміння та цеглу найвідоміших будівель з усього світу. Щомісячно його відвідує близько десяти тисяч туристів.

...До XIX ст. цеглу формували вручну, влітку сушили, обпалювали в печах. Винайдення кільцевих випалювальних печей, пресів здійснили переворот у її виготовленні. У цей же час з’явилися глинообробні машини: бігуни, вальці, глином’ялки. Панівний на початку XX ст. стиль модерн вимагав різнокольорової цегли, і її почали фарбувати асфальтом, різними смолами, венеціанською фарбою з додаванням лляної олії.

....Адоб (ісп. *Adobe*, від арабського ат-туб) – будівельний стіновий матеріал у народів Піренейського півострову та Південної Америки, що є невипаленою цеглою з суміші глини, соломи та піску. Був широко поширений в будівництві жител народів світу, особливо в степових і гірських районах. В Україні поширена назва саман (від тюркського “солома”). Зокрема, з саману будували традиційні українські мазанки. Так само житло селян високогір’я Південної Америки (кечуа, аймара та ін.) переважно з адобів (саману).

---

---

## ◆ Питання для самоперевірки

1. Назвіть сировину для виробництва кераміки.
2. Наведіть класифікацію керамічних виробів.
3. Коротко викладіть загальну схему виробництва кераміки.
4. Як визначити марку цегли? Які є марки?
5. Назвіть ефективні керамічні вироби.
6. Які ви знаєте індустриальні керамічні конструкції?
7. Які керамічні вироби застосовують для облицювання внутрішніх стін і підлоги?
8. Якими керамічними виробами виконують зовнішнє облицювання?
9. Що таке керамзит і аглопорит?
10. Які є труби з кераміки?
11. Перелічіть види санітарно-технічної кераміки.
12. Які керамічні вироби належать до вогнетривких?

## ✍ ТЕСТИ

### 4.1. Сировина

#### *I. Високопластичні глини містять глинистих частинок:*

1. 30–60 %;
2. 80–90 %;
3. 90–100 %.

#### *II. Повітряна усадка глини може бути в межах:*

1. 2–12 %;
2. 1–2 %;
3. 15–20 %.

#### *III. Для зниження пластичності глини додають у керамічну масу...*

1. Шамот;
2. Доломіт;
3. Крейду;
4. Бентоніти.



---

---

***IV. Для зниження температури випалювання і спікання у глину додають...***

1. Шамот;
2. Доломіт;
3. Крейду;
4. Бентоніти.

***V. Для підвищення пластичності маси під час формування керамічних виробів додають...***

1. Шамот;
2. Доломіт;
3. Крейду;
4. Бентоніти.

***VI. Фаянсові плити виготовляють із...***

1. Вогнетривких глин;
2. Легкоплавких глин;
3. Тугоплавких глин.

***VII. Керамічну черепицю виготовляють із...***

1. Вогнетривких глин;
2. Легкоплавких глин;
3. Тугоплавких глин.

***VIII. Каналізаційні труби виготовляють із...***

1. Вогнетривких глин;
2. Легкоплавких глин;
3. Каолінів.

***IX. Для санітарно-технічної кераміки використовують:***

1. Пластичні глини + пісок;
2. Біловипалювані глини + кварци + польовий шпат;
3. Легкоплавкі глинисті породи.

***X. Керамзит виготовляють із...***

1. Біловипалюваних глин;
2. Тугоплавких глин;
3. Легкоплавких глин.

---

---

## 4.2. Виробництво

*I. Виберіть необхідні технологічні операції і розмістіть у правильному порядку за пластичного способу формування.*

1. Подрібнення глини;
2. Добування сировинних матеріалів;
3. Змішування глини з добавками;
4. Зволоження маси до 20–25 %;
5. Формування на стрічковому пресі;
6. Зволоження маси до 6 – 8 %;
7. Пресування виробів на пресах;
8. Випалювання виробів із кераміки;
9. Сушіння виробів із кераміки;
10. Нанесення ангобу на керамічний виріб;
11. Нанесення глазури;
12. Одержання шлікера;
13. Визначення якості виробів;
14. Пакування виробів;
15. Формування виробів із лікеру.

*II. Із перерахованих у першому пункті операцій виберіть необхідні і розмістіть у правильному порядку за напівсухого способу виготовлення кераміки.*

*III. Із перерахованих у першому пункті операцій виберіть необхідні і розмістіть у правильному порядку під час виготовлення керамічних виробів мокрим способом.*

*IV. Яка температура теплоносія, що подається у сушарку для керамічних виробів?*

1. 100–140 °С;
2. 30–45 °С;
3. 1000–1200 °С;
4. 500–600 °С.

*V. Яка максимальна температура створюється у печах для випалювання керамічних виробів?*

1. До 200 °С;
2. До 400 °С;
3. До 1000 °С;
4. До 1500 °С.

---

---

### 4.3. Властивості

***I. Повнотіла цегла повинна мати згідно з ДСТУ водопоглинання не менше 8%, в іншому випадку цегла буде...***

1. Важчою;
2. Не міцною;
3. Мати більшу теплопровідність.

***II. Визначте групу, до якої відноситься цегла з середнього густиною 1350 кг/м<sup>3</sup>.***

1. Ефективна;
2. Умовно ефективна;
3. Звичайна.

***III. Яка середня густина звичайної керамічної цегли?***

1. Більше 1600 кг/м<sup>3</sup>;
2. 1400–1600 кг/м<sup>3</sup>;
3. 2000–2100 кг/м<sup>3</sup>;
4. Менше 1400 кг/м<sup>3</sup>.

***IV. Якщо водопоглинання керамічної цегли 4%, чи відповідає цегла стандарту?***

1. Ні;
2. Так.

***V. Товщина стін 51 см. У скільки цеглин потрібно мурувати стіну?***

1. 1,5;
2. 2;
3. 2,5;
4. 3.

***VI. Якщо цеглина витримала 20 циклів поперемінного заморожування і відтавання, то її марка за морозостійкою буде...***

1. 15;
2. 25;
3. 30;
4. 50.

***VII. Водопоглинання фаянсових плиток повинно бути...***

1. Не більше 16 %;
2. Не більше 8 %;
3. Не менше 16 %;
4. Не менше 20 %.

***VIII. Визначте масу керамічної цегли, якщо розміри стандартні, а середня густина 1800 кг/м<sup>3</sup>.***

1. 4 кг;
2. 2,51 кг;
3. 3,51 кг;
4. 3,81 кг.

***IX. Теплопровідність звичайної керамічної цегли повинна бути...***

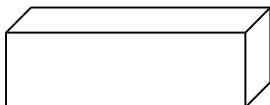
1. Більше 0,58 Вт/(м·К);
2. 0,46 – 0,58 Вт/(м·К);
3. Не більше 0,46 Вт/(м·К).

***X. Визначте середню густину цегли, якщо розміри стандартні, а маса 3,4 кг.***

1. 1950 кг/м<sup>3</sup>;
2. 3400 кг/м<sup>3</sup>;
3. 1740 кг/м<sup>3</sup>;
4. 570 кг/м<sup>3</sup>.

#### **4.4. Розміри**

***I. Звичайна керамічна цегла має розміри:***



1. 250×120×65 мм;
2. 250×120×88 мм;
3. 250×250×120 мм.

***II. Цегла порожниста має розміри:***



1. 250×80×200 мм;
2. 250×120×88 мм;
3. 250×250×120 мм.

---

---

**III. Камінь з 18-ма пустотами має розміри:**



1. 250×120×65 мм;
2. 250×120×88 мм;
3. 250×120×138 мм;
4. 250×80×120 мм.

**IV. Камінь з 11-ма горизонтальними пустотами має розміри:**

1. 250×120×65 мм;
2. 250×80×120 мм;
3. 250×250×120 мм.

**V. Плити килимової кераміки мають розмір сторони:**

1. 22 мм;
2. 42 мм;
3. 102 мм.

**VI. Товщина килимової кераміки...**

1. 1 мм;
2. 3 мм;
3. 4 мм;
4. 5 мм.

**VII. Найменший розмір плити керамічної фасадної...**

1. 25 мм;
2. 35 мм;
3. 50 мм;
4. 100 мм.

**VIII. Товщина фасадної плитки...**

1. 5 мм;
2. 10 мм;
3. 7 мм;
4. 12 мм.

**IX. Фаянсові плитки виготовляють розмірами...**

1. 150×150×6 мм;
2. 50×50×6 мм;
3. 20×150×6 мм.

---

---

***X. Дренажні керамічні труби виготовляють довжиною...***

1. 1333 мм;
2. 333 мм;
3. 733 мм.

#### **4.5. Застосування**

***I. Виберіть, яку цеглу краще застосовувати для кладки зовнішніх стін.***

1. Цеглу, виготовлену способом пластичного формування;
2. Цеглу, виготовлену способом напівсухого пресування.

***II. Визначте, яка цегла буде ефективною, якщо вона має такі властивості:***

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. $\rho_m = 1800 \text{ кг/м}^3$ | $\lambda = 0,65 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ; |
| 2. $\rho_m = 1500 \text{ кг/м}^3$ | $\lambda = 0,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ;  |
| 3. $\rho_m = 1600 \text{ кг/м}^3$ | $\lambda = 0,55 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . |

***III. Поясніть ефективність застосування порожнистої цегли.***

1. Зменшення товщини зовнішніх стін;
2. Збільшення матеріаломісткості стін;
3. Збільшення трудомісткості зведення стін;
4. Зменшення транспортних витрат.

***IV. Керамічну порожнисту цеглу використовують для:***

1. Мурування зовнішніх стін;
2. Влаштування фундаменту;
3. Укладання печей.

***V. Для зовнішнього облицювання стін застосовують:***

1. Фаянсові плитки;
2. Майолікові плити;
3. Плитки керамічні фасадні.

***VI. Для внутрішнього облицювання стін застосовують:***

1. Фаянсові плитки;
2. Плитки керамічні фасадні;
3. Глазуровану цеглу.

---

---

***VII. Для покрівлі застосовують:***

1. Ангобовану цеглу;
2. Штамповану черепицю;
3. Клінкерну цеглу.

***VIII. Для меліоративних робіт застосовують керамічні труби завдовжки:***

1. 500 мм;
2. 1200 мм;
3. 200 мм;
4. 1000 мм.

***IX. Каналізаційні керамічні труби мають діаметр:***

1. 25–250 мм;
2. 150–600 мм;
3. 600–850 мм;
4. 5–150 мм.

***X. Поясніть, який матеріал краще використати як заповнювач для легких бетонів.***

1. Хромисті вироби;
2. Керамзит;
3. Бій керамічної цегли.

---

---

## 5. СКЛО І ВИРОБИ З МІНЕРАЛЬНИХ РОЗПЛАВІВ

### 5.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СКЛО. СИРОВИНА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СКЛА, ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

За видом сировини матеріали та вироби з мінеральних силікатних розплавів поділяються на скляні, шлакові та кам'яне литво.

*Скляними* називають аморфні тіла, виготовлені переохолодженням розплавів, які складаються з силікатів. Виготовляти скло почали 5000–6000 років тому. Його батьківщиною були Месопотамія та Єгипет. Найбільший розвиток виробництво скла дістало у Венеції: в XI столітті в Богемії одержали кришталі. На Русі зі скла виготовляли вироби в домонгольський період, а в Києві в XI столітті вже були майстерні з виробництва скла.

*Шлаки* – супутні продукти металургійної промисловості, що широко застосовуються у виробництві тепло- і звукоізоляційних матеріалів, щільного щербену і виробів із шлакового литва.

Із *розплавлених гірських порід* методом лиття виготовляють плитки для облицювання стін, підлог, резервуарів, труби, ніздрюваті та волокнисті матеріали. Сировиною є базальти, діабаз, доломіт, крейда тощо.

**Сировинні матеріали** для виробництва скла поділяють на головні й допоміжні.

**Головні** сировинні матеріали містять оксиди, їх вводять до складу шихти у вигляді природних сполук – кремнезему ( $\text{SiO}_2$ ), глинозему ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), оксидів кальцію ( $\text{CaO}$ ) і магнію ( $\text{MgO}$ ), оксидів лужних металів ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ). Склад скла виражають в оксидах. У таблиці 5.1.1 показані хімічний склад будівельного віконного скла, сировина і роль оксидів у формуванні властивостей виробів.

Таблиця 5.1.1

#### Вміст, роль і сировинне джерело головних оксидів скла

Хімічний склад скла	Вміст оксиду, %	Призначення оксиду	Основна сировина
1	2	3	4
$\text{SiO}_2$	71,6–72,5	Утворює каркас скла	Пісок, пісковик, кварц, кварцит
$\text{Na}_2\text{O}$	13–15	Прискорює процес склоутворення	Кальцинована сода, сульфат натрію



1	2	3	4
CaO	6,5–9	Підвищує хімічну і термічну стійкість	Вапняк, доломіт, крейда, мармур
MgO	3,8–4,3	Те саме	Доломіт, вапняк, крейда, мармур
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,5–2,5	Підвищує міцність, хімічну і термічну стійкість, збільшує теплопровідність	Глинозем, польовий шпат, каолін

**Допоміжні** сировинні матеріали вводять для поліпшення реологічних характеристик скломаси, прискорення її варіння й змінювання властивостей скла:

- *окислювачі* (нітрати, сульфат натрію, селітра, миш'як, оксид марганцю);
- *відновлювачі* (кокс, тирса, вугілля, оксид олова);
- *прискорювачі* (фтористі сполуки, оксиди бору, барію);
- *барвники* (сполуки марганцю, кобальту, хрому, нікелю, міді, заліза);
- *освітлювачі* (селітра, оксид миш'яку, хлорид і сульфат натрію);
- *глушники* (сполуки фтору, фосфору, олова, сурми, цирконію).

**Технологія виготовлення скла** складається з таких операцій:

- підготовка сировини (дрібнення, розмелювання, сушіння);
- виготовлення шихти (дозування, змішування);
- скловаріння в печах при  $t = 1400\text{--}1450\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- формування виробів;
- термічна, механічна, хімічна обробка виробів.

Процес варіння скла умовно поділяється на п'ять етапів:

I. Силікатоутворення – утворюються силікати, шихта перетворюється на розплав з бульбашками газу при  $t = 800\text{--}1100\text{ }^\circ\text{C}$ ;

II. Склоутворення – скломаса стає однорідною при  $t = 1250\text{ }^\circ\text{C}$ ;

III. Освітлення } проходять одночасно при  $t = 1500\text{--}1600\text{ }^\circ\text{C}$ ;

IV. Гомогенізація } різко знижується в'язкість розплаву, виділяються газові бульбашки;

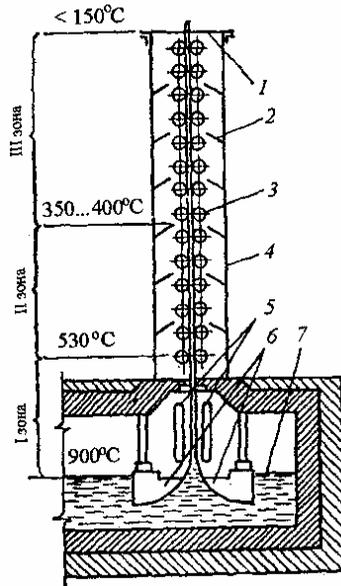
V. Охолодження –  $t = 300\text{--}400\text{ }^\circ\text{C}$ , скломаса набирає в'язкості, необхідної для формування виробів.

**Формування** виробів здійснюється різними методами формування: витяжка (рис. 5.1.1), прокатка, пресування, дуття, литво, способом плаваючої стрічки (флоат-спосіб, рис. 5.1.2).

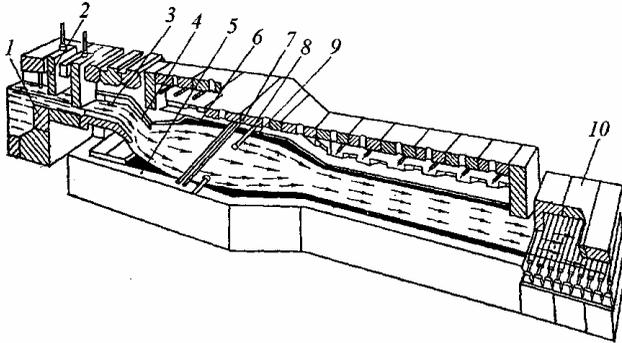
Скло у сформованому вигляді охолоджується нерівномірно, через що виникають термічні напруження, тому після формування потрібно виконати відпалювання за спеціальним рецептом.

**Властивості скла.** Скло прозоре, абсолютно щільне. Щільність будівельного скла – 2450–2550 кг/м<sup>3</sup>, теоретична міцність – 12000 МПа, але фактична міцність значно менша: на стиск – 500–2000 МПа, на розтяг – 35–100 МПа. Твердість звичайного скла за шкалою Мооса – 5–7, теплопровідність – 0,4–0,82 Вт/(м·К). Скло крихке, плавиться при температурі 1000 °С, кислотостійке (руйнує його тільки фтористоводнева, або плавикова кислота).

Світлопропускання – 84–87 %. Звичайне скло не пропускає інфрачервоні й ультрафіолетові промені.



**Рис. 5.1.1. Схема машини для вертикального витягування скла:**  
1 – відновлювальна площадка ; 2 – скати для видалення бою ; 3 – валки;  
4 – шахта машини; 5 – холодильники; 6 – човник; 7 – скломаса



**Рис. 5.1.2. Схема виготовлення полірованого скла з використанням флоат-способу:**

1 – канал вироблення; 2 – шибери; 3 – скломаса; 4 – зливний лоток; 5 – басейн для розплаву; 6 – олово; 7 – холодильник; 8 – бортоутримувальні ролики; 9 – графітові обмежувачі; 10 – випалювальна піч

## 5.2. ВИДИ ЛИСТОВОГО СКЛА

*Віконне листове скло* випускають для заповнення віконних і дверних рам, зенітних ліхтарів, вітражів 2; 2,5; 3; 4; 5; 6 мм завтовшки, розміром від 500×400 мм до 2200×1600 мм. Виготовляють способом витяжки.

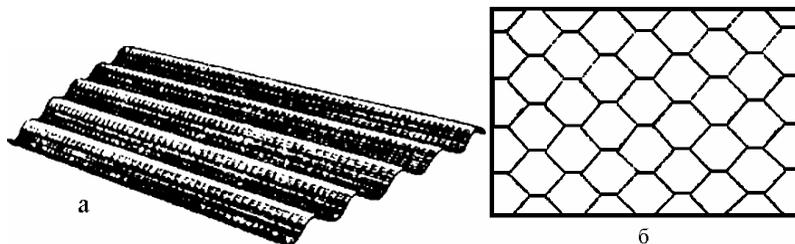
*Вітринне скло* випускають 5,5–10 мм завтовшки, розміром від 1380×1340 до 3500 × 4500 мм, всього 16 типорозмірів.

*Візерунчасте скло* виготовляють прокаткою у вигляді листів 3–6 мм завтовшки, розмірами від 400×600 до 1600×2200 мм. Має властивість світлорозсіювання, підвищену міцність на вигин, застосовується для скління дверей.

*Декоративне скло типу “мороз”* – різновид візерунчастого. Одну поверхню обробляють піскоструменем, а потім наносять клей і просушують: клей висихає, зменшується в об’ємі і відривається разом з тонкими лускатими плівками скла.

*Скло “метелиця”* виготовляють прокаткою. На поверхні його утворюється хвилеподібний неповторюваний візерунок з матовими ділянками у вигляді виступів. Товщина скла – 3–8 мм, максимальний розмір листа – 1500×1300 мм.

*Армоване скло* (рис. 5.2.1) виробляють способом безперервної прокатки з металевою сіткою всередині, діаметр дроту сітки 0,45–0,6 мм з вічками 12,5–25 мм. Випускають 5,5 і 6 мм завтовшки, 800–2000 завдовжки і 400–1600 мм завширшки. Міцність на стиск армованого скла – 600, на вигин – 40 МПа.



**Рис. 5.2.1. Армоване скло:**  
*а – хвильове, б – плоске*

*Загартоване скло* виготовляють термообробкою листового скла (нагрівання до  $t = 700\text{--}900\text{ }^{\circ}\text{C}$  і швидке охолодження у воді чи на повітрі), від чого міцність його на вигин збільшується у 5–6 разів.

*Тришарове скло (триплекс)* складається з двох листів віконного скла, міцно склеєних між собою полівінілбутиральною плівкою. Різновиди тришарового скла – стевіт, вітрасилк. Армоване, загартоване і тришарове скло об'єднують у групу безпечних видів листового скла і застосовують для скління дверних рам, облаштування прозорих дахів, прорізів, виготовлення дверних полотен.

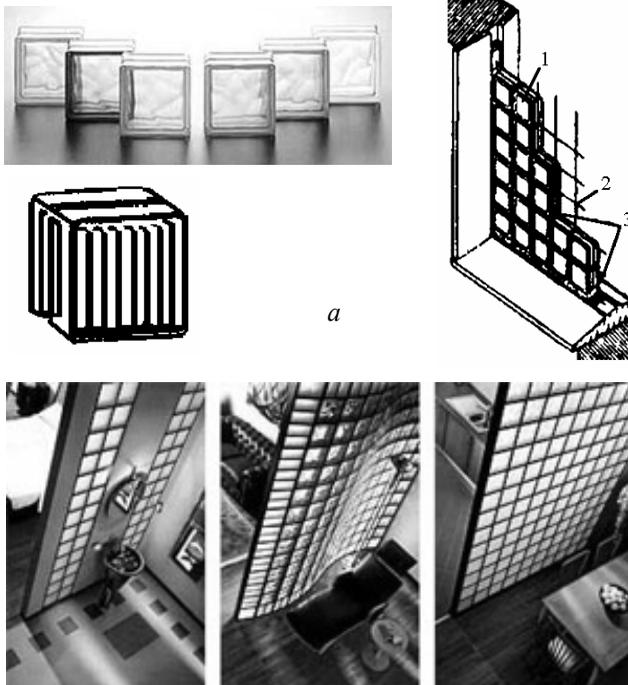
*Увіолове скло* здатне пропускати ультрафіолетові промені. Його виготовляють із скломаси, в якій оксидів заліза не більше 0,01%. Використовують для скління в медичних, дитячих, лікувальних закладах та оранжереях.

*Теплопровідне скло* має в своєму складі добавки, які поглинають інфрачервоні промені. Використовують у районах з жарким кліматом. Товщина – 3–6,5 мм, розміри – від 1600×1300 до 2000×1600 мм.

*Кольорове скло* випускають 3 і 4,5 мм завтовшки, 750 мм завширшки, 100 мм завдовжки для влаштування вітражів.

### 5.3. ВИРОБИ ЗІ СКЛА

Скляні блоки виготовляють пресуванням напівблоків і наступним зварюванням їх в єдиний блок. Склоблоки можуть бути квадратними (БК194/98; БК244/98), прямокутними (БП294/194/98), кутовими і радіальними (рис. 5.3.1). Світлопропускання – 50–65 %, теплопровідність – 0,46 Вт/(м·К), середня щільність – 800 кг/м<sup>3</sup>, міцність на стиск – 1,5–22 МПа. Блоки бувають безколірними чи забарвленими в різні кольори. Застосовують скляні блоки для кладки стін і перегородок та щоб заповнити світлопропускні зовнішні стінові прийоми.



*a*

*б*

**Рис.5.3.1. Пустотні блоки зі скла:**  
*a* – загальний вигляд; *б* – кладка із склоблоків:  
1 – склоблок; 2 – арматура; 3 – розчин

*Профільне скло (склопрофiліт)* – це будівельний довгомірний виріб швелерного, коробчастого (рис.5.3.2), таврового, напівкруглого, Z- та V-подібного профiлів. Виго­товляють безперервною прокаткою. Довжина швелерного склопрофiліту – до 5 м, висота – 250–500 мм (ШП-250, ШП-300, ШП- 500); довжина коробчастого склопрофiліту – до 7 м, висота – 250–300 мм (КП-250, КП-300). Склопрофiліт може бути безколірним або кольоровим. Застосовують для облаштування огорожень, перегородок, віконних ніш у промислових і сільсько-господарських будівлях.

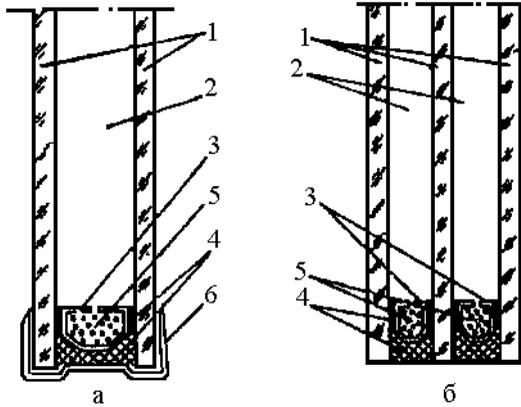
*Склопакети* виго­товляють дво- і тришаровими, глухими і такими, що відчиняються (рис. 5.3.3). Плоскі листи скла за периметром приклеюють спеціальними мастиками до металевої рамки так, щоб між ними утворилися герметичні порожнини. Довжина пакетів – 400–2950, ширина – 400–2650, товщина – до 46 мм. Товщина повітряних прошарків – 9, 12, 15 мм, а товщина скла – не менш як 3 мм. Склопакети забезпечують надійну повітро-, пило-, теплоізоляцію, ефективно і надійно заміняють дерев’яні віконні блоки.



**Рис.5.3.2. Профiльне скло:**  
*а – швелерного, б – коробчастого профiлів*

*Дверні полотна* виго­товляють із загартованого скла з обробленими кромками, отворами та вирізами для кріплення. Товщина полотен – 10, 12 і 15 мм, ширина – 700, 800, 900 і 1040 мм, висота – 2200, 2400 і 2600 мм. Міцність на стиск – 800–900 МПа, на вигин – 250 МПа.

*Труби скляні* застосовують для трубопроводів, якими транспортують агресивні рідини, гази, продукти харчування. Діаметр умовного проходу – 40–200 мм, довжина – 1500–3000 мм з інтервалом через 250 мм.



**Рис. 5.3.3. Конструкції склопакетів:**

*а* – двошарових (однокамерних); *б* – тришарових (двокамерних):

1 – скло; 2 – повітряні порожнини; 3 – металева рамка;

4 – герметик; 5 – осушувач; 6 – обкантировка

#### 5.4. МАТЕРІАЛИ ЗІ СКЛА ДЛЯ ОБЛИЦЮВАННЯ

*Стемаліт* і панелі на його основі широко застосовують для зовнішнього та внутрішнього облицювання в будівлях різного призначення. Це листове скло завтовшки 5,0–7,5 мм, одна поверхня якого покрита кольоровою силікатною фарбою. Міцність на стиск – 900 МПа, на вигин – 180–250 МПа. Розміри плит у плані – 400–3200 мм.

Залежно від способу термічної обробки розрізняють стемаліт загартований і відпалений.

Технологія виготовлення загартованого стемаліту полягає в тому, що листи скла з висушеним шаром фарби нагрівають до температури загартовування (620–650 °С) протягом 3–4 хв за умови постійного охолодження в струмені повітря.

Виготовлення відпаленого стемаліту від загартованого відрізняється лише тим, що замість загартовування відбувається відпалювання скла за спеціальним режимом.

Скло *марблїт* виготовляють забарвленим у масі (глушеним) у найрізноманітніші кольори: жовтий, молочний, кремовий, чорний,

---

---

сірий, зелений, рожевий тощо. Таке скло може бути й мармуро-подібним. Виготовляють його прокатуванням чи литтям завтовшки 5–12 мм і розміром 500×500 мм. Зовнішня поверхня може бути полірованою, візерунчастою, шорсткою чи вогненно-полірованою. Аби забезпечити зручність закріплення за допомогою розчинів, зворотний бік роблять з нарізкою чи рифленим.

*Скломармур* одержують змішуванням вихідного розплаву скла й забарвленого скла, однакового за хімічним складом з вихідним. Випускають у вигляді плит розмірами від 250×140 до 500×500 мм і завтовшки 8 і 10 мм.

*Сигран* – це склокристалічний матеріал, який виготовляють методом пресування скломаси у вигляді плиток. Поверхня сиграну імітує граніт. Лицьову поверхню плиток шліфують і полірують, а тильну – рифлять. Розміри плиток 300×300 і 300×150 мм, товщина – 15 мм.

Останнім часом освоєно випуск склокристалічного облицювального композиційного матеріалу: склокремнезиту і склокераміту.

*Склокремнезит* – це двошаровий матеріал; нижній шар є спеченою сумішшю безбарвних скляних гранул і кварцового піску, а верхній складається з розплавлених гранул кольорового скла. Структура склокремнезиту подібна до структури полірованих щільних гірських порід.

*Склокераміт* – це також двошаровий матеріал; його нижній шар (підкладка) складається з 75 % подрібненого склобою, 5 % кварцового піску й 20 % глини. Підкладку формують на пресах або у вигляді безперервної стрічки методом екструзії. Декоративний шар створюють посипаючи кольоровий склогранулят на поверхню відформованої підкладки. Підготовлені плитки відпалюють у роликкових тунельних печах, далі охолоджують й розрізують алмазними дисками на плитки заданих розмірів. Технологія склокераміту дає змогу утилізувати значну кількість склобою.

Розміри плиток 300×300 і 300×150 мм, товщина – 15 мм, поверхня плиток полірована, а тильна – грубошорстка.

Плитки застосовують для облицювання внутрішніх та зовнішніх стін будівель і споруд різного призначення, а також для покриття підлог.

*Облицювальну плитку* виготовляють з незабарвленого чи кольорового глушеного скла безперервним прокатуванням або пресуванням. Розміри плиток від 50×50 до 150×150 мм, товщина – 4; 5 і 6 мм. Лицьова поверхня плиток може бути полірованою чи матовою,



---

---

гладенькою чи з рельєфним рисунком, причому зворотний бік обов'язково роблять рельєфним.

*Емальовану плитку* виготовляють з відходів кольорового віконного чи візерунчастого скла, розрізуючи його на формати розмірами від 100×100 до 200×200 мм. Товщина плиток – 4; 5 і 6 мм. Після нанесення непрозорої емалі на одну поверхню плиток їх сушать, а потім відпалюють при температурі 700–800 °С. Під час відпалювання емаль оплавляється й спікається з поверхнею скла, утворюючи шар завтовшки 0,2–0,3 мм.

Скляна емальована плитка характеризується високою хімічною стійкістю й застосовується для облицювання приміщень з агресивними середовищами.

*Килимово-мозаїчні плитки* виготовлюють розмірами від 20×20 до 30×30 мм і завтовшки 3–5 мм з кольорової глушеної скломаси методом безперервного прокатування й пресування.

*Смальта* – це плоскі плитки неправильної форми з характерним кольором і зломом. Виготовляють смальту методом пресування чи лиття скломаси у форми, а також пресуванням напівсухих скляних порошоків. Розміри смальти: довжина – 130–150, ширина – 85–100, товщина – 5–20 мм.

Смальту застосовують для мозаїчних панно, картин, різних декоративних композицій на фасадах будинків тощо.

*Скляний дрібняк* застосовують для декоративного оздоблення фасадів, інтер'єрів будівель громадського призначення. Одержують його подрібнюючи глушене чи незабарвлене скло. Зерновий склад дрібняку 0,4–10,0 мм.

## **5.5. МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ ЗІ ШЛАКОВИХ РОЗПЛАВІВ. КАМ'ЯНЕ ЛИТВО**

У металургійних процесах поряд з металами утворюється технологічно супутній плавці шлаковий розплав, основою якого є оксиди. Металургійні шлаки переробляються у вогняно-рідкому та твердому стані на різноманітну продукцію будівельного призначення.

*Гранульований шлак* – це крупні штучні пористі піски з модулем крупності 2,5–3,5, які дістають із вогняно-рідких шлаків різким охолодженням водою. Застосовують як компонент під час виготовлення шлакопортландцементу, а також як тепло- і звукоізоляційну засипку.

---

---

*Шлакова пемза* – щєбєневоподібний пористий матеріал, виготовлений поризацією вогняно-рідкого шлакового розплаву, його охолодженням і подальшим дрібненням і сортуванням. Залежно від насипної щільності шлакову пемзу поділяють на марки 400–900. Міцність на стиск у циліндрі – 4,5 МПа. Застосовують як легкий заповнювач у бетонах.

*Шлаковата* – теплоізоляційний матеріал, який виготовляють дуттьовим або відцентровим формуванням і охолодженням волокон. Середня щільність шлаковати – 75–150 кг/м<sup>3</sup>.

*Щільний шлаковий щебінь* дістають дрібненням і сортуванням охолоджених відвальних шлаків. Застосовують як заповнювач у бетонах, а також використовують у дорожньому будівництві.

*Шлакове литво* – це каміння для мостіння доріг і підлог промислових споруд, плитки, плити, каміння для бордюру, тубінги, труби та фасонні вироби. Всі ці вироби мають високу стійкість до стирання у лужних середовищах, морській воді;  $\rho_m = 3000$  кг/м<sup>3</sup>,  $R_{ct} = 500$  МПа,  $R_{виг} = 50$  МПа.

*Литі кам'яні вироби* – не штучний силікатний матеріал, виготовлений розплавлюванням природних кам'яних матеріалів. Технологія виготовлення кам'яних литих виробів складається з таких операцій: підготовка сировини, розплав шихти, лиття в форми, охолодження (кристалізація), відпалювання. Середня щільність плавлених виробів – 2900–3000 кг/м<sup>3</sup>. Пористість закрита (до 2%), водопоглинання – до 0,22%. Мають підвищену морозостійкість (до 500 циклів), високу кислотостійкість (98,6–99,8%) та лугостійкість (до 91%), малу стираність (0,04–0,08 г/см<sup>2</sup>), високу термостійкість (до 900 °C);  $R_{ct} = 230$ –300,  $R_{виг} = 30$ –50,  $R_{роз} = 15$ –30 МПа.

*Ніздрюваті та волокнисті матеріали з кам'яного литва* мають дещо кращі властивості, ніж аналогічні матеріали й вироби зі шлаків, і широко застосовуються у будівництві та техніці.

*Базальтове волокно* з успіхом використовують як арматуру у виробках на мінеральних і органічних в'язучих речовинах без значних обмежень.

## 5.6. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ З МІНЕРАЛЬНИХ РОЗПЛАВІВ

**Ніздрювате скло.** FOAMGLAS (ФОАМГЛАС) – високо-ефективний утеплювач із ніздрюватого скла, виробництва американської фірми **Pittsburgh Corning Europe Corporation**, який на українському ринку пропонує фірма ООО “БАТ”. ФОАМГЛАС має

---

---

вигляд жорсткої, високоміцної плити з постійними фізичними якостями і коефіцієнтом термічного розширення близьким до сталі і бетону. Залежно від виду виробу щільність коливається від 105 до 165 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,037 Вт/мК, міцність на стиск до 160 т/м<sup>2</sup>. Ізоляція із ніздрюватого скла використовується в широкому діапазоні температур – від 260 °С до +730 °С.

Технічні характеристики матеріалу дозволяють використовувати його для різних систем утеплення фасадів: вентиляційних, під штукатурку. На сьогоднішній день матеріал є одним з найефективніших і довговічних утеплювачів.

Скляна мозаїка – плиточки зі скла розмірами 2 × 2 см і 1 × 1 см для створення інтер'єрних панно (рис. 5.7.1). Мозаїку відрізняють чудові експлуатаційні і естетичні властивості, велика гамма кольорів і відтінків.



*Рис. 5.7.1. Облицювання стін мозаїчними скляними плитками*

### Це цікаво

... Близько 1500 року до нашої ери єгиптяни робили власне скло. Для цього вони використовували суміш подрібненої кварцової гальки з піском. Вони також виявили, що якщо додати до цієї суміші

---

---

кобальт, мідь або марганець, то можна отримати скло блакитного, зеленого, пурпурного кольорів.

Після 1200 року до н.е. єгиптяни навчилися відливати скло у скляних формах.

... Великими умільцями з виготовлення скла були римляни, які першими почали робити тонке віконне скло. А на початку нової ери шибка вже стала предметом повсякденного побуту.

... Скло, що не б'ється, винайдено в Римі за 34 роки до нашої ери. Винахідник поплатився за це життям. Щоб секрет не став широко відомим, імператор Тиберій наказав відрубати винахіднику голову.

... Скло, яке можна скручувати в рулон, винайшов норвезький скламайстер, що жив в Осло. Рецептuru виготовлення цього дивовижного скла, як сповіщають газети, складає його професійний секрет.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. З яких сировинних матеріалів виготовляють скло?
2. Що таке листове скло, які його різновиди?
3. Назвіть безпечні види листового скла?
4. Які вироби зі скла застосовують у будівництві?
5. Які види скла можна використати для облицювання поверхонь?
6. Що таке ситали і шлакоситали?
7. Які основні властивості скла?
8. Які матеріали і вироби виготовляють на основі шлаку?

---

---

## ✍ ТЕСТИ

### 5.1. Сировина

***I. Яка основна сировина утворює каркас скла?***

1. Кальцинована сода;
2. Пісок;
3. Доломіт;
4. Каолін.

***II. Поясніть, яка із названої сировини прискорює процес варіння, знижує температуру плавлення.***

1. Кальцинована сода;
2. Пісок;
3. Крейда;
4. Каолін.

***III. Який матеріал утворює в склі основний оксид натрію розміром 71,6–72,5 %?***

1. Вапняк;
2. Пісок;
3. Сульфат натрію;
4. Мармур.

***IV. Який матеріал утворює оксид кальцію, що підвищує термічну стійкість скла?***

1. Вапняк;
2. Пісок;
3. Кальцинована сода.

***V. Обґрунтуйте, з якого матеріалу утворюється оксид алюмінію, що підвищує міцність скла?***

1. Пісок;
2. Доломіт;
3. Вапняк;
4. Глинозем.

***VI. За якої температури розпочинається процес силікатоутворення?***

1. 725°C;
2. 1150°C;
3. 1400°C.

---

---

***VII. Яка максимальна температура гомогенізації скломаси?***

1. 1150°C;
2. 400°C;
3. 1600°C;
4. 1725°C.

***VIII. Яким способом виготовлюють віконне листове скло?***

1. Способом витягування;
2. Прокатування;
3. Пресування;
4. Видування.

***IX. Способом безперервної прокатки виготовляють скло...***

1. Віконне листове;
2. Армування;
3. Вітринне.

***X. Скло, яке виготовляють з двох листів віконного скла і полівінілбутирольної плівки називають:***

1. Триплекс;
2. Загартоване;
3. Скло “мороз”.

## **5.2. Виробництво**

***I. Скло, в якого одна поверхня матова, одержана за допомогою обробки піскоструменем і покриття клеєм, називається:***

1. Скло “мороз”;
2. Скло “заметіль”;
3. Армоване скло.

***II. Скло, яке пропускає промені ультрафіолетового діапазону не менше 25 %, називається:***

1. Тепловбирне;
2. Увіолеве;
3. Вітринне;
4. Візерункове.

---

---

**III. Яку назву має скло, одна поверхня якого покрита кольоровою силікатною фарбою?**

1. Увіолеве;
2. Стемаліт;
3. Марбліт;
4. Сигран.

**IV. Як називається глушене скло, зафарбоване в масі?**

1. Марбліт;
2. Стемаліт;
3. Склокераміт.

**V. Двошаровий матеріал: нижній шар з подрібненого склобою, піску і глини, а верхній – кольоровий склогранулят, називається:**

1. Сигран;
2. Марбліт;
3. Склокераміт.

**VI. Виріб з 2-ох листів скла із скловолокнустою прокладкою, з'єднаних по периметру герметиком, називається:**

1. Склоблок;
2. Склопрофіліт;
3. Стевіт;
4. Марбліт.

**VII. Довгомірний скловиріб швелерного профілю називається:**

1. Склопрофіліт;
2. Стевіт;
3. Склоблок.

**VIII. Виріб з 2-ох листів, склеєних з металевою рамкою, торці яких оброблені герметиком, називається:**

1. Стевіт;
2. Склопакет;
3. Склоблок.

**IX. Скломатеріал, виготовлений кристалізацією скла, яка відбувається за формування або після відпалювання, називається:**

1. Склокераміт;
2. Марбліт;
3. Ситал.

---

---

***X. Методом пресування виготовляють:***

1. Скло віконне;
2. Смальту;
3. Склопакет.

**5.3. Властивості**

***I. Щільність будівельного скла становить:***

1. 1000–1500 кг/м<sup>3</sup>;
2. 2450–2550 кг/м<sup>3</sup>;
3. 550–1800 кг/м<sup>3</sup>;
4. 5450–5550 кг/м<sup>3</sup>.

***II. Твердість звичайного скла за шкалою Мооса:***

1. 5–7;
2. 3–4;
3. 7–9;
4. 1–2.

***III. Перерахуйте основні властивості звичайного скла:***

1. Прозоре;
2. Непрозоре;
3. Крихке;
4. Пластичне;
5. Кислотостійке;
6. Морозостійке.

***IV. Світлопропускання звичайного скла:***

1. 14–45 %;
2. 95–100 %;
3. 54–70 %;
4. 84–87 %.

***V. Теплопровідність звичайного скла, Вт/(м·К):***

1. 0,4–0,82;
2. 0,23–0,4;
3. 0,82–0,94;
4. 0,36–0,39.



---

---

***VI. Шлаковата має середню щільність:***

1. 10–50 кг/м<sup>3</sup>;
2. 150–200 кг/м<sup>3</sup>;
3. 50–75 кг/м<sup>3</sup>;
4. 75–150 кг/м<sup>3</sup>.

***VII. Вироби з кам'яного литва мають середню щільність в кг/м<sup>3</sup>:***

1. 2600–2800;
2. 2900–3000;
3. 1600–1900;
4. 2200–2500.

***VIII. Міцність шлакоситалів на стиск може бути в межах...***

1. 300–600 МПа;
2. 90–200 МПа;
3. 700–1000 МПа;
4. 10–100 МПа.

***IX. Увіюлеве скло пропускає 45–75 %...***

1. Інфрачервоних променів;
2. Ультрафіолетових променів;
3. Рентгенівських променів.

***X. Вироби зі шлакового литва мають міцність на стиск:***

1. 1000 МПа;
2. 100 МПа;
3. 50 МПа;
4. 500 МПа.

#### **5.4. Розміри**

***I. Назвіть мінімальну товщину листового віконного скла:***

1. 6 мм;
2. 2 мм;
3. 10 мм;
4. 4 мм.

---

---

**II. Яка мінімальна товщина вітринного скла?**

1. 5,5 мм;
2. 10 мм;
3. 4 мм.

**III. Плоскі плитки з глушеного скла площею 1–2 см<sup>2</sup>, товщиною 5–20 мм, називаються:**

1. Смальта;
2. Мозаїчні плитки;
3. Марблінт.

**IV. Емальована плитка з кольорового скла має розміри:**

1. 50 × 50 мм;
2. 200 × 200 мм;
3. 20 × 20 мм.

**V. Товщина облицювальних скляних плиток може бути:**

1. 4 мм;
2. 2 мм;
3. 8 мм;
4. 10 мм.

**VI. Назвіть розміри склоблоків:**

1. 194 × 194 × 98 мм;
2. 400 × 400 × 46 мм;
3. 294 × 400 × 75 мм.

**VII. Середня густина скла віконного:**

1. 2450 кг/м<sup>3</sup>;
2. 800 кг/м<sup>3</sup>;
3. 1250 кг/м<sup>3</sup>.

**VIII. Якою може бути фактична міцність при стиску для скла?**

1. 2000 МПа;
2. 20000 МПа;
3. 200 МПа.

---

---

***IX. Яких розмірів випускають склопакети?***

1.  $244 \times 244 \times 75$  мм;
2.  $400 \times 400 \times 46$  мм;
3.  $2950 \times 3950 \times 12$  мм.

***X. Профільне скло швелерного перерізу випускають завда-  
жки:***

1. До 5 м;
2. До 7 м;
3. До 2 м.

### **5.5. Застосування**

***I. Поміркуйте, які вироби зі скла можна застосовувати для світлопрозорої перегородки у спортзалі?***

1. Скло “мороз”;
2. Склоблоки;
3. Марблінг.

***II. Для скління вікон житлового будинку застосовується:***

1. Марблінг;
2. Склопрофіліт;
3. Листове скло.

***III. Виберіть вид скла для скління вікон у лікарні:***

1. Марблінг;
2. Склопакет;
3. Увіолеве скло.

***IV. Для виготовлення художніх вітражів застосовується такий вид скляних виробів:***

1. Емальовані плитки;
2. Смальта;
3. Увіолеве скло.

***V. Для влаштування перегородок можна застосовувати:***

1. Листове скло;
2. Склопакети;
3. Профільне скло.

---

---

***VI. Для оздоблення фасадів будинків застосовують:***

1. Марблінг;
2. Вітринне скло;
3. Склоблоки.

***VII. Армоване скло можна застосовувати для скління:***

1. Вікон у житловому будинку;
2. Для облицювання стін;
3. Для скління великих прорізів.

***VIII. Для облицювання приміщення з агресивним середовищем застосовують:***

1. Емальовану скляну плитку;
2. Листове скло;
3. Склоблоки.

***IX. Який матеріал можна застосувати для покриття підлог у цеху з агресивним середовищем?***

1. Смальту;
2. Ситал;
3. Склоблоки.

***X. Підберіть найдоцільніший матеріал для виготовлення дверей у торговому павільйоні:***

1. Візерунчасте скло;
2. Вітринне скло;
3. Загартоване скло;
4. Склоблоки.

---

---

## 6. МЕТАЛИ В БУДІВНИЦТВІ

### 6.1. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТАЛІВ. ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ЧАВУНУ І СТАЛІ

Метали широко застосовують у різних галузях народного господарства, зокрема в будівництві. Вони мають низку цінних властивостей (високі міцність та коефіцієнт конструктивної якості, пластичність під час обробки), але поряд з цим і недоліки (високу електро- і теплопровідність, здатність до корозії, істотні деформації при високих температурах).

Виробництво і обробка металів виникли дуже давно і протягом століть безперервно вдосконалювались.

Метали поділяють на чорні й кольорові. Чорні метали – це залізо і сплави на його основі: чавун і сталь (сплави заліза з вуглецем і домішками кремнію, сірки, фосфору, марганцю в сумі до 1 %). Чавун містить вуглецю 2–4 %. Сталь – до 2 %. Кольорові метали – мідь, алюміній, цинк, нікель, хром та ін.; у будівництві застосовують частіше сплави на основі кольорових металів.

Чавун виплавляють у доменних печах (рис. 6.1.1) із залізних руд. Паливом є кокс, до якого додають плавні для зниження температури плавлення залізних руд.

У процесі доменної плавки дістають до 90 % переробного (білого) чавуну, який використовують для виробництва сталі, та 8–15 % ливарного (сірого) чавуну, з якого виробляють чавунні відливки.

Феросплави (до 3 % виплавку чавуну), що мають підвищений вміст марганцю та кремнію, використовують під час виробництва сталі.

Процес виробництва сталі полягає в зменшенні вмісту у чавуні домішок вуглецю, кремнію, марганцю, фосфору й сірки. Домішки в процесі виплавки сталі згоряють або переходять у шлак. Сировиною для виплавки сталі є переробні чавуни, сталевий брухт, феросплави, флюси, залізна руда, розкислювачі.

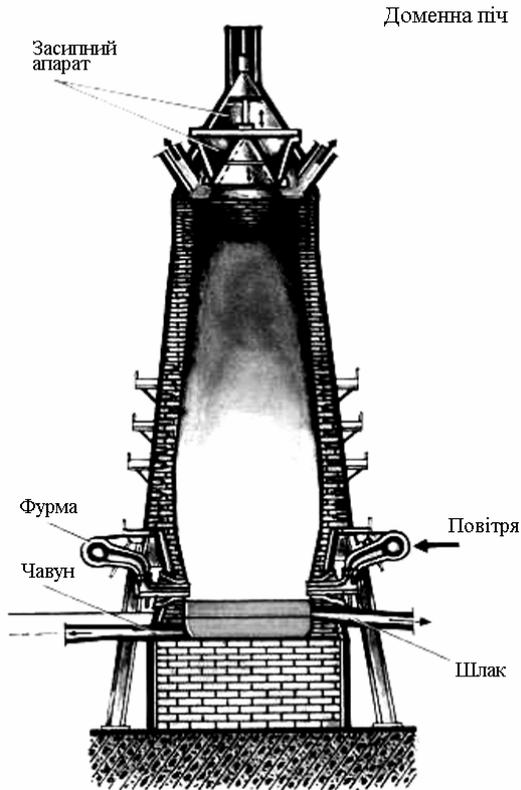
Основні способи виплавки сталі – мартенівський, конверторний, електроплавильний (рис. 6.1.2).

---

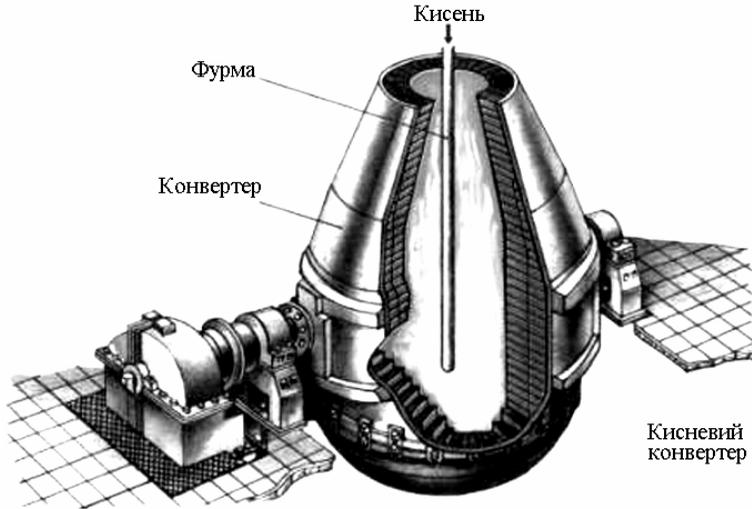
---

## 6.2. ВИДИ І МАРКИ ЧАВУНУ. ВИРОБИ З ЧАВУНУ

У процесі доменної плавки можна одержати переробний (білий) чавун у кількості до 90 %, який використовують в основному для виробництва сталі, ливарний (сірий) чавун – 8–15 %, з якого виробляють чавунні відливки, феросплави (до 3%) з підвищеним вмістом марганцю та кремнію, які використовують як добавки під час виробництва сталі.



*Рис. 6.1.1. Доменна піч*



*Рис. 6.1.2. Конвертер для виплавки сталі*

Основною структурною складовою білих чавунів є крихкий твердий цементит. Їх майже не застосовують у будівництві через велику твердість і крихкість, а переробляють на сталь та сірі чавуни.

Сірі чавуни поділяються на власне сірі, високоміцні, леговані й ковкі.

Власне сірі чавуни одержують уведенням у плавку речовин, які сприяють розпаду цементиту з виділенням вуглецю у вигляді графіту:  $\text{Fe}_3\text{S} \rightarrow 3\text{Fe} + \text{C}$ . Чим більше введено в плавку кремнію (майже 5 %), тим більша кількість цементиту розпадається, що призводить до утворення пластичної феритної основи чавуну. При зменшенні вмісту кремнію не весь цементит, що входить до складу перліту, розпадається, і тоді структура буде феритно-перлітовою з включенням графіту. З сірих чавунів виготовляють елементи будівельних конструкцій, зокрема й таких відповідальних, як опорні частини залізобетонних балок, ферм, тунелі метрополітену, башмаки під колони тощо.

### 6.3. ВИДИ І МАРКИ СТАЛІ

Сталі за хімічним складом поділяють на вуглецеві й леговані. За вмістом вуглецю розрізняють сталі високовуглецеві з вмістом вуглецю більш ніж 0,65 %, середньовуглецеві – 0,25–0,60 % і

низьковуглецеві – до 0,25 %. Чим більше вуглецю в сталі, тим більші міцність, твердість, стійкість проти спрацювання, але менші пластичність і в'язкість.

Марки вуглецевої сталі звичайної якості позначають літерами Ст і цифрами 0–6 (табл. 6.3.1). Із збільшенням номера сталі підвищуються вміст вуглецю, міцність, твердість, але знижується пластичність.

Таблиця 6.3.1

### Механічні властивості сталей звичайної якості

Марка сталі	Границя міцності на розтяг, МПа	Границя текучості, МПа	Відносне видовження, %
Ст0	Не менше ніж 310	–	20–23
Ст1	320–420	–	31–34
Ст2	340–440	200–230	29–32
Ст3	380–490	210–250	23–26
Ст4	420–540	240–270	21–24
Ст5	460–600	260–290	17–20
Ст6	Не менше ніж 600	300–320	12–15

У марках сталей великими літерами позначено групи, за якими постачають сталь: А – за механічними властивостями, Б – за хімічним складом, В – за механічними властивостями і хімічним складом. Малі літери показують додаткові індекси: сп – спокійна сталь (повністю розкислена) пс – напівспокійна, кп – кипляча, малорозкислена. Спокійна сталь більш якісна, але дорожча за киплячу; кипляча легко обробляється.

Якісна *конструкційна* сталь позначається двозначними цифрами, які показують вміст вуглецю у сотих частках процента: 05кп, 08кп, 08сп, 10кп–70.

*Інструментальні вуглецеві* сталі мають марки У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13, а якщо вони високоякісні, то додається літера А: У7А, У8А тощо.

У вуглецевих сталях домішки марганцю у кількості 0,25–0,90 % підвищують міцність, домішки кремнію до 0,35 % не впливають на властивості сталі; фосфор і сірка роблять сталь крихкою, знижують міцність і корозійну стійкість, тому вміст їх не повинен перевищувати 0,05–0,07 %. Найпоширеніші в будівництві сталі марок Ст3 і Ст5 звичайної якості.



---

---

*Легованими* називають сталі, до яких додають легуючі елементи, що змінюють структуру і властивості сталей. Леговані сталі поділяють на низьколеговані з вмістом легуючих елементів до 2,5 %, середньолеговані – 2,5–10 % та високолеговані, які мають понад 10 % таких елементів.

Для будівельних конструкцій застосовують низьколеговані сталі, марки яких позначають літерами і цифрами. Літери вказують наявність легуючих домішок: С – кремній, Г – марганець, Н – нікель, Х – хром, Ю – алюміній, М – молібден, В – вольфрам, Р – бор, Т – титан, Ф – ванадій, Ц – цирконій, Д – мідь, К – кобальт, П – фосфор. Перші цифри перед літерами показують середній вміст вуглецю у сотих частках процента; цифри, що стоять за літерами, – вміст легуючих елементів у процентах. Якщо вміст елемента менше 1 %, то цифри за літерою не наводять.

#### 6.4. ВЛАСТИВОСТІ СТАЛЕЙ

Основні фізичні властивості сталей:  $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ , температура плавлення залежить від вмісту вуглецю (температура плавлення заліза  $1535 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Механічні властивості сталей визначають випробуванням зразків на розтяг. Зразок циліндричної форми має діаметр перерізу 10 або 15 мм і довжину, що дорівнює 10 діаметрам. Під час розтягування зразка машина записує діаграму розтягу, де вздовж вертикальної осі відкладаємо навантаження, а вздовж горизонтальної – збільшення довжини зразка (рис. 6.4.1). Напруження, при якому виникає текучість сталі, тобто зразок дістає деформації, яка залишається після зняття навантаження, називається границею текучості  $\sigma_{\text{тек}}$ . Під час подальшого збільшення навантаження зразок розривається; це максимальне напруження в зразку називають границею міцності сталі  $\sigma_{\text{роз}}$ :

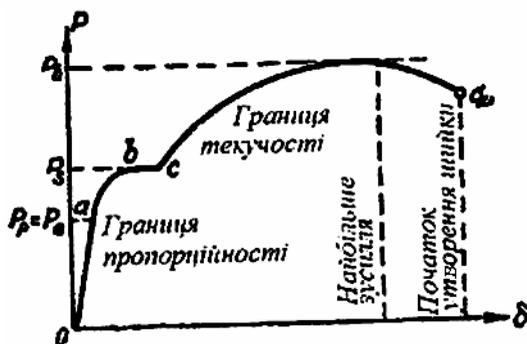
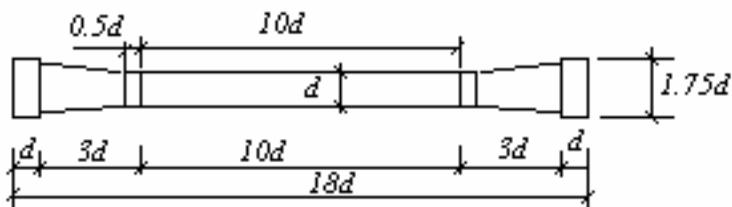
$$\sigma_{\text{роз}} = \frac{P_{\text{роз}}}{S},$$

де  $P_{\text{роз}}$  – найбільше навантаження, Н;

$S$  – площа поперечного перерізу зразка,  $\text{мм}^2$ ;

$$\sigma_{\text{тек}} = \frac{P_{\text{тек}}}{S},$$

де  $P_{\text{тек}}$  – навантаження, яке відповідає моменту текучості.



**Рис. 6.4.1. Випробування сталі:**  
*a* – зразок для випробування сталі;  
*б* – діаграма розтягу сталі

Відносне видовження зразка, яке характеризує пластичність сталі, визначають за формулою, %.

$$\delta = (\ell_1 - \ell_0) / \ell_0 \cdot 100\%,$$

де  $\ell_0$  – розрахункова довжина сталі зразка (початкова), мм;

$\ell_1$  – довжина зразка після розриву, мм.

Характер діаграм розтягу сталей залежить від вмісту вуглецю (рис. 6.4.2). Крім розтягу, до механічних властивостей належать міцність на стиск, згин, кручення, ударна в'язкість, твердість, втомленість, повзучість. За механічними властивостями визначають марки сталей.

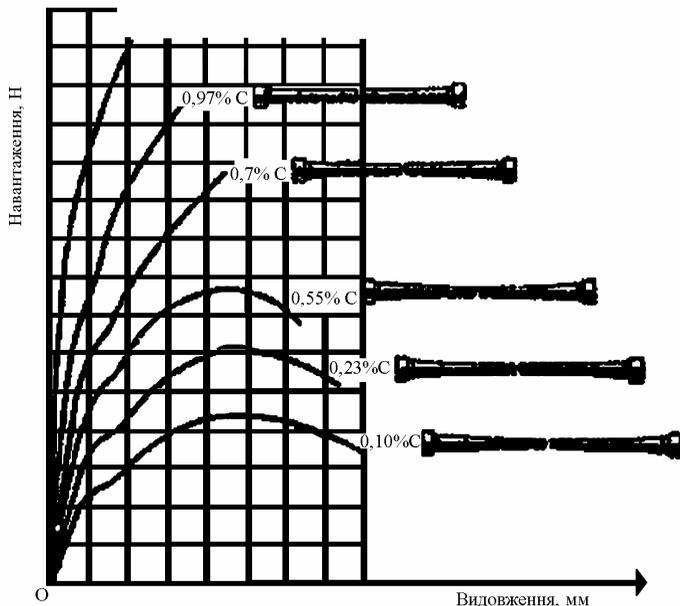


Рис. 6.4.2. Діаграми розтягу сталей з різним вмістом вуглецю

## 6.5. КОРОЗИЯ МЕТАЛІВ І ЗАХИСТ ВІД НЕЇ

*Корозія* – це хімічне або електрохімічне руйнування металу під дією навколишнього середовища. У результаті корозії щорічно втрачається 10–12 % вироблених металів. Для захисту від корозії застосовують різні методи. Основні з них – це покриття лакофарбове, неметалевими плівками, металевими корозійностійкими плівками та введення в метал легуючих елементів.

Найпоширеніший у будівництві метод – це нанесення *лакофарбових покриттів*. На підготовлений, очищений і висушений метал наносять нафтовий, кам'яновугільний чи синтетичний лаки, нітроемалі, фарби на основі масел. Плівка, яка утворюється при цьому, ізолює метал від зовнішнього середовища.

*Неметалеві покриття* – це емальовання, покриття склом, цементним, клейовим розчином, пластиком, мінеральними та органічними плитками тощо.

---

---

*Металеві покриття* наносять на метали гальванічним методом (електролітичним осадженням з розчинів солей металів утворюється тонкий шар металу), гарячим методом (у ванну з розплавленим захисним металом занурюють виріб), металізацією (нанесення за допомогою стисненого повітря тонкого шару розплавленого металу на поверхню виробу), хіміко-термічною обробкою та легуванням.

## 6.6. ТЕРМІЧНА ОБРОБКА СТАЛІ

Для термічної обробки сталі застосовують відпалювання, загартування, відпускання і нормалізацію.

*Загартування* полягає в нагріванні сталі до температури на 30–50 °С вище критичної (температура, за якої змінюється кристалічна решітка сплаву) і швидкому охолодженні у воді та маслі. Мета загартування – підвищити міцність, твердість.

*Відпускання* загартованої сталі полягає в нагріванні сталі до температури нижче критичної, витримуванні при цій температурі і дальшому повільному охолодженні. Відпускання зменшує внутрішні напруження, твердість і крихкість, підвищує пластичність.

*Відпалювання* – нагрівання сталі до температури вище критичної на 20–30 °С, витримування її при цій температурі і дуже повільне охолодження в печі під шаром піску чи шлаку. Мета – зниження твердості, підвищення пластичності і в'язкості, поліпшення оброблюваності.

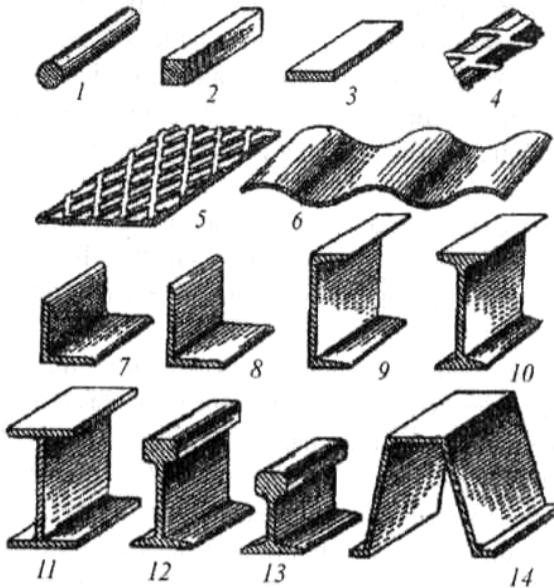
*Нормалізація* – нагрівання сталі до температури на 30–50 °С вище критичної, витримування при цій температурі і охолодження на повітрі для підвищення твердості і міцності за нижчої пластичності, ніж після відпалювання.

Для того, щоб змінити властивості поверхні виробу, використовують хіміко-термічну обробку, яка полягає у зміні хімічного складу сталі на поверхні металу нагріванням у середовищі, яке збагачене різними елементами. До хіміко-термічної обробки належать цементація, азотування, алітування, хромування тощо.

## 6.7. ВИРОБИ ЗІ СТАЛЕЙ

Сталеві вироби виготовляють із злитків. Відомі такі способи обробки сталевих злитків під тиском: прокатка, пресування, волочіння, штампування, кування.

Найпоширеніший спосіб виготовлення профільних виробів – прокатка. Номенклатура прокатних профілів дуже широка (рис. 6.7.1).



**Рис. 6.7.1. Прокатні вироби зі сталі різного профілю:**

- 1 – кругла; 2 – квадратна; 3 – штабова; 4 – періодичного профілю;  
5 – рифлена; 6 – хвильова; 7 – кутикова рівнобока; 8 – кутикова нерівнобока;  
9 – швелер; 10 – двотавр; 11 – двотавр зварний; 12 – рейки кранові;  
13 – рейки залізничні; 14 – шпунтова паля

*Кутові профілі* (рівнобокі та нерівнобокі) випускають із шириною полочки 10–250 мм.

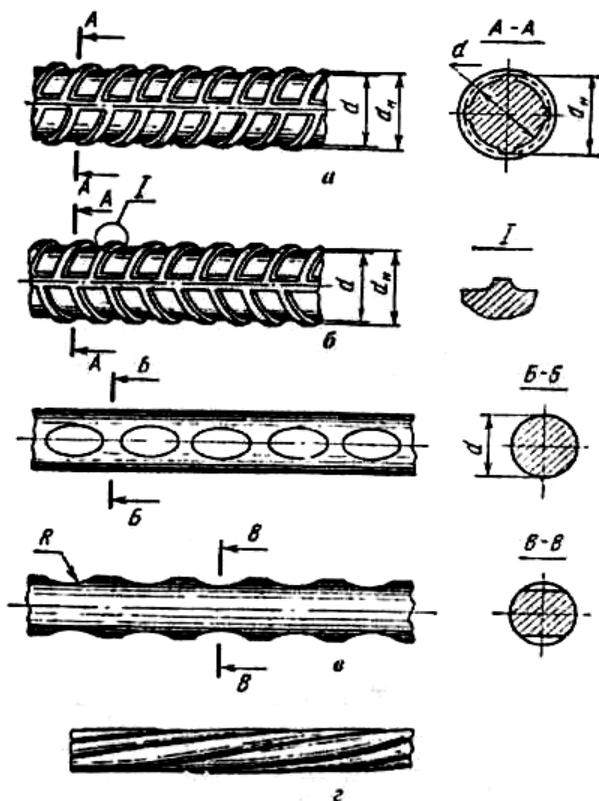
*Швелери* мають висоту профілю 50–400 мм, за якою встановлюють номер швелера (5–40).

*Двотаври* мають також номер, що відповідає висоті його профілю (10–100).

*Листову сталь* залежно від товщини листів розподіляють на товстолистову (4–160 мм), тонколистову (0,2–4 мм), універсальну широкополицеву (4–60 мм), рулонну та рифлену.

*Тонколистова сталь* (ДСТУ 3360-96, ДСТУ Б В.2.7-58-97) має вигляд листів шириною 8500 мм та довжиною до 12 м. Найширше у будівництві використовують сталеві листи завтовшки до 40 мм. Листи

тонколистової сталі мають довжину до 4 м, ширину – 600–1400 мм. Її застосовують під час виготовлення гнутих тонкостінних профілів та профільованого настилу.



**Рис. 6.7.2. Арматура:**  
 а – класу А-II (А 200 С), б – класу А-III (А 400 С, А 500 С),  
 в – періодичного профілю (ВР), з – канат

Листова покрівельна сталь має товщину 0,5–2 мм, ширину 510–1500 мм.

Труби випускають діаметром 8–1620 мм.

Гнуті профілі використовують для виготовлення ферм, стінових панелей та для перекриттів, вітражів.

*Круглу сталь* (рис. 6.7.2) використовують для виготовлення арматури залізобетонних виробів. Арматурну сталь класифікують залежно від способу виготовлення на стержньову гарячекатану (А) і холоднотянуту дровову (В). За профілем арматура буває круглою гладкою або періодичного профілю. Щоб підвищити механічні властивості, арматуру зміцнюють термічною обробкою (індекс “Т”) або витягуванням (індекс “В”).

За механічними властивостями арматуру поділяють на класи: А-I, А-II, А-III, А-IV та ін. Властивості арматурної сталі наведені в таблиці 6.7.1.

**Ефективні вироби металопрокату.** Економічність сортименту прокатного профілю залежить в основному від його матеріалоемності, оскільки в загальній вартості профілю вартість матеріалу становить 80–90 %. При цьому ефективність профілів прокату залежить від збільшення параметра, який характеризує відношення висоти профілю до товщини його стінки.

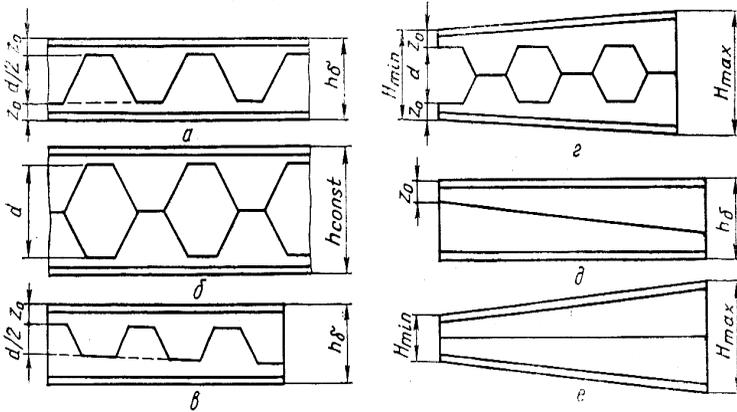
Таблиця 6.7.1

### Механічні властивості арматури

Клас арматури	Діаметр стержнів, мм	Марка сталі	Границя міцності на розтяг, МПа	Границі текучості, МПа	Відносне видовження, %
А I	6–40	Ст3кп Ст3	375	235	28
А II	8–80	Ст3пс Ст5, 18Г2С	490	295	19
А III	6–40	25Г2С 18Г2С	590	390	14
А IV	10–32	20ХГ2С 20ХГ2Ц	885	590	8
А V	10–32	23Х2 Г2Т	1030	785	7
А VI	10–32	20Х2Г2СР 22Х2Г2АЮ	1225	980	6

Застосування розвинених двутаврів із прокатних профілів дозволяє максимально збільшити висоту двутавра за мінімально допустимої товщини стінки за умови зберігання стійкості і тим самим раціонально розподілити матеріал у рамках попереднього розрізу профілю.

Розвинений двутавр (рис. 6.7.3) утворюється шляхом різання його стінки по полігональній лінії з наступним розсуванням, змішуванням на один зуб і зварюванням встик по виступальним кромкам розрізаної стінки.

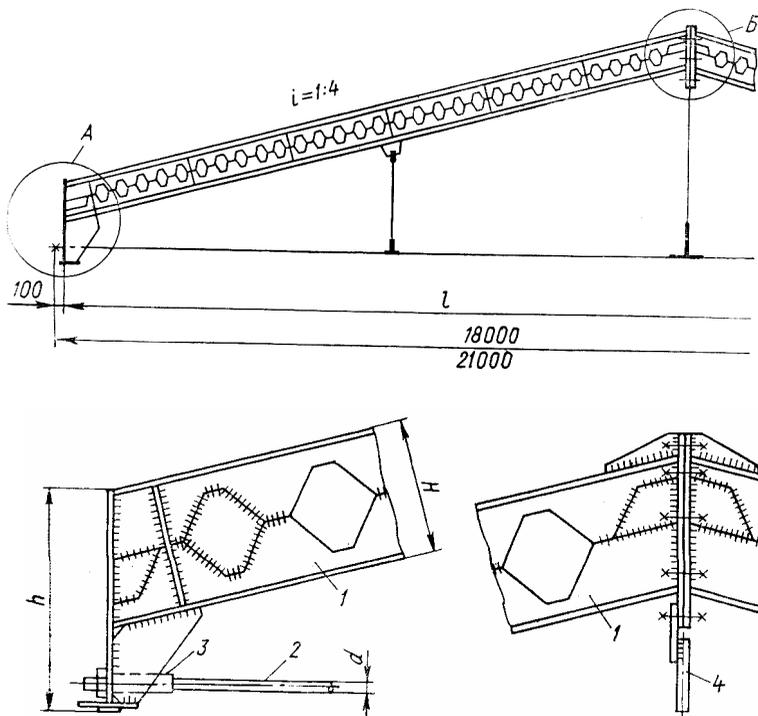


**Рис. 6.7.3. Схема утворення розвинених двутаврів із прокатних балок:**  
*a, в, д – вихідні; б, з – розвинені з стінкою відповідно постійної і перемінної висоти; е – розвинений із суцільною стінкою перемінної висоти*

Термін “розвинений двутавр” найточніше характеризує принцип утворення подібних елементів, у яких висота розрізу розвивається (збільшується) по відношенню до початкового профілю.

Із розвинених двутаврів виготовляють різноманітні конструкції, такі як ферми, арки (рис. 6.7.4), рами та ін.





**Рис. 6.7.4. Трикутна арка із розвинених двутаврів:**

1 – розвинений двутавр; 2 – затяжка;  
3 – перехідник; 4 – підвіска

## 6.8. СТАЛІВІ КОНСТРУКЦІЇ

Із сталей виготовляють несучі сталеві конструкції (ферми, арки та рами з розвинених двутаврів, балки підкранові, колони), огорожувальні конструкції (панелі перекриття і стінові).

Ферми прольотом 12, 18, 21 м виготовляють із труб і кутових профілів.

Арки і рами прольотами 18, 21 м виконують із розвинених двутаврів.

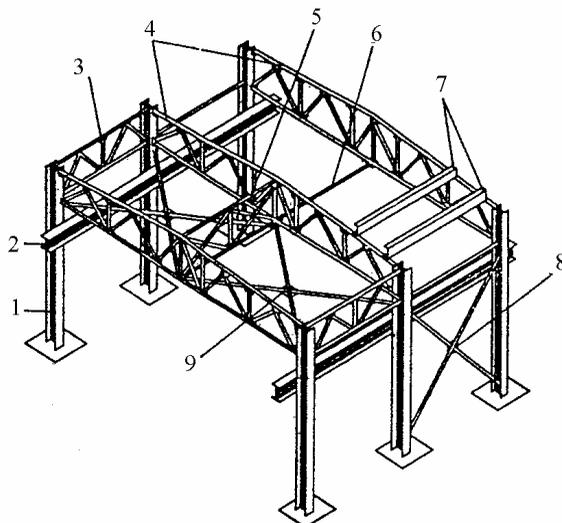
Підкранові балки мають довжину 6–36 м.

Висота колон – 9,6–18 м.

---

---

Для покриттів будинків виготовляють двошарові панелі зі сталевго листа і поліуретанового або фенольного пінопласту. Товщина таких панелей – 30–80 мм. Тришарові панелі з обшивками із листів профільного металу з утеплювачем із пінопластів для стін мають товщину 50–160 мм і довжину до 3,6 м.



**Рис. 6.8.1. Елементи сталевго каркаса:**

*1 – колони; 2 – підкранові балки; 3 – вертикальні зв'язки між фермами; 4 – кроквяні ферми; 5 – вертикальні зв'язки; 6 – розтяжки; 7 – прогоны; 8 – вертикальні хрестові зв'язки (між колонами); 9 – горизонтальні хрестові зв'язки (на рівні нижнього пояса ферм)*

## **6.9. КОЛЬОРОВІ МЕТАЛИ ТА ЇХНІ СПЛАВИ**

У будівництві в основному використовують сплави алюмінію, міді, цинку, олова, свинцю, марганцю.

*Алюміній* – легкий метал, який має низьку міцність, малу щільність ( $2700 \text{ кг/м}^3$ ), високу стійкість до корозії, високу пластичність, відносно низьку температуру плавлення ( $657^\circ\text{C}$ ). У чистому вигляді у будівництві застосовують як фольгу, порошок для

---

---

фарб і газоутворювачів. Частіше використовують сплави алюмінію, які мають вищий коефіцієнт конструктивної жкості та інші переваги перед чистим алюмінієм: алюмінієво-марганцеві (АМгц), алюмінієво-магнієві (АМг), дюралюміній (сплав алюмінію з міддю, кремнієм, марганцем, магнієм –АД), силумін (сплав алюмінію з кремнієм); альвіль (ті самі метали, що і в дюралюмінії, але в інших співвідношеннях). Із алюмінієвих сплавів виготовляють різні типи прокату: кутики, двутаври, листи, труби, тавр, швелер та ін.

Листи з таких сплавів мають товщину 0,5–10, ширину 400–2000, довжину 2000–7000 мм. Розміри кутиків – 12–140 мм, висота тавра – 20–220 мм, двутавра – 30–86 мм. Із алюмінієвих сплавів виготовляють легкі стінові панелі з утеплювачем, що знаходяться між двома тонкими алюмінієвими листками. Товщина таких панелей – 150 і 180 мм, ширина – 1100–1800, довжина – 3500–12000 мм. Для покриттів застосовують панелі 1500–3000 мм завширшки, 6000 і 12000 мм завдовжки. Із алюмінієвих сплавів виробляють підвісні стелі, панелі перегородок, несучі конструкції у вигляді оболонки складної кривизни, збірно-розбірні легкі конструкції для вітрин, віконних рам, огорожень балконів тощо.

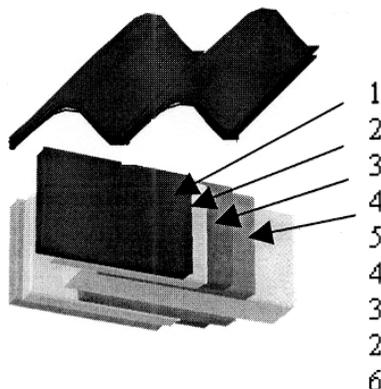
*Мідь* – м'який, пластичний метал червоного кольору щільністю 8900 кг/м<sup>3</sup>, температура плавлення – 1083 °С, границя міцності на розтяг – 180–240 МПа, має високу теплопровідність і пластичність, стійкий проти корозії.

*Латунь* – сплав міді з цинком – має високі механічні властивості, корозійностійкий, добре обробляється. Використовують у вигляді листів, прутків, дроту, труб. Сплав міді з оловом, алюмінієм, марганцем або нікелем називається *бронзою*. Із бронзи виготовляють санітарно-технічну арматуру, різні фасонні елементи, фурнітуру.

*Цинк* – метал синювато-білого кольору, добре обробляється, корозійно- та рентгеностійкий. Використовується для захисту чорних металів.

## 6.10. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ З МЕТАЛІВ

**Металочерепиця** – повна імітація зовнішнього вигляду натуральної черепиці, виготовлена зі сталюого оцинкованого або алюмінієвого листа, попередньо пасивірованого, заґрунтованого і покритого пластиком (рис. 6.10.1). Різноманітні форми, розміри, кольори. Срок служби до 50 років. Металочерепиця має захисне покриття за ТУ 23244621001-98.



**Рис. 6.10.1. Металочерепиця. Склад:**

*1 – поліестер або матовий поліестер; 2 – ґрунтовка;  
3 – пасивація; 4 – цинк 275 мг/м<sup>2</sup>; 5 – сталевий або  
алюмінієвий лист; 6 – нижній шар покриття*

Покрівля Rannila – це продукція, яка виготовлена з найкращої фінської сталі. Покрівля Rannila дуже легка, практична і проста в експлуатації. Кольорова гама покрівель Rannila налічує 24 кольори. Металочерепиця Monterrey – найвідоміший і популярний профіль Rannila. Невелика висота хвилі Monterrey надає покрівлі спокійного вигляду. Металочерепиця Cascade випускається тільки з захисним полімерним покриттям Pural.

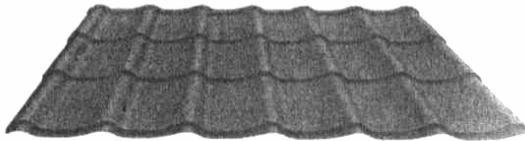
Алюмінієві композитні панелі й касети (рис. 6.10.3) відносно нові для українського ринку, хоча використовуються вони з кінця 60 – початку 70-х років. Матеріал має вигляд сандвічу з двох попередньо пофарбованих алюмінієвих листів товщиною від 0,2 до 0,5 мм з пластиковим або негорючим мінеральним прошарком. Композитні матеріали характеризуються корозійною витримкою, механічною міцністю, однорідністю покриття, технологічністю. Матеріали виготовляють у вигляді неперервної стрічки, що дозволяє відрізати листи потрібного розміру. Загальна товщина листа – від 3 до 6 мм, максимальна ширина – 1600 мм, максимальна довжина – 7000 мм. В якості полімерного покриття застосовують поліефірний лак, PVDF і флюорокарбонні покриття. Проте для фасадних касет використовують листи товщиною не менше 4 мм.



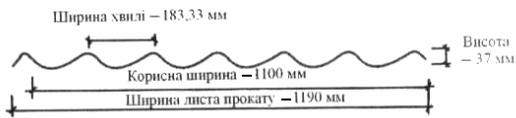
а



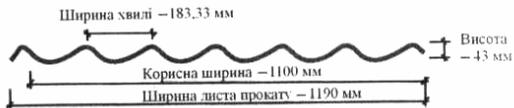
б



Розміри:



Розміри:



в

**Рис. 6.10.2. Металочерепиця:**

*а – застосування, б – загальний вигляд, в – металочерепиця з різним профілем хвилі: класичний, престижний*

---

---

В українському ринку представлені композитні матеріали таких фірм і марок: **ALUCOBOND**, **ALUZINGEN** (Швейцарія), **REYNOBOND** (США), **DIBOND** (Німеччина), **ETALBOND** (Греція), **HOWSOLPAN** (Південна Корея).

Досить широко для облицювання виробничих і складських приміщень використовують профільований лист із оцинкованої сталі з полімерним покриттям або без нього. Цю продукцію в Україні виготовляють і реалізують “Раннила Киев”, “ТПК”, “Центросталь-Домсталь” та ін.



*Рис. 6.10.3. Композиційні алюмінієві панелі*

**Сайдинг** за популярністю займає лідируючу позицію. В українському ринку пропонується сайдинг з алюмінію, сталі, відходів переробки деревини, фіброцементний, вініловий.

### **Це цікаво**

... Вчені вважають, що під час будівництва єгипетських пірамід використовувалися мідні знаряддя праці. Виявлені шматочки мідної труби, якою єгиптяни користувалися понад 5 тисячоліть тому. Вона і досі все ще в гарному стані.

... Біля Делі в 415 році була споруджена колона. У 1050 році цар Амонг Пола перевіз її в Делі і поставив на одній із площ. Важить вона 6,5 тонн, висота її більше 7 м, діаметр основи – 42 см, а верху – 30 см. Дехто стверджує, що спорудили її представники неземної цивілізації, бо її вік 1500 років. Матеріал, з якого вона створена, практично, в чистому вигляді не зустрічається на землі – 99,72 % заліза, з невеликими домішками фосфору, сірки, вуглецю.

.... У 1800 році англієць Уайт взяв патент на використання крокв і покрівлі з чавуну, який раніше не застосовувався. На заводах

---

---

Болтона та Уайта в м. Сохо (Англія) з цього матеріалу зробили також підлогу, сходи.

... У ХХ столітті французький вчений Сент-Клер Девіль отримав новий матеріал, який він у 1885 році демонстрував на виставці в Парижі під назвою “срібло з глини”. Цей матеріал коштував дорожче від золота. А гудзики із цього матеріалу могли собі дозволити лише короновані особи. Це – алюміній, найпоширеніший елемент земної кори, його в ній 7 %. Сьогодні алюміній добувають з криоліту, який створюють штучно. Природне родовище одне в світі і знаходиться в Гренландії, належить це родовище Данії.

...Перші металеві ферми з’явилися в Росії ще в 1801–1810 роках (на Казанському соборі в Петербурзі). У 1830 році такі ферми були установлені на Колпинському (проліт 16,5 метра) і Салдинському (проліт 34,0 метра) заводах. В Європі металеві ферми були вперше використані тільки в 1812 році під час спорудження хлібного амбару в Парижі. Проліт французьких металевих ферм до 1855 року не перевищував 8,5 метрів, і тільки один із павільйонів Паризької виставки був перекритий фермами прольотом у 50 метрів.

... Мідні і бронзові покрівлі на будівлях почали використовувати більше 6000 років тому. У ХІ столітті на куполах Софіївського собору в Києві і Новгороді були влаштовані свинцеві покрівлі. Цинкові покрівлі вперше використані на початку минулого століття. Ними були покриті дві церкви в місті Льєже (Бельгія). Алюмінієвий дах вперше споруджений в 1897 році в Римі на куполі церкви Сан-Джоакіно.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. Як класифікують метали?
2. Як виплавляють чавун і сталь?
3. Які бувають марки чавуну та що з нього виготовляють?
4. Які є види та марки сталей? Які бувають профілі із сталей?
5. Для чого використовують сталі у будівництві?
6. Види арматури для бетонів та її класи.
7. Які бувають способи захисту від корозії сталей?
8. Визначити марку вуглецевої сталі, якщо руйнівне навантаження на стандартний зразок довжиною 100 мм під час випробування на розтяг дорівнює 39000 Н, а текучість дорівнює навантаженню 19500 Н. Довжина зразка після розриву – 122 мм.

---

---

## ☞ ТЕСТИ

### 6.1. Сировина

**I. Назвіть вихідні матеріали для виробництва чавуну.**

1. Залізні руди, флюси, кокс;
2. Боксити;
3. Апатити.

**II. Якщо розплавлений чавун продувається киснем, то ми маємо такий спосіб виплавки сталі...**

1. Мартенівський;
2. Конверторний;
3. Електроплавильний.

**III. Мартенівський спосіб виплавки сталі, це коли ...**

1. Сталь виплавляють із чавуну, продуваючи киснем;
2. Сталь виплавляють на поду печі;
3. Сталь виплавляють у дугових електропечах.

**IV. Яку з формул має магнітний залізняк?**

1.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;
2.  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \times 3\text{H}_2\text{O}$ ;
3.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

**V. Найбільший вміст заліза (до 70 %) має...**

1. Магнітний залізняк;
2. Червоний залізняк;
3. Бурий залізняк.

**VI. Для отримання сталі використовують...**

1. Переробний (білий) чавун;
2. Ливарний (сірий) чавун;
3. Феросплави.

**VII. Чавун – це сплав металу, який має такий склад...**

1. Залізо, вуглецю до 2 %, домішки;
2. Залізо, вуглецю 2,1–4 %, домішки;
3. Алюміній, кремній.



---

---

***VIII. Якщо у залізовуглецевому сплаві є вуглецю до 2 %, то це буде...***

1. Сталь;
2. Чавун білий;
3. Чавун сірий.

***IX. Для чого під час виплавлювання чавуну додають вапняки?***

1. Це флюс для зниження температури плавлення;
2. Це паливо для створення температури;
3. Це легуюча добавка для збільшення міцності.

***X. Що використовують для виплавки чавуну?***

1. Конвертор;
2. Доменна піч;
3. Мартенівська піч.

## **6.2. Виготовлення**

***I. Визначте вид термічної обробки сталі, якщо сталь нагрівається на 50<sup>0</sup>С вище критичної точки і швидко охолоджується у маслі.***

1. Загартування;
2. Відпускання;
3. Відпалювання;
4. Нормалізація.

***II. Якщо загартовану сталь нагріти до температури нижче критичної, витримати при цій температурі, повільно охолодити, то це буде...***

1. Відпускання;
2. Нормалізація;
3. Відпалювання;
4. Загартовування.

***III. У чому мета відпалювання?***

1. Збільшення твердості;
2. Зниження твердості;
3. Зменшення пластичності.

***IV. До хіміко-термічної обробки відноситься:***

1. Нормалізація;
2. Загартування;
3. Хромування.

---

---

***У чому мета способу азотування?***

1. Змінити хімічний склад сталі на поверхні виробу;
2. Збільшити міцність сталі;
3. Зменшити пластичність.

***У чому суть цементації?***

1. Нагрівання сталевого виробу у середовищі, багатому вуглецем;
2. Нагрівання сталевого виробу у середовищі, багатому азотом;
3. Нагрівання сталі до температури на 30–50<sup>0</sup>С вище критичної і охолодження у воді.

***Металеві антикорозійні покриття наносять методом...***

1. Фарбування;
2. Емалювання;
3. Гальванізації.

***У чому суть металізації?***

1. Нанесення за допомогою стисненого повітря шару розплавленого металу;
2. Нагрівання сталевого виробу у розплавленому металі;
3. Електролітичне осадження тонкого шару металу.

***З чого виготовляють силумін?***

1. Сплав міді з цинком;
2. Сплав алюмінію з кремнієм;
3. Сплав міді з оловом, алюмінієм.

***Яким способом виготовляють швелери?***

1. Пресування;
2. Волочіння;
3. Штамповка;
4. Прокатка.

### **6.3. Властивості**

***Поясніть, яка з вказаних марок сталі міцніша?***

1. Ст 2;
2. Ст 5.

---

---

**II. Що означає індекс “сп” у марок сталі?**

1. Напівспокійна;
2. Кипляча;
3. Спокійна.

**III. Стержні арматурної сталі класу А-І мають...**

1. Гладкий профіль;
2. Періодичний профіль;
3. Швелер;
4. Кутик.

**IV. Що означає марка сталі У-10?**

1. Інструментальна, вміст вуглецю 1 %;
2. Конструкційна сталь, вміст вуглецю 1 %;
3. Інструментальна сталь, вміст вуглецю 0,1 %;
4. Якісно конструкційна сталь, вміст вуглецю 10 %.

**V. Напишіть марку легованої сталі, в якій міститься 0,09 % вуглецю, 2 % магнію, 1 % кремнію і 1 % міді.**

1. 09Г2СД;
2. 9Г2С1Д1;
3. 09Г2С1Д1.

**VI. За якою формулою визначається границя текучості сталі?**

1.  $\sigma_M = \frac{P_M}{F_0}$ ;
2.  $\sigma_{тк} = \frac{P_{тк}}{F_0}$ ;
3.  $\sigma_{нр} = \frac{P_1}{F_0}$ .

**VII. Тонколистова сталь має товщину...**

1. 0,2–4 мм;
2. 4–160 мм;
3. 4–60 мм.

---

---

***VIII. Як позначається клас арматури стержневої гаряче-катаної звичайної?***

1. АТ-IV;
2. А-IV;
3. В-I;
4. 18Г2С.

***IX. Істинна густина заліза становить...***

1. 2,7 г/см<sup>3</sup>;
2. 8,96 г/см<sup>3</sup>;
3. 7,87 г/см<sup>3</sup>;
4. 11,3 г/см<sup>3</sup>.

***X. Стержнева арматура має найменший діаметр:***

1. 6 мм;
2. 10 мм;
3. 4 мм;
4. 3 мм.

#### **6.4. Застосування**

***I. Виберіть назву прокатного профілю.***



1. Двутавр;
2. Кутик;
3. Швелер.

***II. Виберіть назву прокатного профілю.***



1. Двутавр;
2. Кутик;
3. Швелер;
4. Кругла сталь.

***III. Виберіть назву прокатного профілю.***



1. Двутавр;
2. Кутик;
3. Швелер;
4. Кругла сталь.

---

---

**IV. Виберіть назву прокатного профілю.**



1. Двутавр;
2. Кутик;
3. Швелер;
4. Крутла сталь.

**V. Які найменші розміри кутикового профілю?**

1.  $20 \times 20$  мм;
2.  $40 \times 40$  мм;
3.  $10 \times 10$  мм.

**VI. Висота двутавра 200 мм? Який його номер?**

1. 200;
2. 20;
3. 2.

**VII. Із якого прокатного профілю можна виготовити ферму для покриття?**

1. Кутової прокатної сталі;
2. Розвинених двутаврів;
3. Арматурної сталі.

**VIII. Яку з указаних сталей доцільно використовувати для покрівельних робіт?**

1. Ст 3;
2. Ст 5;
3. Ст 2.

**IX. Із яких сплавів виготовляють панелі зовнішніх стін?**

1. Алюмінієво-марганцевих;
2. Латуні;
3. Сплавів нікелю.

**X. Арки можна виготовити з...**

1. Розвинених двутаврів;
2. Швелерів;
3. Листової сталі.

## 7. МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

### 7.1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Неорганічними в'язучими речовинами називають порошкоподібні матеріали, які під час змішування з водою (замішування) утворюють пластично-в'язке тісто, здатне внаслідок фізико-хімічних процесів самочинно тверднути й переходити в каменеподібний стан. Виняток становлять магнезійні та шлаколужні в'язучі, а також кислототривкий цемент, які замішують водними розчинами деяких солей та інших сполук.

Затверділе в'язуче скріплює (зв'язує) між собою неорганічні (мінеральні) або органічні заповнювачі, утворюючи моноліт – штучний будівельний конгломерат (ШБК). На цьому ґрунтується виробництво будівельних розчинів, бетонів, виготовлення різних безвипалювальних штучних матеріалів і виробів.



Схема 7.1.1. Загальна схема класифікації

Мінеральні в'язучі, згідно з ДСТУ Б В.2.7-91-99, класифікують за такими ознаками: визначальними фізико-механічними властивостями; умовами і механізмом тверднення; хімічною природою визначальних сполук; вмістом інгредієнтів (схема 7.1.1).

За міцністю під час стиску мінеральні в'язучі поділяють на п'ять груп (табл. 7.1.1).

Таблиця 7.1.1

### Групи в'язучих за міцністю під час стиску

Індекс групи	Характеристика групи за міцністю під час стиску	Граничні значення міцності, Мпа	Характерні представники групи
М1	Маломіцні	до 10	Вапно повітряне, вапно гідралічне, гіпс будівельний, глини
М2	Пониженої міцності	понад 10 до 30 включно	Романцемент, гіпс високоміцний, композиційні цементи
М3	Середньої міцності	понад 30 до 50 включно	Портландцемент з добавками, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент, ґрунтоцементи
М4	Високоміцні	понад 50 до 100 включно	Портландцемент високоміцний, шлаколужне в'язуче, глиноземистий цемент
М5	Надміцні	понад 100	Шлаколужне в'язуче, контакт-конденсаційні в'язучі

За швидкістю тужавлення мінеральні в'язучі поділяють на чотири групи (табл. 7.1.2).

Таблиця 7.1.2

### Групи в'язучих за швидкістю тужавлення

Індекс групи	Характеристика групи за швидкістю тужавлення	Нормативний термін початку тужавлення	Характерні представники групи
1	2	3	4
ТЖ1	Повільно-тужавлючі	не раніше 2 год	Вапно повітряне гашене, вапно гідралічне, глини, романцемент

1	2	3	4
ТЖ2	Нормально-тужавіючі	не раніше 45 хв і не пізніше 2 год	Портландцемент, портландцемент з добавками, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент
ТЖ3	Швидко-тужавіючі	не раніше 15 хв і не пізніше 45 хв	Ангідритовий цемент, глиноземистий цемент, шлаколужні в'язучі, розчинне скло
ТЖ4	Найшвидше тужавіючі	не пізніше 15 хв	Гіпс будівельний, розширювальні цементи, напругаючий цемент

Неорганічні в'язучі речовини залежно від умов тверднення поділяють на три класи: повітряні – П, гідравлічні – Г та автоклавні – А.

Повітряні в'язучі речовини можуть тверднути й тривалий час зберігати міцність лише на повітрі, а тому їх застосовують у надземних спорудах, які не зазнають впливу води. До них належать гіпсові в'язучі матеріали, магнезіальні, рідке (розчинне) скло, а також повітряне будівельне вапно.

Гідравлічні в'язучі тверднуть і зберігають міцність, а іноді й підвищують її в часі не лише на повітрі, а й у воді. Їх застосовують у наземних, підземних, гідротехнічних та інших спорудах, які зазнають впливу води. До гідравлічних в'язучих належать гідравлічне вапно, романцемент, портландцементи, спеціальні цементи тощо.

В'язучі автоклавного тверднення – це речовини, здатні тверднути й утворювати міцний цементний камінь у автоклавах при підвищених температурі, тиску та вологості. До таких в'язучих належать вапняно-кремнеземисті, вапняно-зольні, вапняно-шлакові в'язучі, нефеліновий цемент.

Сировиною для виробництва неорганічних речовин є гірські породи та побічні продукти промисловості. З гірських порід застосовують: сульфатні – гіпс, ангідрит; карбонатні – вапняк, крейду, вапнякові туфи, вапняк-черепашник, мармур, доломіти, доломітизовані вапняки, магнезит, мергелісти – вапнякові мергелі; алюмосилікатні – нефеліни, глини, глинясті сланці; високоглиноземисті боксити, корунди; кремнеземисті – кварцовий пісок, траси, вулканічний попіл; діатоміт, трепел, опоку. З побічних продуктів для виробництва неорганічних в'язучих застосовують металургійні та інші шлаки, золи ТЕС.



---

---

Під час виробництва неорганічних в'язучих, крім основної сировини, застосовують різні спеціальні добавки, які надають в'язучим потрібних властивостей.

## 7.2. ПОВІТРЯНЕ ВАПНО

Повітряне вапно дістають випалюванням вапняків, що містять не більш ніж 6 % глинистих домішок. Для випалювання вапна використовують шахтні печі, обертові, з киплячим шаром, циклонно-вихрові. У найпоширеніших шахтних печах сировина рухається зверху вниз, підігрівається, потім випалюється в зоні випалу при температурі 1000–1200 °С, де відбувається розкладання вапняку на вапно і вуглекислий газ:



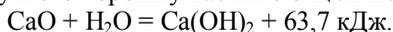
У вапняку є  $\text{MgCO}_3$ , який також розкладається під дією температури:



Потім вапно охолоджують повітрям і вивантажують.

Оксиди кальцію і магнію складають активні частини. Їх кількість у вапні називають *активністю*, що визначає якість в'язучої речовини. Крім чистого вапна, одержаний матеріал вміщує частинки перепалу, недопалу і золи. Залежно від вмісту чистих оксидів  $\text{CaO}$  і  $\text{MgO}$  негашене вапно поділяється на сорти.

Вапно, яке дістають випалюванням, називають *негашеним грудковим*, або *вапном-кипількою*. Ці пористі шматки насипною щільністю 900–1100  $\text{кг/м}^3$ , подрібнені в порошок, називають *негашеним меленим вапном*. У процесі помелу вводять активні добавки (золу, шлак, діатоміт, пемзу), які поліпшують властивості і знижують вартість в'язучого. Якщо під час помелу до вапна додати 60–70 % вапняку, то можна одержати *карбонатне вапно*, яке використовують для міцніших будівельних розчинів і силікатних виробів. Додавши до негашеного вапна 70–100 % води, дістають *гашене (гідратне)вапно* у вигляді тонкого пухкого порошку насипною щільністю 400–450  $\text{кг/м}^3$ :



На заводах вапно гасять у спеціальних барабанах, а на будівельному майданчику – в творильних ящиках, і зціджують у гасильну яму, де воно витримується не менше 14 діб.

Якщо додати води в два–три рази більше від кількості вапна, то можна одержати *вапняне тісто*.

Залежно від тривалості гашення вапно, згідно з ДСТУ Б В.2.7-90-99 “Вапно будівельне”, поділяється на види, що наводяться у таблиці 7.2.1.

Таблиця 7.2.1

**Види вапна залежно від тривалості гашення**

Вид вапна	Індекс часу гасіння	Тривалість гашення, хв
Швидкого гашення	А	до 8
Середнього гашення	Б	до 25
Повільного гашення	В	понад 25

Гашене вапно перевозять у металевих контейнерах, бітумізованих паперових мішках, тісто – в автосамоскидах. Негашене мелене вапно транспортують і зберігають у металевих контейнерах або паперових мішках не більше 15 діб.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-90-99 повітряне вапно повинно відповідати вимогам, наведеним у таблиці 7.2.2.

Таблиця 7.2.2

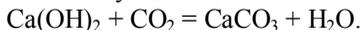
**Вимоги до повітряного вапна за масою, відсоток**

Найменування показників	Негашене вапно						Гідратне вапно сортів	
	кальцієве вапно сортів			магнезіальне та доломітове вапно сортів				
	1	2	3	1	2	3	1	2
Активні CaO+MgO, не менше:								
без добавок	90	80	70	85	75	65	67	60
з добавками	65	55	–	60	50	–	50	40
Активний MgO, не більше:	5	5	5	20(40)	20(40)	20(40)	–	–
CO <sub>2</sub> , не більше								
без добавок	3	5	7	5	8	11	3	5
з добавками	4	6	–	6	9	–	2	4
Непогашені зерна, не більше:	7	11	14	10	15	20	–	–
<b>Примітка 1.</b>	У дужках наведені показники для доломітового вапна.							
<b>Примітка 2.</b>	Мінеральні добавки вводяться у вапно у таких кількостях, щоб дотримувались вимоги до вмісту активних CaO+MgO.							
<b>Примітка 3.</b>	Для кальцієвого вапна 3-го сорту, що використовується для технологічних цілей, допускається вміст непогашених зерен до 20 %.							

---

---

Розчини і бетони на меленому негашеному вапні швидко тужавіють і тверднуть, виділяючи теплоту, що зумовлює доцільність їхнього застосування під час зимових робіт. Гашене вапно твердне на повітрі швидше, якщо в ньому підвищений вміст  $\text{CO}_2$ :



З повітряного вапна готують розчини для оздоблювальних і малярних робіт, виготовляють штучні силікатні вироби.

### **7.3. БУДІВЕЛЬНИЙ ГПС: СИРОВИНА, ВИРОБНИЦТВО, ЗАСТОСУВАННЯ**

Сировиною для гіпсових в'язучих є гірські породи – гіпс, ангідрит і відходи від переробки фосфатів на суперфосфат.

Основним гіпсовим в'язучим є низько випалювальний будівельний гіпс, який виготовляють тепловою обробкою при температурі 100–180 °С з гіпсового каменю; при цьому відбувається дегідратація гіпсового каменю за реакцією  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O}$ .

Теплову обробку гіпсового каменю проводять у варильних казанах, сушильних барабанах, шахтових млинах, обертових печах тощо. У затверділому стані цей гіпс має невелику міцність.

Високоміцний гіпс дістають термічною обробкою гіпсового каменю в герметичних апаратах під тиском насиченої пари (в автоклавах під тиском 0,15–0,3 МПа) або під час кип'ятіння у водних розчинах деяких солей з наступним просушуванням та розмелюванням. Міцність на стиск такого в'язучого може досягати 70 МПа.

Високовипалювальний гіпс виготовляють випалюванням гіпсового каменю при температурі 900–950 °С; він складається переважно з  $\text{CaSO}_4$ . Такий гіпс на відміну від будівельного тужавіє і твердне повільніше, але водостійкість і міцність на стиск вищі, що зумовлює його застосування для підлог, у штукатурних і мурувальних розчинах.

Процес твердіння в'язучих за теорією О.О.Байкова складається з трьох періодів. Перший період – підготовчий, коли гіпс змішується з водою і розчиняється, напівводний гіпс гідратує і переходить у двоводний сірчаноокислий кальцій за реакцією



Другий період – колоїдації (тужавіння), коли новоутворення переходять у розчин у желеподібному вигляді; при цьому маса тужавіє.

У третьому періоді (кристалізація) колоїдні частинки двоводного гіпсу перекристалізуються у великі кристали, які зростаються між собою і утворюють зросток.

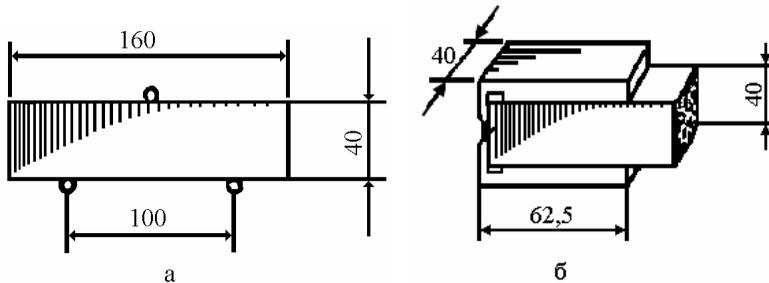
Теоретично для гідратації напівводного гіпсу потрібно 18,6 % води до маси гіпсу, але практично будівельний гіпс потребує 50–70 % води для одержання тіста нормальної густоти. Високоміцний гіпс має водопотребу 30–40 %. Тому всі гіпсові вироби мають велику пористість.

#### 7.4. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНОГО ГІПСУ

Будівельний гіпс – це порошок білого кольору з насипною щільністю 800–1100 кг/м<sup>3</sup> у пухкому стані;  $\rho = 2600\text{--}2750$  кг/м<sup>3</sup>.

Умовне позначення гіпсового в'язучого повинно складатися з перших літер найменування гіпсового в'язучого, марки в'язучого, індексу терміну тужавлення, індексу тонини помелу, позначення стандарту.

Міцність гіпсу характеризується границею міцності на стиск зразків-балочок розміром 40×40×160 мм, які попередньо випробовують на згин через 2 год після їх виготовлення з гіпсового тіста нормальної густоти (рис. 7.4.1). За границею міцності на стиск і згин встановлено марки гіпсу (табл. 7.4.1); для високоміцного гіпсу  $R_{ct} = 25\text{--}30$  МПа.



*Рис. 7.4.1. Зразки для випробування гіпсу:*

*а – випробування балочки на згин;*

*б – випробування напівбалочки на стиск*

Таблиця 7.4.1

## Марки будівельного гіпсу

Марка	R <sub>ст</sub> , МПа не менше	R <sub>виг</sub> , МПа не менше	Марка	R <sub>ст</sub> , МПа не менше	R <sub>виг</sub> , МПа, не менше
Г-2	2	1,2	Г-9	9	4,2
Г-3	3	1,8	Г-10	10	4,5
Г-4	4	2,0	Г-13	13	5,5
Г-5	5	2,5	Г-16	16	6,0
Г-6	6	3,0	Г-19	19	6,5
Г-7	7	3,5	Г-22	22	7,0
Г-8	8	3,85	Г-25	25	8,0

Строки тужавіння визначають на приладі Віка за глибиною проникнення голки в тісто. За строками тужавіння гіпсові в'язучі речовини поділяють на групи:

А – швидкого тверднення (початок тужавлення через 2 хв і кінець не пізніше, ніж через 15 хв);

Б – нормального тверднення (відповідно 6 і 30 хв);

В – повільного тверднення з початком тужавлення не раніше 20 хв, закінчення тужавіння не нормується.

У гіпс іноді вводять сповільнювачі тужавіння – тваринний клей або ЛСТ (лігносульфонат технічний) або прискорювачі твердіння – кухонна сіль, природний гіпс тощо.

Залежно від тинини помелу гіпсові в'язучі поділяють на три класи: грубого помелу – I, середнього помелу – II, тонкого помелу – III.

Під час твердіння гіпс розширюється в об'ємі до 1 %, завдяки чому гіпсові відливки добре заповнюють форму і після затвердіння не утворюють тріщин.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-82-99 “В'язучі гіпсові”, марка гіпсового в'язучого має вигляд ГВ Г-5-А-І ДСТУ Б В.2.7-82-99 – гіпсове в'язуче марки за міцністю 5, швидкого тверднення, грубого помелу.

Застосовують гіпсові в'язучі для виготовлення гіпсової штукатурки, перегородкових плит і панелей, звукоізоляційних плит, декоративних та інших виробів, що експлуатуються в умовах, де вологість повітря не більше 65 %. Вироби з гіпсу легкі, вогнетривкі, але міцність їх невелика.

---

---

Транспортують гіпсові в'язучі у мішках або навалом в автомашинах, вагонах, надійно захищаючи від вологи. Гіпс довго не зберігають тому, що активність його швидко знижується.

## 7.5. МАГНЕЗІАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

Магнезіальні в'язучі речовини (каустичний магнезит і каустичний доломіт) – це тонкомелені порошки, які складаються з оксиду магнію.

*Каустичний магнезит* здобувають із гірської породи магнезиту  $MgCO_3$ . Магнезит випалюють у печах при температурі 700–800 °С до повного розкладання  $MgCO_3 = MgO + CO_2$  з наступним подрібненням.

*Каустичний доломіт* одержують під час випалювання з гірської породи доломіту  $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ .

Магнезіальні в'язучі замішують водним розчином хлориду магнію або інших магнезіальних солей. Початок тужавіння магнезіальних в'язучих не раніше ніж через 20 хв, а кінець – не пізніше ніж через 6 годин з початку замішування. Марки визначають за  $R_{ст}$ . Магнезіальні в'язучі мають високу міцність на стиск (60–100 МПа) і міцно зчіплюються з тирсою, утворюючи *ксилоліт*, і деревною стружкою, утворюючи *фіброліт*. Ці матеріали застосовують для виготовлення підлог, облицювальних плит, теплоізоляційних виробів.

## 7.6. РІДКЕ СКЛО І КИСЛОТОТРИВКИЙ ЦЕМЕНТ

*Рідке скло* – це колоїдний водний розчин силікату натрію ( $Na_2O \cdot nSiO_2$ ) або калію ( $K_2O \cdot nSiO_2$ ) жовтого кольору. Чистий кварцовий пісок і кальциновану соду ( $Na_2CO_3$ ) або поташ ( $K_2CO_3$ ) розплавляють у скловарній печі при температурі 1300–1400 °С, потім скломасу швидко охолоджують, вона твердне і утворює грудки з жовтуватим, блакитнуватим чи зеленкуватим відтінком (силікат-брила). Ці грудки в автоклаві під дією пари, тиску 0,4–0,7 МПа і температури 150 °С перетворюються на розплав, який називають рідким склом. Рідке скло нормально твердне і надійно служить у виробках, які не зазнають тривалої дії води, лугів і фосфорної фтористо- та кремнефтористоводневої кислот. Рідке скло застосовують у виробництві вогнетривких і силікатних фарб, кислото- та жаростійких бетонів, для ущільнення ґрунтів (силікатизація).

*Кислототривкий цемент* – тонкоподрібнена суміш кварцового піску (понад 70 %) і кремнефториду нагрію ( $Na_2SiF_6$  (4–6 %) з рідким

---

---

склом. Початок тужавіння настає не раніше, як через 30 хв, а кінець – не пізніше ніж через 6 год з початку замішування.

Кислототривкий цемент не водостійкий, його використовують для приготування кислотостійких розчинів і бетонів.

### 7.7. ГІДРАВЛІЧНЕ ВАПНО

Гідравлічне вапно – продукт випалювання мергелистих вапняків, що містять 6–20 % глиняних домішок. Випалюють вапняки при температурі 900–1100 °С у шахтних печах. За цей час, крім CaO, утворюються оксиди кремнію SiO<sub>2</sub>, заліза Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, алюмінію Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> та їхні сполуки: силікати 2CaO·SiO<sub>2</sub>, алюмінати 2CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> і ферити 2CaO Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> кальцію, які надають вапну здатність тверднути у воді.

Гідравлічне вапно під дією води гаситься і починає тверднути на повітрі, а продовжує у воді.

Гідравлічне вапно застосовують у вигляді негашеного помеленого порошку; початок твердіння – 0,5, кінець – 8–16 год. Гідравлічне вапно випробовують на стиск у зразках – кубиках розміром 70,7×70,7×70,7 мм через 28 діб твердіння; R<sub>CT</sub> = 2–10 МПа.

З гідравлічного вапна готують мурувальні та штукатурні розчини, бетони невисоких класів міцності. Транспортують гідравлічне вапно у закритих ємностях, зберігають у сухих приміщеннях.

### 7.8. ВИРОБНИЦТВО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

Портландцемент – це гідравлічна в'язуча речовина, одержана тонким подрібненням цементного клінкеру з гіпсом та іншими добавками. Клінкер – спечений продукт, результат випалювання до спікання при температурі 1450–1500 °С однорідної суміші вапняку і глини або природних мергелів з глинястими домішками більше 20 %. Хімічний склад клінкеру такий: CaO – 63–68 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4–8 %, SiO<sub>2</sub> – 19–24 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, – 2–6 %. Його задовольняє суміш з 75–78 % вапняку і 25–22 % глини.

Виробництво цементу складається з таких операцій: видобування сировини, приготування суміші, випалювання до спікання в клінкер, охолодження і розмелювання клінкеру з гіпсом і мінеральними добавками, приймання та зберігання цементу.

За способом підготовки сировинної суміші цемент виробляють трьома способами: мокрим, сухим і комбінованим.

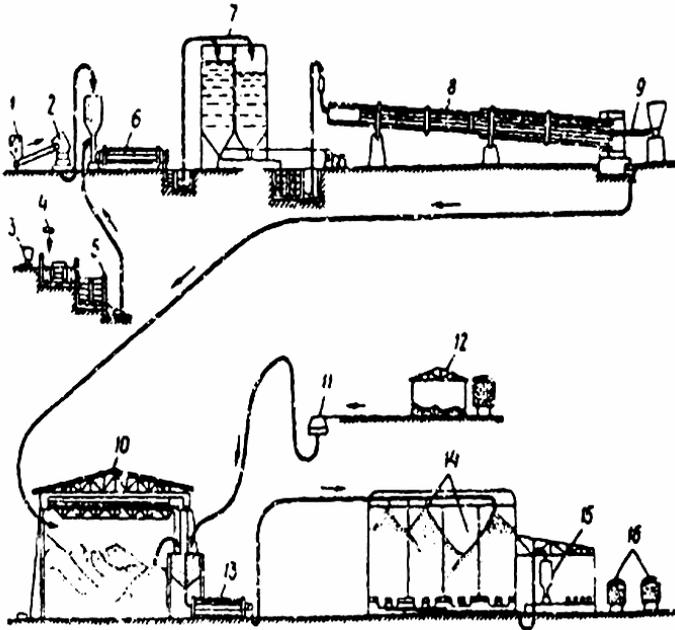
---

---

Мокрий спосіб (рис. 7.8.1) полягає в тому, що м'які гірські породи подрібнюють і змішують з великою кількістю води (36–42 %) у вигляді шламу. Шлам готують у кульовому млині, куди подають подрібнений і віддозований вапняк і водну суспензію глини. Із млинів шлам подають у шлам-басейн, де коригують його склад і забезпечують однорідність. Далі шлам надходить в обертову піч – металевий циліндр діаметром 5–7 і 60–230 м завдовжки всередині футерований вогнетривким матеріалом. Піч обертається, і шлам рухається вниз, де його зустрічає факел палива. При температурі 500–750 °С згорають органічні речовини і починається дегідратація, утворюються грудки, які потім розпадаються у порошок. При температурі вище 750–800 °С окремі частинки порошку зчіплюються в гранули. При температурі 900–1000 °С виділяються оксиди кальцію, які вступають у реакції з глиноземом, оксидом заліза і кремнеземом. При температурі 1200–1250 °С утворюються основні мінерали цементного клінкеру: двокальцієвий силікат  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  (беліт), трикальцієвий силікат  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  (аліт), трикальцієвий алюмінат  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ , чотирикальцієвий алюмоферит  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Скорочений умовний запис цих мінералів відповідно такий:  $\text{C}_2\text{S}$ ,  $\text{C}_3\text{S}$ ,  $\text{C}_3\text{A}$ ,  $\text{C}_3\text{AF}$ . Вміст цих мінералів у портландцементному клінкері:  $\text{C}_2\text{S}$  – 45–60,  $\text{C}_3\text{S}$  – 20–30,  $\text{C}_3\text{A}$  – 4–34,  $\text{C}_3\text{AF}$  – 10–18 %.

Кожний із клінкерних мінералів має своєрідний вплив на властивості цементу. Трикальцієвий силікат визначає швидкість твердіння; під час твердіння виділяє багато теплоти, набирає високу міцність у перші дні. Двокальцієвий силікат повільно твердне, виділяє мало теплоти. Продукт твердіння протягом першого місяця має невисоку міцність, але на пізніх стадіях стає високоміцним. Трикальцієвий алюмінат у першу добу виділяє найбільше теплоти і швидко твердіє, має низьку міцність і низьку стійкість проти дії сірчано-кислих сполук. Чотирикальцієвий алюмоферит характеризується помірним виділенням теплоти, твердіє повільніше, ніж аліт, але швидше, ніж беліт. Враховуючи мінералогічний склад портландцементного клінкеру і властивості мінералів, можна одержувати портландцемент з різними властивостями.





**Рис. 7.8.1. Технологічна схема виробництва  
портландцементу мокрым способом:**

- 1 – бункер для вапняку; 2 – дробарка для вапняку; 3 – вагонетка з глиною;  
 4 – дозатор для води; 5 – басейн-бовтанка; 6 – млин для сировини;  
 7 – шлам-басейн; 8 – обертова піч; 9 – форсунка для палива;  
 10 – склад клінкеру; 11 – дробарка для гіпсу; 12 – склад  
 гіпсового каменю; 13 – кульовий млин; 14 – силоси для  
 цементу; 15 – пакувальна машина;  
 16 – вагони з цементом

Клінкер – гранули сіро-зеленого кольору розміром 15–25 мм – направляється з печі в холодильник, а потім на склад, де його витримують один–два тижні; за цей час вільний оксид кальцію гаситься вологою повітря. Клінкер подрібнюють у кульових млинах, за необхідності додаючи гіпсовий камінь (2–5 %) для регулювання строків тужавіння, а іноді й добавки. Із млинів цемент подають у силоси, звідки відвантажують замовникам.

Сухий спосіб полягає в тому, що сухі вапняки і глини подрібнюють спочатку окремо, а потім разом у млинах. Сировинне

---

---

борошно з остаточною вологістю 1–2 % надходить у силоси, де коригують склад і створюють запас для роботи печі; далі всі операції такі самі, як і за мокрого способу. Випалювання провадять у шахтних чи обертових печах. Сухий спосіб потребує палива значно менше, ніж мокрий.

Комбінований спосіб полягає в тому, що сировинну суміш готують мокрим способом, потім шлам частково обезводнюють до вологості 16–18 % і випалюють, одержуючи цементний клінкер, який подрібнюють, як і в перших двох способах.

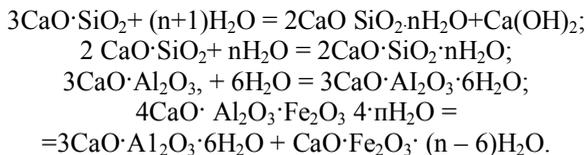
## 7.9. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ. ТЕОРІЯ ТУЖАВІННЯ ЦЕМЕНТУ

Під час змішування портландцементу з водою спочатку утворюється пластичне тісто, яке поступово переходить у камене-подібний стан. Згідно з теорією твердіння О.О. Байкова, розрізняють три періоди (аналогічно твердінню гіпсу). У перший період взаємодії цементу з водою клінкерні мінерали з поверхні зерен частково розчиняються, мінерали взаємодіють з водою і утворюють перенасичену нестійку систему (реакції гідратації).

У другому періоді у перенасиченому розчині проходять реакції гідратації клінкерних мінералів, внаслідок чого виникають гідратні новоутворення в колоїдному стані. У цей період цемент починає тужавіти.

У третьому періоді колоїдні частинки перекристалізуються, що супроводжується зростанням міцності цементного каменю.

Взаємодія клінкерних мінералів з водою відбувається за такою схемою:



У результаті взаємодії клінкерних мінералів з водою утворюються нові сполуки – гідросилікати, гідроалюмінати, гідроферити кальцію. За швидкістю взаємодії з водою клінкерних мінералів на першому місці стоять  $\text{C}_3\text{A}$  і  $\text{C}_4\text{AF}$ . Дуже повільно твердне  $\text{C}_2\text{S}$ . Внаслідок твердіння утворюється міцний камінь.

---

---

Міцність зростає дуже швидко протягом першого тижня, а потім до 28 діб інтенсивність процесу уповільнюється. Дуже повільне зростання міцності після 28 діб може продовжуватися багато років у вологому і теплому середовищі.

Твердіння цементу при мінусових температурах уповільнюється чи повністю зупиняється, після відтавання цемент продовжує набирати міцність.

Насипна (середня) щільність портландцементу в сипкому стані – 1000–1100, а в ущільненому – 1400–1700 кг/м<sup>3</sup>. Істинна щільність – 3,05–3,15 г/см<sup>3</sup>.

Тонкість помелу визначається ситовим аналізом чи за допомогою поверхнеміра і найчастіше становить 250–300 м<sup>2</sup>/кг.

Водопотреба портландцементу – це мінімальна кількість води, потрібна для приготування цементного тіста заданої густоти (в'язкості). Водопотребу називають ще нормальною густиною і визначають за допомогою приладу Віка. Нормальна густина становить 24–27 % і залежить від мінерального складу клінкеру, природи і кількості добавки, тонкості помелу.

Строки тужавіння цементу – це час, протягом якого цементне тісто нормальної густоти втрачає свою пластичність, але ще не має помітної міцності. Визначають умовний початок тужавіння (початок втрати пластичності) і кінець (повна втрата пластичності). Строки тужавіння цементу визначають приладом Віка за глибиною занурення голки в тісто нормальної густоти. Для портландцементу початок тужавіння має наступити не раніше як за 45 хв, а кінець – не пізніше як через 10 год. Іноді для регулювання строків тужавіння портландцементів застосовують добавки – сповільнювачі й прискорювачі тужавіння.

Сповільнюють тужавіння портландцементу фосфати і нітрати калію, натрію чи амонію, борна кислота, органічні поверхнево активні речовини. Прискорюють – електроліти, карбонати, сульфати металів і добавки, тобто центри кристалізації, а також триетаноламін.

Рівномірність зміни об'єму цементу оцінюють візуально за наявністю чи відсутністю тріщин на зразках – плескачах (коржиках) з тіста нормальної консистенції, які кип'ятять у воді після 24 год твердіння у нормальних вологісних умовах. Причиною нерівномірної зміни об'єму портландцементу під час твердіння є наявність у ньому вільних СаО і MgO, яких може бути більше чи менше, що й впливає на цю властивість.

Міцність портландцементу характеризують його маркою, яку встановлюють за міцністю на вигин зразків-балочок розміром 40×40×160 мм і на стиск половинок цих балочок. Виготовляють зразки-балочки з цементно-піщаного розчину складу 1:3 (за масою) із стандартним вольським піском за водоцементного відношення 0,4. Протягом першої доби зразки зберігають у формах, поміщених до камери з вологим повітрям, а потім без форм, ще 27 діб у ванні з водою ( $t=20\pm 2$  °C), після чого випробовують. Значення границі міцності на стиск зразків називають активністю цементу, а округлене в бік зменшення значення активності маркою цементу. Основні вимоги до маркування цементу наведені в таблиці 7.9.1.

Під час експлуатації цементний камінь може зазнавати руйнування – корозії – під дією води, агресивних речовин тощо.

Таблиця 7.9.1

**Вимоги до міцності цементу згідно з ДСТУ Б В.2.7-46-96  
“Цементи загальнобудівельного призначення”**

Марка цементу	Міцність під час стиску, Н/мм <sup>2</sup>		
	2 доби	7 діб	28 діб
300		25,0	30,0
400		20,0	40,0
400P	15,0	–	40,0
500	15,0	–	50,0
500P	25,0	–	50,0
550	20,0	–	55,0
600	25,0	–	60,0

**Примітка.** P – позначено вид цементу з високою міцністю в ранньому віці.

Розрізняють три основних види корозії цементного каменю, причини виникнення яких і засоби боротьби з якими викладено в таблиці 7.9.2.

## Види корозії портландцементу і засоби боротьби з нею

Вид корозії	Причини виникнення корозії	Захист від корозії
I	Дія м'якої води, розчинення і вимивання $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (вилуджування)	Зменшення в цементі вмісту $\text{C}_3\text{S}$ до 5 %. Введення активних мінеральних добавок. Створення на поверхні виробу $\text{CaCO}_3$ внаслідок твердіння на повітрі з $\text{CO}_2$
II	Дія води, що містить солі, кислоти, мінеральні добрива (обмінні реакції)	Введення активних мінеральних добавок, покриття кислототривкими розчинами
III	Дія сульфатів та їдких лугів (обмінні реакції сульфатів з $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , внаслідок чого утворюється $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і гідросульфоалюмінат кальцію, об'єм збільшується в 2,5 раза)	Зменшення в цементі вмісту $\text{C}_3\text{S}$ до 50 % і $\text{C}_3\text{A}$ до 5 %. Захисні покриття

## 7.10. РІЗНОВИДИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ: СИРОВИНА, ВИРОБНИЦТВО, ЗАСТОСУВАННЯ

Використовують портландцемент як в'язучу речовину під час виготовлення бетону і залізобетону в наземних, підземних і підводних конструкціях, які не піддаються дії морської, мінералізованої, прісної води. З портландцементу невисоких марок виготовляють штукатурні й мурувальні розчини.

Портландцемент – високоякісне, дефіцитне в'язуче, тому його потрібно використовувати економно.

Для економії звичайного цементу, підвищення якості виробів, їх довговічності і надійності в експлуатації одержують спеціальні різновиди портландцементу з поліпшеними властивостями, регулюючи мінеральний склад і структуру клінкеру, тонкість помелу, вводячи в процесі помелу мінеральні та органічні добавки.

*Швидкотверднучий портландцемент (ШТЦ)* має підвищений вміст у клінкері  $\text{C}_3\text{F} + \text{C}_3\text{A}$  (не менш як 60–65 %), а також збільшену

---

---

тонкість помелу клінкеру (до 350–400 м<sup>2</sup>/кг). Під час помелу до ШТЦ можна додавати не більш ніж 15 % домених гранульованих шлаків або до 10 % активних мінеральних добавок. Від звичайного портландцементу ШТЦ відрізняється швидшим зростанням міцності в початковий період твердіння. Через 3-и доби твердіння міцність на стиск досягає 25–28 МПа. Марки ШТЦ – 400, 500. Застосування ШТЦ у будівництві дає змогу значно скоротити або повністю виключити теплову обробку виробів, прискорити темпи будівництва і, враховуючи підвищене тепловиділення, виконувати бетонні роботи на морозі. Однак ШТЦ не можна застосовувати для виготовлення масивних конструкцій через підвищене тепловиділення; крім того, ШТЦ може зазнавати сульфоалюмінатної корозії через підвищений вміст С<sub>3</sub>А.

*Особливо швидкотверднучий портландцемент* (ОШТЦ) виготовляють марок 600 і 700. Уже через одну добу твердіння він має границю міцності на стиск 25 МПа, а через три доби – 40 МПа.

Одержують такий цемент високою тонкістю помелу (400 м<sup>2</sup>/кг), підвищеним вмістом С<sub>3</sub>С (до 65–68 %) та помірним С<sub>3</sub>А (до 8 %) у клінкері. Застосовують для виготовлення високоміцних бетонних і залізобетонних виробів з метою скорочення строків і енергоємності тепловологісної обробки та зниження на 15–20 % витрати в'язучого.

*Надшвидкотверднучий цемент* (НШТЦ) виробляють із сировини, що містить галогени (наприклад, фторид чи хлорид кальцію) та велику кількість алюмінатів. Він без теплової обробки дуже швидко твердне, що дає змогу розпалублювати вироби через 14 год. Марки НШТЦ – 400, 500. Використовуючи такий цемент, треба враховувати, що він має знижену морозостійкість і сталева арматура в ньому зазнає корозії.

*Пластифікований портландцемент* одержують тонким подрібненням портландцементного клінкеру з 3–5 % двоводного гіпсу і 0,15–0,25 % пластифікуючої добавки (лігносульфонат тощо). Марки цементу – 400, 500. Бетонні та розчинні суміші з нього мають підвищену рухливість, знижену водопотребу, а бетони і розчини – підвищені щільність, морозостійкість.

*Гідрофобний портландцемент* одержують подрібненням портландцементного клінкеру з 3–5 % двоводного гіпсу і 0,08–0,25 % гідрофобізуючих добавок (асидолу, милонафту, олеїнової кислоти). Ці добавки утворюють на зернах цементу плівки, які не пропускають вологи до них. Такий цемент можна довго зберігати та перевозити в умовах підвищеної вологості.

---

---

Гідрофобні плівки дуже тонкі, легко пошкоджуються в процесі перемішування бетонних чи розчинових сумішей, і цемент нормально взаємодіє з водою, що зумовлює його твердіння. Використовують такий цемент у гідротехнічному, дорожньому, аеродромному будівництві. Гідрофобний портландцемент підвищує рухливість бетонних сумішей, що сприяє збільшенню водостійкості, водонепроникності та морозостійкості бетонів.

*Сульфатостійкий портландцемент* виготовляють тонким помелом портландцементного клінкеру такого складу:  $C_3S$  – не більше 50 %;  $C_2A$  – не більше 5 %;  $C_3A+C_4AF$  – не більше 22 %;  $MgO$  – 5 %.

До такого цементу не вводять мінеральних домішок. Його склад зменшує можливість утворення в бетоні під дією сульфатних вод гідросульфатоалюмінату кальцію. Марки сульфатостійкого портландцементу – 300, 400, 500. Застосовують для приготування бетонів, що працюватимуть у морській воді, та бетонів підвищеної морозостійкості.

*Білий портландцемент декоративного призначення* одержують із чистих вапняків, каолінових глин, мармурів. Мінералогічний склад клінкеру чітко обмежений. Марки – 400, 500. Білий портландцемент дещо сповільнено твердне в початковій строки.

*Кольоровий портландцемент* одержують помелом білого клінкеру з мінеральними пігментами (суриком залізним, вохрою, ультрамарином, кобальтом, піролюзитом, шунгітом, сажею тощо) чи забарвленням клінкеру за рахунок введення до складу сировинної шихти хромофорів – оксидів елементів перемінної валентності (Fe, Cz, Ni, Co тощо).

Застосовують кольорові цементы в архітектурно-оздоблювальних, скульптурних роботах, для виготовлення облицювального шару стінових панелей.

*Пуцолановий портландцемент* одержують спільним помелом клінкеру, двоводного гіпсу (3–5 %) і активної мінеральної добавки у вигляді гірських порід осадового походження (20–30 %) або вулканічного попелу, туфу, глієжів чи паливної золи (25–40 %). Вперше у світовій практиці будівництва за активну мінеральну добавку використали вулканічний попіль, видобутий поблизу міста Пуцолі в Італії, звідки й походження назви цементу. Ці добавки істотно підвищують стійкість цементу проти вилуджування. Пуцолановий портландцемент серед інших має порівняно невелике тепловиділення, це дає змогу виготовляти з нього масивні бетонні конструкції. Проте слід враховувати, що конструкції, які експлуатуються в повітряно-

---

---

сухих умовах, дають велику усадку і частково втрачають міцність, тому їх краще використовувати у підземних і підводних частинах споруд. Крім того, бетони на пуцолановому портландцементі мають низьку морозостійкість і тверднуть повільніше, ніж на звичайному.

*Шлакопортландцемент* одержують спільним помелом портландцементного клінкеру та 21–80 % гранульованого доменного чи електротермофосфорного шлаку з 3,5 % гіпсу. Іноді шлак (до 10 %) замінюють трепелом чи іншою активною мінеральною добавкою.

Шлак взаємодіє з гідроксидом кальцію і утворює гідросилікати та гідроалюмінати кальцію. Тому незначний вміст у шлакопортландцементному камені  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  підвищує його стійкість у м'якій і сульфатній воді порівняно із звичайним портландцементом.

Шлакопортландцемент під час твердіння виділяє теплоту у 2–2,5 рази менше, ніж звичайний, тому є сенс використовувати його для бетонування масивних конструкцій. На відміну від пуцоланового шлакопортландцемент має меншу водопотребу, вищу повітро- і морозостійкість, а тому його можна використовувати для зведення наземних, підземних і підводних частин споруд. Марки шлакопортландцементу – 300, 400 і 500. Він на 15–20 % дешевший, ніж звичайний, але недоліком його є повільне твердіння у початковий період і особливо при мінусових температурах. Тому раціональніше використовувати шлакопортландцемент для виробів, що тверднуть за тепловологісної обробки у пропарювальних камерах.

*Швидкотверднучий шлакопортландцемент* має в складі клінкеру  $\text{C}_3\text{S}+\text{C}_3\text{A}$  більше, ніж звичайний, кількість шлаку – не більше 50 %, тонкість помелу – 350–450 м<sup>2</sup>/кг. За три доби твердіння набуває міцність на стиск 20 МПа, на вигин – 3,5 МПа.

*Сульфатостійкий шлакопортландцемент* має обмеження у складі клінкеру:  $\text{C}_3\text{A} \leq 8\%$ . Його застосовують для виготовлення конструкцій, що зазнають дії сульфатної агресії.

## 7.11. СПЕЦІАЛЬНІ ЦЕМЕНТИ

*Глиноземистий цемент* – швидкотверднуча гідравлічна в'язуча речовина, яка складається з низькоосновних алюмінатів кальцію.

Сировиною для цього цементу є вапняки і боксити. Мінералогічний склад:  $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ,  $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ . Тепловиділення глиноземистого цементу в 1,5 рази вище, ніж портландцементу, тому його можна застосовувати для зимового бетонування; не рекомендується для бетонування масивних



---

---

конструкцій у літній період, а також конструкцій, що піддають тепловологісній і теплової обробці. Колір цього цементу – від сіро-зеленого до чорного, середня щільність у сипкому стані – 1000–1300 кг/м<sup>3</sup>, водопотреба – 23–28 %. Строки тужавіння – початок не раніше як за 30 хв і кінець не пізніше як за 12 год після початку замішування. За строками тужавіння глиноземистий цемент дуже зручний для виготовлення виробів, тому що він є швидкотужавіючим. Строки тужавіння можна регулювати добавками – прискорювачами – Ca(OH)<sub>2</sub>; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; CaSO<sub>4</sub> чи добавками – сповільнювачами – NaCl, HCl, CaCl<sub>2</sub>, бура, гліцерин, цукор. Марки – 400, 500, 600 – визначають за міцністю на стиск зразків-кубиків із стороною 70,7 мм через три доби твердіння. Затверділий глиноземистий цемент має високу стійкість у мінералізованих водах, сульфатостійкість, підвищену у порівнянні із звичайним портландцементом стійкість до дії вуглекислих вод, слабких розчинів, неорганічних кислот, ґрунтових і промислових вод, багатьох органічних кислот (молочної, яблучної, мурашиної та ін.), тваринних та рослинних масел, фенолу. Але слід враховувати, що такий цемент нестійкий до дії лугів і концентрованих неорганічних кислот.

Різновид глиноземистого – *високоглиноземистий цемент*, що містить 72–75 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> і 22–25 % CaO, має високу вогнетривкість (1750 °C) і тому його можна використовувати для виготовлення футерувальних виробів.

Глиноземисті цементи уп'ятеро–вшестеро дорожчі за звичайний портландцемент, тому їх застосовують тільки тоді, коли їхні цінні властивості використовуються найповніше: для виготовлення швидкотверднучих, особливо в зимових умовах, бетонів; за аварійно-відновлювальних робіт; для бетонів з високими вимогами щодо морозостійкості та перемінного зволоження і висихання, дії хімічно-агресивних вод; виготовлення жаростійких виробів.

*Водонепроникний розширний цемент* – швидкотужавіюча та швидкотверднуча гідравлічна в'язуча речовина, яку одержують помелом 70–76 % глиноземистого цементу, 20–22 % напівводного гіпсу і 10–11 % високоосновного алюмінату кальцію 4CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O.

Початок тужавіння – не раніше як за 4 хв, кінець – не пізніше як за 10 хв з початку замішування водою. Розширюється цемент у межах 4–5 % внаслідок утворення гідросульфоалюмінату кальцію.

Використовують такий цемент для гідроізоляції тунелів, стовбурів шахт, у підземному та підводному бетонуванні, під час створення водонепроникних швів, але в усіх випадках умов

---

---

експлуатації температура має бути вищою за 0°C, тому що такий цемент має знижену морозостійкість.

*Водонепроникний безусадковий цемент* – швидкотужавіюча та швидкотверднуча речовина, яку одержують змішуванням глиноземистого цементу, напівводного гіпсу і гашеного вапна. Початок тужавіння – не раніше як за 1 хв, а кінець – не пізніше як за 5 хв. Використовують для гідроізоляції підземних споруд.

*Гіпсоглиноземистий розширний цемент* одержують помелом чи змішуванням після попереднього подрібнення високоглиноземистого шлаку чи клінкеру (70 %) і природного двоводного гіпсу (30 %). Початок тужавіння – не раніше як за 20 хв, кінець – не пізніше як за 4 год. Розширення, яке відбувається тільки у воді, – 0,1–0,7 % через три доби і не більш ніж 1 % через 28 діб. Міцність зразків на стиск через три доби – не менше ніж 30 МПа.

Застосовують цей цемент для виготовлення водонепроникних розчинів і бетонів, гідроізоляції підвалів, шахт, труб, для замонолічування стиків.

*Напружувальний цемент* одержують спільним помелом 65–75 % портландцементного клінкеру, 13–20 % глиноземистого цементу та 1–10 % двоводного гіпсу. Застосовують для виготовлення попередньо напружених залізобетонних виробів. У процесі пропарювання залізобетонних виробів, сталева арматура яких натягнута в протилежних напрямках, цемент розширюється і створює в арматурі попереднє напруження. Початок тужавіння – через 2–5 хв, кінець – через 4–7 хв.

Після доби твердіння такий цемент має міцність на стиск не менш як 15 МПа, а через 28 діб твердіння – 50 МПа. Використовують його для виготовлення залізобетонних конструкцій підвищеної несучої здатності і тріщиностійкості для підводних і підземних напірних споруд, спортивних об'єктів, тонкостінних просторових конструкцій.

## **7.12. ГІПСОЦЕМЕНТНОПУЦОЛАНОВІ В'ЯЖУЧІ**

Гіпсоцементнопуцоланові в'язучі (ГЦПВ) одержують змішуванням 50–70 % напівводного гіпсу і 15–25 % портландцементу та 10–25 % активної мінеральної добавки (діатоміт, трепел, опока, випалені глини тощо). ГЦПВ випускають марок 100 і 150. Вони швидко тверднуть, мають високу водостійкість. Міцність бетонів на ГЦПВ на стиск – 15–30 МПа. Уже через дві–три години після ви-

---

---

готовлення бетону міцність дорівнює 30–40 % марочної. ГЦПВ застосовують для виготовлення панелей основ підлог, панелей внутрішніх стін, санітарно-технічних кабін, вентиляційних блоків, стінового каменю тощо.

### 7.13. В'ЯЖУЧІ АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДІННЯ

В'язучі автоклавного твердіння можна поділити на такі групи: *силікатні*, виготовлені з сировинної суміші, що містить вапно і кварцовий пісок; *шлакові*, виготовлені з використанням металургійних чи паливних шлаків як кремнеземистого компонента; *зольні*, виготовлювані із застосуванням золи від спалювання вугілля, сланців, торфу; *в'язучі*, виготовлені з використанням *відходів хімічної* та *гірничодобувної промисловості*. Кожне з цих в'язучих містить кремнеземистий компонент і вапно. Можна також вводити добавки, що регулюють структурування.

Твердіння автоклавних в'язучих відбувається в середовищі насиченої водяної пари при температурі 175–200 °С та відповідному тиску пари 0,8–1,6 МПа у промислових автоклавах. Внаслідок взаємодії оксидів CaO і SiO<sub>2</sub> за участю води утворюються гідросилікати, які зумовлюють високу міцність автоклавних матеріалів.

В'язучі автоклавного твердіння застосовують для виготовлення теплоізоляційних пористих ніздрюватих бетонів, а також для щільних конструкційних матеріалів.

Використовуючи промислові відходи для безцементних в'язучих, можна економити паливно-енергетичні ресурси й одночасно вирішувати екологічні проблеми захисту навколишнього середовища.

### 7.14. ШЛАКОЛУЖНІ В'ЯЖУЧІ

Шлаколужні в'язучі одержують на основі тонко помеленого гранульованого доменного шлаку і лужного компонента – сполук лужних металів натрію або калію. До лужних компонентів належать содопоташна суміш – супутній продукт виробництва глинозему із нефелінів і сіенітів; содолужний плав – продукт капролактанового виробництва; рідкі лужні відходи фенольного виробництва; суміш їдкового натру і калію; фторид натрію – відхід суперфосфатного виробництва; металсилікат натрію – супутній продукт виробництва двооксиду титану і глинозему; пил електрофільтрів клінкеро-

---

---

випалювальних печей цементних заводів; лужні відходи целюлозно-паперової промисловості тощо.

Початок тужавіння цих в'язучих – не раніше як через 30 хв, кінець – від 2 до 5 год. Границя міцності на стиск – 20–120 МПа, шлаколужні в'язучі застосовують взимку: лужні компоненти виконують роль протиморозної добавки.

## **7.15. ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ЦЕМЕНТІВ**

Вироблений на заводі цемент відвантажують для транспортування до місця застосування партіями, розмір яких залежить від потужності заводу. Для транспортування насипом використовують пневмотранспорт, вагони-цементовози, цистерни, контейнери, авто-цементовози; їх також упаковують і транспортують у паперових мішках. На цемент видається паспорт за номером, де зазначено назву заводу, дату відвантаження, номер партії, кількість вагонів, назву цементу, нормальну густоту, активність.

Цемент зберігають окремо за марками і видами в закритих складах, силосних бункерах. Змішувати цемент різних видів і марок забороняється. Під час транспортування і зберігання цемент потрібно захищати від дії вологи. Якщо потрібно визначити якість цементу, відбирають пробу масою 20 кг і направляють у лабораторію для випробування.

Час зберігання обмежений, тому що внаслідок поглинання вологи із повітря відбувається зниження активності. Через три місяці зберігання активність знижується на 20 %, через 6 місяців – на 30 %, через рік – на 40 %. Тонкомелені та швидкозатвердні цементи швидше втрачають свою активність.

Відновлюють активність злежаних цементів додатковим помелом. Крім стандартних методів оцінки активності цементів, іноді застосовують орієнтовні примітивні візуальні методи, наприклад, стискають у долоні цемент, і якщо він після розтулення кулака не грудкується, а розсипається, то цемент суттєво не втратив активності; якщо ж окремі частки агрегують (грудкуються), то цемент втратив активність і слід оцінити можливість його використання стандартним методом.

---

---

## 7.16. СУЧАСНІ МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ

Винахід у 1957 році методу виготовлення порошків, здатних до *редиспергації*, та впровадження його у промислове виробництво, відкрило нові якісні та економічні перспективи розвитку ще однієї галузі виробництва будівельних матеріалів – сухих будівельних сумішей. Наслідком швидкого становлення виробничої та науково-технічної бази цієї галузі було створення практично необмеженого спектра високоефективних будівельних розчинів – від мурування стін і опорядження будівель до покриття автомагістралей та спорудження промислових об'єктів.

На сьогодні сухі суміші практично витіснили “мокре” виробництво розчинів. Унікальні властивості і широкий асортимент сухих сумішей дозволяють використовувати їх під час виконання всіх видів будівельних робіт (оздоблення, теплоізоляція, гідроізоляція, відновлення тощо) у житловому, промисловому і спеціальному будівництві (упорядження високоміцних підлог, відновлення аеродромного покриття, гідроізоляція споруд тощо).

Розчини і бетони із сухих будівельних сумішей, порівняно з традиційними, мають низку переваг, а саме: мінімум операцій для переведення сухих сумішей в робочий стан (замішування водою); зниження на 5–7 % відходів розчину за рахунок застосування пластифікувальних і водоутримувальних домішок; стабільність показників сухих сумішей і розчинів на їх основі в результаті точного дозування компонентів і ефективності змішування; підвищення працездатності в 1,5–3 рази за рахунок покращення пластичних якостей розчинних сумішей і механізації робіт; зменшення на 10–15 % транспортних витрат і підвищення якості робіт.

*Сухі будівельні суміші* – це порошкоподібні композиції, що складаються з мінеральної або органічної в'язучої речовини, наповнювачів і заповнювачів, добавок, які виготовляють у заводських умовах. На місці проведення робіт сухі суміші змішують з водою до отримання будівельного розчину заданої консистенції.

Асортимент продукції є практично необмеженим – бетони, мурувальні розчини, штукатурки, клеї, шпатлівки, підлоги, що здатні до самовирівнювання.

Спеціальні властивості сухих будівельних сумішей визначаються їхніми галузями застосування (морозостійкість, гідрофобність, термостійкість, адгезійні властивості). Гарантована якість сухої

---

---

суміші забезпечується за рахунок високої технологічності заводських процесів і сучасним рівнем будівельної хімії.

Світовий досвід застосування сухих будівельних сумішей свідчить про їхню високу ефективність і переваги порівняно з традиційними методами проведення робіт, а саме: підвищення продуктивності праці в 1,5–5 разів залежно від виду робіт, зниження матеріаломісткості порівняно з традиційними технологіями у 3–10, стабільність складів, що гарантує отримання матеріалів із заданими властивостями, і, як наслідок, підвищення якості будівельних робіт, збільшення тривалості зберігання без зміни властивостей, можливість транспортування і зберігання при від'ємній температурі, а також зниження витрат під час транспортування, зберігання та використання матеріалів.

Вихідні матеріали можна поєднати в такі основні групи: мінеральні та органічні в'язучі, наповнювачі і заповнювачі, добавки.

Як мінеральні в'язучі використовують портландцемент, зокрема білий та кольоровий, глиноземистий та вогнетривкий цемент, гіпсові в'язучі, вапно.

Наповнювачі та заповнювачі можуть бути представлені як природними дисперсними, так і механічно-диспергованими неорганічними та органічними речовинами різної структури.

Природні дисперсні речовини – це глини (бентоніт, каолініт), доломіт, оміакарб (мармурова мука), маршаліт (аморфний кремнезем), природна збагачена крейда, кварцовий пісок, які мають розмір частинок від 2 до 640 мкм.

Природні механічно-дисперговані речовини представлені слюдою, тальком, вермикулітом, перлітом, пилоподібним меленим кварцом із розміром частинок від 5 до 600 мкм. До природних механічно-диспергованих волокнистих відносять азбест з довжиною волокон 1,5–3,5 мм, до синтетичних волокнистих – поліпропіленові та поліамідні волокна довжиною 6,5–7,5 мкм.

У сухих сумішах, що призначені для відновлення бетонних і залізобетонних конструкцій, як заповнювач застосовують піски крупнішої фракції, а також дрібнозернистий щебінь фракції 3–10 мм.

Одним з основних компонентів сухих сумішей є добавки – водоутримувальні, пластифікатори, піногасники, пігменти, емульгатори, регулятори тужавлення, гідрофобізатори, пороутворювачі, стабілізатори та ін. У складах сухих сумішей найрозповсюдженіші добавки у порошкоподібному стані.

---

---

Як пігменти застосовують неорганічні речовини, що за хімічним складом є оксидами титану, феруму та хрому, або солями, наприклад, залізну лазур.

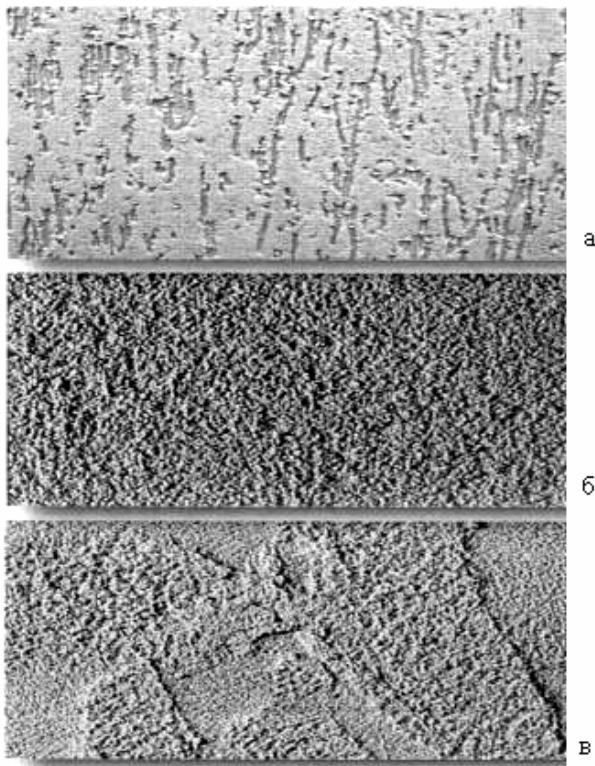
*Затиральні суміші* представлені декоративними кольоровими сумішами (відомими як *фуги*), що використовують для зовнішніх і внутрішніх робіт під час заповнення швів між плитками на вертикальних і горизонтальних поверхнях для надання закінченого декоративного вигляду облицюванню.

Ці матеріали повинні також сприймати частину напружень, що виникають на усій поверхні покриття, захищати конструкції від механічних пошкоджень і проникнення води, мати добру адгезію до усіх частин плитки, низьку усадку, достатню еластичність, тріщиностійкість, опір стиранню, ударну міцність та низьке капілярне всмоктування.

*Полімернінеральні штукатурки*, зазвичай, поділяють на дві групи: цементні та гіпсомісткі.

Цементні (або цементомісткі) штукатурки призначені для оздоблення фасадів і складаються із цементу, вапна, наповнювачів (кварцового піску і білих карбонатів), полімерного компонента, уповільнювачів тужавіння, водоутримувальних та реологічних добавок, а при необхідності й армуючих матеріалів. Карбонатні наповнювачі (мармуровий дрібняк або вапняк) можна застосовувати додатково або замість кварцових пісків. Підвищення вмісту цементу в складі вапняно-цементного розчину обумовлює високу міцність під час стиску, ударну міцність, водозахисні властивості, але призводить до утворення тріщин внаслідок жорсткості розчину. З підвищенням вмісту гашеного вапна поліпшуються технологічні властивості.

*Декоративні штукатурки* – це товстошарове покриття, яке має визначену структуру. Структура залежить від типу, розміру і форми наповнювача (заповнювача), технологічного прийому нанесення і виду застосовуваного інструменту. Вони постачаються у вигляді сухих сумішей або готовими до застосування. Декоративні акрило-латексні штукатурки використовуються в якості фінішного покриття на фасадах та інтер'єрах. Існують різні типи фактури (рис. 7.16.1), які мають у своєму складі зерна різної фракції для отримання малюнку. Штукатурки тонуються більш ніж у 800 відтінків, та завдяки використанню високоякісних колорантів не вигорають протягом експлуатації.



**Рис. 7.16.1. Типи фактури акрилових штукатурок:**  
*а – корюд; б – шуба; в – вільний вибір типу фактури*

Суміш для обрізки призначена для отримання рівномірного закріплювального шару, який має бути солестійким. Його виконують на поверхні у вигляді сітки, що покриває не менш 70 % площі товщиною 5 мм.

Гіпсомісткі штукатурки призначені для оздоблення внутрішніх поверхонь приміщень. Вони складаються із гіпсу, вапна, наповнювачів, уповільнювачів тужавіння, полімеру та водоутримувальної добавки. Залежно від типу і кількості компонентів розрізняють гіпсопіщані, гіпсовапняні або вапняно-гіпсові суміші. Основними перевагами гіпсомістких сумішей є висока міцність і твердість, швидкість тужавіння, що регулюється використанням добавок, відносно



---

---

низька теплопровідність (є важливою для штукатурок та гіпсокартонних плит), низька звукопровідність, висока паропроникність, добра хімічна стійкість і вогнестійкість, невисока вартість. Основним недоліком є низька водостійкість, а також неможливість спільної роботи з основою, що містить гідралічну в'язучу речовину.

Перевагами гіпсомістких сумішей з полімерними добавками є підвищення водостійкості, збільшення адгезії до різних основ, підвищення міцності, опору стиранню, деформативності, уповільнення строків тужавлення. Часто поверхня, оштукатурена гіпсомісткими сумішами, є готовою для фарбування та обклеювання шпалерами. Порівняно із цементно-піщаними штукатурками, гіпсові мають меншу витрату (10 кг на 1 м<sup>2</sup> при товщині шару 10 мм).

*Суміші для підлог і стяжок.* У сучасних будівлях і спорудах підлога представлена горизонтальною багатшаровою конструкцією, кожний шар якої має своє визначене функціональне призначення. Ця конструкція складається з основи, підкладального шару, звукоізоляції, теплоізоляції, стяжки, гідроізоляції, ґрунтовки та верхнього шару покриття. Підлоги повинні мати високі показники якості за міцністю, деформативністю, зносостійкістю, тріщиностійкістю, корозійною стійкістю та декоративністю. Комплексом таких властивостей відрізняються наливні підлоги, отримані з використанням полімерних в'язучих речовин.

Як мінеральні в'язучі матеріали використовують портландцемент, високоалюмінатний цемент, гіпс, ангідритовий цемент. Заповнювачем є кварцовий пісок із максимальним розміром зерен до 0,4 мм, наповнювачами – карбонатні породи або зола-винесення.

### Це цікаво

... У 1824 році англієць Джозеф Аспдін запатентував цемент. У ратуші міста Лідса, де він народився, є напис: “Винахід цементу зробив весь світ його боржником”. Довго Джозеф Аспдін думав як його назвати і вирішив використати назву місця, де добували природний камінь сірого кольору – місто в Англії Портланд. Російський вчений Єгор Челієв в 1825 році незалежно від англієця винайшов таку ж в'язучу речовину.

... Перший дослідив якості гідралічного вапна Джон Сміт і у 1756 році використав його для будівництва морського маяка у м. Едісон.

---

---

... Протягом 1812–1813 рр. Люес Віцат досліджував штучне гідралічне вапно. Різновид натурального гідралічного вапна, отриманий Джеймсом Паркером у 1796 р. в Англії, було названо римським цементом. Портландцемент набув великої популярності лише після 1850 р. Його ширшому застосуванню сприяло винайдення французьким садівником Джозефом Монером у 1867 р армованого бетону. У 1889 р. був збудований перший бетонний міст.

... На початку 60-х років на будівельних майданчиках Західної Європи вперше почали використовувати сухі цементні суміші, модифіковані полімерними добавками, здатними до редиспергації, отриманими висушуванням спеціальних водних дисперсій полімерів методом розпилювального сушіння. Після замішування з водою такі порошки можуть переходити у вихідний стан водних дисперсій, зберігаючи при цьому притаманні їм характеристики та функції полімерних в'язучих речовин. З часом розвиток будівельної хімії забезпечив різноманітність і різне профілювання сухих будівельних сумішей та добавок, придатних для їх виготовлення.

... Лідерами у технології виготовлення сухих сумішей є компанії, що представляють країни Скандинавії, ФРН, Австрії (близько 90 % будівельних і 100 % ремонтно-реставраційних робіт виконуються з використанням сухих сумішей). Найбільшими виробниками сухих сумішей є компанії KNAUF, SAKRET, ALFIX, OPTIROC, KEMA, HENKEL.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. Як одержують повітряне вапно?
2. Які є види вапна, як їх одержують і де застосовують?
3. Як одержують будівельний гіпс?
4. Назвіть основні властивості та галузі застосування будівельного гіпсу.
5. Що таке портландцемент, з якої сировини його виготовляють?
6. Який мінералогічний склад портландцементного клінкеру?
7. Які властивості має портландцемент, де він застосовується у будівництві?
8. Назвіть особливості твердіння портландцементу та корозії портландцементного каменю.
9. Які різновиди портландцементів?
10. Перелічіть назви спеціальних цементів.

- 
- 
11. Які властивості характерні для шлакопортландцементу?
  12. Що таке глиноземистий портландцемент, які його властивості?
  13. Як зберігають і транспортують цемент?
  14. Що є рідким склом, які його властивості і застосування в будівництві?
  15. Що належить до магнезійних в'язучих речовин? Назвіть їхні характерні властивості і галузь застосування в будівництві.
  16. Визначте марку портландцементу, якщо зразки-балочки під час випробовування на вигин зруйнувались при навантаженнях: 2400, 2500, 2550 Н, а під час випробовування на стиск навантаження дорівнювали 10000, 11000, 2000 Н.

## **✍ ТЕСТИ**

### **7.1. Сировина**

***I. Визначте, яку в'язучу речовину можна виготовити з вапняку, в якому знаходиться глини менше 5 %?***

1. Гіпс;
2. Повітряне вапно;
3. Портландцемент;
4. Гідравлічне вапно.

***II. Яку сировину потрібно використати на цементному заводі, щоб виготовити портландцементний клінкер?***

1. Мергель;
2. Магнезит;
3. Вапняк із вмістом глини до 6 %
4. Доломіт.

***III. Для отримання каустичного доломіту необхідна гірська порода, яка має таку хімічну формулу:***

1.  $MgCO_3$ ;
2.  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ ;
3.  $CaSO_4$ ;
4.  $CaCO_4$ .

---

---

***IV. Якщо випалити природний гіпсовий камінь при температурі 800–1000 °С, то отримаємо:***

1. Естрих-гіпс;
2. Будівельний гіпс;
3. Високоміцний гіпс;
4. Супергіпс.

***V. Повітряне вапно одержується під час випалювання:***

1. Природного гіпсового каменю;
2. Вапняків з вмістом глини до 6 %;
3. Вапняків з вмістом глини до 6–20 %;
4. Граніту.

***VI. Якщо випалювати вапняки і боксити, то отримаємо цемент:***

1. Глиноземистий;
2. Гідрофобний;
3. Шлаковий;
4. Портландцемент.

***VII. За теплової обробки природного гіпсового каменю при температурі 110–160 °С отримуємо:***

1. Будівельний гіпс;
2. Високоміцний гіпс;
3. Естрих-гіпс;
4. Високівипалюваний гіпс.

***VIII. Якщо випалити, а потім помолоти вапняк з вмістом глини більше 20 %, то отримаємо:***

1. Повітряне вапно;
2. Гідралічне вапно;
3. Портландцемент;
4. Глиноземистий цемент.

***IX. Яке в'язуче отримаємо під час помелу клінкеру, гіпсу і доменного гранульованого шлаку:***

1. Гіпсошлаковий цемент;
2. Шлакопортландцемент;
3. Вапняковошлаковий.

---

---

**X. Основною сировиною для отримання розчинного скла є:**

1. Кварцовий пісок і сода;
2. Вапняк і кварцовий пісок;
3. Магнезит і кварцовий пісок;
4. Кварцовий пісок і шлак.

## **7.2. Виробництво**

**I. Укажіть, який різновид портландцементу отримаємо, якщо під час помелу портландцементного клінкеру ввести милонафт?**

1. Пластифікований;
2. Гідрофобний;
3. Сульфатостійкий.

**II. Пластифікований портландцемент отримаємо, якщо під час помелу портландцементного клінкеру введемо:**

1. Лігносульфат у кількості 0,2 %;
2. Милонафт 0,2 %;
3. Асидол 0,2 %;

**III. Якщо вапно гаситься водою в кількості 20 % від маси вапна, то виходить:**

1. Гідратне вапно;
2. Вапняне молоко;
3. Вапняне тісто.

**IV. Під час помелу портландцементного клінкеру ввели сульфітно-спиртову барду. Назвіть вид отриманого цементу:**

1. Пластифікований;
2. Гідрофобний;
3. Сульфатостійкий;

**V. Якщо кількість води для гасіння вапна складає 70 % від маси вапна, то отримаємо:**

1. Гідратне вапно(вапно-пушонка);
2. Вапняне тісто;
3. Вапняне молоко;
4. Вапно-кипілка.

---

---

***VI. Якщо клінкер подрібнити з двоводним гіпсом у кількості 3,5 %, то утвориться:***

1. Естрих-гіпс;
2. Глиноземистий цемент;
3. Портландцемент;
4. Фосфатний цемент.

***VII. Якщо вихідні компоненти змішують з кількістю води 40 % від маси сухої речовини, то портландцемент виготовляють способом:***

1. Сухим;
2. Мокрим;
3. Комбінованим.

***VIII. Якщо під час виготовлення цементу клінкер перемелюють з гіпсом і активною мінеральною добавкою в кількості 21–30 %, то одержують цемент:***

1. Пуцолановий;
2. Тампонажний;
3. Гідрофобний.

***IX. За спільного помелу портландцементного клінкеру 65–75 глиноземистого цементу 13–20, двоводного гіпсу 6–10 % одержують:***

1. Напружувальний цемент;
2. Пластифікований портландцемент;
3. Лужний цемент;
4. Фосфатний цемент.

***X. Якщо під час помелу змішати 70–76 глиноземистого цементу, 20–22 напівводного гіпсу та 10–11 % високоосновного гідроалюмінату кальцію, то одержимо цемент:***

1. Глиноземистий розширений;
2. Водонепроникний розширений;
3. Напружувальний.

---

---

### 7.3. Властивості

**I. Для приготування тіста з будівельного гіпсу стандартної консистенції потрібно води:**

1. 30–40 %;
2. 50–70 %;
3. 28–32 %.

**II. Строки тужавіння будівельного гіпсу нормального твердіння знаходяться в межах:**

1. 6–20 хв;
2. 2–15 хв;
3. 4–25 хв.

**III. Середнє руйнівне навантаження під час випробування гіпсових половинок-балочок на стиск дорівнює 48 кН? Визначити марку гіпсу:**

1. Г19;
2. Г22;
3. Г5;
4. Г50.

**IV. Назвіть строки тужавіння каустичного магnezиту:**

1. 6–20 хв;
2. 20 хв–6 год;
3. 45 хв–10 год.

**V. Строки тужавіння портландцементу знаходяться в межах:**

1. 45 хв–10 год;
- 2) 6–20 хв;
- 3) 20 хв–6 год.

**VI. Насипна густина портландцементу знаходиться в таких межах:**

1. 1300–1800 кг/м<sup>3</sup>;
2. 1000–1300 кг/м<sup>3</sup>;
3. 3000–3200 кг/м<sup>3</sup>.

---

---

***VII. Середнє руйнівне навантаження під час випробування портландцементних половинок-балочок на стиск дорівнює 100 КН. Визначити марку портландцементу за міцністю:***

1. 400;
2. 100;
3. 1000;
4. 40.

***VIII. Для визначення марки цементу за міцністю потрібно визначити:***

1. Строки тужавіння;
2. Границю міцності на стиск і згин;
3. Насипну густину;
4. Водопотребу цементу.

***IX. Для випробування на міцність гіпсу, портландцементу виготовляють еталонні зразки:***

1. 40×40×160 мм;
2. 40×40×100 мм;
3. 20×20×30 мм.

***X. Що означає марка цементу за міцністю “400” ?***

1. Границя міцності на стиск еталонного зразка на 28 день;
2. Границя міцності на стиск еталонного зразка на 7 день;
3. Границя міцності на згин еталонного зразка на 28 день;
4. Границя міцності на згин еталонного зразка на 7 день.

#### **7.4. Застосування**

***I. Який цемент краще застосовувати для виготовлення конструкції, яка буде працювати в умовах циклічного заморожування та відтавання:***

1. Пуцолановий портландцемент;
2. Гідрофобний портландцемент;
3. Портландцемент;
4. Кольоровий портландцемент.



---

---

**II. Для виготовлення залізобетонних колон у пропарювальній камері краще застосовувати цемент:**

1. Глиноземистий;
2. Портландцемент;
3. Ангідрітовий цемент.

**III. Для виготовлення облицювальних панелей морського причалу краще застосовувати цемент:**

1. Сульфатостійкий;
2. Пластифікований портландцемент;
3. Портландцемент.

**IV. Для ремонтування бетонного фундаменту взимку потрібно застосовувати:**

1. Глиноземистий цемент;
2. Портландцемент;
3. Пластифікований портландцемент.

**V. Через який термін після гасіння повітряного вапна можна застосовувати його для будівельного розчину?**

1. 7 годин;
2. 7 діб;
3. 14 діб;
4. 14 годин.

**VI. Необхідно бетонувати фундамент великих розмірів у липні, який цемент застосовувати?**

1. Портландцемент;
2. Пуцолановий портландцемент;
3. Глиноземистий цемент.

**VII. Яку в'язучу речовину можна застосовувати під час зимових робіт?**

1. Вапно негашене молоте;
2. Вапно-пушонка;
3. Портландцемент.

---

---

***VIII. Яке в'язуче застосовується для силікатизації ґрунтів:***

1. Вапно;
2. Рідке скло;
3. Гіпс.

***IX. Будівельний гіпс застосовується:***

1. Для мурувального розчину;
2. Для штукатурного розчину;
3. Для виготовлення фундаментних блоків.

***X. Рідке скло можна застосувати:***

1. Для штукатурки звичайних цегляних стін;
2. Для виготовлення керамічних каменів;
3. Для виготовлення жаростійкого бетону.

### **7.5. Транспортування, зберігання**

***I. Портландцемент через три місяці зберігання:***

1. Втрачає міцність на 20 %;
2. Втрачає міцність на 40 %;
3. Збільшує міцність на 20 %;
4. Збільшує міцність на 40 %.

***II. Негашене мелене вапно перевозять у:***

1. Бітумізованих паперових мішках;
2. Автосамоскидах;
3. Автоцистернах.

***III. Відповідність гіпсового в'язучого вимогам стандарту за отриманням умов транспортування і зберігання під час поставання в тарі виготовлювач гарантує:***

1. 60 діб;
2. 90 діб;
3. 45 діб;
4. 15 діб.

---

---

***IV. Який вид цементу не потребує суворих пересторог під час транспортування?***

1. Гідрофобний;
2. Глиноземистий;
3. Шлаковий.

***V. Завод-виготовлювач гарантує відповідність цементу всім вимогам стандарту під час дотримання правил його транспортування і зберігання під час поставки навалом для основних видів цементів:***

1. 60 діб;
2. 45 діб;
3. 90 діб;
4. 75 діб.

***VI. Гіпсові в'язучі без упакування транспортують в:***

1. Автосамоскидах;
2. Бортових автомобілях;
3. Автоцементовозах.

***VII. Вкажіть ефективний спосіб зберігання вапняного тіста:***

1. Творильна яма;
2. В автоцементовозах;
3. У мішках;
4. У закритих ємкостях.

***VIII. Скільки можна зберігати негашене мелене вапно?***

1. Не більше 30 діб;
2. Не більше 15 діб;
3. Не більше 2 діб;
4. Не більше 5 діб.

***IX. Скільки часу потрібно витримувати гашене вапно в гасильних ямах?***

1. Не менше 14 діб;
2. Не більше 14 діб;
3. Не менше 10 діб;
4. Не більше 10 діб.

---

---

*Х. Під час визначення якості в польових умовах цемент при стисканні в кулаці зрудується, то він:*

1. Втратив якість;
2. Почав знижувати активність;
3. Не впливає на активність.

## **7.6. Характерні відмінності**

*I. Яка кількість аліту знаходиться у портландцементному клінкері:*

1. 20–30 %;
2. 4–14 %;
3. 45–60 %;
4. 10–18 %.

*II. Яка формула мінералу “беліт”?*

1.  $3\text{CaO SiO}_2$ ;
2.  $2\text{CaO SiO}_2$ ;
3.  $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$ ;
4.  $4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

*III. Головну роль у синтезі міцності каменю на ранніх стадіях твердіння відіграє:*

1. Аліт;
2. Беліт;
3. Алюмінат;
4. Алномоферит.

*IV. Для зниження швидкості корозії I типу цементного каменю необхідно:*

1. Збільшити в складі цементу вміст  $\text{C}_3\text{S}$  до 50 %;
2. Зменшити в складі цементу вміст  $\text{C}_3\text{S}$  до 5 %;
3. Зменшити в складі цементу вміст  $\text{C}_3\text{S}$  та  $\text{C}_3\text{A}$ ;
4. Збільшити в складі цементу вміст  $\text{C}_3\text{A}$ .

*V. Що служить сповільнювачем твердіння будівельного гіпсу?*

1. Поварена сіль;
2. Сірчаноокислий натрій;
3. Клей тваринний.

---

---

***VI. Скорочення строків тужавлення гіпсових в'язучих здійснюється при:***

1. Збільшенні тонкості помелу;
2. Збільшенні водогіпсового відношення;
3. При зниженні температури.

***VII. Щоб продовжити строки тужавлення гіпсових в'язучих необхідно:***

1. Знизити температуру води;
2. Підвищити температуру води;
3. Зменшити кількість води.

***VIII. Хімічною формулою гашеного вапна є:***

1.  $\text{Ca(OH)}_2$ ;
2.  $\text{CaO}$ ;
3.  $\text{CaCO}_3$ ;
4.  $\text{CaSO}_4$ .

***IX. Для визначення тонкості помелу цементу використовують:***

1. Сито № 08;
2. Сито № 008;
3. Сито № 02;
4. Сито № 05.

---

---

## 8. БУДІВЕЛЬНІ БЕТОНИ

### 8.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БЕТОНИ

Бетон – це штучний каменеподібний матеріал, результат тверднення раціонально дібраної суміші в'язучого, заповнювачів, води і, за потреби, спеціальних добавок. До затвердіння цю суміш називають бетонною.

Змінюючи склад бетонної суміші, можна в період формування надавати виробам і конструкціям практично будь-якої конфігурації та розмірів, а після затвердіння одержувати задані в широкому діапазоні властивості щодо міцності, щільності, теплопровідності. Ці можливості тепер значно зростають завдяки науковим успіхам у пошуку різних добавок.

Суміш ретельно гомогенізують у бетонозмішувачах різної конструкції, укладають в опалубку або форми й ущільнюють механізованими способами. Відформована суміш твердне в природних, а для прискорення тверднення – штучних тепловологових умовах (пропарювання, автоклавна обробка, електропрогрівання, безпарове прогрівання, попереднє розігрівання тощо) з додержанням спеціальних режимів або під час введення комплексу хімічних добавок.

Бетон – один з основних видів будівельних матеріалів. У загальній вартості матеріальних ресурсів, використовуваних у капітальному будівництві, вартість збірних та монолітних бетонних виробів і конструкцій становить майже 25 %.

Одночасно бетон є економічним матеріалом, оскільки вироби з нього більш як на 80 % об'єму складаються з місцевої сировини: піску, щебеню, гравію чи побічних продуктів промисловості у вигляді шлаків, золи тощо.

В останні десятиріччя сфера і обсяги застосування бетонів різних видів розширюються у зв'язку з тим, що поряд із збірним будівництвом, все більшу увагу наших будівельників привертає зведення будівель і споруд із монолітного бетону і залізобетону.

Взагалі, сучасне будівництво неможливе без бетону. Сьогодні світовий об'єм застосування бетону 2 млрд м<sup>3</sup> за рік. Це один із наймасовіших будівельних матеріалів, який значною мірою визначає рівень розвитку цивілізації. Бетон, без сумніву, залишається основним конструкційним матеріалом в оглядовому майбутньому.

---

---

Серед усіх матеріалів, які застосовують у будівництві, тільки бетон має унікальну, неоціненну властивість – його міцність та інші фізико-механічні властивості протягом багатьох десятиріч, тобто за весь час експлуатації в конструкціях не знижується, як це характерно для переважної більшості будівельних матеріалів, а навпаки – підвищуються, його структура постійно удосконалюється.

У зв'язку з численністю видів, складів і властивостей бетонів їх класифікують за такими ознаками:

- за основним призначенням – *конструкційні, спеціальні* (жаро- та хімічно стійкі, дорожні, гідротехнічні, декоративні, радіаційно-захисні, теплоізоляційні тощо);

- за видом в'язучого – цементні, вапняні, гіпсові, шлакові, спеціальні;

- за структурою – *щільні, поризовані, ніздрюваті, крупно пористі*;

- за середньою щільністю в сухому стані:

- *особливо важкий* середньою щільністю понад 2500 кг/м<sup>3</sup>. Такий бетон на заповнювачах із звичайних щільних гірських порід одержати не вдається, тому використовують барит, залізні руди, сталеві ошурки, стружки;

- *важкий (звичайний)* середньою щільністю 2200–2500 кг/м<sup>3</sup> на заповнювачах із щільних гірських порід (щебінь, гравій, пісок). Це найпоширеніший різновид бетону;

- *полегшений* середньою щільністю 2000–2200 кг/м<sup>3</sup> на заповнювачах зниженої щільності (вапняк-черепашник, цегельний бій);

- *легкий* середньою щільністю 500–2000 кг/м<sup>3</sup> на природних і штучних пористих заповнювачах (вулканічні та вапнякові туфи, пемза, керамзит, шлакова пемза, аглопорит);

- *особливо легкий* середньою щільністю до 500 кг/м<sup>3</sup>; це насамперед ніздрюваті бетони та бетони на особливо легких заповнювачах (спучені перліт і вермикуліт);

- за розмірами заповнювача: *крупнозернистий* – із заповнювачем найбільшою крупністю від 10 до 150 мм; *дрібнозернистий* – із заповнювачем найбільшою крупністю 10 мм. Різновидом його є цементно-піщаний бетон з крупністю піску до 5 мм, який відрізняється від розчину вищими вимогами щодо піску, меншою рухливістю суміші і більшим вмістом цементу.

---

---

## 8.2. ВАЖКИЙ БЕТОН. МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВАЖКИХ БЕТОНІВ

Для формування бетону заданих властивостей потрібно до вихідних матеріалів поставити певні вимоги.

Вибір цементу залежить від умов експлуатації конструкції та заданої міцності бетону. Марку цементу вибирають так, щоб витрата його була раціональна. Така умова виконуватиметься, коли марка цементу в 1,1–1,5 разу більша за марку бетону:

Марка бетону	100	200	250	300	400	500	600
Марка цементу	300	300, 400	400	400, 500	500, 600	600	600 і більше

Із зменшення відношення марок цементу і бетону збільшується витрата цементу, зростає можливість усадкових деформацій, знижується тріщиностійкість виробів. У разі збільшення цього відношення знижується щільність бетону, підвищується можливість розшарування бетонної суміші.

**Вода** для приготування бетонної суміші, промивання заповнювачів і зволоження бетону повинна бути без шкідливих домішок, які перешкоджають нормальному твердінню цементу і можуть викликати корозію цементного каменю. Тому без попередньої перевірки для бетону придатна лише питна вода. Річкову, озерну та воду із штучних водойм перевіряють хімічним аналізом і порівняльним випробуванням зразків бетонів, виготовлених на такій та питній воді.

**Заповнювачі важкого бетону** – це сипкі суміші мінеральних частинок природного чи штучного походження певного гранулометричного складу. За розмірами частинок заповнювачі поділяють на *дрібні* (піски), крупністю від 0,16 до 5 мм, та *крупні* (щебінь, гравій), розміром від 5 до 70 мм. Іноді для бетонування особливо масивних конструкцій застосовують крупний заповнювач розміром до 150 мм і більше.

За мінеральним складом розрізняють *кварцові*, *польово-шпатні* та *карбонатні піски*. За походженням природні піски бувають *ярові* (гірські), *річкові* та *морські*. У ярових, на відміну від річкових і морських, підвищений вміст глинистих та органічних домішок, що може негативно впливати на міцність та інші властивості бетону. Однак форма зерен кутаста, що забезпечує добре зчеплення з цементним каменем. Річкові й морські піски, навпаки, містять менше



глинистих та органічних домішок, але мають обкатану форму і гладшу поверхню.

Штучні піски одержують подрібненням гірських порід або використанням супутніх продуктів – зол, шлаків. Щоб визначити придатність піску для бетону, його випробовують у лабораторії на такі показники: істинну і насипну щільність, пустотність, вологість, вміст різних домішок, зерновий склад.

Якщо вміст глинистих та пилуватих домішок перевищує 3 % маси, піски потрібно промивати. Вміст органічних домішок визначають обробкою піску 3 %-м водним розчином NaOH. Колір розчину після обробки піску не повинен бути темнішим за еталон. Зерновий склад піску характеризується вмістом зерен різних розмірів і модулем крупності  $M_k$ .

Ці показники визначають за допомогою стандартних сит з розмірами отворів 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 і 0,14 мм. Просіявши пісок, визначають часткові залишки на кожному ситі в процентах, а потім підраховують повні залишки на кожному ситі як суму часткового залишку на цьому ситі і на попередніх ситах:

$A_i = a_{2,5} + \dots + a_i$  де  $a_i$  – часткові залишки, %. За значеннями повних залишків на ситах будують графік зернового складу піску, за яким визначають допустимість піску для виготовлення бетону (рис.8.2.1).

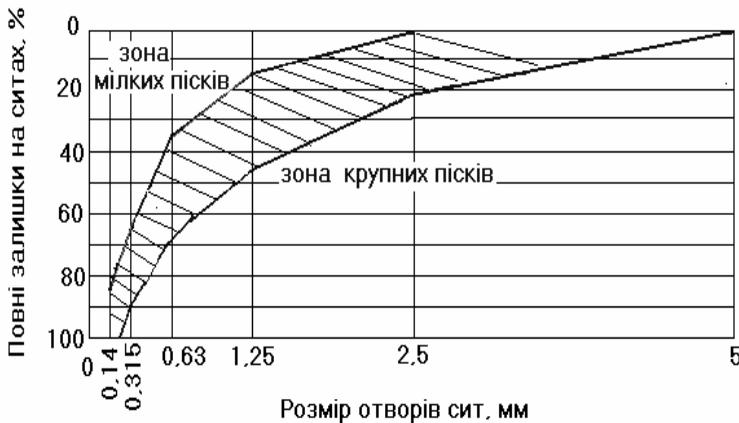


Рис. 8.2.1. Графік зернового складу піску

Модуль крупності піску визначають за формулою

$$M_k = (A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}) / 100.$$

За модулем крупності піски поділяють на підвищеної крупності, крупні, середні, дрібні й дуже дрібні (табл. 8.2.1).

Таблиця 8.2.1

**Класифікація піску за крупністю**

Група піску	$M_k$	Повний залишок на ситі 0,63 мм, %
Підвищеної крупності	3,0–3,5	65–75
Крупний	2,5–3,0	45–65
Середній	2,0–2,5	30–45
Дрібний	1,5–2,0	10–30
Дуже дрібний	1,0–1,5	до 10

Якщо пісок дуже дрібний, його збагачують крупнішими фракціями з подрібнених гірських порід або збільшують кількість цементу у складі бетону. Якщо пісок підвищеної крупності, його подрібнюють, бо перевитрачається цемент для заповнювання міжзернової пористості. У кожному випадку рішення приймається після техніко-економічних обґрунтувань.

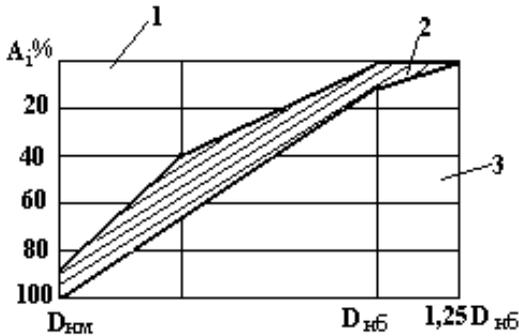
*Гравій* – сипкий матеріал округлої, обкатаної форми, який утворився внаслідок природного руйнування (вивітрювання) гірських порід. За походженням природний гравій розрізняють так само, як і пісок.

*Щебінь* – сипкий матеріал, який здобувають подрібненням гірських порід. Щебінь має кутасту форму, шорстку поверхню, тому його міцність зчеплення з цементним каменем вища, ніж гравію.

Якість крупних заповнювачів характеризується зерновим складом, формою зерен, вмістом шкідливих домішок, міцністю і морозостійкістю. Міцність крупних заповнювачів має перевищувати міцність проектного бетону в 1,5–2 рази. Морозостійкість крупних заповнювачів має бути не менш як 15 циклів, для них також обмежують вміст глинистих та пилюватих частинок (не більше 1–3 % маси).

Зерновий склад крупних заповнювачів істотно впливає на властивості бетонної суміші та бетону. Для його визначення крупний заповнювач просіюють крізь набір сит з розмірами отворів 70, 40, 20, 10, 5 мм. Потім обчислюють часткові та повні залишки на кожному ситі (аналогічного піску). За значеннями повних залишків на ситах будують лінію зернового складу на стандартному графіку (рис.8.2.2) і

визначають найбільшу  $D_{нб}$  та найменшу  $D_{нм}$  крупність зерен. Якщо крива просіювання проходить у заштрихованій частині, то крупний заповнювач придатний для бетону.



**Рис.8.2.2. Графік зернового складу щебеню (гравію):**  
 1 – область дрібного щебеню (гравію); 2 – область щебеню (гравію) середньої крупності; 3 – область крупного щебеню (гравію)

### 8.3. ВЛАСТИВОСТІ БЕТОННОЇ СУМІШІ. ДОМІШКИ ДО БЕТОННОЇ СУМІШІ

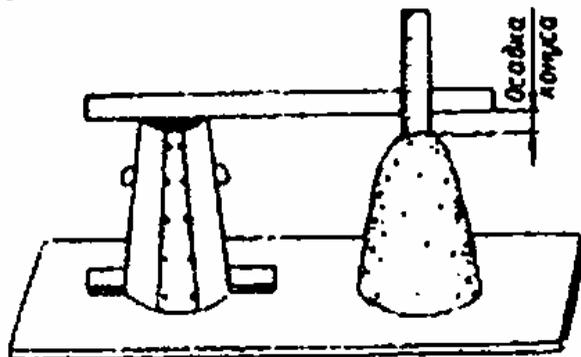
Бетонна суміш – це раціонально підібрана і ретельно перемішана суміш цементу, води, заповнювачів і в деяких випадках добавок. Мірою консистенції бетонної суміші є її легкоукладальність – здатність бетонної суміші заповнювати форму чи опалубку з найменшими затратами зовнішньої енергії.

Легкоукладальність характеризується рухливістю і жорсткістю.

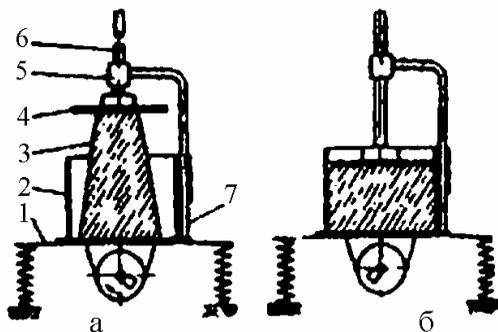
Рухливість суміші – це здатність укладатися під дією власної ваги, її оцінюють у сантиметрах осадки конуса (ОК). Стандартний конус 300 мм заввишки, діаметр верхньої основи 100 мм, нижньої – 200 мм, заповнюють бетонною сумішшю, ущільнюючи під час укладання. Потім форму знімають і ставлять поряд з бетонним конусом, який під дією власної ваги осідає. Величину осадки конуса вимірюють лінійкою (рис.8.3.1).

Жорсткість суміші – це здатність заповнювати форму під дією вібрації. Жорсткість характеризується часом вібрації (сек), потрібним для вирівнювання і ущільнення бетонного конуса. Визначається приладом Скрамтаєва (рис. 8.3.2) або технічним віскозиметром (рис.

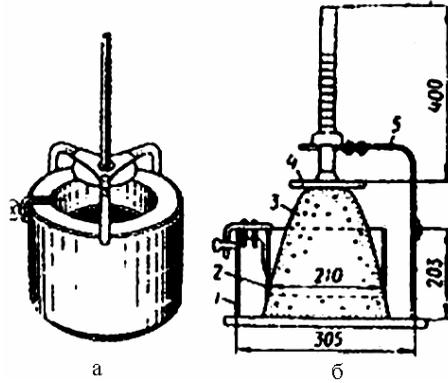
8.3.3). За показниками жорсткості і рухливості бетонні суміші поділяють на марки.



*Рис.8.3.1. Визначення рухливості бетонної суміші*



*Рис.8.3.2. Визначення жорсткості бетонної суміші на приладі Скрамтасва:  
а – прилад у вихідному положенні; б – після закінчення віброуцілення: 1 – вібромайданчик; 2 – сталевий циліндр з днищем; 3 – бетонна суміш; 4 – диск з отворами; 5 – втулки; 6 – штанга; 7 – штатив*



**Рис.8.3.3. Технічний віскозиметр для визначення жорсткості бетонної суміші:**

- a* – загальний вигляд; *б* – переріз: 1 – посудина;  
 2 – внутрішнє кільце; 3 – конус із бетонної суміші;  
 4 – диск зі штангою; 5 – штатив

Укладальність бетонної суміші залежить від виду цементу, кількості цементного тіста і води, крупності і форми зерен заповнювачів, співвідношення кількості крупних і дрібних заповнювачів. Рухливість бетонної суміші збільшується із збільшенням кількості води, але тоді зменшується міцність бетону. Бетонна суміш з гравієм рухливіша, ніж із щебенем. Зменшується рухливість із зростанням кількості піску. Підвищити рухливість бетонних сумішей доцільно за рахунок введення пластифікувальних добавок. Жорсткі бетонні суміші забезпечують більшу міцність бетонів, економічні за витратою цементу. Рухливість і жорсткість бетонних сумішей враховують безпосередньо під час бетонування різних конструкцій.

Розрізняють два види добавок – тонкомелені мінеральні й хімічні. Тонкомелені мінеральні добавки (зола-винос теплоелектростанцій, мелені шлаки тощо) вводять у кількості 5–20 % маси цементу для його економії та одержання щільного і стійкого бетону за малих витрат цементу. Хімічні добавки, які вводять у значно меншій кількості (6,1–2,0 % маси цементу), дозволяють регулювати реологічні властивості бетонних сумішей, строки тужавіння і твердіння, а також забезпечувати твердіння на морозі, поліпшують повітровтягувальні властивості бетонних сумішей.

---

---

Пластифікувальні добавки підвищують рухливість і знижують жорсткість бетонної суміші. За пластифікувальним ефектом ці добавки поділяють на суперпластифікатори (уведення яких до суміші збільшує осадку конуса – ОК – від 2–4 до 20 см і більше), сильнопластифікувальні (що змінюють ОК від 2–4 до 14–19 см), середньо-пластифікувальні (змінюють ОК від 2–4 до 9–13 см) та слабопластифікувальні (змінюють ОК від 2–4 до 8 см). За характером дії розрізняють гідрофільно- та гідрофобно-пластифікувальні добавки. Найпоширеніший представник гідрофільно-пластифікувальної добавки – ЛОТ (лігносульфонат технічний), який додають до бетонної суміші у кількості від 0,1 до 0,5 % маси цементу. Гідрофобно-пластифікувальні добавки – милонафт, ГКР-10 – (гідрофобна кремнієорганічна рідина – стилсилікат натрію), ГКР-11 (метилсилікат натрію), ГКР-94 (етилгідросиліконова рідина).

Окрім ефекту пластифікації, у бетонних сумішах з невеликою витратою в'язучого ці добавки забезпечують водовідштовхувальні властивості затверділого бетону, то зменшує його водопоглинання і збільшує морозо- і корозійну стійкість.

Суперпластифікатори – це синтетичні полімерні речовини (С-3, 10-03, 40-03, ЛСТМ, Дофен, ОП-7). Кількість їх у бетонній суміші – від 0,2 до 1,2 % маси цементу. Найдоцільніші під час формування виробів надто складного профілю, виготовлення високоміцних бетонів з підвищеною якістю лицьових поверхонь. Треба врахувати, що із застосуванням пластифікаторів можна досягти різних ефектів: поліпшити легкоукладальність бетонної суміші без зміни витрати цементу та міцності бетону; знизити водопотребу суміші за незмінної витрати цементу із зростанням міцності бетону; одночасно знизити витрату цементу і води, зберігши без змін легкоукладальність, що сприятиме економії цементу за незмінної міцності бетону.

Прискорювачі твердіння дають змогу швидше розпалублювати монолітні конструкції, скорочувати чи повністю відмовлятися від теплової обробки бетону, прискорювати оборотність борт-оснащення у виробництві збірного залізобетону, провадити термінові аварійно-відновлювальні бетонні роботи. Найчастіше застосовують такі прискорювачі: хлорид кальцію  $\text{CaCl}_2$ , сульфат натрію  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , поташ  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , нітрат кальцію  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , нітрат натрію  $\text{NaNO}_3$  і комбінацію з цих добавок, наприклад нітрит-нітрат-хлорид кальцію. Прискорювачі, що містять хлориди, агресивно діють на сталеву арматуру залізобетону, тому кількість таких добавок у звичайному залізобетоні

---

---

обмежують 2 %, а в конструкціях з попередньо напруженою арматурою зовсім не використовують.

Сповільнювачі тужавіння цементу – це вже відомі ЛСТ, ГКР-10, ГКР-11. Протиморозні добавки – хлориди кальцію і натрію, поташ. Повітровтягувальні добавки сприяють підвищенню легкоукладальності суміші і морозостійкості затверділого бетону.

Поліфункціональні добавки одночасно регулюють кілька властивостей бетонної суміші і бетону. Вони складаються з кількох компонентів, кожний з яких дає свій ефект (наприклад,  $\text{CaCl}_2$  (+ЛСТ)). У будівельній практиці застосовують дуже широку номенклатуру таких добавок. Вибір добавок регламентують вимоги ДСТУ.

#### **8.4. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ**

Середня щільність важкого бетону залежить від щільності упакування заповнювачів, водоцементного відношення, способу ущільнення бетонної суміші. Чим вища середня щільність, тим вища міцність, водонепроникність, морозо- і корозостійкість тощо. Максимально щільний важкий бетон має пористість 2–3 %.

Водонепроникність характеризується найменшим тиском води, при якому вона ще не просочується крізь зразок. Марки за водонепроникністю – W2–W12.

Морозостійкість характеризується кількістю циклів заморожування і відтавання. На показник морозостійкості важкого бетону істотно впливають макропори (розміром понад  $10^{-5}$  см); котрі утворюються надлишками води, яка не бере участь у гідратації цементу. Для підвищення морозостійкості бетону застосовують цементи без тонкомелених добавок та з обмеженим до 8 % вмістом  $\text{C}_3\text{A}$ , а також заповнювачі з підвищеною морозостійкістю. Крім того, підвищенню морозостійкості сприяють зниження водоцементної бетонної суміші, уведення до суміші гідрофобно-пластифікувальних добавок, інтенсивне ущільнення бетонної суміші. Марки за морозостійкістю для важких бетонів: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500; F600; F800; F1000.

Усадка під час твердіння бетону незначна, але в масових конструкціях може викликати появу тріщин, які знизять міцність. Для запобігання збільшенню усадки необхідно правильно визначити склад бетону і забезпечити певний режим твердіння.

---

---

Набухання полягає у збільшенні об'єму бетону під час зволоження і прямого контакту з водою. Набухання істотно залежить від витрати цементу та водоцементної суміші.

Повзучість – здатність бетону до збільшення деформації за тривалої дії зовнішнього навантаження. Ці деформації інтенсивно зростають відразу після появи зовнішнього навантаження і повільно затухають через кілька років. Повзучість менша в бетонах з низькою витратою цементу, низьким водоцементним, із щільними і міцними заповнювачами.

Міцність бетону визначається випробуванням зразків – кубиків з розміром ребра 150 мм. Зразки виготовляють з бетону, максимальна крупність заповнювача якого в три рази менша за довжину ребра кубика. Зразки твердіють у нормальних умовах (температура 15–20 °С, вологість повітря не менше 90 %) протягом 28 діб. Можна випробувати кубики з розміром ребра 70,7; 100; 200 і 300 мм. У такому разі одержані результати потрібно перемножити на коефіцієнт відповідно 0,85; 0,91; 1,05; 1,1.

Границею міцності на стиск бетонних зразків установлюють марки бетону, тобто гарантовані показники міцності (МПа×10). Для звичайних важких бетонів марки за міцністю на стиск 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800.

Якщо потрібно визначити міцність на вигин, випробовують зразки-балки розміром 150 × 150 × 200 або 150 × 150 × 550 мм.

Для розрахунків залізобетонних конструкцій потрібно знати призмennу міцність, яка визначається стискуванням призми розміром 200 × 200 × 800 мм. Відношення міцності зразка кубика до міцності зразка призми – 0,7–0,8.

Важливе значення має оцінка однорідності якості бетону в спорудах. Критерієм оцінки однорідності бетону є коефіцієнт варіації  $C_v$ . Для забезпечення необхідної надійності бетонних і залізобетонних виробів міцність бетону призначається з урахуванням  $C_v$ .

Поряд з поняттям марки бетону існує і клас бетону. Клас бетону – числова характеристика будь-якої його властивості, прийнята з гарантованою забезпеченістю 0,95, це значить, що встановлена класом властивість забезпечується не менш чим у 95 випадках з 100 і лише в 5-ти випадках можна чекати її невиконаною.

Співвідношення між класами бетону (В) і маркою (М) знаходимо з умови

$$B = R_{ct} (1 - 1,64 C_v),$$

де  $C_v = 0,135$ , або  $B = 0,778 R_{ct}$ .



Згідно з діючими стандартами прийнято класи бетону: В7,5 (М100), В10 (М150), В15 (М200), В20 (М250), В25 (М300), В27,5 (М350), В30 (М400), В35 (М450), В40 (М500), В45 (М600), В55 (М700), В60 (М800).

Міцність бетону на стиск залежить від активності цементу, водоцементного відношення маси води і цементу, міцності і якості заповнювачів, їхнього зернового складу, часу та умов твердіння тощо.

Основними факторами є активність цементу і водоцементне відношення (В/Ц). Водоцементне відношення – це відношення маси води до маси цементу в складі бетонної суміші. Обернена йому величина – цементноводне відношення (Ц/В).

Із збільшенням водоцементу міцність бетону знижується, оскільки в реакцію з цементом вступає 10–20 % води, а зайва вода випаровується і утворює в цементному камені пори, що знижують міцність бетону, залежність міцності бетону від водоцементу можна відобразити графічно (рис.8.4.1).

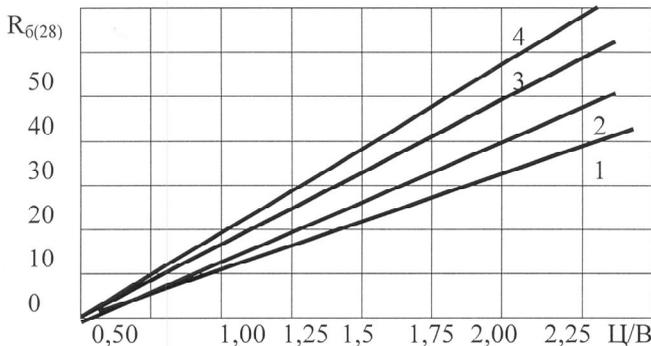
Залежність міцності бетону від цементноводного відношення і марки цементу в загальному вигляді можна виразити формулою

$$R_{6(28)} = AR_{Ц} (\text{Ц/В} \pm 0,5),$$

де  $R_{6(28)}$  – міцність бетону у 28-добовому віці за твердіння в нормальних умовах, МПа;

$R_{Ц}$  – активність цементу, МПа;

$A$  – коефіцієнт, що залежить від якості матеріалів (табл.8.4.1).



**Рис.8.4.1. Графік для визначення міцності бетону залежно від цементноводного відношення і марки цементу:**

1 – марка цементу 300; 2 – те саме, 400;

3 – те саме, 500; 4 – те саме, 600

Таблиця 8.4.1

## Значення коефіцієнту А

Характеристика матеріалів	А
Високоякісні (щебінь із щільних гірських порід високої міцності, пісок оптимальної крупності, портландцемент високої активності)	0,65
Рядові (заповнювачі та цемент середньої якості)	0,6
Зниженої якості (крупні заповнювачі низької міцності, дрібні піски, цементи низької активності)	0,55

Формула міцності звичайних бетонів при  $C/B=1,4-2,5$  ( $B/C > 0,4$ ) має такий вигляд:

$$R_{6(28)} = AR_{Ц}(C/B-0,5).$$

Для високоякісних бетонів при  $C/B > 2,5$  ( $B/C < 0,4$ ),

$$R_{6(28)} = AR_{Ц}(C/B+0,5).$$

Міцність бетону перші сім діб зростає дуже швидко, потім інтенсивність цього зростання до 28 діб уповільнюється. Міцність бетонних зразків, які тверднуть у стандартних умовах, через 7 дорівнює 60–70 % марочної міцності, а через рік – 175 %. Для визначення міцності бетону в будь-який строк можна використати приблизну емпіричну формулу:

$$R_n = R_{28} \frac{\ell gn}{\ell g 28},$$

де  $R_n$  – міцність бетону строком  $n$  діб, МПа;

$R_{28}$  – міцність бетону строком 28 діб, МПа;

$n$  – число діб твердіння.

Ці формули використовують для орієнтовного розрахунку міцності бетону на портландцементі строком більше трьох діб. Фактично міцність бетону визначають випробуванням зразків, які виготовлені з бетонної суміші і тверділи в умовах, аналогічних експлуатації конструкцій.

Швидкість зростання міцності бетону залежить від зовнішнього середовища. Якщо температура 70–85 °С і висока вологість, то бетони через 10–12 годин мають міцність 60–70 % марочної. При низьких температурах (5–7 °С) швидкість зростання міцності бетону уповільнюється, а при температурі нижче 0 °С твердіння бетону зупиняється.

Використовуючи формулу міцності бетону, можна визначити не тільки марку бетону, а й марку цементу за заданою маркою бетону або водоцементне відношення за заданою маркою цементу та класом бетону.

### 8.5. ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДУ БЕТОНУ ЗА МЕТОДОМ АБСОЛЮТНИХ ОБ'ЄМІВ

Склад бетонної суміші зображують у вигляді масового або об'ємного співвідношення між кількістю цементу, піску, гравію або щебеню з обов'язковим визначенням водоцементу, взявши кількість цементу за одиницю. У загальному вигляді склад бетонної суміші може бути виражений співвідношенням 1 : X : У (цемент : пісок : крупний заповнювач) при В/Ц – Z.

Є декілька методів підбору складу бетонної суміші. Найпростішим є метод абсолютних об'ємів Б.Г. Скрамтасва. Склад бетону розраховують у такій послідовності:

1. Обчислюють водоцементне відношення з формули міцності бетону  $R_{б(28)} = AR_{ц}(Ц/В - 0,5)$ ;

$$В/Ц = \frac{AR_H}{R_b + A \times 0,5R_H} \text{ при } В/Ц < 1.$$

2. Витрату води знаходять орієнтовно, знаючи рухливість та жорсткість бетонної суміші і крупність заповнювача (табл. 8.5.1).

Таблиця 8.5.1

#### Орієнтовні витрати води на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші на щільних заповнювачах

Показник	Жорсткість	Рухливість	Витрата води, л/м <sup>3</sup> , при крупності, мм					
			гравію			щебеню		
			10	20	40	10	20	40
Ж-4	31	–	150	135	125	160	150	135
Ж-3	30–21	–	160	145	130	170	160	145
Ж-2	20–11	–	165	150	135	175	165	150
Ж-1	10–5	–	175	160	145	185	175	160
П-1	–	1–4	190	175	160	200	190	175
П-2	–	5–9	200	185	170	210	200	185
П-3	–	10–15	215	205	190	225	215	200
П-4	–	16–19	225	220	205	235	230	215

**Примітка.** Суміші на цементі з водопотребою 26–28 % і модулем крупності піску  $M_k=2$ . Із зміною водопотреби цементного тіста на кожний процент у менший бік витрата води зменшується на 3–5 л/м<sup>3</sup>, в більший – збільшується на те саме значення. Із зменшенням модуля крупності піску на кожну половину його значення необхідно збільшити витрату води на 3–5 л/м<sup>3</sup>, у випадку збільшення модуля – зменшити.

3. Витрату цементу, кг на 1 м<sup>3</sup> бетону, визначають за формулою:

$$Ц = \frac{B}{\frac{B}{Ц}}$$

4. Щоб розрахувати витрату заповнювачів, кг на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші, приймають дві умови:

- сума абсолютних об'ємів усіх компонентів бетону дорівнює 1 м<sup>3</sup> ущільненої бетонної суміші, тобто

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{B}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{щ(Г)}} = 1,$$

де Ц, В, П, Щ(Г) – витрата цементу, води, піску, щебеню чи гравію, кг на 1 м<sup>3</sup> суміші;

$\rho_{ц}, \rho_{в}, \rho_{п}, \rho_{щ}$  – істинна щільність цих матеріалів, кг/м<sup>3</sup>;

- пористі між крупним заповнювачем заповнює цементно-піщаний розчин з деяким розсуненням зерен  $\alpha = \frac{V}{V_{п.з}}$ .

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{B}{\rho_{в}} + \frac{П}{\rho_{п}} = \frac{Щ(Г)V_{п.з}\alpha}{\rho_m^{щ(Г)}}$$

де  $V_{п.з}$  – пористість заповнювача (щебеню чи гравію) в сипкому стані;

$\rho_m$  – середня щільність, кг/м<sup>3</sup>;

$\alpha$  – коефіцієнт розсунення зерен (табл. 8.5.2).

Із цих двох рівнянь можна вивести формулу для визначення витрати щебеню (гравію), кг на 1 м<sup>3</sup> бетону:

$$Щ(Г) = \frac{1}{\frac{V_{п.з}\alpha}{\rho_m^{щ(Г)}} + \frac{1}{\rho_{щ(Г)}}}$$

**Коефіцієнт розсушення зерен крупного заповнювача  $\alpha$** 

Витрати цементу, кг/м <sup>3</sup>	Водоцементне відношення				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	–	–	1,26	1,32	1,38
300	–	1,30	1,36	1,42	–
350	1,32	1,38	1,44	–	–
400	1,40	1,46	–	–	–

5. Витрату піску, кг на 1 м<sup>3</sup> бетону, вираховують як різницю між 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші і сумою абсолютних об'ємів цементу, води і крупного заповнювача:

$$П = \left[ 1 - \left( \frac{Ц}{\rho_{Ц}} + \frac{В}{\rho_{В}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{Щ(Г)}} \right) \right] \rho_{П}.$$

6. Розрахункова густина бетонної суміші

$$\rho_m^{\delta} = Ц + В + П + Щ(Г).$$

7. На цій стадії проектування складу бетону потрібно встановити відповідність легкоукладальності і середньої густини розрахованого лабораторного складу бетону проектним завданням. Якщо вони збігаються, то із такої суміші формують зразки-кубики для контрольних випробувань строком 28 діб стандартного зберігання. Якщо показники легкоукладальності і середньої густини відхиляються від проектних даних, склад бетонної суміші коригують збільшенням чи зменшенням витрати цементу і води (неодмінно зберігаючи відношення водоцементу).

8. Враховуючи природну вологість заповнювачів, перераховують лабораторний склад бетонної суміші на виробничий.

9. Склад бетонної суміші у частинах за масою визначають діленням витрати кожного компонента бетонної суміші на витрату цементу:

$$\frac{Ц}{Ц} : \frac{П}{Ц} : \frac{Щ(Г)}{Ц} = 1 : \frac{П}{Ц} : \frac{Щ(Г)}{Ц}.$$

10. Склад бетону за об'ємом:

$$\frac{V_{\text{Ц}}}{V_{\text{Ц}}} : \frac{V_{\text{П}}}{V_{\text{Ц}}} : \frac{V_{\text{Щ(Г)}}}{V_{\text{Ц}}} = 1 : \frac{V_{\text{П}}}{V_{\text{Ц}}} : \frac{V_{\text{Щ(Г)}}}{V_{\text{Ц}}}$$

**Приклад.** Розрахувати виробничий склад бетонної суміші за масою і об'ємом. Визначити витрати матеріалів на заміс бетонозмішувача за такими даними:

- міцність бетону, МПа –  $R_{\bar{6}(28)} = 25$ ;
- активність цементу, МПа –  $R_{\text{ц}} = 40$ ;
- рухливість бетонної суміші, см –  $OK = 1-4$ ;
- щільність цементу,  $\text{кг/м}^3 - \rho_{\text{м}}^{\text{ц}} = 1100$ ;  $\rho^{\text{ц}} = 3150$ ;
- щільність піску,  $\text{кг/м}^3 - \rho_{\text{м}}^{\text{п}} = 1500$ ;  $\rho^{\text{п}} = 2700$ ;
- вологість піску, відсоток –  $\omega_{\text{п}} = 5$ ;
- вид заповнювача – гранітний щебінь;
- щільність заповнювача,  $\text{кг/м}^3 - \rho_{\text{м}}^{\text{м}} = 1450$ ;  $\rho^{\text{м}} = 2900$ ;
- крупність заповнювача, мм – 20;
- вологість заповнювача, відсоток –  $\omega_{\text{м}} = 4$ ;
- об'єм бетонозмішувача, л –  $U = 450$ .

1. Водоцементне відношення обчислюють за формулою міцності бетону  $R_{\bar{6}(28)} = AR_{\text{ц}}(Ц/В - 0,5)$ ;

$$В/Ц = \frac{AR_H}{R_b + A \times 0.5R_H} \quad \text{при } В/Ц < 1.$$

$$В/Ц = \frac{0,6 \times 40}{25 + 0,6 \times 0,5 \times 40} = 0,65.$$

2. Витрату води знаходять орієнтовно, знаючи рухливість і жорсткість бетонної суміші і крупність заповнювача за таблицею.

$$В = 190 \text{ л.}$$

3. Витрату цементу, кг на  $1 \text{ м}^3$  бетону, визначають за формулою:

$$Ц = \frac{В}{\frac{В}{Ц}} = \frac{190}{0,65} = 293 \text{ кг.}$$

4. Витрату заповнювачів, кг на  $1 \text{ м}^3$  бетонної суміші, знаходимо за формулою:

$$\text{Щ(Г)} = \frac{1}{\frac{V_{\text{н.з.}}}{\rho_{\text{м}}^{\text{Щ(Г)}}} + \frac{1}{\rho_{\text{Щ(Г)}}}} = \frac{1}{\frac{0,5 \times 1,35}{1450} + \frac{1}{2900}} = 1234 \text{ кг,}$$

$$\text{де } \alpha = 1,35; V_{n.ц.} = 1 - \frac{\rho_{ц.}^m}{\rho_{ц.}} = 1 - \frac{1450}{2900} = 0,5.$$

5. Витрата піску, кг на 1 м<sup>3</sup> бетонної суміші:

$$П = \left[ 1 - \left( \frac{Ц}{\rho_{ц.}} + \frac{В}{\rho_{В.}} + \frac{Щ(Г)}{\rho_{Щ(Г)}} \right) \right] \rho_{П} = \left[ 1 - \left( \frac{293}{3150} + \frac{190}{1000} + \frac{1234}{2900} \right) \right] 2700 = 787 \text{ кг.}$$

6. Номінальний склад бетонної суміші (розрахункова густина бетонної суміші), кг/м<sup>3</sup>:

$$\rho_m^6 = Ц + В + П + Щ(Г) = 293 + 190 + 1234 + 787 = 2504 \text{ кг/м}^3.$$

7. На цій стадії проектування складу бетону потрібно встановити відповідність легкоукладальності і середньої густини розрахованого лабораторного складу бетону проектним завданням. Якщо вони збігаються, то із такої суміші формують зразки-кубики для контрольних випробувань строком 28 діб стандартного зберігання. Якщо показники легкоукладальності і середньої густини відхиляються від проектних даних, склад бетонної суміші коригують збільшенням чи зменшенням витрати цементу і води (неодмінно зберігаючи водоцементне відношення).

8. Щоб визначити виробничий склад бетонної суміші, потрібно врахувати природну вологість заповнювачів:

- фактична витрата піску  $П_{\text{факт}} = П + В_{\text{п}} = 787 + \frac{787 \times 5}{100} = 826 \text{ кг};$

- фактична витрата щебеню  $Щ_{\text{факт}} = Щ + В_{\text{щ}} = 1234 + \frac{1234 \times 4}{100} = 1283 \text{ кг.}$

9. Фактична витрата води буде меншою на кількість води, що вноситься разом з піском і щебенем:

$$В_{\text{факт}} = В - В_{\text{п}} - В_{\text{щ}} = 190 - 39 - 49 = 102 \text{ л.}$$

10. Виробничий склад бетонної суміші у частинах за масою визначають діленням витрати кожного компонента бетонної суміші на витрату цементу:

$$\frac{Ц}{Ц} : \frac{П}{Ц} : \frac{Щ(Г)}{Ц} = 1 : \frac{П}{Ц} : \frac{Щ(Г)}{Ц} = 1 : \frac{826}{293} : \frac{1283}{293} = 1 : 2,8 : 4,4.$$

11. Склад бетону за об'ємом:

$$\frac{V_{ц.}}{V_{ц.}} : \frac{V_{п.}}{V_{ц.}} : \frac{V_{щ(г)}}{V_{ц.}} = 1 : \frac{V_{п.}}{V_{ц.}} : \frac{V_{щ(г)}}{V_{ц.}} = 1 : \frac{0,55}{0,27} : \frac{0,89}{0,27} = 1 : 2,07 : 3,33.$$

---

---

Для цього знайдемо об'єми компонентів:

$$V_u = \frac{II}{\rho_u^m} = \frac{293}{1100} = 0,27 \text{ м}^3;$$

$$V_n = \frac{II}{\rho_n^m} = \frac{826}{1500} = 0,55 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{щ}(\Gamma)} = \frac{III(\Gamma)}{\rho_{\text{щ}(\Gamma)}^m} = \frac{1283}{1450} = 0,89 \text{ м}^3.$$

Тоді склад бетонної суміші за об'ємом: 1:2,07:3,32.

12. Щоб визначити витрату матеріалів на заміс бетонозмішувача, потрібно знати коефіцієнт виходу бетонної суміші:

$$\beta = \frac{1}{V_u + V_n + V_{\text{щ}(\Gamma)}} = \frac{1}{0,27 + 0,55 + 0,89} = 0,59.$$

13. Витрату матеріалів вираховуємо за такими формулами:

$$Ц^{\beta} = \beta \frac{U_{\beta}}{1000} Ц = 0,59 \frac{450}{1000} 293 = 77,4 \text{ кг};$$

$$П^{\beta} = \beta \frac{U_{\beta}}{1000} П_{\text{факт}} = 0,59 \frac{450}{1000} 826 = 218,4 \text{ кг};$$

$$Щ(\Gamma)^{\beta} = \beta \frac{U_{\beta}}{1000} Щ(\Gamma)_{\text{факт}} = 0,59 \frac{450}{1000} 1283 = 339 \text{ кг};$$

$$В^{\beta} = \beta \frac{U_{\beta}}{1000} В_{\text{факт}} = 0,59 \frac{450}{1000} 102 = 26,8 \text{ л}.$$

**Відповідь:** склад бетонної суміші за масою: 1:2,8:4,4;  
склад бетонної суміші за об'ємом: 1:2,07:3,32;  
витрати матеріалів на заміс бетонозмішувача:  
Ц = 77,4 кг; П = 218,4 кг; Щ = 339 кг; В = 26,8 л.



---

---

## 8.6. ПРИГОТУВАННЯ, ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА УКЛАДАННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

Приготування бетонної суміші здійснюють на бетонозмішувальних заводах чи бетонних вузлах будівельних майданчиків. Цей процес складається з приймання, складування, подачі та дозування всіх компонентів і перемішування їх до однорідної суміші. Матеріали дозують масовими чи об'ємними дозаторами з точністю для цементу  $\pm 1\%$  по масі, для заповнювачів –  $2\%$ . Перемішують компоненти в бетонозмішувачах різних об'ємів – від 100 до 4500 л. Щоб утворилася однорідна суміш, потрібно дотримуватися певного часу перемішування, який залежить від місткості бетонозмішувача, рухливості бетонної суміші і типу бетонозмішувача. Бетонозмішувачі бувають гравітаційні (для важких бетонів) і примусової дії (для всіх типів бетонних сумішей). Час перемішування рухливих бетонних сумішей у барабані місткістю до 425 л – 1 хв, місткістю до 2400 л – 2,5 хв. Час перемішування жорстких бетонних сумішей у півтора–два рази більший.

Транспортують бетонну суміш від бетонозмішувальної установки до місця укладання стрічковими конвеєрами, вагонетками, у бадях та автосамоскидами. Іноді надпластичні спеціальні бетонні суміші транспортують за допомогою бетононасосів. На далекій відстані суміші перевозять спеціальними автомобілями-бетонозмішувачами, у які завантажують сухі компоненти, котрі весь час перемішують, а воду додають на завершальному етапі транспортування.

Укладають бетонну суміш у форму чи опалубку за допомогою бетоноукладачів різних типів горизонтальними шарами і ущільнюють трамбуванням, центрифугуванням, вібровакуумуванням, найчастіше вібруванням. Для цього використовують вібратори різних конструкцій. Від вібраторів бетонній суміші передаються коливання високої частоти і вона починає текти, рівномірно розподіляючись у формі. Тривалість вібрування має забезпечити достатнє ущільнення бетонної суміші (на поверхні з'являється цементне молоко). Цей час становить приблизно 20–60 с залежно від жорсткості суміші.

Бетонна суміш, яку уклали у форму, повільно твердіє при температурі 15–20 °С і вологості 90–10 % і протягом 28 діб набирає марочну міцність бетону. Якщо підвищити температуру і вологість, то бетон значно швидше набирає міцність. Іноді для інтенсифікації твердіння застосовують добавки (прискорювачі твердіння).

---

---

Для того, щоб бетон набув потрібної міцності у встановлений строк, за ним потрібний догляд. Свіжоукладений бетон витримують у вологому стані, захищають від ударів, пошкоджень, струсів, різких змін температури. Влітку покривають полімерною плівкою, мішковиною, піском, тирсою і зволожують. Бетон починають поливати (чистою водою) не раніше ніж через 10–12 год після бетонування, а в жарку погоду – через 2–3 год. Перші три доби бетон поливають вдень кожні 4 год і один раз уночі, пізніше – не рідше, ніж тричі на добу. Бетон на портландцементі поливають протягом 7 діб, на цементах з добавками – 14 діб.

При температурі 5–10 °С твердіння бетону значно уповільнюється, а при температурі нижче 0 °С – практично зупиняється. Найнебезпечніша вода, яка замерзає в період тужавіння цементу, тому взимку потрібно забезпечити плюсову температуру доти, поки бетон не набере 50 % марочної міцності.

Методи бетонування взимку такі:

*термоса* – підігрівають воду, пісок і крупний заповнювач до таких меж, щоб температура бетонної суміші не перевищувала 40 °С; теплу бетонну суміш після укладання у форму опалубку накривають паронепроникним матеріалом;

*паронагрівання* – пару пропускають між подвійними стінками опалубки або в канали між дошками, прогриваючи бетонну суміш;

*електропрогрівання* – бетонну суміш нагрівають за допомогою електродів та інших електронагрівальних пристроїв.

Для зниження температури замерзання води і прискорення твердіння бетону вводять хімічні добавки.

Під час виготовлення бетонних конструкцій на всіх етапах бетонування контролюють якість бетонних робіт: випробовують компоненти бетонної суміші, систематично перевіряють правильність дозування, перемішування і ущільнення бетонної суміші, контролюють твердіння бетону, визначають його міцність на контрольних зразках-кубах, які тверднуть у тих самих умовах, що і виготовлені конструкції. Випробовують зразки через сім і 28 діб за допомогою гідравлічних пресів.

Міцність бетонних виробів визначають також безруйнівними (адеструктивними) методами за допомогою кулькового молотка І.О. Фізделя, еталонного молотка К.П. Кашкарова. Наявність тріщин та інших дефектів структури бетону перевіряють спеціальними ультразвуковими дефектоскопами.

---

---

## 8.7. СПЕЦІАЛЬНІ ВИДИ ВАЖКИХ БЕТОНІВ

Залежно від умов експлуатації важкому бетону можна надавати спеціальних властивостей регулюванням складу та іншими спеціальними технологічними прийомами.

*Гідротехнічний бетон* застосовують для виготовлення виробів і конструкцій, що перебуватимуть у надводних, підводних або із змінним рівнем води зонах споруд. Для цього бетону нормують міцність на стиск і розтяг, водостійкість, водонепроникність, морозостійкість; він повинен мати низьке тепловиділення у процесі твердіння.

Класи гідротехнічного бетону за міцністю на стиск – В7,5–В40, за морозостійкістю – F50–F500.

Найжорсткіші умови експлуатації бетону у зонах змінного рівня води, тому показники його мають бути найвищі. Для бетонів підводних частин споруд слід застосовувати шлакопортландцемент і пуцолановий портландцемент під час експлуатації у прісній воді, сульфатостійкий – у морській. Для бетонів надводних частин, споруд – гідрофобний і пластифікований портландцемент. Іноді доцільно уводити до складу бетону бентонітову глину (1–3 % маси цементу); хлорид заліза (0,1–1,0 %) і ГКР-94 (0,1–0,2 %).

*Бетони для дорожніх і аеродромних покриттів* під час експлуатації несуть дуже великі навантаження, тому до них висувають підвищенні вимоги за міцністю на стиск та згин, морозостійкістю, стійкістю до стирання. Цих властивостей досягають застосуванням чистих кварцових пісків і чистого високоякісного щебеню оптимально дібраного зернового складу (крупністю до 40 мм), пластифікованого чи гідрофобного портландцементів. Бетонні суміші мають бути малорухливими або жорсткими. Для нижнього шару покриттів застосовують бетони класів В15, В20, а для верхнього – В22,5; В25; В30.

*Жаростійкі та вогнетривкі бетони* застосовують для футерування печей, вагонеток, труб, виготовлення фундаментів під теплові агрегати. Температура експлуатації жаростійких бетонів –  $t=1580$  °С, їх готують із використанням різних матеріалів: глиноземистого, високоглиноземистого цементів, алюмофосфатного в'язучого, рідкого скла з кремнефторидом натрію. Заповнювачі – шамот, бій глиняної цегли, базальт, діабаз, андезит, хроміт.

*Хімічностійкі бетони* виготовляють із застосуванням в'язучих речовин: рідкого скла, поліефірної, фурфурол ацетонової, фураноепоксидної смол; заповнювачів – кварцового піску, щебеню з кварциту,

---

---

андезиту, діабазу, базальту, тонкомелених мінеральних домішок – кварцового чи андезитового борошна. Міцність на стиск таких бетонів становить 30–110 МПа, морозостійкість – до 1000 циклів.

*Декоративні бетони* використовують для облицювання фасадів будівель, стін, підлог. Виготовляють із застосуванням білого і кольорових цементів і спеціально підібраних заповнювачів. Пігменти повинні мати високу луго- та світлостійкість, а для зовнішніх робіт – атмосферо- і морозостійкість. Заповнювачі – чисті кварцові піски, світлі вапняки і доломіти, для імітуючих бетонів – відходи дроблення та пиляння різних гірських порід. Для виявлення текстури заповнювачів поверхні таких бетонів шліфують і полірують.

*Радіаційно-захисні бетони* – різновид особливо важких і гідратних бетонів із середньою щільністю 2500–6000 кг/м<sup>3</sup>. Їх застосовують на атомних електростанціях, у спеціальних спорудах, лікарнях, поліклініках і лабораторіях. В'яжучими в особливо важких бетонах є портландцемент, шлакопортландцемент, пуцолановий портландцемент, глиноземистий чи гіпсоглиноземистий (розширний) цемент, а у гідратних – глиноземистий, розширний швидкотверднучий, напружувальний цемент (кількість хімічно зв'язаної води у гідратних бетонах з такими в'яжучими понад 3 % загальної маси бетону). Заповнювачі для особливо важких бетонів повинні мати високу щільність (магнезит, лимоніт, барит, металевий скрап, чавунний скрап, кварцитові “хвости”), а для гідратних бетонів застосовують лимоніт з магнезитом, серпентиніт та інші гірські породи з високим вмістом хімічно зв'язаної води. Під час виготовлення бетонних сумішей доцільно вводити добавки, які містять легкі елементи (бор, кадмій, літій).

## **8.8. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛЕГКІ БЕТОНИ. ЛЕГКІ БЕТОНИ СУЦІЛЬНОЇ СТРУКТУРИ НА ПОРИСТИХ ЗАПОВНЮВАЧАХ**

Бетони називають легкими, якщо у сухому стані їх середня щільність не перевищує 2000 кг/м<sup>3</sup>. Зниження їхньої маси досягають в основному за рахунок полегшення заповнювача, іноді поризацією в'яжучої частини.

Конструкції з легких бетонів дають можливість поліпшити теплотехнічні та акустичні властивості будівель, значно знизити їхню масу, розв'язувати проблеми об'ємного та багатоповерхового

---

---

будівництва, а також будівництва у сейсмічних районах. Використання легких бетонів сприяє зменшенню вартості будівництва на 10–20 %, зниженню затрат праці до 50 %, зростанню продуктивності праці на 20 %.

За призначенням і технічними властивостями легкі бетони поділяють на конструкційні, що застосовують для конструкцій, які несуть навантаження (стіни, перекриття та ін.); теплоізоляційні, що застосовують в огорожувальних шарових конструкціях як утеплювач тощо; конструкційно-теплоізоляційні для огорожувальних конструкцій.

За міцністю на стиск конструкційні легкі бетони поділяють на класи В2–В40 (марки М20–М400). Теплоізоляційні бетони мають класи В0,35–В1, а конструкційно-теплоізоляційні – В2,5–В10.

За середньою щільністю в сухому стані легкі бетони мають марки Д200–Д2000, за морозостійкістю F25–F500, за водонепроникністю конструкційні легкі бетони мають ті самі марки, що й важкі бетони.

Конструкційні легкі бетони марок М150–М400 виробляють із застосуванням портландцементу чи його різновидів марок М300–М600, іноді спеціальних цементів і пористих заповнювачів – керамзитового гравію, аглопоритового щебеню, шлакової пемзи, зольного гравію, спученого перліту, спученого вермикуліту, гранульованого шлаку, паливних відходів – золи і шлаків, органічних заповнювачів (відходи деревини, стебла костриці, гранули пінополістиролу тощо). Найчастіше дрібним заповнювачем у таких бетонах є природний пісок. Середня щільність цих бетонів становить 1600–1800 кг/м<sup>3</sup>, теплопровідність у сухому стані – 0,35–0,60 Вт/(м·К), марки за водонепроникністю (гідростатичний тиск, МПа) – 0,2–1,2. Легкі бетони суцільної структури тріщиностійкіші, ніж важкі бетони, але мають більшу усадку і повзучість.

Теплоізоляційні легкі бетони мають невисоку середню щільність (нижче 500 кг/м<sup>3</sup>) і тому у сухому стані теплопровідність їх нижче 0,20 Вт/(м·К).

Бетони середніх класів міцності мають середню щільність 500–1400 кг/м<sup>3</sup> і теплопровідність до 0,5–0,6 Вт/(м·К), і тому поєднують функції конструкційного і теплоізоляційного матеріалів (конструкційно-теплоізоляційні бетони).

---

---

## 8.9. КРУПНОПОРИСТИЙ БЕТОН: СИРОВИНА, ВИРОБНИЦТВО, ЗАСТОСУВАННЯ

На відміну від звичайного, крупнопористий бетон не має у своєму складі дрібного заповнювача, і міжзерновий простір у ньому лише частково заповнений тістом в'язучої речовини. Найбільшу міжзернову пористість має однофракційний крупний заповнювач, тому потрібно брати заповнювач, наприклад, тільки фракції 5–10 чи 10–20 мм. Середня щільність крупнопористого бетону під час використання природних заповнювачів із важких гірських порід – 1700–1900 кг/м<sup>3</sup>, а під час використання природних або штучних легких заповнювачів можна знизити середню щільність до 500–700 кг/м<sup>3</sup>. За міцністю на стиск крупнопористий бетон має класи В1–В7,5, теплопровідність становить 0,30–0,98 Вт/(м·К). Із крупнопористого бетону виготовляють конструкції і матеріали, розраховані для роботи на стиск: блоки та панелі стін, плити теплоізоляції стін і покриттів, стіновий камінь, монолітні бетонні стіни. Ці вироби і конструкції мають відкриту та наскрізну пористість, і тому їх обов'язково треба обштукатурювати. Крупнопористий бетон належить до високоекономічних, тому що у порівнянні із звичайним легким має значно меншу витрату в'язучої речовини (70–150 кг/м<sup>3</sup>). Економічна доцільність його виробництва і застосування особливо зростає у місцевостях, де немає дрібного заповнювача.

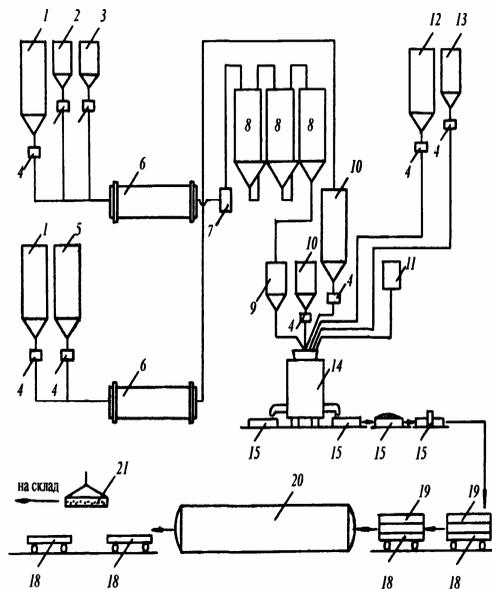
## 8.10. НІЗДРЮВАТИЙ БЕТОН: СИРОВИНА, ВИРОБНИЦТВО, ЗАСТОСУВАННЯ

Ніздрюватий бетон – це штучний матеріал, який складається із затверділої в'язучої речовини і рівномірно розподілених у ній пор розміром 1–2 мм, які займають до 85 % загального об'єму. Ніздрюватий бетон за способом пороутворення поділяють на піно- і газобетон.

Пінобетон одержують змішуванням цементного тіста або розчину з піною. Піну готують окремо перемішуванням піноутворювача з водою. Піноутворювачі – рідкі суміші каніфольного мила і тваринного клею, водний розчин сапоніну (витяг із рослинного мильного кореня), препарат ГК (гідролізована кров). Готують пінобетонну суміш у пінобетонозмішувачі, який складається з трьох барабанів. В один барабан завантажують цемент з водою і меленим

піском (кремнеземистий компонент), у другий – піну, а в третьому – змішують піну і розчин. Приготовлену суміш розливають у металеві форми і пропарюють у камерах. Якщо в'яжучим є вапно, то пінобетон твердне в автоклавах.

Газобетон готують із суміші цементу, вапна, кремнеземистого компонента, води та газотворювача – алюмінієвої пудри або водного розчину перекису водню  $H_2O_2$ . Внаслідок взаємодії алюмінію з гідроксидом кальцію виділяється водень, який спучує тісто. Газобетонну суміш виливають у металеву форму на 3/4 об'єму, де вона спучується і повністю заповнює форму. Потім газобетон твердне в автоклавах або пропарювальних камерах (рис. 8.10.1).



**Рис. 8.10.1. Технологічна схема виготовлення газобетонних виробів за литвювою технологією:**

- 1 – бункер піску; 2 – бункер води; 3 – бункер з ПАР; 4 – дозатор;
- 5 – бункер вапна; 6 – кульовий млин; 7 – насос; 8 – шламивий басейн;
- 9 – дозатор шламу; 10 – бункер вапняно-піщаної суміші; 11 – дозатор алюмінієвої пудри; 12 – бункер портландцементу; 13 – бункер гіпсу;
- 14 – газобетонозмішувач; 15 – пост заливання форм; 16 – пост визрівання; 17 – пост зрізання; 18 – автоклавний візок;
- 19 – форми; 20 – автоклав; 21 – готовий виріб

---

---

Ніздрюваті бетони, як і бетони на пористих заповнювачах, поділяють на теплоізоляційні ( $\rho_m < 500$ ), конструкційно-теплоізоляційні ( $\rho_m = 500\text{--}900 \text{ кг/м}^3$ ) і конструкційні ( $\rho_m = 900\text{--}1200 \text{ кг/м}^3$ ). За середньою щільністю ніздрюваті бетони мають марки Д300–Д1200. Класи – В1–В15. Морозостійкість – понад 25 циклів, теплопровідність – 0,08–0,25 Вт/(м·К), усадка – 0,1–0,4 мм/м. З ніздрюватих бетонів виготовляють стінові блоки та панелі й теплоізоляційні вироби. Високі теплоізоляційні властивості ніздрюватих бетонів дають змогу зменшувати товщину стін будинків у 2,5 раза.

### 8.11. ШЛАКОЛУЖНІ БЕТОНИ, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ І ЗАСТОСУВАННЯ

*Шлаколуужний бетон* – це штучне каміння, яке одержують після формування і тверднення суміші крупного і мілкого наповнювачів, молотого шлаку і розчину лужного компонента.

Залежно від призначення отримують бетони щільної, крупнопористої, поризованої і ніздрюватої структур. За зерновим складом наповнювачів їх розділяють на мілко- і крупнозернисті, а за щільністю – на важкі й легкі. Важкі бетони на шлаколуужному в'язучому відносять до конструкційних бетонів, легкі бетони розділяють на конструкційні, конструкційно-теплоізоляційні й теплоізоляційні.

*Конструкційні легкі шлаколуужні бетони* класів В15–В50 (М200–М600) з середньою щільністю 1500–1800 кг/м<sup>3</sup> виготовляють на керамзиті, доменному гранульованому шлаку, аглопориті, вапняку – ракушняку, шлаковій пемзі, відходах деревини. Ці ж наповнювачі застосовують для конструкційно-теплоізоляційних бетонів з середньою щільністю 500–1400 кг/м<sup>3</sup>, які характеризуються міцністю під час стиснення 3,5–40 МПа і теплопровідністю 0,17–0,4 Вт/(м·К). Теплоізоляційні шлаколуужні матеріали середньою щільністю 170–450 кг/м<sup>3</sup>, міцністю під час стиснення 0,25–2 МПа і теплопровідністю 0,059–0,13 Вт/(м·К) розроблені на основі перлиту.

Міцність шлаколуужних бетонів регулюють, головним чином, зміною щільності лужного компонента, вплив якої залежить від його природи. Найбільш суттєво відображається на збільшенні характеристик міцності застосування розчинних силікатів натрію. Бетони на їх основі є високоміцними. Під час використання карбонатних лужних компонентів міцність бетонів складає 45–80 МПа.



---

---

*Важкі шлаколуужні бетони* випускають таких класів (марок) – В10 (200), В15 (250), В20 (300), В25 (400), В30 (500), В55 (800), В60 (900), В70 (1000), В80 (1100), В90 (1200), В100 (1300), В110 (1400).

Залежно від умов роботи виробів і конструкцій передбачені такі марки шлаколуужного бетону: за морозостійкістю – F200, F300, F400, F500, F600, F700, F800, F900, F1000; за водонепроникністю – W4, W6, W8, W10, W12, W14, W16, W18, W25, W30.

Морозостійкість – одна з найважливіших характеристик шлаколуужного бетону, яка обумовлює його довговічність. Морозостійкість шлаколуужного бетону в 2–3 рази перевищує морозостійкість цементного. Залежно від виду шлаку і луужного компонента вона відповідає 200–1000 циклам позмінного заморожування і відтавання.

Водонепроникність шлаколуужних бетонів встановлюється щільністю структури затверділого каменю, наявністю замкнених сферичних гелієвих пор і мікропор, високими адгезійними властивостями в'язучого по відношенню до наповнювачів та іншими характеристиками.

У найжорсткіших умовах випробувань за позмінного зволоження та висушування збереження в атмосфері вуглекислого газу корозія арматури в шлаколуужних бетонах нижча, ніж у портландцементних.

Шлаколуужний бетон – корозійно- і біостійкий матеріал (стійкість обумовлена властивостями в'язучого), в зв'язку з цим його рекомендують використовувати в конструкціях, які працюють в умовах агресивних сфер: у м'яких і проточних водах, для будівництва морських споруджень та ін.

Мілкозернисті бетони – це штучне каміння, яке отримують після затвердіння раціонально підібраної суміші молотого шлаку, розчину луужного компонента і мілко наповнювача, в якості якого служать мілкі піски і ґрунти у вигляді суглинків і легких суглинків.

*Мілкозернисті шлаколуужні бетони* випускають класів В10–60. Їх властивості практично встановлюються тими ж факторами, що і здібності важких шлаколуужних бетонів на крупному наповнювачі.

*Жаростійкий шлаколуужний бетон.* Жаростійкі бетони, які виготовляють на основі шлаколуужного в'язучого, призначені для спорудження об'єктів з температурою експлуатації 200–1500 °С.

Жаростійкість шлаколуужного бетону обумовлена наближенням значень коефіцієнтів термічного розширення наповнювачів і в'язучого, а також особливостями фазового складу продуктів гідратації останнього, частково здатністю гідратних новоутворень до

топотоксичної перекристалізації в безводні речовини без розвитку значних деструктивних напруг у структурі випаленого штучного каміння.

*Шлаколушний ніздрюватий бетон.* Використання шлаколужного в'язучого у виготовленні автоклавного ніздрюватого бетону дозволило отримати високоміцний, довговічний, малоенергоємний будівельний матеріал.

Для отримання шлаколужних пінобетонів з низькою щільністю і високорозвиненою пористістю, яка забезпечує матеріалу досить високі звукопоглинальні властивості, використовують молотий електротермофосфорний шлак з поверхнею 350–400 м<sup>2</sup>/кг і лужні розчини.

Спосіб поризації і стабілізації пористої структури передбачає приготування стійкої піномаси з наступним введенням у неї тонкомолотого шлаку.

В якості піноутворювачів використовують деревний омилений пек, смолу деревну омилену, білкові продукти та інші відходи виробництва. У поризовану шлаколужну бетонну суміш вводять до 10 % дегідратованої глини, яка, з одного боку, стабілізує піну, а з іншого – сприяє найповнішому зв'язуванню лужного компонента. Показники шлаколужного ніздрюватого бетону наведені в таблиці 8.11.1.

Таблиця 8.11.1

**Показники автоклавного шлаколужного ніздрюватого бетону**

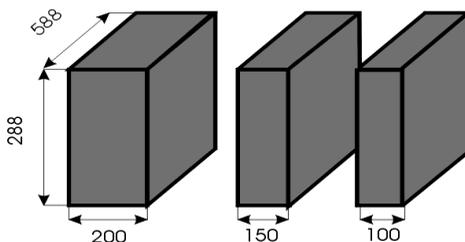
Вид шлаку	Щільність, $\rho$ кг/м <sup>3</sup>	Міцність, МПа		Модуль пружності E, МПа
		R <sub>ст</sub>	R <sub>роз</sub>	
Основний доменний	300	1,1	0,087	–
	600	7,1	0,49	2530
	1200	32,4	1,5	6850
Кислий доменний	300	1,6	0,11	–
	600	7,9	0,55	2600
	1200	35,8	2,15	7188
Кислий нікелевого виробництва	800	0,83	0,06	–
	600	3,7	0,18	1967

## 8.12. СУЧАСНІ БЕТОНИ

Без будь-яких сумнівів, одним із найважливіших будівельних матеріалів сучасності є бетон. Бетон відноситься до матеріалів не тільки з блискучим минулим і сучасним, але й з чудовим майбутнім. Вчені постійно і дуже успішно працюють над створенням нових різновидів бетону, які призначені задовольнити будь-які потреби промисловості й будівельної галузі.

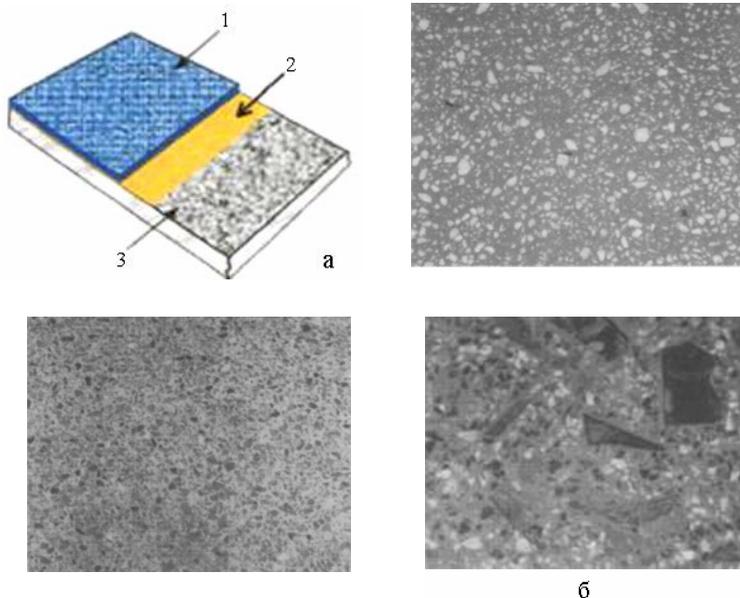
Розроблені так звані *DSP-композити* (ущільнені системи, що вміщують гомогенно розподілені ультрамалі частинки) з міцністю на стиск більше 250 МПа. Ці матеріали, які вміщують спеціально підготовлені цементи, мікрокремнезем, спеціальні заповнювачі й мікрочолокна, за рахунок спеціальних технологічних прийомів при  $V/C=0,12-0,22$  дозволяють досягти міцності до 270 МПа за високої стійкості до корозійного впливу і стирання.

У сучасному будівництві широкого застосування набули *вироби з ніздрюватого бетону* (рис.8.12.1). Технічні характеристики виробів: середня густина – 400–700 кг/м<sup>3</sup>, марки за міцністю – 25, 35, теплопровідність – 0,098–0,18 Вт/м·К, морозостійкість – 25, 35 циклів.



**Рис. 8.12.1. Пористі блоки для кладки внутрішніх і зовнішніх стін, перегородок**

Для влаштування підлог промислових будівель використовуються *бетони на магнезійному в'язучому марки "МагБет"* (рис. 8.12.2). Основні властивості: висока міцність, декоративність, безшовність і відсутність усадки, довговічність, хімічна стійкість до лугів, нафтопродуктів, гігієнічність, екологічність, висока адгезія до різних основ, звукопоглинання і теплоізоляція, антистатичність, міцність на стиск – 50–70 МПа, міцність на розтяг – 15–20 МПа, поверхнева твердість – 150–200 МПа, теплопровідність – 0,5–0,7 Вт/м·К.



**Рис. 8.12.2. Магnezіальні підлоги “МагБет”:**  
**а – склад підлоги, б – текстурні й кольорові рішення підлог:**  
 1 – магnezіальне покриття 15–40 мм; 2 – адгезіальна  
 ґрунтовка; 3 – бетонна основа з гідроізоляцією

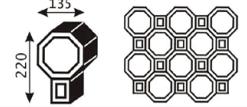
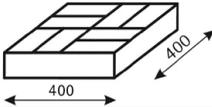
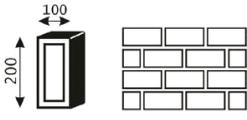
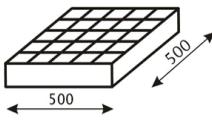
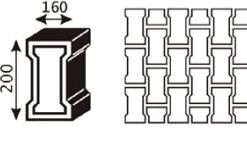
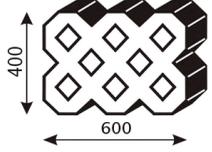
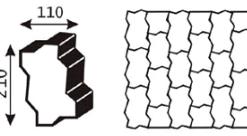
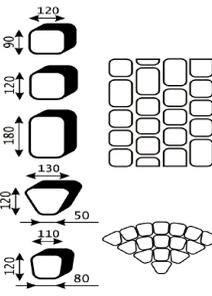
Щорічно зростає використання бруківки (табл. 8.12.1). Всі виробники відповідають вимогам УкрСепро ДСТУ Б В.2.6 – 2–95. Міцність – М400, стирання – 0,7 г/кв.см, водопоглинання – до 6 %, морозостійкість – марка F200.

Структура бетону із застосуванням базальтових волокон (базальтоцементу) близька до структури армоцементу з арматурою із сталевих сіток. Проте базальтоцемент володіє вищою міцністю і деформативністю, оскільки армуючий базальт забезпечує вищий ступінь дисперсності армування каменя, і сам базальт володіє вищою міцністю, чим сталеве сітка. Крім того, базальтоцемент може переносити великі пружні деформації, тому що базальтове волокно під час розтягування пластичних деформацій не має, а за пружністю перевершує сталь. Під час твердіння цементного каменя утворюється агресивне середовище, яке руйнує поверхню волокна, утворюючи при цьому раковини. Міцність волокна зменшується на 10%, але за

рахунок раковин, що утворилися, міцність зчеплення каменя і волокна збільшується, таким чином міцність самого виробу зростає. Під час використання товстих волокон (більше 100 мкм) їх міцність не змінюється.

Таблица 8.12.1

**Типи бруківки із бетону**

Молоток		Плита	
Цегла дорожня		Плита	
Подвійне Т		Плита ажурна	
Фалка		Старе місто	

Головними особливостями базальтоцемента є його висока міцність за всіх видів напружених станів і здатність переносити великі деформації в пружному стані. При цьому відносна деформація цементного каменя без утворення тріщин досягає 0,7–0,9 %. Будучи хімічно інертним, базальтове волокно не вступає в реакцію з солями або фарбниками, тому бетонні розчини з добавкою волокна застосовуються і під час будівництва морських споруд, і в архітектурному та декоративному бетонах. У дорожніх покриттях волокно

---

---

оберігає бетон і арматуру від проникнення агресивних речовин, а також підвищує залишкову міцність і стійкість до заморожування–відтавання, підвищує шорсткість поверхні. Використання якісного бетону зі спеціальними добавками, включаючи моноволоконне армування, забезпечують стійкість до перепадів температур, захищаючи від розломів, тріщин і відшарування поверхні; виключає пластичні й усадкові тріщини; збільшує довговічність поверхні, краю і шва, також стійкість до стирання і ударів; забезпечує ранню міцність на стиснення, тобто міцність, якої звичайний бетон набуває тільки через 28 днів з моменту укладання.

**Фіробетон** є перспективним конструкційним матеріалом для багатоцільового застосування у будівництві, в якому як армувальні компонент використовують фібри (короткі або перервні волокна), що рівномірно розподіляються в об'ємі бетонної матриці. Для дисперсного армування придатні різні види металевих та неметалевих волокон мінерального й органічного походження. Армування може здійснюватись як одним видом фібр, так і їхньою сумішшю (різної довжини і різного складу).

Методи дисперсного армування передбачають отримання направленої або довільної орієнтації волокон в об'ємі бетону. Направлена орієнтація реалізується в основному під час використання безперервних структур (тканих і нетканих сіток, розріджених тканин та інших матеріалів). Подібний вид орієнтації може здійснюватись під час армування бетонів короткими волокнами, наприклад, сталевими фібрами під час формування виробів у магнітному полі.

Армування в'язучих матеріалів волокнами дозволяє підвищити міцність цементного каменю при розтягу та згині на 50–240 %. Міцність при стиску може бути підвищена на 90 % для цементного розчину і на 15 % для бетону. Ударна в'язкість, опір стиранню, морозостійкість бетонів під час армування волокнами може зрости на 200–300 %.

*Технологія виготовлення і властивості фіробетонів на основі портландцементу.* Склад композицій і укладання бетонної суміші залежать від матеріалу волокон, які застосовуються. Зазвичай вводять 1–4 % фібри за об'ємом суміші. Як правило, армувальний компонент додають в останню чергу до добре гомогенізованої бетонної суміші, в складі якої обмежена максимальна крупність заповнювача (10 мм), а витрата цементу становить 400–500 кг/м<sup>3</sup>. Легкоукладальність таких сумішей погіршується, що обумовлює необхідність додавання води вище норми або застосування пластифікаторів. Доцільно також використовувати зовнішнє вібрування суміші.

---

---

Фібробетон формують різними методами: центрифугуванням, розпиленням, екструзією, прокатуванням, литтям під тиском, вібруванням та ін. До перспективних методів отримання відносять забризкування під тиском (подібно до торкретування) з одночасним подаванням волокон на великій швидкості. Розпилення суміші і волокон виконують у декілька проходів, що забезпечує однорідний розподіл волокон як по всій площі, так і по товщині виробів.

Під час виготовлення виробів круглого перерізу (труб, стовпів) із порівняно великою кількістю арматури застосовують метод втискування, який базується на принципах центрифугування та окремого (роздільного) пресування.

### Це цікаво

... Бетон як будівельний матеріал знали в глибокій давнині. Іще за 3600 років до нашої ери в Єгипті із цього матеріалу була збудована піраміда Німбуса, галереї єгипетського лабіринту, важливі гідротехнічні й культові споруди, мости тощо. Збереглися залишки вавилонських бетонних споруд. Бетон використовували стародавні греки та карфагеняни. У Карфагені Ангорський акведук збудовано з бетону на вапняному в'язучому і мармуровому щебені. На американському континенті, в Мексиці, знайдені бетонні фундаменти древніх споруд давно зниклої культури, в Китаї – значна частина Великої китайської стіни.

... У стародавньому Римі будівельники вперше використовували бетон (як в'язучі матеріали застосовували глину, гіпс, вапно, асфальт) в II столітті до нашої ери на будівництві гідротехнічних споруд під час зведення молу в порту Калігула біля Неаполя, спорудження великого храму Пантеон із бетонним куполом діаметром більш як 40 м, зведення масивних споруд і таких конструкцій, як склепіння, куполи, тріумфальні арки. З падінням Римської імперії застосування бетону припинилося і відновилося лише у XVIII столітті в західноєвропейських країнах.

... Поява високоміцних бетонів відкрила нову еру в будівництві. Їхні унікальні властивості дозволили реалізувати такі будівельні проекти, про які відносно недавно було навіть мріяти. Досить згадати тунель під Ла-Маншем, 125-поверховий хмарочос у Чикаго висотою 610 м, міст через протоку Акасі в Японії з центральним прогоном 1990 м тощо.

---

---

...Пінобетон виготовлено в Швеції під час енергетичної кризи у 1923 р. У зв'язку з обмеженням на використання деревини в будівництві тривав пошук матеріалу, який поєднував би в собі позитивні якості дерева, такі як висока теплоізоляція, натуральні інгредієнти, мала вага, легко піддавався обробці, водночас був не горючим, не гнив. Архітектор Апекс Еріксон, що працював у містечку Іксхалте, перший у світі розпочав промислове виробництво пінобетону, офіційно зареєстрував матеріал під назвою "Ytohg".

...Фібробетони на поліпропіленових волокнах розроблені в інженерній лабораторії армії США і початково призначались для захисних оболонок паль, а також бетонних плит покриттів. На цей час волокна застосовують у конструкційному бетоні для морських споруд (укріплені), мостів і водосховищ, а також у збірному бетоні та торкретбетоні. Нові розробки включають антибактеріальний бетон, "тонкий" бетон для покриття асфальтованих доріг, „шорсткий” бетон з оголеним заповнювачем та бетон із низькою здатністю до вибухового відколювання при дії вогню.

#### ◆ Питання для самоперевірки

1. Що таке бетон і з яких матеріалів його виготовляють?
2. Дайте класифікацію бетонів.
3. Назвіть галузі застосування бетонів у будівництві.
4. Як визначити рухливість і жорсткість бетонної суміші?
5. Які фактори впливають на міцність бетону?
6. За якою схемою розраховують склад важкого бетону?
7. Опишіть технічну схему виробництва бетонної суміші.
8. Які особливості бетонування взимку?
9. Перелічіть різновиди легких бетонів.
10. Які ви знаєте різновиди спеціальних бетонів?
11. Які фактори впливають на міцність бетону?



---

---

## ✍ ТЕСТИ

### 8.1. Сировина

***I. Основним активним компонентом бетону є:***

1. Щебінь;
2. Пісок;
3. Цемент;
4. Додатки.

***II. Вміст глинистих частинок у піску для бетону повинен бути не більше:***

1. 3 % за масою;
2. 5 % за масою;
3. 1 % за масою.

***III. Якщо модуль крупності піску дорівнює 2,1, то це буде пісок:***

1. Крупний;
2. Середній;
3. М'який.

***IV. Для дрібного піску модуль крупності знаходиться в межах:***

1. 1,5–2,0;
2. 2,1–2,5;
3. 1,0–1,5.

***V. Гравій для бетону має крупність:***

1. 0,16–5 мм;
2. 5–70 мм;
3. 15–70 мм.

***VI. Для підвищення рухливості бетонної суміші вводять:***

1. Лігносульфонат;
2. Хлорид кальцію;
3. Хлорид натрію.

***VII. Для виготовлення пінобетону необхідні такі компоненти:***

1. Цементний розчин і гідролізована крова;
2. Цементно-вапняний розчин і алюмінієва пудра;
3. Цементний розчин і керамзит.

---

---

***VIII. Прискорювачі твердіння для бетону:***

1. Лігносульфонат;
2. Поташ;
3. Кремнієорганічні рідини.

***IX. Якщо у піску для приготування бетону знаходяться глинисті частинки 6 %, то такий пісок:***

1. Необхідно просіяти;
2. Необхідно промити;
3. Можна використати для бетону.

***X. Керамзитовий ґравій можна застосовувати для виготовлення:***

1. Важкого бетону;
2. Легкого бетону на пористих заповнювачах;
3. Пінобетону.

## **8.2. Виробництво**

***I. Щоб приготувати важкий бетон необхідні компоненти:***

1. Цемент, вода, пісок, гранітний щебінь;
2. Цемент, вода, пісок, керамзитовий щебінь;
3. Цемент, вода, милонафт, пісок.
4. Цемент, вода, перліт.

***II. Для виготовлення пінобетону необхідно взяти добавку:***

1. Алюмінієвої пудри;
2. Клеєканіфольної суміші;
3. Хлориду кальцію;
4. Поташу.

***III. Якщо ввести в цементний розчин алюмінієву пудру, то отримаємо:***

1. Пінобетон;
2. Газобетон;
3. Керамзитобетон.

***IV. Під час приготування бетонної суміші цемент дозують з точністю:***

1. До 2 %;
2. До 5 %;
3. До 1 %.

---

---

***V. Час перемішування бетонних сумішей у барабані бетонозмішувача може бути:***

1. 1 хв;
2. 1 год;
3. 45 хв.

***VI. Для надання щільності й міцності бетону в процесі укладання його необхідно:***

1. Висушувати;
2. Вібрувати;
3. Змочувати.

***VII. Для правильного нарощування міцності бетону необхідно:***

1. Поливати через 10 годин після бетонування;
2. Поливати через 10 хвилин після бетонування;
3. Висушувати;
4. Заморожувати;
5. Не робити нічого.

***VIII. Твердіння бетону сповільнюється при температурі:***

1. 20–30 °С;
2. 5–10 °С;
3. 10–20 °С.

***IX. Якщо змішати цементний розчин з розчином сапоніну, то отримаємо:***

1. Пінобетон;
2. Газобетон;
3. Газосилікат.

***X. Щоб приготувати бетонну суміш складу 1:2:4, необхідно взяти:***

1. Цементу – 1 частину; щебеню – 2 частини; піску – 4 частини;
2. Піску – 1 частину; цементу – 2 частини; щебеню – 4 частини;
3. Цементу – 1 частину; піску – 2 частини; щебеню – 4 частини.

### **8.3. Властивості**

***I. Рухомість бетонної суміші визначають:***

1. За допомогою стандартного конуса в секундах;
2. За допомогою стандартного конуса в сантиметрах;
3. За допомогою приладу Віка в сантиметрах;
4. За допомогою віскозиметра в секундах.

---

---

**II. Для зміни рухливості бетонної суміші, не змінюючи міцності бетону необхідно:**

1. Ввести лігносульфат;
2. Додати води.

**III. Як зміниться рухливість бетонної суміші, якщо кількість піску збільшити згідно з розрахунком:**

1. Не зміниться;
2. Зменшиться;
3. Збільшиться.

**IV. Стандартні зразки з важкого бетону після 28 днів твердіння випробували на стиск, руйнівне навантаження 500 кН. Який клас бетону?**

1. B15;
2. B50;
3. B150;
4. B500.

**V. Як визначити клас бетону за міцністю в лабораторії?**

1. За границею міцності на стиск через 28 діб;
2. За границею міцності на стиск через 14 діб;
3. За границею міцності на згин через 28 діб;
4. За границею міцності на згин через 14 діб;

**VI. Які розміри еталонного зразка під час випробування бетону на міцність:**

1. Куб зі стороною 10 см;
2. Куб зі стороною 15 см;
3. Балочка 4×4×16 см.

**VII. Водоцементне відношення у бетоні може бути:**

1. 0,4–1;
2. 0,1–1;
3. 0,8–2;
4. 1–2,5.

**VIII. Склад бетону позначено 1:2:4. Який матеріал показано числом “2”?**

1. Цемент;
2. Гравій;

- 
- 
3. Пісок;
  4. Вапно.

***IX. Через сім днів твердіння бетон набирає міцності:***

1. 60–70 %;
2. 175 %;
3. 40 %;
4. 75 %.

***X. Який матеріал позначає число “1” в складі бетону: 1:2:6?***

1. Щебінь;
2. Пісок;
3. Цемент.

#### **8.4. Застосування**

***I. Який бетон краще застосовувати для виготовлення бетонного фундаменту житлового будинку?***

1. Вогнетривкий бетон;
2. Пінобетон;
3. Звичайний важкий бетон;
4. Перлітобетон.

***II. Із керамзитобетону можна виготовити:***

1. Залізобетонну колону;
2. Стінову панель;
3. Панель для дамби;
4. Плити для підлоги цеху.

***III. Для виготовлення дорожнього покриття доцільніше застосовувати:***

1. Важкий бетон на пластифікованому портландцементі;
2. Перлітобетон;
3. Важкий бетон на портландцементі;
4. Важкий бетон на глиноземистім цементі.

***IV. Декоративні бетони виготовляють на основі:***

1. Білого портландцементу;
2. Пластифікованого портландцементу;
3. Глиноземистого цементу.

---

---

***V. Для теплоізоляційних бетонів необхідно застосовувати:***

1. Гранітний щебінь;
2. Керамзитовий щебінь;
3. Баритовий щебінь;
4. Базальтовий щебінь.

***VI. Для виготовлення корозійностійких підлог краще застосовувати:***

1. Полімерні бетони;
2. Перлітобетони;
3. Пінобетони.

***VII. Для виготовлення виробів для набережних застосовують бетон:***

1. Перлітобетон;
2. Гідротехнічний;
3. Звичайний важкий.

***VIII. Для виготовлення бетонних конструкцій, де необхідний швидкий набір міцності, застосовують бетон на основі цементу:***

1. Глиноземистого;
2. Шлакового;
3. Портландцементу;
4. Гідрофобного.

***IX. Панелі для зовнішніх стін житлового будинку можна виготовити із:***

1. Шлакобетону;
2. Гідротехнічного бетону;
3. Гіпсобетону;
4. Пластбетону.

***X. На атомних електростанціях застосовують бетони на основі:***

1. Баритового щебеню;
2. Вапнякового щебеню;
3. Керамзитового щебеню;
4. Шлаку.

---

---

## 9. БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ

### 9.1. ВИДИ БУДІВЕЛЬНИХ РОЗЧИНІВ

Будівельний розчин – штучний камінь, що є продуктом затвердіння розчинної суміші. Розчинна суміш складається з в'язучої речовини, води, дрібного заповнювача і, в деяких випадках, добавок. Будівельний розчин – це дрібнозернистий бетон, тому закономірності, притаманні бетонам, притаманні й для розчинів.

Будівельні розчини класифікуються за видом в'язучої речовини, призначенням, міцністю, морозостійкістю, середньою густиною, складом.

- За видом в'язучої речовини розчини бувають цементні, вапняні, гіпсові, цементно-глиняні, цементно-вапняні, вапняно-гіпсові;

- за призначенням – для кам'яної кладки та монтажу конструкцій, опоряджувальні, спеціальні;

- за міцністю на стиск – марок М4, М10, М25, М50, М75, М100, М150 М200;

- за морозостійкістю – марок F10–F300;

- за середньою густиною – важкі ( $\rho_m > 1500 \text{ кг/м}^3$ ) і легкі ( $\rho_m$  до  $1500 \text{ кг/м}^3$ );

- за складом – прості та складні.

Склад розчину позначають співвідношенням об'ємів матеріалів, беручи витрату в'язучої речовини за одиницю. Склад простих розчинів позначають співвідношенням 1:Х, де 1 – частина в'язучої речовини, а Х – частина дрібного заповнювача. Склад складних або мішаних розчинів – 1:Х:У, де 1 – витрата основної в'язучої речовини, Х – допоміжної в'язучої речовини, а У – дрібного заповнювача.

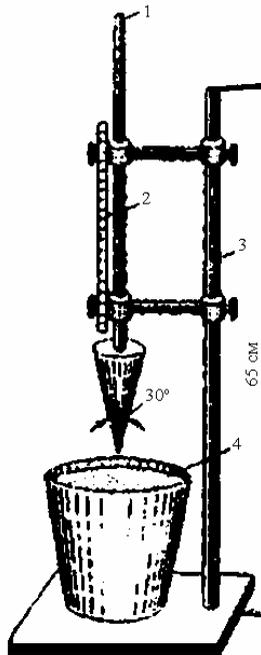
Вода для будівельних розчинів має бути без домішок, які можуть спричинити корозію в'язучої речовини; використовують переважно питну воду. Дрібним заповнювачем найчастіше є природні піски чи подрібнені гірські породи. Із мінеральних добавок у розчин вводять глину, вапняне тісто, діатоміт, трепел, мелені шлаки, золи ТЕС. Добавки підвищують водоутримувальну здатність, дають можливість економити цемент, полегшують укладку розчину.

Поверхнево-активні добавки (омилений деревний пек, кані-фольне мило, милонафт, асидол) також поліпшують укладальність, підвищують морозостійкість, знижують водопоглинання розчинів. Якщо розчин застосовують взимку, то до його складу вводять прискорювачі твердіння (хлорид кальцію, хлорид натрію тощо).

## 9.2. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНОВОЇ СУМІШІ

Основною характеристикою розчинової суміші є легкоукладальність, яка залежить від рухливості й водоутримувальної здатності.

Рухливість розчинової суміші – це здатність легко укладатися по поверхні каменю рівним шаром. Ступінь рухливості визначають стандартним конусом (рис. 9.2.1), масою 300 г. Конус занурюється в розчинну суміш на деяку глибину, що є показником рухливості (осадка конуса), яку визначають у сантиметрах. Рухливість залежить від кількості води, складу і властивостей вихідних матеріалів. Щоб підвищити рухливість будівельних розчинів, до їхнього складу вводять пластифікувальні поверхнево-активні добавки. Рухливість задають за видом і призначенням розчину, вона знаходиться у межах 3–14 см.



**Рис.9.2.1. Стандартний конус:**

1 – рухомий стержень з конусом; 2 – лінійка з поділками;  
3 – штатив; 4 – посуд для розчинової суміші



---

---

Водоутримувальна здатність впливає на здатність розчинової суміші не розшаровуватися під час транспортування. Водоутримувальна здатність залежить від співвідношення вихідних матеріалів, наявності добавок у складі розчину, виду в'язучої речовини. Якщо на поверхні розчину через 10–15 хв з'являється вода, то водоутримувальна здатність низька: до складу суміші потрібно ввести поверхнево-активні добавки або додати в'язучої речовини. Під час роботи з розчином потрібно зволожувати основу, на яку він буде укладатися (камені, плитки тощо).

### 9.3. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНУ. ЙОГО МІЦНІСТЬ

Міцність розчину залежить від активності в'язучої речовини, водоцементного відношення, умов і часу твердіння. Міцність розчину, що укладається на щільну основу

$$R_p = 0,25R_{Ц}(Ц/В - 0,4),$$

де  $R_{Ц}$  – активність цементу, МПа $\times 10$ ;

Ц/В – цементно-водне відношення розчину.

Якщо основа пориста, то міцність зростає приблизно у 1,5 разу.

Міцність розчину можна визначити за витратою цементу та якістю піску:

$$R_p = kR_{Ц}(Ц - 0,05) + 4,$$

де  $k$  – коефіцієнт, який залежить від якості піску (для дрібного  $k=1,4$ ; середньої крупності – 1,8; крупного – 2,2);

Ц – витрата цементу в тоннах на 1 м<sup>3</sup> піску.

Міцність розчину також визначається за формулою

$$R_p = k_1 R_{Ц} Q_{Ц},$$

де  $k_1=1$  для портландцементу і 0,88 для шлакового і пуцоланового портландцементу;  $Q_{Ц}$  – витрата цементу в тоннах на 1 м<sup>3</sup> піску.

Міцність розчину характеризують маркою, яка визначається границею міцності на стиск кубика розміром 70,7 $\times$ 70,7 $\times$ 70,7 мм або балочки 40 $\times$ 40 $\times$ 160 мм, випробовуваних через 28 діб твердіння у стандартних умовах.

**Приклад.** Визначити марку розчину, якщо зразок – стандартний кубик під час випробування зруйновано силою 50 кН.

Розв'язання.

$$R_{ст} = P/S = 50000 / (70,7 \times 70,7) = 10 \text{ МПа.}$$

Марка розчину 10 МПа  $\times 10$ , М100.

## 9.4. РОЗЧИН ДЛЯ КЛАДКИ СТІН І МОНТАЖУ КОНСТРУКЦІЙ БУДІВЕЛЬ

Для кладки стін і монтажу конструкцій будівель застосовують різні за складом розчини, що визначаються вимогами до міцності конструкцій. Мурувальні розчини для підземних споруд, кладки нижче гідроізоляційного шару виготовляють на основі цементу. Для зведення наземних частин будівель, що зазнають невеликого навантаження, використовують вапняні розчини, а в інших випадках цементно-вапняні та цементно-глиняні розчини.

Склад розчину визначається СНиП 3.03.01-87 “Несущие и ограждающие конструкции” (табл. 9.4.1).

Рухливість мурувальних розчинів за призначенням і методом укладання беруть такою: для кладки із щільних каменів та цегли – 9–13 см, із керамічних каменів і порожнистої цегли – 7–8 см, для бутової кладки – 4–6 см. У розчини, які застосовують взимку, вводять хімічні добавки, які знижують температуру замерзання води (нітрит натрію тощо).

Таблиця 9.4.1

**Склад розчину для кладки**

Марка цементу	Склад за об'ємом для розчину марки			
	100	75	50	25
<i>Цементно-глиняний, цементно-вапняний</i>				
500	1 : 0,5 : 5,5	1 : 0,8 : 7,0	–	–
400	1 : 0,4 : 4,5	1 : 0,5 : 5,5	1 : 0,9 : 8	–
300	1 : 0,2 : 3,5	1 : 0,3 : 4,0	1 : 0,6 : 6	1 : 0,4 : 10
200	–	1 : 0,1 : 2,6	1 : 0,3 : 4	1 : 0,8 : 7,0
<i>Цементний</i>				
500	1 : 5,5	1 : 6,0	–	–
400	1 : 4,5	1 : 5,5	–	–
300	1 : 3,0	1 : 4,0	1 : 6	–
200	–	1 : 2,5	1 : 4	–

## 9.5. ОПОРЯДЖУВАЛЬНІ РОЗЧИННИ

Опоряджувальні розчини поділяють на штукатурні та декоративні.

*Штукатурні розчини* готують на цементах, цементно-вапняних, вапняно-гіпсових, вапняних і гіпсових в'язучих. Основні вимоги

---

---

до штукатурних розчинів – необхідна рухливість, добре зчеплення з основою. Рухливість частково залежить від способу нанесення штукатурки: за механізованого нанесення підготовчого шару рухливість розчину 6–10 см, а за ручного – 8–12 см. Для оздоблювального шару рухливість розчину 8–12 см.

Вибір в'язучого залежить від умов експлуатації та основи, на яку вони наносяться. Цементні та цементно-вапняні розчини призначені для зовнішніх поверхонь і конструкцій, що працюють в умовах підвищеної вологості, розчини з гіпсом для поверхонь, що експлуатуються в умовах низької та нормальної вологості.

*Декоративні розчини* виготовляють на білому і кольорових портландцементях, вапні та кольорових гірських породах із введенням різних пігментів. Застосовують їх для опорядкування лицьових поверхонь стінових панелей, великих стінових блоків, фасадів. Кольорові вапняно-піщані розчини готують з вапняного тіста (10 частин), цементу (1 частина), піску (30 частин) і барвників.

Склад теразитових розчинів – цемент (1–2 частини), вапно (3–6 частин), пісок (4–10 частин), слюда, мармурова крошка і пігменти. Кам'яні штукатурки, що імітують гірські породи, готують з білого цементу, вапняного тіста і крошки з мармуру, граніту, лабрадориту.

## 9.6. СПЕЦІАЛЬНІ РОЗЧИНИ

Гідроізоляційні розчини застосовують для опоряджувальних робіт під час спорудження сховищ рідких продуктів, штукатурки стін підвалів, підлоги тощо, їх виготовляють на цементах високих марок і кварцовому піску. В агресивних середовищах застосовують сульфатостійкий водонепроникний портландцемент. Склад гідроізоляційних розчинів – 1:1–1:3,5. У розчини вводять добавки алюмінат натрію, хлорне залізо, бітумну емульсію, латекси.

*Ін'єкційними розчинами* заповнюють канали попередньо напружених конструкцій. Вони виготовляються із цементного тіста, цементно-піщаного розчину. Витрати цементу – 1100–1300 кг на 1 м<sup>3</sup> розчину і 1400–1600 кг на 1 м<sup>3</sup> тіста. Марка цементу – не нижче 400, а марка розчину – 300 і вище.

*Тампонажні розчини* застосовують для тампонування нафтових свердловин, тунелів. Виготовляють їх на основі тампонажного портландцементу, шлакопортландцементу, пуцоланового та сульфатостійкого портландцементів.

---

---

*Акустичні розчини* застосовують у звукопоглинальній штукатурці. Готують їх на основі портландцементу, шлакопортландцементу, вапна, гіпсу, каустичного магнезиту. Заповнювачі – пемза, шлаки, керамзит, перліт тощо;  $\rho_m = 600\text{--}1200 \text{ кг/м}^3$ .

*Рентгенозахисними розчинами* оштукатурюють стіни, стелі, підлоги в рентген-кабінетах. В'язучі – портландцемент, шлакопортландцемент. Заповнювачі – барит, добавки – кадмій, літій та ін.  $\rho_m > 2200 \text{ кг/м}^3$ .

## 9.7. СУЧАСНІ РОЗЧИНИ

Реактивні порошкові композити – це спеціальні високоміцні фібронापовнені розчини з великим вмістом мікрокремнезему і хімічних добавок, зокрема суперпластифікаторів. Міцність на стиск таких систем може досягти 200–300 МПа, а міцність на розтяг під час згину – до 100 МПа. При цьому для отримання композитів з міцністю до 200 МПа досить простого витримування приготовлених розчинів при температурі приблизно 90 °С, а для синтезу особливо високоміцних матеріалів необхідна спеціальна техніка і температура приблизно 400 °С.

Зовнішнє оздоблення декоративними штукатурками, що імітують бучардовану фактуру природного каменю (граніт, мармур та ін.), проводиться в такій послідовності: на висушений, попередньо змочений підготовчий шар, що має насічку для кращого зчеплення, наносять шар сметаноподібного цементного розчину, що складається з цементу і води, товщиною 1–2 мм; потім без перерви наносять шар декоративного розчину товщиною 5–6 мм. Суміш має бути напівсухою. Її накладають кельмою на поверхню і розрівнюють. Для одержання фактури поверхні каменю, обробленого “під бучарду”, суміш ущільнюють спеціальним штампуванням розмірами 150×150 мм із бронзи або нержавіючої сталі з рельєфною поверхнею у вигляді виступальних зубів. Після висихання лицьового шару протягом трьох–чотирьох днів поверхню промивають 10 % розчином соляної кислоти, а потім – водою.

Вапняно-піщані кольорові штукатурки за зовнішнім виглядом імітують піщаник. Колір штукатурці додає наповнювач або пігмент.

Фактуру під “травертин” одержують у такий спосіб: на підготовлену поверхню окремими кидками наносять тонкий шар кольорового розчину, злегка заглажуючи сталевим напівтерком. При цьому площину цілком розчином не заповнюють, у результаті чого

---

---

одержують фактуру у вигляді каверн на гладкому тлі, що нагадує фактуру декоративного каменю травертину.

Теразитову штукатурку наносять після того, як підготовчий шар затвердіє по всій поверхні. Перед нанесенням декоративного розчину поверхню рясно змочують водою. Наносити шар необхідно в один прийом на площу, обмежену рустами, пілястрами, віконними прорізами і т. ін. Розчин наносять звичайним способом за два–три рази залежно від товщини накривального шару і розрівнюють напівтеркою. Після цього штукатурка протягом 24 год (залежно від температури повітря) повинна просохати доти, поки верхній шар під час затирання не починає обсіпатися. Потім приступають до остаточної обробки оштукатуреної поверхні – циклювання, що виробляється спеціальною теркою-дошкою розмірами 150×150 і товщиною 20×25 мм. У терку в шаховому порядку з відстанню 15 мм набивають цвяхи, що виступають на 10–15 мм. Цією теркою зверху вниз проводять по поверхні лицьового шару, у результаті чого з нього випадають окремі зерна гравію. Поверхня виходить пористою з невеликими поглибленнями від гравію, що висипався, і частково розчину. Теразитова штукатурка робиться гладкою по всій поверхні або з рустами, що розрізають фасад на окремі ділянки.

### **Це цікаво**

... У часи Петра I під час приготування розчину для кладки внутрішніх стін використовували тільки гірські піски. Вважалось, що якщо використати для цієї цілі річний пісок, то стіни будуть “мокріти”.

### **Питання для самоперевірки**

1. Що називається будівельним розчином?
2. Які властивості притаманні розчиновій суміші?
3. Які види будівельних розчинів готують для кладки стін?
4. Як визначити марку розчину? Які є марки?
5. Назвіть види штукатурних розчинів.
6. Як готують декоративні розчини?
7. Назвіть види опоряджувальних розчинів.
8. Як готують гідроізоляційні розчини?
9. Назвіть види спеціальних розчинів.
10. Як готують акустичний розчин?

---

---

## ✍ ТЕСТИ

### 9.1. Сировина

*I. Якщо змішати цемент, пісок, глину і воду, то отримаємо:*

1. Бетонну суміш;
2. Розчинову суміш;
3. Газобетонну суміш.

*II. Розчин від бетону відрізняється:*

1. Відсутністю крупного заповнювача;
2. Відсутністю в'язучої речовини;
3. Наявністю щебеню чи гравію.

*III. На основі якої в'язучої речовини виготовляють мурувальні розчини для підземних споруд?*

1. Вапно;
2. Гіпс;
3. Цемент.

*IV. Для штукатурки стін у житловій кімнаті розчин можна приготувати на основі:*

1. Портландцементу;
2. Глиноземистого цементу;
3. Вапна;
4. Напружувального цементу.

*V. Для штукатурних розчинів не допускається пісок з розмірами зерен:*

1. Більше 2,5мм;
2. Менше 2,5мм;
3. Більше 1,0мм.

*VI. Для декоративних розчинів застосовують піски з модулем крупності:*

1. Від 1 до 2,2;
2. Більше 2,5;
3. Менше 1.

---

---

***VII. Дайте назву розчину, який виготовили на основі вапна, піску, цементу, мармурового дрібняку:***

1. Рентгенозахисний;
2. Теразитовий;
3. Каменеподібний.

***VIII. Яка сировина потрібна для виготовлення гідроізоляційного розчину?***

1. Портландцемент, пісок, хлорне залізо;
2. Портландцемент, пісок;
3. Портландцемент, пісок, магнезит.

***IX. Якщо розчинова суміш складається з портландцементу, баритового піску і кадмію, то це буде розчин:***

1. Акустичний;
2. Рентгенозахисний;
3. Тампонажний;
4. Ін'єкційний.

***X. Для приготування розчину, що твердіє на морозі, необхідно ввести таку добавку:***

1. Асидол;
2. Поташ;
3. Кадмій.

## **9.2. Властивості**

***I. Рухливість розчинової суміші визначають у сантиметрах на приладі:***

1. Стандартний конус;
2. Віка;
3. Дуктилометр.

***II. Як впливає на міцність розчину збільшення водоцементного відношення?***

1. Не впливає;
2. Міцність збільшується;
3. Міцність зменшується.

---

---

**III. Марка розчину за міцністю визначається на зразках:**

1.  $7,07 \times 7,07 \times 7,07$  см;
2.  $10 \times 10 \times 10$  см;
3.  $15 \times 15 \times 15$  см.

**IV. Яка марка розчину, якщо стандартний кубик під час випробування на стиск зруйнувало навантаження 50 кН?**

1. 50;
2. 100;
3. 75;
4. 200.

**V. Марка розчину визначається за:**

1. Границею міцності на стиск;
2. Границею міцності на згин;
3. Строками тужавіння.

**VI. Якщо склад цементно-вапняного розчину 1:0,5:6, то необхідно взяти піску за об'ємом:**

1. 1 частину;
2. 0,5 частину;
3. 6 частин.

**VII. Акустичні розчини повинні мати середню густину:**

1. 600–1200 кг/м<sup>3</sup>;
2. Не менше 1200 кг/м<sup>3</sup>;
3. 200–600 кг/м<sup>3</sup>;
4. Не більше 600 кг/м<sup>3</sup>.

**VIII. Рухомість штукатурних розчинових сумішей для оздоблювального шару повинна бути:**

1. 6–8 см;
2. 8–20 см;
3. 8–12 см.

**IX. Якщо глибина занурення конуса 4–6 см, то розчин можна застосувати для:**

1. Бугової кладки;
2. Кладки з керамічної цегли;
3. Штукатурки стін.



---

---

***X. Середня густина рентгенозахисних розчинів повинна бути:***

1. 1000–1500 кг/м<sup>3</sup>;
2. 1500–2000 кг/м<sup>3</sup>;
3. Більше 2200 кг/м<sup>3</sup>;
4. Менше 2000 кг/м<sup>3</sup>

### **9.3. Застосування**

***I. Для підземного будівництва застосовують розчини:***

1. Цементні;
2. Вапняні;
3. Гіпсові.

***II. Розчин, виготовлений на кольоровому портландцементі, застосовують для:***

1. Мурування фундаменту;
2. Мурування стін;
3. Оздоблення фасаду стін.

***III. Розчинова суміш, виготовлена з кольорових гірських порід застосовується для:***

1. Кладки фундаменту;
2. Кладки цегляних стін;
3. Опорядження лицьових поверхонь стін;
4. Захисту від вогню.

***IV. Цементно-глиняний розчин можна застосувати:***

1. Для кладки фундаменту;
2. Для кладки цегляних стін;
3. Для захисту від вогню.

***V. Теразитову штукатурку застосовують:***

1. У рентгенівському кабінеті;
2. У кухні;
3. Для фасаду;
4. Для гідроізоляції.

---

---

***VI. Яка може бути товщина розчинового шва під час мурування стін із цегли:***

1. 5–6 мм;
2. 10–12 мм;
3. 15–20 мм.

***VII. В агресивному середовищі для розчину застосовують портландцемент:***

1. Сульфатостійкий;
2. Гідрофобний;
3. Білий.

***VIII. Для заповнення каналів попередньо напружених конструкцій застосовують розчин:***

1. Тампонажний;
2. Ін'єкційний;
3. Акустичний.

***IX. Тампонажний розчин готують на:***

1. Пуцолановому портландцементі;
2. Глиноземистому цементі;
3. Вапні.

***X. Якщо у розчиновій суміші є добавка шамотного порошку, то це буде розчин:***

1. Тампонажний;
2. Вогнетривкий;
3. Гідроізоляційний.

---

---

## 10. ЗБІРНІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ Й БЕТОННІ ВИРОБИ ТА КОНСТРУКЦІЇ

### 10.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАЛІЗОБЕТОН

Залізобетон – це будівельний матеріал, в якому поєднані бетон і сталева арматура, які різняться своїми властивостями і знаходяться у конструкції спільно. Бетон чинить удесятеро більший опір стиску, ніж розтягу, а сталь добре працює на розтяг. Тому арматуру розмішують у тих зонах виробу, які розраховані на сприйняття розтягувальних зусиль.

Бетон і арматура міцно зчіплюються між собою під час твердіння бетону, мають однаковий коефіцієнт лінійного розширення при зміні температури. Бетон захищає арматуру від корозії, і це все забезпечує високу міцність залізобетону.

Залізобетон є одним з основних конструкційних матеріалів у сучасному будівництві завдяки добрим механічним властивостям, довговічності, вогнестійкості, технологічності, доступності сировинної бази, можливості створення різноманітних форм.

За способом виготовлення залізобетонні конструкції поділяють на:

- монолітні (зводять на будівельному майданчику);
- збірні (виготовляють на заводах).

За видом армування конструкції із залізобетону бувають із:

- звичайним армуванням (у процесі експлуатації можливі появи тріщин в розтягнутій зоні);
- попередньо напруженим армуванням (збільшує тріщиностійкість конструкцій).

За внутрішньою будовою залізобетонні вироби можуть бути:

- суцільні;
- порожнисті;
- комбіновані.

За призначенням збірні залізобетонні вироби поділяють на групи:

- для житлових і громадських будівель;
- для промислових будівель;
- для сільськогосподарських будівель і споруд;
- для технічних споруд.

За видом бетонів залізобетонні вироби є із:

- важких і легких цементних бетонів;
- силікатних бетонів;
- ніздрюватих бетонів;
- спеціальних бетонів.

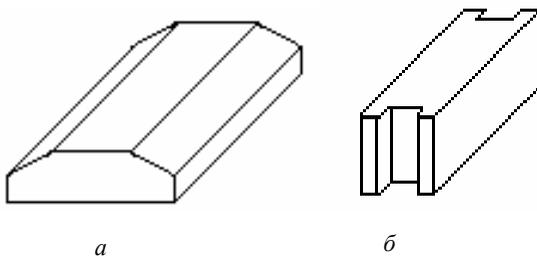
## 10.2. ВИДИ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ЖИТЛОВИХ І ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

Фундаменти й підземні частини будівель виготовляють із фундаментних блоків, палів, плит, панелей тощо.

Фундаментні блоки (рис. 10.2.1а) – це вироби з бетону класу В10 (М150). Висота блока – 600, довжина – 1200, 2400, товщина – 400–600 мм.

Блоки стін підвалу (рис.10.2.1б) – суцільні та порожнисті – виконують із важкого бетону класів В7,5 і В10 до 2500 мм завдовжки, до 500 мм завтовшки і 700 мм заввишки.

Палі мають квадратний переріз розміром 300×300 мм, довжину 6–12 м, клас бетону – В25.



**Рис.10.2.1. Збірні залізобетонні елементи фундаментів для громадських і житлових будівель:**  
*а – блок фундаментний; б – блок стін підвалів*

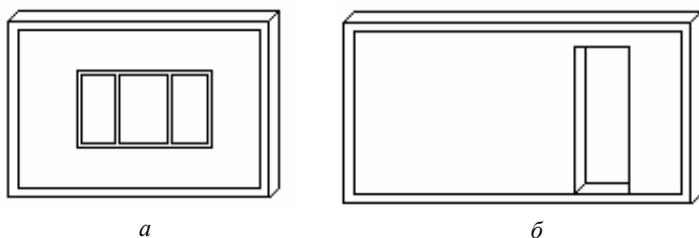
Каркаси будівель, що складаються з залізобетонних колон, ригелів і прогонів, виготовляють із важкого бетону класів В15–В40. Висота колони розрахована на висоту двох поверхів.

Стінові панелі для зовнішніх стін (рис.10.2.2а) роблять одношаровими із легкого бетону класів В3,5–В7,5 середньою щільністю 700–1000 кг/м<sup>3</sup>, довжина панелей – 3600 і 7200, висота –

---

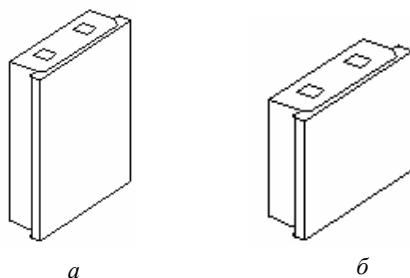
---

2900, товщина – 400 мм. З фасадного боку панелі облицьовують керамічною плиткою, зафарбовують атмосферостійкими фарбами чи оздоблюють декоративним шаром кольорового розчину. Панелі внутрішніх стін (рис.10.2.2б) виготовляють із важкого бетону класів В10–В25, товщина їх 120–160 мм. Застосовують також багат шарові панелі з внутрішнім шаром із теплоізоляційних матеріалів: мінеральної вати, пінополістиролу, ніздрюватого бетону тощо. Товщина таких панелей – 250–300 мм.



**Рис. 10.2.2. Збірні залізобетонні стінові панелі для громадських і житлових будівель:**  
*a – зовнішня; б – внутрішня*

Стінові блоки виготовляють із легкого бетону середньої щільністю до  $1200 \text{ кг/м}^3$  суцільними і порожнистими. Висоту і ширину блока вибирають за прийнятою системою розрізки стін. Блоки бувають рядові, кутові, перемичкові, підвіконні.

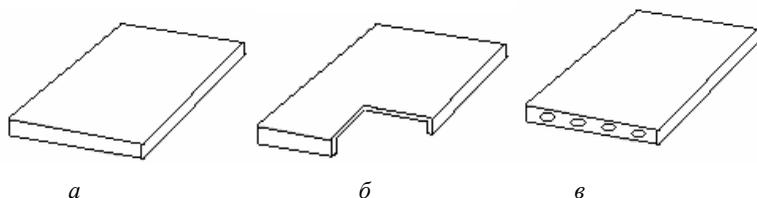


**Рис. 10.2.3. Великі стінові блоки:**  
*a – простінковий; б – підвіконний*

---

---

Міжповерхові перекриття влаштовують із настилів, панелей, плит. Виріб на всю ширину кімнати називають панеллю, а вузчі вироби – плитами. Довжина настилу дорівнює прольоту до 12 м, товщина 220–300 мм, ширина 1600–2400 мм. Найбільш широко застосовують порожнисті плити перекриттів (рис.10.2.4).



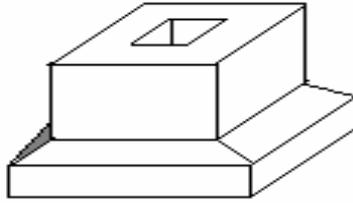
**Рис.10.2.4. Збірні залізобетонні панелі перекриття:**  
*а – суцільна; б – ребриста; в – круглопустотна*

Плити виготовляють із важкого бетону класів В15 і В25 із звичайним або попередньо напруженим армуванням. Довжина ребристих плит – 8,8 м, ширина – 1,5 м, висота – 400 мм. Плоскі панелі (розміри на кімнату) мають товщину 160 мм.

Збірні сходи складаються зі сходових маршів, площадок тощо, виготовляються із важкого бетону класів В15 і В20; розміри визначають за висотою поверху і шириною сходів. Виготовляють також марші з напівплощадками.

### **10.3. ВИДИ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

Для фундаментів призначені блоки, башмаки під колони, палі, балки. Розмір *підшви фундаменту під колони* (рис.10.3.1) до 2 м, висота – до 1 м, класи бетону В10–В25. *Фундаментні балки* мають тавровий або трапецієподібний поперечний переріз, довжину – 4300 і 11960, висоту – 400–600 мм. Їх виготовляють із важкого бетону класів В15–В30.



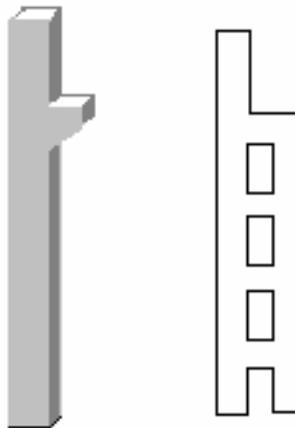
*Рис. 10.3.1. Фундамент під колону (башмак)*

Колони, підкранові балки, балки покриттів. Ферми, арки – це елементи каркасів промислових споруд. Колони бувають квадратного, прямокутного і таврового поперечного перерізу; розміри – від 200×300 до 600×800 мм, класи бетону – В15–В40 (рис. 10.3.2). Колони крайніх рядів мають одну, а колони середніх рядів – дві консолі.

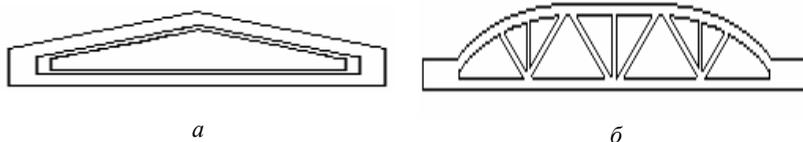
*Підкранові балки* виготовляють попередньо напруженими із важкого бетону класів В30–В40. Довжина балок – 12 м.

*Балки покриттів* виконують одно- і двоскатними (рис.10.3.3а) прямокутного, таврового і двотаврового поперечного перерізу попередньо напруженою арматурою. Довжина балок – 6, 9, 12 і 18 м.

*Ферми та арки* (рис. 10.3.3б) із важкого бетону класів В30–В45 мають прольоти 18 і 24 м. Арками перекривають прольоти до 100 і більше метрів.



*Рис.10.3.2. Залізобетонні колони*



**Рис.10.3.3. Залізобетонні конструкції покриття:**  
*а* – залізобетонна балка; *б* – залізобетонна ферма

*Оболонки* – армовані криволінійні плити завтовшки 30–40 мм, розміром 10×10 м.

*Ребристі плити покриття* випускають розмірами 3000×18000, 3000×24000, 1500×6000, 3000×12000 мм.

Для опалюваних будівель *стінові панелі* виготовляють із легких бетонів, а для неопалюваних – ребристі 6000–12000 мм завдовжки і 1200–1500 мм завширшки із звичайного бетону.

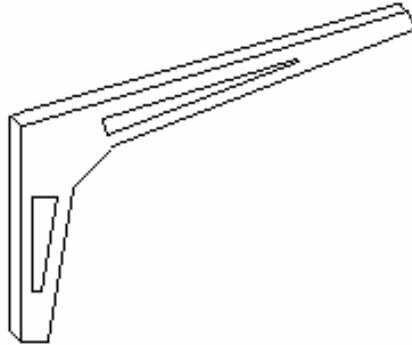
#### 10.4. ВИДИ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БУДІВЕЛЬ І ТЕХНІЧНИХ СПОРУД

У сільськогосподарському будівництві широко розповсюджені конструктивні схеми однопрольотних будівель з каркасом із тришар-нірних залізобетонних рам (рис.10.4.1). *Рами* складають з Г-подібних напіврам, під які виготовляють башмаки. Прольоти – 12, 18, 24 м. Для стін сільськогосподарських будівель застосовують двошарові легко бетонні *стінові панелі* з бетону класу В3,5 та важкого бетону класу В15. Із зовнішнього боку наносять фактурний шар з розчину. Товщина панелей – 200–500 мм, довжина – 600–6000 мм, висота – 600–3000 мм. Виготовляють і тришарові стінові панелі, теплоізоляцій-ний шар яких із мінеральної вати, піностіролу тощо.

Для покриттів і перекриттів використовують *ребристі плити* розміром 1500×6000 і 3000×6000 мм. Їх виготовляють із важкого бетону класів В15–В30. Покриття сільськогосподарських будівель здійснюють *оболонками* розмірами 1500×12000, 3000×12000, 3000×18000, 3000×24000 мм.

Розповсюджені об'ємні блоки – просторова конструкція з легкого бетону середньої щільності 1600–1800 кг/м<sup>3</sup> і класів В10–В15, залізобетонні решітки підлог, панелі перегородок тощо.





**Рис. 10.4.1. Залізобетонна рама для сільськогосподарських будівель**

Для *транспортного будівництва* – це залізобетонні конструкції мостів, труби, опори контактної мережі електрифікованих залізниць, шпали, тубінги, плити покриттів доріг тощо. Виготовляють їх із важкого бетону класів В25–В40 з попередньо напруженою арматурою. Бетон повинен бути міцним, морозостійким і водонепроникним.

Для *сільськогосподарських споруд* – це елементи зерносховищ (блоки 3000×3000×1200 мм), силоси діаметром 6, 12, 18 м, елементи траншей, деталі каркасів теплиць, різних сховищ та ін. Їх виготовляють із важкого бетону класів В15–В25.

Для споруд *водогосподарського призначення* – це безнапірні труби діаметром 10–60 см, 1–2 м завдовжки та напірні труби, які мають діаметр 50–120 см і довжину 4–6 м.

Для *гідротехнічного будівництва* – це балки, балкові плити перекриттів, фундаментні плити, оболонки, напірні елементи, виготовлені з важкого морозо- та водостійкого бетону класів В15–В30 (гідротехнічний бетон).

Номенклатура виробів різного призначення досить широка: залізобетонні збірні колодезні та колектори, стояки під світильники, збірні елементи огорожі тощо. Розміри, системи армування, клас бетону, ескізи та інші відомості про залізобетонні вироби зведені в каталоги типових виробів.

---

---

## 10.5. ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Виготовлення залізобетонних виробів складається з таких технологічних процесів: приготування бетонної суміші, заготовка арматури, укладання арматури, укладання і ущільнення бетонної суміші, тепловологісна обробка, опорядження лицьової поверхні виробів.

*Бетонну суміш* готують за технологією звичайного бетону, але іноді з обмеженням розмірів крупного заповнювача для густоармованих конструкцій і кількості хімічних добавок, які можуть викликати корозію арматури. Арматуру виготовляють в арматурному цеху. Там її виправляють і ріжуть на заготовки заданої довжини, потім надають потрібної форми, зварюють у сітки і каркаси. Готові каркаси і сітки транспортують на пост формування, де укладають у підготовлену форму.

Арматуру для попередньо напружених виробів натягують за допомогою гідравлічних домкратів, електротермічним та іншими способами. За допомогою фіксаторів, які забезпечують утворення захисного шару бетону, арматуру укладають у форму, завчасно очищену, зібрану і змазану.

Після цього бетоноукладальником у форму з арматурою подають бетонну суміш, ущільнюючи її вібруванням, вакуумуванням, пресуванням, прокаткою, трамбуванням тощо.

Тепловологісну обробку виробів здійснюють у пропарочних камерах при температурі 70–100 °С і відносній вологості повітря 100 %. За 8–16 годин вироби набувають 70 % марочної міцності. Після пропарювання вироби виймають із форми і оцінюють їх якість.

Контроль якості складається з перевірки зовнішнього вигляду, форми, лінійних розмірів, товщини захисного шару, розташування арматури і закладних деталей, фактичної міцності бетону та її відповідності проектній. Якщо виріб відповідає вимогам стандарту, його маркують фарбою, яка не змивається.

## 10.6. СПОСОБИ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

На заводах збірного залізобетону вироби виготовляють за трьома схемами.

**Перша схема** – виготовлення виробів у стаціонарних нереміщуваних формах – здійснюється стендовим та касетним способами. Усі технологічні операції виконують на одному місці.

---

---

Стендовим способом виготовляють великогабаритні вироби. До форми послідовно переміщуються технологічні апарати, виконуючи відповідні операції. Касетним способом вироби формують у вертикальному положенні у формі-касеті з низкою відсіків. Реалізація цього способу особливо доцільна на заводах з обмеженими виробничими площами (реконструкція підприємств, розширення номенклатури виробів тощо).

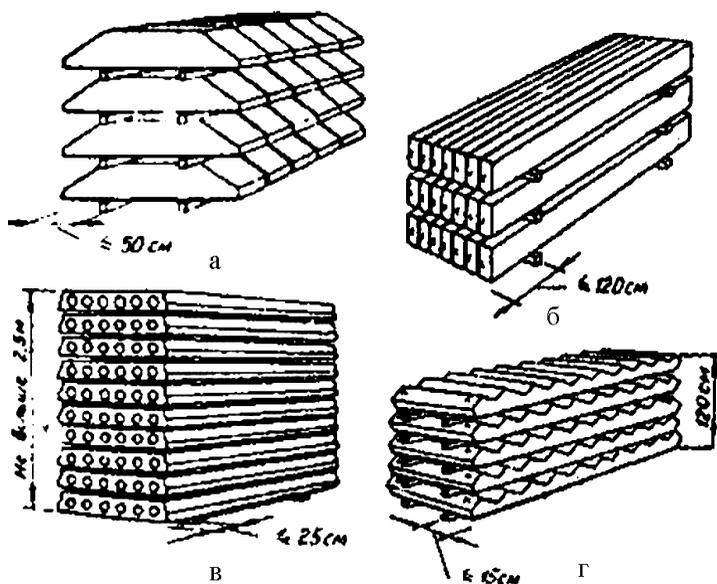
**Друга схема** – виготовлення виробів у переміщуваних формах – здійснюється конвеєрним та потоково-агрегатним способами. За цією схемою окремі технологічні операції виконують на спеціалізованих постах, до яких безперервно (конвеєрний) або циклічно (потоково-агрегатний спосіб) рухаються форми, а далі й вироби з формами. Конвеєрним способом виготовляють переважно дрібнорозмірні вироби; він дає змогу забезпечити високу механізацію і продуктивність праці. Потоково-агрегатним способом виготовляють середньорозмірні вироби: форми рухаються від одного технологічного поста до іншого, де встановлені агрегати, які виконують окремі технологічні операції (розпалубка, підготовка форми, укладання арматури, формування, твердіння бетону, контроль якості готової продукції).

**Третя схема** – безперервне формування, або вібропрокатування. Увесь технологічний процес у цьому випадку виконують на єдиному агрегаті – вібропрокатному стані. На стрічку, яка безперервно рухається, наносять змазувальну суміш, потім укладають арматурні каркаси. Бетонну суміш розподіляють за допомогою бетоноукладача і ущільнюють вібробалкою на формуювальній стрічці. Твердіють вироби в камерах, куди подається пара температурою 105–110 °С протягом 2–4 годин.

## **10.7. ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА СКЛАДУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ**

Залізобетонні вироби транспортують із заводу автомобільним чи залізничним транспортом у робочому стані (за винятком колон і паль). Їх складають у штабелі так, щоб можна було легко прочитати заводську марку. Монтажні петлі мають знаходитися зверху. Вироби укладають на спеціальні прокладки з дерев'яних брусків, розміщені по одній вертикалі так, щоб не виникали вигинальні зусилля, на які не розрахована конструкція. Від краю конструкції бруски укладають на 25–50 см при довжині до 6 м і на 100–120 см, якщо довжина

конструкції більша ніж 6 м. Висоту штабеля і місця опирання виробів призначають за стандартами. Положення конструкцій під час зберігання і транспортування має відтворювати умови їхньої роботи в спорудах (рис. 10.7.1).



*Рис. 10.7.1. Складування збірних залізобетонних виробів:  
а – фундаментні блоки; б – ригелі; в – плити покриття;  
г – сходові марші*

## 10.8. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ З ЗАЛІЗОБЕТОНУ

Заводи з виготовлення збірних бетонних і залізобетонних виробів та конструкцій наполегливо і постійно працюють над упровадженням сучасних технологій. Продукція заводів різноманітна (рис. 10.8.1) – це і плити покриття і перекриття, колони, ферми, балки, фундаментні й стінові блоки та ін.



Ригелі та колони



Плити пустотні



Плити парканні П6в



Тротуарна фігурна плитка

*Рис. 10.8.1. Продукція заводів з виготовлення збірних бетонних і залізобетонних виробів та конструкцій*

### Це цікаво

... Ще стародавні будівельники боролися з руйнуванням виробів, вводячи матеріали, що мають вищу міцність і гнучкість, які підвищують однорідність застигаючого розчину. Єгиптологи стверджують, що складний бетон із залишками шерсті, меду та інших компонентів використовувався ще під час зведення пірамід, а через декілька тисячоліть у розчин для кладки П'ятницької церкви під Черніговом додавали ячний білок, молоко і рубану шерсть. Таким чином, використання волокон як вторинне армування має давню історію.

... Поява залізобетону була обумовлена бурхливим розвитком виробничих сил і науково-технічного прогресу в середині XIX століття. Тому що цементна та сталеливарна промисловість одержала в той час достатній розвиток, технічна можливість виникнення залізобетону стала закономірною.

---

---

... Армоцемент винайшов французький садівник Монье в 1867 році. Зайнятий виготовленням великих горшків для квітів, він збагнув, що їх можна робити не з дерева, яке в той час дорого коштувало у Франції, а із дроту, обмазаного цементом. Після декількох спроб Монье пересвідчився, що нові горшки не тільки дешевші від дерев'яних, але й значно міцніші. Вигодливий садівник сразу ж взяв патент на свій винахід.

... Перший в світі залізобетонний міст вступив в експлуатацію в 1891 році в Петербурзі. Збудували його за проектом і під керівництвом професора Петербурзького інституту шляхів сполучення Н.А. Белелюбського. Перший в світі залізобетонний міст великого прольоту (45 метрів) був збудований також під керівництвом Н.А. Белелюбського в 1896 році до відкриття Нижньогородської армарки.

... На початку ХХ століття монолітний залізобетон уже досить широко використовувався в будівництві. У 1910–1911 роках у Петербурзі над новим глядацьким залом був залізобетонний купол прольотом 31 метр. У ті роки це була рекордна за своїми розмірами споруда.

... Поширенню залізобетону сприяли винахідники нових технологій, такі як Август Пере – “батько залізобетону”, який під час будівництва гаражів у районі Ру Франклін (1903 р.) і Ру Понт'ю у Парижі (1905 р.) вперше використав залізобетонні конструкції, так званий “естетичний бетон”, Роберт Мейлларт, якого називають ще піонером залізобетону, а також Макс Берг – архітектор “Залу століття” у Вроцлаві (1911–1913 рр.).

... Першим у світі збірним залізобетонним куполом став експериментальний, збудований в 1910 році російським інженером П. Соколовим у Павловську. Оригінальна тонкостінна конструкція діаметром в основі 4,26 метра, споруджена на поверхні землі, збереглася до наших часів.

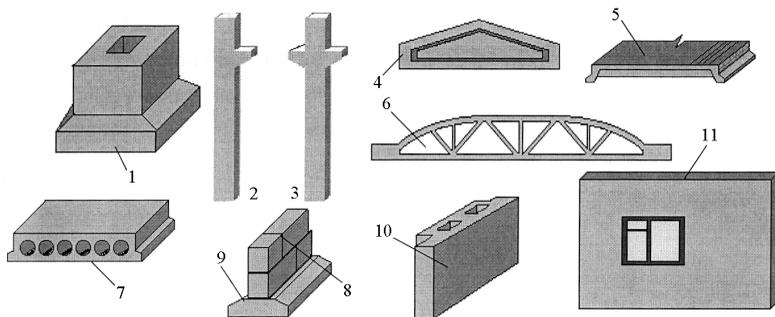
... У 1920 р. Еужін Фрейсінет, один з найвидатніших конструкторів мостів, запропонував натягнути сталеві пруті, а потім їх забетонувати. У готовому виробі натягнуті пруті тримаються так, ніби “намагаються” повернутися до свого первинного стану, звільняючи при цьому напруження тиску. Завдяки цьому відбувається часткова компенсація небезпечного розтягу, що виникає в балках бетону. Це дає змогу значно збільшити міцність прогінних конструкцій та сприяє запровадженню нетипових конструктивних рішень під час відповідного зменшення перерізів.

## ◆ Питання для самоперевірки

1. Що таке збірний залізобетон? Його переваги та недоліки у порівнянні з монолітним.
2. Назвіть збірні залізобетонні вироби, застосовувані у цвільному будівництві.
3. Назвіть основні збірні залізобетонні конструкції для промислового будівництва.
4. Назвіть основні технологічні процеси виготовлення залізобетонних виробів, їх особливості.
5. Як складають і транспортують залізобетонні вироби?
6. У чому відмінність попередньонапружених залізобетонних виробів від звичайних?
7. Яка повинна бути висота штабеля складування сходових маршів?
8. Як потрібно транспортувати збірну залізобетонну балку покриття?

## Тести

### 10.1. Сировина



*1. Сировиною для виробництва конструкції під № 11 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

---

---

*II. Сировиною для виробництва конструкції під № 10 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

*III. Сировиною для виробництва конструкції під № 9 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

*VI. Сировиною для виробництва конструкції під № 7 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

*V. Сировиною для виробництва конструкції під № 6 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

*VI. Сировиною для виробництва конструкції під № 5 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

*VII. Сировиною для виробництва конструкції під № 4 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

*VIII. Сировиною для виробництва конструкції під № 3 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.



---

---

*IX. Сировиною для виробництва конструкції під № 1 може бути...*

1. Легкий бетон;
2. Важкий бетон;
3. Гідротехнічний бетон.

*X. Для виготовлення конструкції під № 2 потрібно використати такі матеріали...*

1. Легкий бетон + сталева арматура;
2. Важкий бетон + сталева арматура;
3. Легкий бетон без арматури;
4. Важкий бетон без арматури.

## **10.2. Виготовлення** (рисунки попереднього тесту)

*I. Яким способом виготовлена конструкція під № 1?*

1. Стендовий;
2. Конвеєрний;
3. Потоково-агрегатний;
4. Вібропрокатування.

*II. Яким способом виготовлена конструкція під № 2?*

1. Стендовий;
2. Касетний;
3. Конвеєрний;
4. Потоково-агрегатний.

*III. Яким способом виготовлена конструкція під № 3?* 1. Стендовий;

2. Касетний;
3. Конвеєрний;
4. Потоково-агрегатний.

*IV. Яким способом виготовлена конструкція під № 4?*

1. Стендовий;
2. Касетний;
3. Потоково-агрегатний;
4. Вібропрокатування.

---

---

***V. Яким способом виготовлена конструкція під № 5?***

1. Стендовий;
2. Касетний;
3. Потоково-агрегатний;
4. Вібропрокатування.

***VI. Яким способом виготовлена конструкція під № 6?***

1. Стендовий;
2. Касетний;
3. Конвеєрний;
4. Потоково-агрегатний.

***VII. Яким способом виготовлена конструкція під № 7?***

1. Стендовий;
2. Касетний;
3. Потоково-агрегатний;
4. Вібропрокатування.

***VIII. Яким способом виготовлена конструкція під № 8?***

1. Касетний;
2. Конвеєрний;
3. Потоково-агрегатний;
4. Вібропрокатування.

***IX. Яким способом виготовлена конструкція під № 9?***

1. Касетний;
2. Конвеєрний;
3. Потоково-агрегатний;
4. Вібропрокатування.

***X. Яким способом виготовлена конструкція під № 11?***

1. Стендовий;
2. Касетний;
3. Конвеєрний;
4. Потоково-агрегатний;
5. Вібропрокатування.

---

---

### 10.3. Властивості

(рисунки попереднього тесту)

**I. Для виробництва конструкції під № 9 необхідно використати бетон класу:**

1. В 10;
2. В 30;
3. В 150;
4. В 5.

**II. Для виробництва конструкції під № 11 необхідно використати бетон з середньою густиною:**

1. 500–700 кг/м<sup>3</sup>;
2. 700–1000 кг/м<sup>3</sup>;
3. 1200–1400 кг/м<sup>3</sup>;
4. 2200–2500 кг/м<sup>3</sup>.

**III. Для виробництва конструкції під № 6 необхідно використати бетон класу:**

1. В 10;
2. В 30;
3. В 100;
4. В 5.

**IV. Для виробництва конструкції під № 1 необхідно використати бетон класу:**

1. В 10;
2. В 30;
3. В 150;
4. В 25.

**V. Для виробництва конструкції під № 10 необхідно використати бетон з середньою густиною:**

1. 1500–1700 кг/м<sup>3</sup>;
2. 700–1200 кг/м<sup>3</sup>;
3. 1200–1400 кг/м<sup>3</sup>;
4. 220–250 г/м<sup>3</sup>.

---

---

***VI. Для виробництва конструкції під № 11 необхідно використати бетон класу:***

1. В 10;
2. В 30;
3. В 100;
4. В 5.

***VII. Для виробництва конструкції під № 9 необхідно використати бетон класу:***

1. В 20;
2. В 30;
3. В 150;
4. В 5.

***VIII. Для виробництва конструкції під № 5 необхідно використати бетон класу:***

1. В 20;
2. В 30;
3. В 100;
4. В 5.

***IX. Для виробництва конструкції під № 8 необхідно використати бетон класу:***

1. В 10;
2. В 30;
3. В 40;
4. В 50.

***X. Для виробництва конструкції під № 4 необхідно використати бетон класу:***

1. В 10;
2. В 30;
3. В 40;
4. В 5.

---

---

## 10.4. Розміри

***I. Яка може бути висота фундаментного блоку для житлової будівлі?***

1. 600 мм;
2. 400 мм;
3. 800 мм;
4. 500 мм.

***II. Фундаментні блоки житлової будівлі виготовляють товщиною:***

1. 100–300 мм;
2. 400–600 мм;
3. 800–1000 мм;
4. 600–800 мм.

***III. Стінові бетонні панелі виготовляють довжиною:***

1. 3600 мм;
2. 2900 мм;
3. 8000 мм;
4. 1000 мм.

***IV. Товщина залізобетонної порожнистої плити перекриття дорівнює:***

1. 100 мм;
2. 330 мм;
3. 220 мм;
4. 420 мм.

***V. Фундаментні балки виготовляють таврового або трапецієподібного перерізу довжиною:***

1. 12 м;
2. 3 м;
3. 7,5 м;
4. 8,2 м.

***VI. Мінімальні розміри поперечного перерізу колон...***

1. 300 мм;
2. 400 мм;
3. 200 мм;
4. 500 мм.

---

---

***VII. Балки покриття виготовляють довжиною:***

1. 12 м;
2. 3 м;
3. 7,5 м;
4. 8,2 м.

***VIII. Ребристі плити покриттів випускають шириною:***

1. 3000 мм;
2. 2000 мм;
3. 10000 мм;
4. 5000 мм.

***IX. Товщина стінової легкобетонної панелі може бути:***

1. 40 мм;
2. 400 мм;
3. 80 мм;
4. 500 мм.

***X. Залізобетонні панелі внутрішніх стін виготовляють товщиною:***

1. 120–160 мм;
2. 100–120 мм;
3. 12–100 мм;
4. 140–280 мм.

### **10.5. Застосування**

*(рисунок попереднього тесту)*

***I. Під яким номером зображено стінову панель?***

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***II. Під яким номером зображено колону середнього ряду?***

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***III. Під яким номером зображено фундамент під колону?***

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***IV. Під яким номером зображено трапецієподібну балку?***

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

---

---

***V. Під яким номером зображено ребристу панель перекриття?***

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***VI. Під яким номером зображено круглопустотну панель?***

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***VII. Під яким номером зображено сегментну ферму покриття?***

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***VIII. Під яким номером зображено блок стін підвалів?***

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***IX. Під яким номером зображено стіновий блок?***

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

***X. Під яким номером зображено фундаментний блок-подошку?***

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

## **10.6. Приймання, транспортування, зберігання**

***I. Як потрібно транспортувати збірну залізобетонну плиту покриття?***

1. Вертикально;
2. У горизонтальному положенні;
3. Навалом.

***II. Яка повинна бути висота штабеля складування круглопустотних плит перекриття?***

1. Не більше 2,5 м;
2. Не менше 2,5 м;
3. Не більше 1,2 м.

***III. Як потрібно транспортувати збірну залізобетонну колону?***

1. Вертикально;
2. У горизонтальному положенні;
3. Навалом.

---

---

***IV. Яка повинна бути висота штабеля складування сходових маршів?***

1. Не більше 2,5 м;
2. Не менше 2,5 м;
3. Не більше 1,2 м.

***V. Як потрібно транспортувати збірну залізобетонну стінову панель?***

1. Вертикально;
2. У горизонтальному положенні;
3. Навалом.

***VI. Залізобетонні конструкції складають використовуючи...***

1. Папір;
2. Дерев'яні прокладки;
3. Металеві підкладки.

***VII. Як потрібно транспортувати збірну залізобетонну форму покриття?***

1. Вертикально;
2. У горизонтальному положенні;
3. Навалом.

***VIII. Під час візуальної перевірки якості залізобетонних виробів...***

1. Встановлюють відсутність дефектів;
2. Визначають клас бетону;
3. Визначають марку арматури;
4. Визначають спосіб виготовлення конструкції.

***IX. Як потрібно транспортувати збірну залізобетонну балку покриття?***

1. Вертикально;
2. У горизонтальному положенні;
3. Навалом.

***X. Як потрібно транспортувати збірну залізобетонну палю?***

1. Вертикально;
2. У горизонтальному положенні;
3. Навалом.

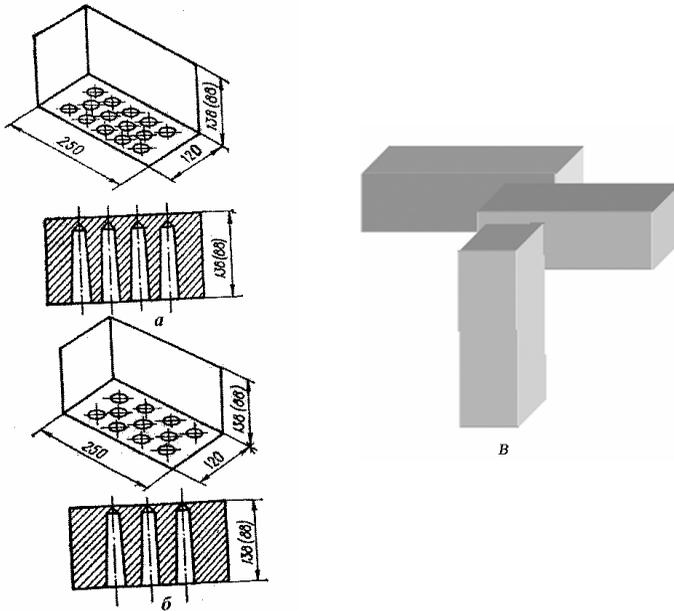


# 11. ШТУЧНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН

## 11.1. СИЛІКАТНІ ВИРОБИ ТА МАТЕРІАЛИ

Силікатні вироби виготовляють формуванням і подальшою автоклавною обробкою суміші вапна, кремнеземистих добавок, піску і води. Під дією пари та тиску в реакцію вступають  $\text{CaO}$  і  $\text{SiO}_2$ , утворюючи міцні силікати кальцію.

Силікатну цеглу і камінь (рис. 11.1.1) виготовляють з вапняно-кремнеземистої суміші, яка складається з 6–8 %  $\text{CaO}$ , 92–94 % піску та 7–8 % води (до маси сухої суміші).

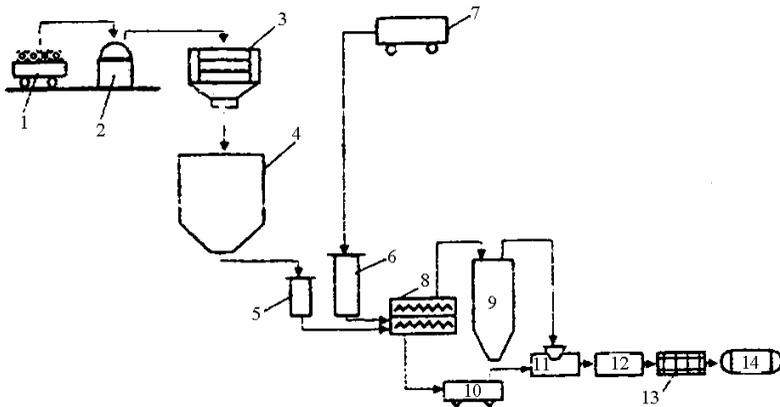


**Рис.11.1.1. Силікатні вироби:**

*а – порожнистий камінь(цеглина) із 14-ма пустотами (пустотність 28–31 %, діаметр отворів 30–32 мм); б – порожнистий камінь (цеглина) з 11-ма пустотами (пустотність 22–25 %, діаметр отворів 27–32 мм); в – силікатна цегла*

Спосіб виробництва силікатної цегли і каменю (рис. 11.1.2) складається з таких операцій: подрібнення грудкового вапна, приготування суміші піску з вапном, її зволоження, гасіння вапна у силосах або барабанах, додаткове перемішування зволоженої суміші на бігунах, пресування сирцю під тиском 15–20 МПа, запарювання виробів в автоклавах під тиском пари 0,8–1,2 МПа, при температурі 175 °С протягом 10–14 год, вивантаження готової продукції.

Стандартом передбачено випуск звичайної одинарної цегли розміром 250×20×65 мм, стовщеної 250×120×88 мм, з технологічними порожнинами і каменю розміром 250×120×138 мм. Іноді цеглу і камінь під час виготовлення забарвлюють.



**Рис. 11.1.2. Технологічна схема виготовлення силікатної цегли і каменю:**

- 1 – вапно-китілка; 2 – дробарка; 3 – кульовий млин; 4 – бункер;
- 5 – дозатор води; 6 – дозатор піску; 7 – пісок; 8 – змішувач;
- 9 – силос; 10 – гасильний барабан; 11 – бігуни; 12 – прес;
- 13 – вагонетка з цеглою; 14 – автоклав

Для звичайної силікатної цегли  $\rho_m = 1550\text{--}1900 \text{ кг/м}^3$ , порожнистої цегли і каменю – до  $1650 \text{ кг/м}^3$ . За міцністю силікатна цегла і камінь мають марки 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, за морозостійкістю – 15, 25, 35, 50. Водопоглинання – не менше як 6 %.

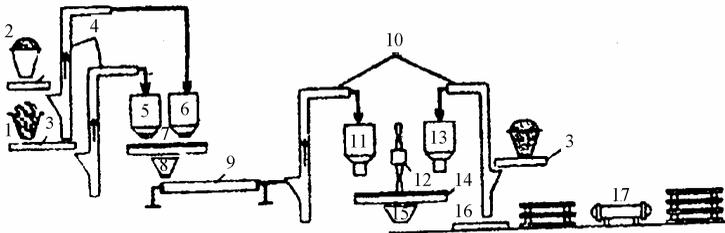
Застосовують силікатні вироби тільки для наземних частин будівель; через їхню незначну водостійкість вони непридатні для зведення фундаментів і стін, що працюватимуть в умовах високої вологості. Потрібно також враховувати, що силікатна цегла руйнується

в умовах дії високих температур, тому, наприклад, для мурування печей її не використовують.

Силікатні бетони можуть мати щільну і пористу будову.

*Щільний силікатний бетон* – це штучний камінь, утворюваний внаслідок затвердіння в автоклаві суміші вапняно-кремнеземистого в'язучого, піску, щебеню та води. Процес виготовлення складається з таких операцій (рис. 11.1.3): подрібнення грудкового вапна, приготування вапняно-піщаного в'язучого (помел вапна, піску в шаровому млині); змішування вапняно-піщаного в'язучого, піску та води; формування виробів; запарювання в автоклавах; вивантаження готової продукції. Міцність на стиск залежить від складу суміші, режиму автоклавного запарювання, кількості меленого піску тощо і становить 10–80 МПа; морозостійкість – 25–50 циклів;  $\rho_m = 1800\text{--}2200 \text{ кг/м}^3$ .

Із щільного силікатного бетону виготовляють стінові блоки, панелі внутрішніх стін і перекриттів, блок-кімнати, сходові марші і площадки, колони, балки, прогони тощо. Вироби із силікатних бетонів не застосовують в умовах високої вологості.



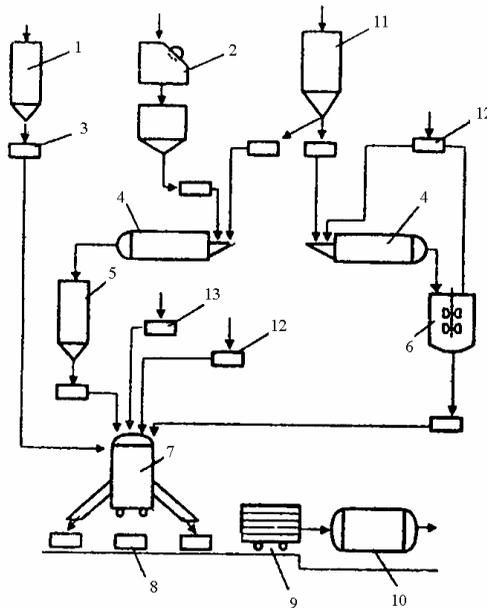
**Рис. 11.1.3. Технологічна схема виготовлення виробів із силікатних бетонів:**

- 1 – вапно-кіпілька; 2 – пісок; 3 – стрічкові конвеєри; 4, 10 – елеватори;  
 5 – бункер для вапна; 6 – бункер для піску; 7 – змішувач; 8 – бункер  
 вапняно-піщаної суміші; 9 – кульовий млин; 11 – бункер в'язучого;  
 12 – змішувач; 13 – бункер піску; 14 – конвеєр; 15 – укладальник  
 бетону; 16 – пост формування; 17 – автоклав

*Легкі силікатні бетони* на пористих заповнювачах виготовляють з використанням керамзиту, шлаку, шлакової пемзи, перліту, аглопориту. У рис. 11.1.4 показана схема виготовлення перліто-силікатних виробів;  $\rho_m < 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} < 30 \text{ МПа}$ ,  $W = 12\text{--}30 \%$ , морозостійкість – до 50 циклів.

*Ніздрюваті силікатні бетони* поділяють на піно- та газосилікатні. Піносилікатні готують із суміші вапняно-кремнеземистого в'язучого, піску, піноутворювача (клееканіфольного, смолосапінного, гідролізованої крові), а для газосилікатів вводять газоутворювач – алюмінієву пудру, яка під час взаємодії з гідроксидом кальцію виділяє водень. Останнім часом під час виготовлення ніздрюватих бетонів почали використовувати змішану поризацію суміші піно- і газоутворювачами. Основні характеристики:  $\rho_m = 300\text{--}1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct} = 0,4\text{--}20 \text{ МПа}$ ;  $\lambda = 0,1\text{--}0,4 \text{ Вт/(м К)}$ .

Ніздрюваті бетони мають 40–92 % повітряних пор, що зумовлює підвищені теплоізоляційні властивості виробів з них: стінових панелей, панелей перекриттів і покриттів, звукопоглинальних і декоративних плит.



**Рис. 11.1.4. Технологічна схема виготовлення перлітосилікату:**

- 1 – бункер перліту; 2 – дробарка для вапна; 3 – дозатор; 4 – кульовий млин;  
 5 – гонотенізатор; 6 – шлам-басейн; 7 – віброгазозмішувач; 8 – форма;  
 9 – вагонетка; 10 – автоклав; 11 – бункер піску; 12 – дозатор води;  
 13 – дозатор алюмінієвої пудри; 14 – дозатор суміші вапна і піску

## 11.2. ВИРОБИ НА ОСНОВІ ГПСОВИХ В'ЯЖУЧИХ

Гіпсові в'язучі характеризуються швидким твердінням, добрими формувальними властивостями. Вироби на їхній основі легкі, тепло- і звукоізоляційні, вогнетривкі, біостійкі, технологічні.

Гіпсові матеріали дають можливість швидко будувати і творити високохудожні елементи будівель. Але мають і низку недоліків: низькі водо- і морозостійкість, крихкість і недостатню міцність, що обмежують сферу застосування гіпсових матеріалів здебільшого у внутрішніх опоряджувальних роботах.

Вироби на основі гіпсу поділяються на дві групи: гіпсові й гіпсобетонні. Гіпсові виготовляють із гіпсового тіста, а гіпсобетонні – з бетону із заповнювачів у вигляді шлаку, очерету, деревної тирси тощо.

Плити для перегородок можуть бути з гіпсових і гіпсобетонних сумішей, суцільними і порожнистими (рис. 11.2.1). Довжина плит – 600, 800 мм, ширина – 300, 400, товщина – 80, 100 мм,  $R_{ct} = 3\text{--}4$  МПа,  $\rho_m = 900\text{--}1400$  кг/м<sup>3</sup>,  $W < 12\%$ . Виготовляють ці плити методом лиття на карусельній машині (рис. 11.2.2): відформовані плити подають у тунельні сушарки з температурою до 70 °С. Якщо у гіпсову масу додати пороутворювач, то можна отримати плити з  $\rho_m = 850$  кг/м<sup>3</sup>. Із гіпсових плит зводять ненесучі перегородки для сухих приміщень.

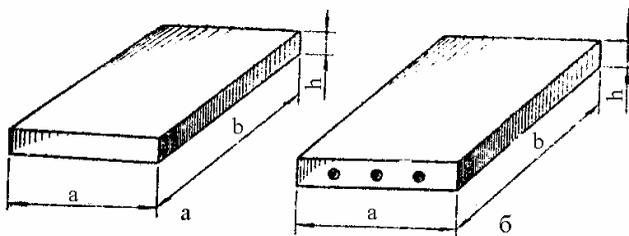
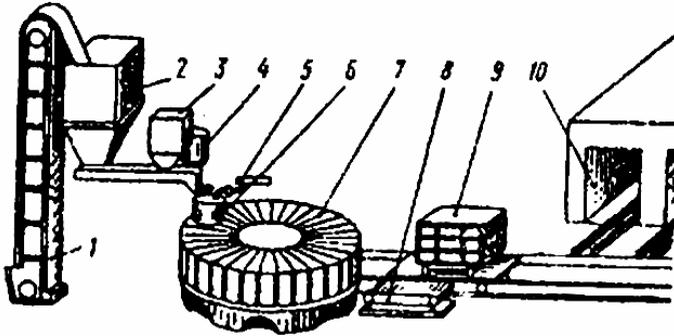


Рис. 11.2.1. Гіпсові плити для перегородок:  
а – суцільна; б – пустотіла

Гіпсобетонні панелі застосовують для самонесучих перегородок та основи підлоги. Виготовляють на вібропркатних станах або в касетах із гіпсу, шлаку, золи або тирси та армують дерев'яним каркасом і скловолокном. Товщина плит – 60–100 мм, довжина – до 6 м, ширина – до 4 м. Вологість панелей – до 8 %,  $R_{ct} = 4\text{--}7$  МПа,  $\rho_m = 1250\text{--}1400$  кг/м<sup>3</sup>.

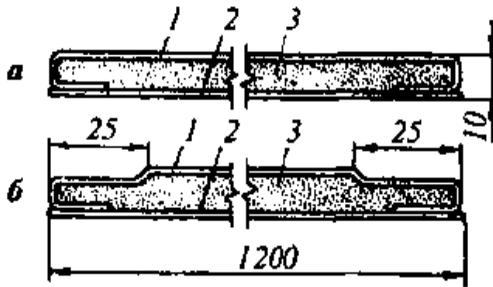


*Рис. 11.2.2. Схема виробництва гіпсових плит на карусельній машині:  
 1 – елеватор; 2 – бункер; 3 – дозатор гіпсу; 4 – дозатор тирси; 5 – кран для  
 води; 6 – гіпсозмішувач; 7 – карусельна машина; 8 – приймальний конвеєр;  
 9 – вагонетка; 10 – тунельна сушарка*

Санітарно-технічні кабінки виготовляють із гіпсобетону на ГЦПВ; міцність бетону  $R_{ct}$  не менше 10 МПа. Формують об'ємні кабінки у просторових формах або складають з окремих панелей 20–30 мм завтовшки, армуючи їх сіткою і по периметру обладнуючи рамкою із сталевого кутика чи дерев'яної рейки.

Вентиляційні блоки виготовляють із гіпсобетону – на ГЦПВ і піску; міцність бетону  $R_{ct}$  – не менше ніж 10 МПа.

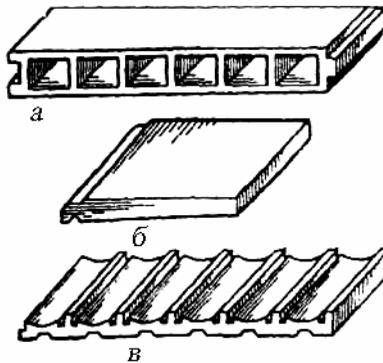
Гіпсокартонні листи (рис.11.2.3) виготовляють із гіпсового в'язучого з добавками деревної тирси, відходів паперу, макулатури тощо. Виробництво гіпсокартонних листів складається з таких операцій: виготовлення гіпсового тіста; подавання і розподіл його на нижній шар картону; накладання верхнього шару картону на гіпсову масу; прокатування виробу між валками; підрізання, підклеювання і загинання бічного краю нижнього листа; розрізання затверділої стрічки на листи потрібних розмірів; сушіння та складування. Ширина листів 1200, довжина – 2500–4800, товщина – 8–25 мм. Застосовують для опорядження стін у приміщеннях з вологістю повітря до 60 %. Листи з гіпсу, оздоблені полімерними плівками, текстурним папером або рулонними полімерними матеріалами, називають облицювальними панелями “Декорот” чи “Декор”.



**Рис. 11.2.3. Поперечний переріз гіпсокартонних листів:**  
*а* – з гладкими кромками; *б* – з обтиснутими кромками;  
 1 – картон; 2 – лицьовий бік; 3 – гіпсовий камінь

Плити гіпсові декоративні виготовляють з гіпсового в'язучого і армують скловолоком, склосіткою. Розміри – 600×600 мм, товщина – 15, 20 і 25 мм.

Плити звукопоглинальні гіпсові виготовляють з гіпсового перфорованого футляра, який заповнюють мінеральною ватою та закривають алюмінієвою фольгою з папером. Розміри – 600×600×30(40) і 600×300×30(40) мм. Екструзійні гіпсові вироби (рис. 11.2.4).



**Рис. 11.2.4. Екструзійні гіпсові вироби:**  
*а* – панель для перегородок; *б* – підвіконна дошка;  
*в* – декоративна плита

---

---

### 11.3. ВИРОБИ НА ОСНОВІ МАГНЕЗІАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ

На основі магнезіальних в'язучих одержують вироби, змішуючи, формуючи і висушуючи суміш каустичного магнезиту чи доломіту, органічних заповнювачів та розчину хлориду чи сульфату магнію. Органічні заповнювачі – деревна стружка, тирса та шерсть. Матеріали на основі магнезіальних в'язучих легкі, тепло- та звукоізоляційні, добре обробляються, але їх можна застосовувати тільки в сухих приміщеннях. Основні різновиди таких матеріалів – ксилоліт і фіброліт.

*Ксилоліт* – штучний кам'яний матеріал, який одержують у результаті твердіння суміші деревної тирси і магнезіальної в'язучої речовини. Іноді додають домішки азбесту, трепелу, піску. Основні характеристики:  $\rho_m=1000-1200 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{ct}=30-41 \text{ МПа}$ ,  $\lambda=0,3 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Використовують для підлог, їх виготовляють з маси пластичної консистенції, яку ущільнюють вібруванням або трамбуванням. Після твердіння циклюють, шпаклюють і просочують гарячою олією. Виготовляють і ксилолітові плити методом пресування гарячої ксилолітової маси складом 1 : 4 (в'язуча речовина : заповнювач).

*Фіброліт* – це штучний камінь, виготовлений з деревної шерсті чи стружки з магнезіальним в'язучим. Суміш укладають у форми, пресують і сушать у сушильних камерах. Використовують фібролітові плити як тепло- і звукоізоляційний матеріал. Основні характеристики:  $\rho_m = 300-500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,10-0,15 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Марки фіброліту (за середньою щільністю) – 300, 400, 500.

*Совеліт* – теплоізоляційний матеріал на основі каустичного доломіту та азбесту. Доломіт гасять гарячою водою, розводять холодною, перемішують це доломітове молоко з розпушеним азбестом, формують вироби під тиском 0,5–1,2 МПа, а потім сушать при температурі 400–600 °С. Із совеліту виготовляють плити, сегменти, шкаралупи для теплоізоляції гарячих поверхонь.

### 11.4. АЗБЕСТОЦЕМЕНТНІ ВИРОБИ

Азбестоцемент – це композиційний матеріал, утворений внаслідок твердіння раціонально підбраної маси цементу, азбесту – тонковолокнистого мінералу групи серпентину (хризотил-азбест) та води. Цементний камінь працює на стиск, а азбест править за арматуру, сприймаючи розтягуючі зусилля. Для азбестоцементних виробів використовують азбест 3–6-го сортів з довжиною волокон до



---

---

10 мм і діаметром 30–40 мкм. Міцність азбесту на розтяг 3000–5400 МПа; після механічної обробки вона знижується до 700–750 МПа. Азбест не горить, має малу теплопровідність.

В'язучий компонент азбестоцементу – портландцемент, який має у своєму складі  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  не менше ніж 52 %,  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  – 3–8 %. Тонкість помелу цементу – 220–320 м<sup>2</sup>/кг, початок тужавіння – не раніше як за 1,5 год, закінчення – не пізніше як за 10 год від початку змішування з водою, марка – не нижче 400. Іноді використовують піщаний портландцемент із вмістом 50 % меленого кварцового піску. Залежно від виду виробів до складу суміші входять 10–25 % азбесту і 85–90 % цементу.

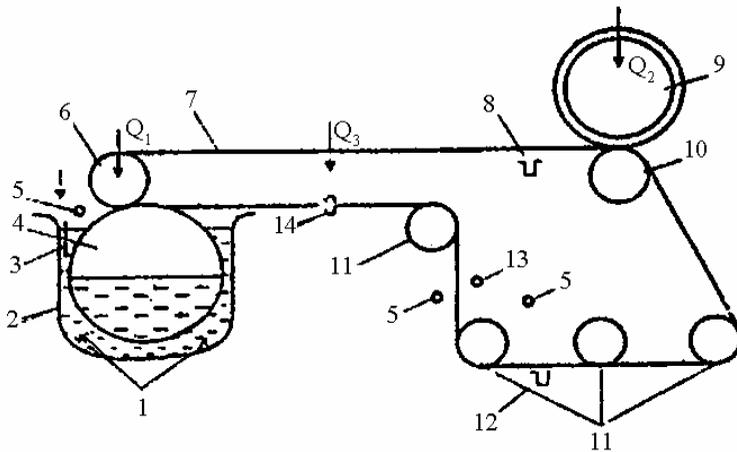
Розрізняють три способи формування азбестоцементних виробів: мокрий, напівсухий, сухий. Процес виготовлення азбестоцементу *мокрим способом* складається з таких операцій: розпушування азбесту в бігунах під час зволоження водою до вологості 30–35 %; розпушування азбесту у голендерах до утворення суспензії; приготування суспензії азбесту, цементу та води у турбозмішувачі; подача азбестоцементної суспензії у ванни формувальної машини (рис. 11.4.1), де обертаються порожнисті циліндри з перфорованою поверхнею. На поверхні циліндра відкладається азбестоцементна маса у вигляді вологого шару 1–2 мм завтовшки, яка знімається з поверхні сукном. Сукно транспортує азбестоцементний шар до вакуумобробки, потім шар накручується на приймальний барабан до потрібної товщини. Шар зрізують і знімають на конвеєр різального пристрою, потім формують пресуванням та обробляють у пропарювальній камері при температурі 60 °С. Далі матеріал твердіє на складі протягом семи діб.

*Напівсухий спосіб* передбачає приготування маси вологістю 30–35 % з наступним ущільненням на пресах.

За *сухим способом* масу звожують до 12–16 % перед ущільненням, а розпушування азбесту і перемішування з цементом відбувається у сухому стані.

Останнім часом освоєно виготовлення азбестоцементних виробів *екструзійним способом*, що полягає у видавлюванні пластичної суміші крізь мундштук.

Азбестоцементні вироби у сухому стані мають такі властивості:  $\rho_m = 1500\text{--}2200$  кг/м<sup>3</sup>,  $W = 15\text{--}28$  %,  $\Pi = 25\text{--}45$  %,  $R_{ct} = 30\text{--}80$  МПа,  $R_{виг} = 15\text{--}40$  МПа,  $R_{роз} = 10\text{--}25$  МПа,  $\lambda = 0,35$  Вт/(м·К), морозостійкість – 25–100 циклів.



**Рис. 11.4.1. Схема формувальної машини для виробництва азбестоцементу:**

1 – змішувач; 2 – ванна; 3 – перегородка; 4 – сітчастий циліндр;  
 5 – промивні труби; 6 – вал; 7 – суконна стрічка; 8, 12 – вакуум-коробки;  
 9 – металевий форматний циліндр; 10 – ведучий вал; 11 – напрямні валки;  
 13 – відбійний валик; 14 – віджимні валки

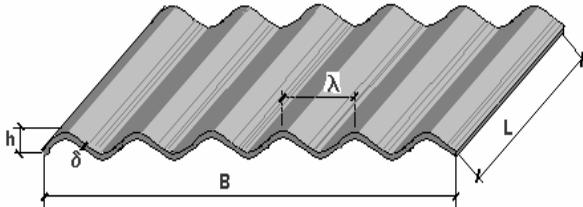
Номенклатура азбестоцементних виробів налічує понад 40 назв: профільовані листи для покрівель і обшивки стін; плоскі плити для облицювання стін; панелі покрівельні та стінові з теплоізоляційним шаром; труби тощо.

Профільовані хвилясті листи виготовляють низького, середнього та високого профілю.

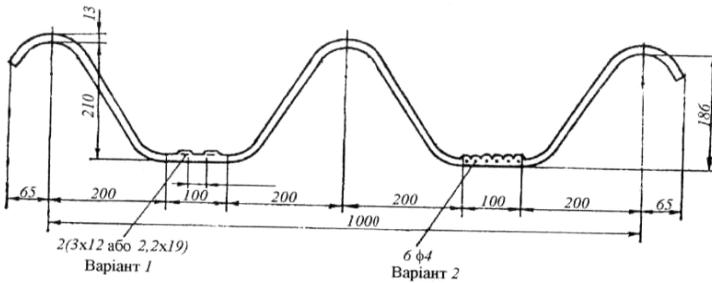
Хвилясті листи низького, або звичайного профілю позначаються ВО, середнього профілю – ВС, листи високого профілю поділяються на кілька видів: підсиленого профілю – ВУ, уніфікованого – УВ, середньоєвропейського – СС (табл.11.4.1).

Таблиця 11.4.1

## Профільовані азбестоцементні листи



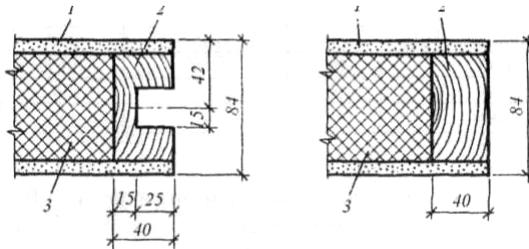
Назва	Марка	Довжина, мм	Ширина, мм	Товщина, мм	Висота хвилі, мм	Крок хвилі, мм	Маса листа, кг	$R_{згин}$ , МПа	
Хвилясті звичайного профілю	ВО	1200	686	5,5	28	115	10	14	
Хвилясті середнього профілю	СВ-40-1750	1750	1130	5,8	40	150	26	16	
	СВ-40-2000	2000							6,0
	СВ-40-2500	2500							6,0
Хвилясті підсиленого профілю	ВУ-К-2800	2800	1000	8,0	50	167	50	18	
	ВУ-С-2800							16	
Хвилясті уніфікованого профілю	УВ-6-1750	1750	1125	6,0	54	200	2632	19	
	УВ-6-2000	2000		6,0				19	
	УВ-6-2500	2500		6,0				19	
	УВ-7,5-1750	1750		7,5				20	
	УВ-7,5-2000	2000		7,5				20	
	УВ-7,5-2500	2500		7,5				20	
Хвилясті середньоєвропейського профілю	СЕ-51/177	1750	1150	6,0	51	177	2933	18	
		2000							
		2500							
Великохвилясті листи, конструкція (рис. 11.4.2)	ВК К1	3300	1220	10	1352	35050	89	23	
		6300	1164	10	10	0	244		



**Рис 11.4.2. Поперечний переріз азбестоцементного армованого настилу**

Азбестоцементні плоскі листи та плити випускають до 3000 мм завдовжки, до 1600 мм завширшки та 4–12 мм завтовшки. Використовують для виготовлення стінових панелей та облицювання стін і стель.

Багат шарові панелі типу „сандвіч” призначені в основному для влаштування стінових огорожень і будівель громадського, житлового, адміністративного та виробничого призначення (рис. 11.4.3). Вони можуть бути виконані з жорстким утеплювачем (ніздрюватим бетоном, пінополіуретаном, піносклом, перлітобетоном), а також з м’яким або напівжорстким утеплювачем (фіброліт, стільникопласт з пінофенолпластом, пінопластом) і обв’язкою з антисептованої деревини або металевих профілів. Як обшивку застосовують плоскі й профільовані азбестоцементні листи. Панелі поділяють на основні розміром 3×,5 м і добірні – для влаштування простінків і кутів будівель.

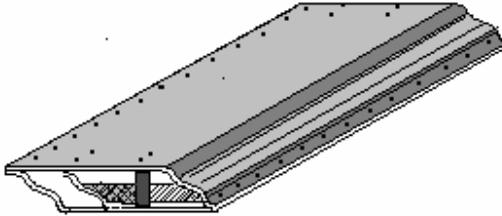


**Рис. 11.4.3. Фрагмент стінової панелі типу „сандвіч”:**  
 1 – азбестоцементний плоский лист, 2 – дерев’яні бруски,  
 3 – пінопласт ФРП-11

---

---

Панелі для стін і покрівлі – це шарова конструкція з двох азбестоцементних листів, з'єднаних по контуру, між якими укладений теплоізоляційний матеріал (рис. 11.4.4). Каркас для стінової панелі може бути з металу, азбестоцементу, деревини, пластмаси тощо. Товщина стінової панелі – 120–200 мм.



*Рис. 11.4.4. Азбестоцементна панель для покрівлі*

Панелі (плити) азбестоцементні тришарові з обшивками із плоских азбестоцементних листів з утеплювачем із пінопласту (ГОСТ 24581) застосовуються для стін, покриттів і підвісних стель виробничих будівель, які експлуатуються в неагресивних і слабоагресивних середовищах при температурі зовнішньої поверхні панелі від  $-50$  до  $+75$  °С, температурі внутрішньої поверхні панелі вище  $30$  °С, відносній вологості повітря в середині приміщень не більше  $75$  %. Залежно від точності виготовлення і зовнішнього вигляду панелі можуть бути трьох сортів – вищого, першого та другого. Зовнішню і внутрішню поверхні панелей захищають гідрофобізувальною рідиною або водостійким лакофарбовим покриттям.

Для виготовлення панелей застосовують азбестоцементні плоскі листи (через 28 днів після їх виготовлення) із захисно-декоративним покриттям або без нього, які характеризуються вологістю не більше як  $8\%$ .

Довжина панелей досягає  $6000$  мм, ширина – до  $1500$ , товщина змінюється від  $60$  до  $200$  мм.

Якість панелей визначається прямолінійністю профілю, міцністю і жорсткістю панелей за поперечного згину, фізико-механічними показниками пінопласту (середньою густиною, коефіцієнтом теплопровідності, лінійною усадкою, водопоглинанням, міцністю під час стиску та зсуву), а також міцністю зчеплення за рівномірного відривання пінопласту від листів і під час зсуву.

Екструзійні матеріали представлені виробами різного призначення, фізико-механічні властивості яких наведено в таблиці 11.4.2.

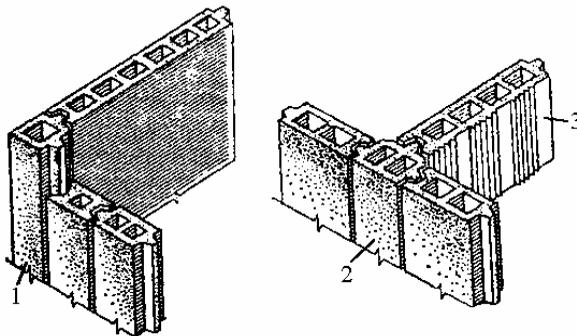
Таблиця 11.4.2

**Основні характеристики азбестоцементних конструкцій,  
отриманих за допомогою екструзії**

Найменування	Стінові панелі	Покрівельні плити	Швелери	Підвіконні дошки
Границя міцності під час згину, МПа	≥18	≥16	≥16	14
Середня густина, кг/м <sup>3</sup>	≥1600	≥1600	≥1650	1550
Морозостійкість, цикли	50	50	50	50
Ударна в'язкість, кДж/м <sup>2</sup>	–	–	1,96	–

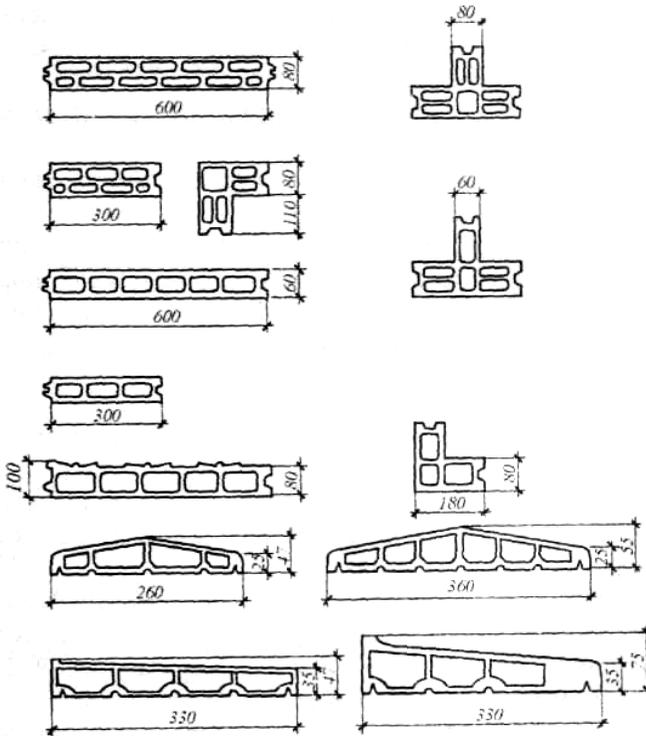
Екструзійні панелі (рис. 11.4.5) рядові мають ширину 595 мм, довжину 3000 мм для покриттів, 3000 і 6000 мм для стін і перегородок, висоту 120 мм для покриттів і стін, 60 та 80 мм для перегородок.

Азбестоцементні екструзійні панелі виконують з утеплювачем та без нього. Панелі без утеплювача застосовують в основному для влаштування перегородок. Як утеплювач використовують напівжорсткі мінераловатні плити на синтетичних зв'язуючих речовинах.



*Рис. 11.4.5. Азбестоцементні панелі, отримані методом екструзії:  
1 – кутові, 2 – перехідні, 3 – перегородкові*

Азбестоцементні вироби довжиною до 6 м з гладкою та рифленою поверхнею виготовляють методом екструзії (рис.11.4.6). Вироби мають довговічне покриття широкої кольорової гами, отриманої на основі акрилової смоли.



*Рис.11.4.6. Азбестоцементні вироби, отримані методом екструзії*

Із азбестоцементу виготовляють труби для каналізації, водопровідів, меліорації. Довжина водопровідних труб – 2950–3950 мм, внутрішній діаметр – 50–500, товщина стінок – 9–43,5 мм. Каналізаційні труби мають довжину 2500–4000 мм, внутрішній діаметр – 50–60 мм, товщину стінок – 7–18 мм. Виготовляють також азбестоцементні з'єднувальні деталі до труб і вентиляційні короби.

---

---

## 11.5. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ МІНЕРАЛЬНИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН

Цементно-піщану черепицю виготовляють із фарбованої розчинної суміші, яка складається з портландцементу, кварцового піску і води. У результаті отримуємо покрівельний матеріал, який досить точно імітує керамічну черепичну плитку, зберігаючи при цьому її основні переваги. Так як портландцемент у вологих місцях з рокам твердне, то зроблена на його основі черепиця набирає міцності в процесі експлуатації. Термін служби цементно-піщаної черепиці – близько 70 років.

Цементно-піщана черепиця може виготовлятися практично будь-якого кольору. Різноманітні відтінки отримують дякуючи додаванню акрилової смоли. Акриловий склад взаємодіє з цементно-піщаною сумішшю ще до початку її затвердіння, тому колір плитки залишається стійким і незмінним протягом багатьох років.

Її використовують для покриття дахів житлових будинків, різноманітних громадських споруд малої архітектурної форми, з нахилом скатів від 10 до 65 градусів.

### Це цікаво

... Штукатурка з гіпсу використовувалась у будівництві приблизно 5 тисяч років. Суха листова штукатурка налічує близько 80 років.

### Питання для самоперевірки

1. Із яких матеріалів виготовляють силікатну цеглу?
2. Назвіть основні властивості силікатної цегли.
3. Які силікатнобетонні вироби ви знаєте?
4. Як виготовляють гіпсобетонні панелі? Де їх застосовують?
5. Як виготовляють гіпсові блоки для перегородок?
6. Як виготовляють гіпсокартонні листи? Де їх застосовують?
7. З яких матеріалів виготовляють азбестоцементні вироби? Які є способи виробництва?
8. Назвіть види азбестоцементних листів для покрівлі.
9. Як виготовляють азбестоцементні панелі для стін?
10. Чим обумовлюють перспективи виробництва матеріалів із азбестоцементу і штучних кам'яних матеріалів і виробів на безцементних в'язучих?



---

---

## ✍ ТЕСТИ

### 11.1. Сировина

***I. Який матеріал можна виготовити, маючи такі компоненти: 8 % вапна, 92 % піску та води?***

1. Газосилікат;
2. Піносилікат;
3. Силікатну цеглу;
4. Силікатобетон.

***II. Із цементу, азбесту та води можна виготовити:***

1. Фіброліт;
2. Ксилоліт;
3. Совеліт;
4. Азбестоцемент.

***III. Які сировинні матеріали необхідні для виробництва силікатної цегли?***

1. Пісок, щебінь, вапнянокремнеземисте в'язуче та вода;
2. Вапно, пісок, вода;
3. Пісок, вапнянокремнеземисте в'язуче, піноутворювач;
4. Пісок, вапнянокремнеземисте в'язуче, алюмінієва пудра.

***IV. Які компоненти потрібні для виробництва гіпсових плит?***

1. Вапно, гіпс, алюмінієва пудра;
2. Вапно, пісок, вода;
3. Гіпс, вода;
4. Гіпс, вода, пісок.

***V. Якщо є деревна тирса і магнезіальне в'язуче, то можна отримати:***

1. Ксилоліт;
2. Азбестоцемент;
3. Силікатний бетон;
4. Фіброліт.

---

---

***VI. Якщо є пісок, вапнянокремнеземисте в'язуче, клеєкани-  
фольна емульсія, то можна виготовити:***

1. Газосилікат;
2. Піносилікат;
3. Силікатну цеглу;
4. Силікатний бетон.

***VII. Маючи деревну стружку та магнезіальне в'язуче  
можна виготовити:***

1. Фіброліт;
2. Ксилоліт;
3. Гіпсові блоки.

***VIII. Які компоненти потрібні для виготовлення піносилі-  
кату?***

1. Вапнянокремнеземисте в'язуче, пісок, вода;
2. Вапно, пісок, вода;
3. Вапнянокремнеземисте в'язуче, пісок, смолосапонін.

***IX. Із каустичного доломіту та азбесту можна виготовити:***

1. Фіброліт;
2. Ксилоліт;
3. Совеліт.

***X. Який матеріал можна виготовити маючи цемент, пісок,  
щебінь, воду і арматуру?***

1. Важкий бетон;
2. Легкий бетон;
3. Залізобетон;
4. Силікатний бетон.

## **11.2. Виробництво**

***I. Силікатна цегла набирає міцність у:***

1. Пропарювальній камері;
2. Автоклаві;
3. Випалювальній печі.

---

---

***II. Методом лиття на карусельній машині виготовляють:***

1. Гіпсобетонні панелі;
2. Силікатну цеглу;
3. Гіпсові плити;
4. Силікатобетонні блоки.

***III. На вібропрокатних станах виготовляють:***

1. Гіпсобетонні панелі;
2. Силікатну цеглу;
3. Гіпсові плити;
4. Азбестоцементні листи.

***IV. Для виготовлення азбестоцементних стінових порожнистих панелей застосовують:***

1. Сухий спосіб пресування;
2. Мокрий спосіб у формувальній ванні;
3. Екструзійний спосіб.

***V. Гіпсові плити для перегородок виготовляються:***

1. На карусельній машині;
2. На вібропрокатному стані;
3. Методом пресування.

***VI. Якщо прокатати між формувальними валками два шари картону з гіпсовим осередком, то отримаємо:***

1. Хвилясті азбестоцементні листи;
2. Суху штукатурку;
3. Гіпсобетонні панелі;
4. Гіпсоволокнисті листи.

***VII. Способом пресування з деревної стружки і магнезійного в'язучого виготовляють:***

1. Суху штукатурку;
2. Совеліт;
3. Фіброліт;
4. Штучний мармур.

***VIII. Азбестоцементні хвилясті листи виготовляють на:***

1. Формувальній машині;
2. Вібропрокатному стані;
3. Карусельній машині.

---

---

***IX. Напівсухий спосіб приготування азбестоцементної маси передбачає приготування маси з вологістю:***

1. 30–35 %;
2. 12–16 %;
3. 20–25 %.

***X. Якщо азбестоцементна маса має вологість перед формуванням 32 %, то це буде спосіб виготовлення:***

1. Сухий;
2. Напівсухий;
3. Мокрий.

### **11.3. Властивості**

***I. Середня густина силікатної цегли:***

1. 1451–1650 кг/м<sup>3</sup>;
2. 1550–1900 кг/м<sup>3</sup>;
3. Не більше 1450 кг/м<sup>3</sup>.

***II. Марка силікатної цегли за міцністю має найменше значення:***

1. 75;
2. 50;
3. 100;
4. 125.

***III. Водопоглинання силікатної цегли повинно бути:***

1. Не менше 6 %;
2. Не більше 6 %;
3. 3–4 %.

***IV. Конструкційний ніздрюватий силікатний бетон має середню густину:***

1. 500–900 кг/м<sup>3</sup>;
2. 900–1200 кг/м<sup>3</sup>;
3. Більше 1200 кг/м<sup>3</sup>.

***V. Гіпсові плити для перегородок повинні мати середню густину не більше:***

1. 1400 кг/м<sup>3</sup>;
2. 900 кг/м<sup>3</sup>;
3. 2000 кг/м<sup>3</sup>.

---

---

***VI. Азбестоцементні вироби мають середню густину:***

1. До 1500 кг/м<sup>3</sup>;
2. 1500–2200 кг/м<sup>3</sup>;
3. 2200–2500 кг/м<sup>3</sup>.

***VII. Морозостійкість азбестоцементних виробів повинна бути:***

1. Не менше 25 циклів;
2. Не менше 100 циклів;
3. Не більше 25 циклів;
4. 5 циклів.

***VIII. Плити “Декор” застосовують у приміщеннях, де вологість повітря...***

1. Не менше 60 %;
2. Не більше 60 %;
3. 80 %;
4. 70–80 %.

***IX. Морозостійкість силікатної цегли повинна бути...***

1. Не менше 15 циклів;
2. Не більше 15 циклів;
3. Більше 100 циклів.

***X. Ніздрюваті бетони мають повітряних пор...***

1. Не більше 40 %;
2. 40–92 %;
3. 50–72 %;
4. Більше 92 %.

#### **11.4. Розміри**

***I. Які розміри має силікатна цегла?***

1. 250×120×65 мм;
2. 250×120×138 мм;
3. 250×250×65 мм.

***II. Гіпсові плити для перегородок виготовляють розміром:***

1. 60×300×8 мм;
2. 600×300×80 мм;
3. 600×4000×80 мм.

---

---

**III. Гіпсобетонні панелі для перегородок мають ширину:**

1. До 4 м;
2. До 6 м;
3. До 2 м.

**IV. Ширина гіпсокартонних листів (суха штукатурка)...**

1. 2500 мм;
2. 1200 мм;
3. 600 мм.

**V. Товщина листів сухої штукатурки:**

1. 8–25 мм;
2. 4–6 мм;
3. 2–6 мм;
4. 10–30 мм.

**VI. Плити звукопоглинальні гіпсові виготовляють розмірами:**

1. 600×600×30 мм;
2. 400×400×30 мм;
3. 600×400×40 мм.

**VII. Азбестоцементні хвилясті листи звичайного профілю мають довжину:**

1. 2000 мм;
2. 2850 мм;
3. 1200 мм;
4. 1750 мм.

**VIII. Марка азбестоцементного листа УВ-6-2000. Що означає число 6?**

1. Висоту хвилі, см;
2. Товщину листа, мм;
3. Довжину листа, м.

**IX. Якщо марка азбестоцементного листа СВ-40-200, то число 200 є:**

1. Довжина листа, см;
2. Ширина листа, см;
3. Крок хвилі, мм.

---

---

*X. Азбестоцементні екструзійні панелі мають довжину:*

1. 2000 мм;
2. 6000 мм;
3. 5000 мм;
4. 1000 мм.

## **11. 5. Застосування**

*I. Силікатна цегла може застосовуватися для:*

1. Кладки фундаментів;
2. Мурування печей;
3. Кладки зовнішніх стін.

*II. Із ніздрюватих силікатних бетонів можна виготовити:*

1. Стінові панелі;
2. Фундаментні блоки;
3. Дорожні плити.

*III. Плити гіпсові можна застосувати для:*

1. Кладки стін;
2. Зведення ненесучих перегородок;
3. Зведення несучих перегородок.

*IV. Панелі “Декор” можна застосувати для...*

1. Улаштування підлог;
2. Опорядження стін у сухих приміщеннях;
3. Опорядження стін у банях.

*V. Для теплоізоляції гарячих поверхонь можна застосувати...*

1. Совеліт;
2. Фіброліт;
3. Ксилоліт;
4. Суху штукатурку.

*VI. Ксилоліт можна застосувати для...*

1. Влаштування стін;
2. Влаштування фундаментів;
3. Влаштування підлог;
4. Влаштування перекриття.

---

---

***VII. По кроквах прибиті лати через 1,2 м. Чи можна по них укладати азбестоцементні листи звичайного профілю?***

1. Можна;
2. Не можна.

***VIII. Для теплоізоляції стін можна застосувати...***

1. Фіброліт;
2. Ксилоліт;
3. Декор;
4. Бісіпор.

***IX. Матеріал склопор можна використати для...***

1. Кладки стін;
2. Теплоізоляції;
3. Гідроізоляції;
4. Улаштування підлог.

***X. Виберіть ефективний матеріал для влаштування зовнішніх стін:***

1. Екструзійні стінові панелі;
2. Силікатна цегла;
3. Силікатні камені.

## **12. ОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ НА ЇХ ОСНОВІ**

### **12.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

Бітуми і дьогті відносяться до органічних в'язучих, складних сумішей високомолекулярних вуглеводнів та їх похідних.

Бітумні в'язучі за походженням поділяють на природні й штучні (нафтові бітуми). Природні бітуми – тверді речовини або в'язкі рідини чорного або темно-коричневого кольору. Природні бітуми містяться у гірських породах. Якщо вміст бітуму у гірській породі 5–20 %, то вона називається асфальтовою. Із асфальтових гірських порід добувають чистий бітум, обробляючи подрібнені породи гарячою водою або розчинниками. Асфальтові породи також



---

---

подрібнюють у тонкий асфальтовий порошок, який використовують для приготування асфальтової мастики і асфальтових бетонів.

Штучні (нафтові) бітуми дістають переробкою нафти (залишкові, окислені, крекінгові). Залишкові бітуми називають гудроном – це продукт переробки нафти і відгонки від неї бензину, гасу і масел.

Дьогтьові в'язучі – в'язкі рідини чорного кольору, які утворилися під час розкладання кам'яного вугілля, торфу, деревини тощо в умовах високої температури без доступу повітря. Залежно від вихідної сировини дьогті бувають кам'яновугільні, торф'яні, деревні, сланцеві. Різновиди дьогтьових в'язучих – сирий кам'яновугільний дьоготь, пек, складений дьоготь, відігнаний дьоготь.

Сирий дьоготь – це залишок переробки вугілля на кокс. Відігнаний дьоготь здобувають із сирого, нагріваючи його і відганяючи легкі й середні масла. При температурі 300–360 °С виділяють антраценове масло. Пек – продукт, що залишається після відгонки всіх масел із кам'яновугільної смоли. Це тверда крихка речовина чорного кольору. Складені дьогті одержують сплавленням пеку з відігнаним дьогтем або антраценовим маслом. Із зміною співвідношення пеку і масла дьогті змінюють свої властивості.

Дьогтьові матеріали менш атмосферостійкі, ніж бітумні, але більш біостійкі.

Бітумні і дьогтьові в'язучі застосовують для виготовлення дорожніх бетонів і розчинів, покрівельних, гідроізоляційних, пароізоляційних матеріалів і виробів, мастик, емульсій і паст для гідроізоляції.

Транспортують ці в'язучі у авто- і залізничних цистернах, критих вагонах, захищаючи від атмосферних впливів. Зберігають у закритих складах, під навісом.

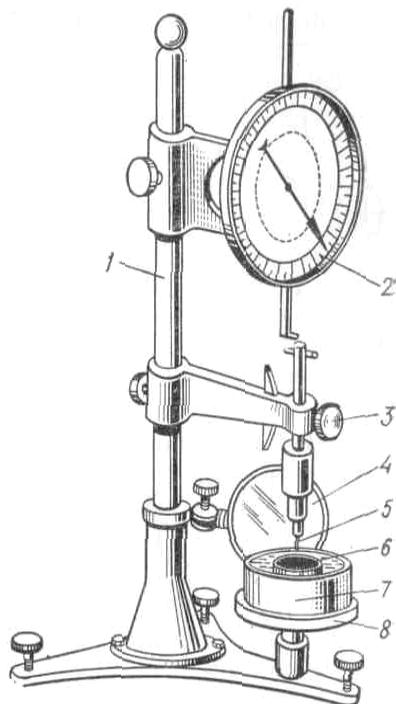
## **12.2. ВЛАСТИВОСТІ БІТУМІВ. МАРКИ БІТУМІВ**

Основні властивості органічних в'язучих – атмосферостійкість, гідрофобність, розчинність в органічних розчинниках, здатність розм'якшуватися під час нагрівання, підвищена деформативність.

Марку бітуму визначають за такими властивостями, як в'язкість, пластичність, температура розм'якшення і крихкості.

В'язкість – властивість матеріалу чинити опір переміщенню частинок під впливом зовнішніх сил. При низьких температурах в'язкість бітуму зростає, і бітум стає твердим тілом. Із зростанням

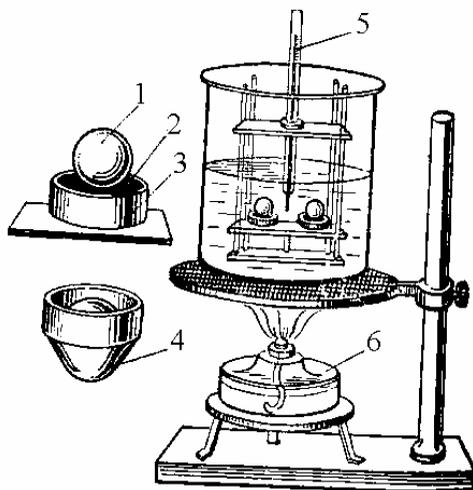
температури в'язкість зменшується – бітум переходить у рідкий стан. В'язкість визначається глибиною проникнення голки в бітум за допомогою приладу – пенетрометра і виражається в міліметрах. В'язкість бітуму визначають за допомогою приладу пенетрометра (рис.12.2.1).



**Рис.12.2.1. Пенетрометр**

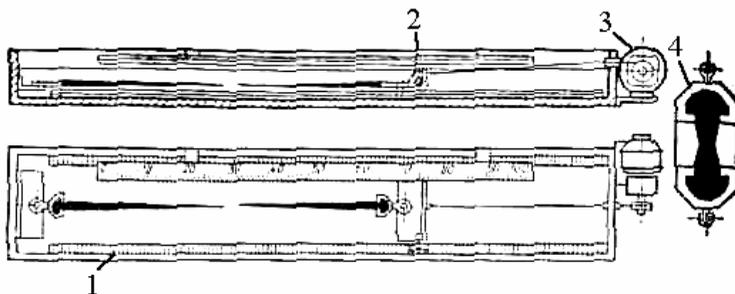
*1 – штатив; 2 – секундомір; 3 – кремальєра; 4 – стопорна кнопка;  
5 – дзеркало; 6 – голка; 7 – чашка; 8 – кристалізатор*

Температура розм'якшення характеризує верхню температурну межу застосування бітуму; цю властивість визначають за допомогою приладу “Кільце та куля” (рис.12.2.2).



**Рис. 12.2.2. Прилад “Кільце та куля”:**  
 1 – куля; 2 – бітум; 3 – латунні кільця; 4 – термометр;  
 5 – металева пластина; 6 – термостійкий стакан

Пластичність бітуму визначають у сантиметрах за допомогою дуктилометра (рис.12.2.3), розтягуючи до розриву зразки бітуму, що мають форму вісімки, температурою 25 °С чи 0 °С при швидкості розтягування 5 см/хв.



**Рис. 12.2.3. Прилад дуктилометр**

Температура крихкості характеризує нижню температурну межу застосування бітуму, коли виникає перша тріщина в тонкому шарі бітуму, нанесеного на сталеву пластинку стандартного приладу, під час її згинання та розпрямлення.

Усі властивості бітуму взаємопов'язані і визначають його марку. Бітуми поділяються на будівельні (БН), покрівельні (БНК) і дорожні (БНД), (табл. 12.2.1).

Таблиця 12.2.1

**Фізико-механічні властивості бітумів**

Марка	Температура розм'якшення, °С, не нижче	Глибина проникнення голки при 25°С, мм	Розтягуність при 25°С, мм	Температура крихкості, °С, не вище ніж
<b>Бітуми будівельні</b>				
БН – 50/50	50	41–60	40	Не нормується
БН – 70/30	70	21–40	3	Не нормується
БН – 90/30	90	5–20	1	Не нормується
<b>Бітуми покрівельні</b>				
БНК – 45/180	45...50	140–220	Не нормується	Не нормується
БНК – 90/40	85...95	35–45		
БНК – 90/30	85...95	25–35		
<b>Бітуми дорожні</b>				
БНД – 200/300	35	201–300	Не нормується	– 20
БНД – 130/200	39	131–200	65	–18
БНД – 90/130	43	91–130	60	–17
БНД – 60/90	47	61–90	50	–15
БНД – 40/60	51	40–60	40	–10

---

---

### 12.3. АСФАЛЬТОВІ ТА ДЬОГТЬОВІ БЕТОНИ Й РОЗЧИНИ

Асфальтовий розчин виготовляють із суміші асфальтового в'язучого і піску. Асфальтове в'язуче одержують із нафтового бітуму і мінерального порошку (вапняк, доломіт, крейда, азбест, шлак тощо). Загальна кількість бітуму у розчині – 9–11 %. Готують розчин на заводах; в казанах нагрівають бітум до температури 180 °С і перемішують з наповнювачами. Застосовують для покриття тротуарів, підлог складських приміщень, промислових будівель, дахів.

Асфальтовий бетон – суміш асфальтового розчину з крупним заповнювачем (щебенем). Вміст бітуму в асфальтобетоні 5–6 %.

Асфальтовий бетон укладають у гарячому або холодному стані. Для приготування *гарячих сумішей* у змішувач з розплавленим бітумом завантажують висушені і підігріті до температури 200 °С пісок, щебін і тонкомелену добавку. Готові гарячі суміші привозять у спеціальних машинах і після укладання ущільнюють котками. Гарячий асфальтобетон твердне в процесі охолодження.

Асфальтобетон, який укладають у *холодному стані*, готують на основі рідких бітумів або на бітумній емульсії. Емульсія – це система, яка складається з бітуму чи дьогтю, води та емульгатора (мило, лігносульфат, асидол, глина, вапно, цемент, сажа). Емульсії готують у гомогенізаторах, диспергаторах. Вміст бітуму чи дьогтю в емульсії – 50–60 %, емульгаторів – 3–15 %.

Щоб приготувати холодний асфальтобетон, рідкий бітум підігрівають до 110–120 °С і змішують із заповнювачами такої самої температури та легколетючими розбавлювачами. Суміш, охоложену до температури 60 °С, транспортують на місце укладання, де вона твердне внаслідок випаровування розбавлювачів.

Асфальтобетон застосовують для покриття доріг, вулиць, підлог промислових цехів, складів.

Дьогтьові розчини і бетони готують аналогічно, використовуючи кам'яновугільний дьоготь з тонкомеленим мінеральним порошком. Проте дьогтьові розчини і бетони менш водо- і атмосферостійкі порівняно з асфальтовими, тому застосовують їх рідше.

### 12.4. РУЛОННІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРІВЛІ

Рулонні покрівельні бітумні та дьогтьові матеріали за будовою полотна поділяють на основні та безосновні. За основу рулонного матеріалу правлять покрівельний картон, фольга, склотканина,

---

---

азбестовий папір. Рулонні матеріали можуть мати захисний шар з мінеральної насипки різної крупності, фольги тощо.

*Руберойд* виготовляють із картону, який просочують нафтовими покрівельними бітумами (БНК 45/180); його поверхню покривають з обох боків нафтовим твердим бітумом (БНК 90/40) і тонким шаром мінерального тонкоподрібненого порошку. Посипка може бути різних кольорів.

Руберойд має такі марки: РКК-500А (Б), (В); РКМ-350Б (В); РПМ-300А (Б), (В); РПП-300А (Б), (В); РКЧ-350Б (В) тощо. Перша літера позначає назву матеріалу – руберойд. Друга літера (К, П, Ч) – перші літери російських слів: “кровельный”, “подкладочный”, “эластичный”. Третя літера (К, П, Ч) – перші літери російських слів, які означають вид посипки (крупнозерниста, мелкозерниста, пылевая, чешуйчатая). Числа після літер – марка картону. Літери після цифр (А, Б, В) – границі міцності на розтяг.

Руберойд виготовляють 1000, 1025 і 1050 мм завширшки, його загальна площа в рулоні становить 7,5; 10; 15; 20 м<sup>2</sup>.

*Наплавлений руберойд* – покрівельний матеріал із стовщеним шаром бітуму, який під час влаштування покрівлі розплавляють і приклеюють без нанесення мастики. Марки наплавленого руберойду: РК-420-1,0; РК-500-2,0; РМ-350-1,0; РМ 420-1,0; РМ-500-2,0.

*Екарбіт* – полімербітумний наплавлений руберойд; виготовляється так само, як і звичайний руберойд, але до складу шару, крім бітуму, входять бутилкаучук, заповнювач, індустриальне масло. Екарбіт марок ЕБК-420-1,5; ЕБК-420-2,0 і ЕБК-500-3,0 використовують для верхнього шару покрівельного килиму, а марок ЕБМ-350-1,0, ЕБМ-420-1,5 і ЕБМ 420-2,0 – для нижніх шарів.

*Склоруберойд* одержують нанесенням бітумної в'язучої речовини на два боки скловолокнистої тканини і покриттям суцільним шаром посипки. Випускають марок С-РК (з крупнозернистою посипкою), С-РЧ (з лускоподібною), С-РМ (з пилюватою та дрібнозернистою посипкою). Ширина полотна – 960 і 1000 мм, площа в рулоні – 10 м<sup>2</sup>. Цей матеріал має підвищені біостійкість, міцність та довговічність.

*Пергамін* – матеріал на основі картону, просоченого нафтовими бітумами, без покривного шару і посипки. Марки пергаменту – П-300 і П-350, площа рулону – 20 і 40 м<sup>2</sup>, ширина – 1000, 1025 і 1050 мм. Використовують для підкладки під руберойд й для пароізоляції.

*Руберойд кольоровий* марок РКЦ-420А, РКЦ-420Б використовують для верхніх шарів покрівлі.

---

---

*Толь покрівельний* – матеріал на основі дьогтів, який виготовляють з крупнозернистою насипкою (ТКК-350 і ТКК-400) і з піщаною (ТКП-350 і ТКП-400). Ширина полотна – 1000, 1025, 1050 мм. Використовують для покриття тимчасових будівель.

Прикріплюють толь на дьогтьових, а руберойд – на бітумних мастиках. Рулонні покрівельні матеріали зберігають у закритих складах або під навісом, захищаючи від атмосферних впливів. Рулони повинні бути розсортовані за марками і встановлені вертикально в один або два яруси.

## 12.5. МАСТИКИ ТА ЕМУЛЬСІЇ

*Мастики* – це штучні суміші органічних в'язучих речовин з мінеральними наповнювачами і добавками. Мастики за призначенням ділять на покрівельні, гідроізоляційні й покрівельно-гідроізоляційні; за способом виготовлення – гарячі і холодні; за видом в'язучої речовини – бітумні, дьогтьові, бітумно-гумові, бітумно-полімерні, бітумно-емульсійні тощо.

*Гарячі бітумні мастики* готують, вводячи у розігрітій до температури 180 °С бітумнаповнювачі (порошки вапняку, доломіту, піску, трепелу, азбесту, галькі, мінеральну вату) і добавки (антисептики, поверхневоактивні речовини). За теплостійкістю випускають мастики марок МБК-Г-55, МБК-Г-65, МБК-Г-75, МБК-Г-85, МБК-Г-100. Їх використовують для гідроізоляції швів гідротехнічних споруд.

*Холодні бітумні мастики* готують із нафтового бітуму, органічного розчинника (солярове масло, гас, лак, кукурсол тощо), наповнювача (азбесту), пластифікатора, антисептику.

Бітумно-гумові ізоляційні мастики виготовляють з 88–93 % бітуму, 5–10% гумового дрібняку, 5–7 % антисептику і пластифікатора. Таку мастику застосовують для ізоляції сталевих підземних трубопроводів.

*Мастика “Біск”* складається з бітуму БН-70/30, скипидару, портландцементу, уайт-спіриту, латексу. Використовують для викладення лінолеуму і плиток.

*Мастика “Ізол”* виготовляється з бітумно-гумової в'язучої речовини, азбесту і кам'яновугільного масла і каніфолі, марки: МРБ-Г-Т10, МРБ-Г-ТІІ, МРБ-Х-Т15. Ізол має високу адгезію до бетону, дерева, металу, скла, лінолеуму, кераміки. Гарячий ізол використовують для заповнення швів між стіновими панелями, приклеювання рулонних матеріалів, паркету, фарбування покрівель.

---

---

Холодний – для приклеювання пороізолу, рулонних матеріалів, фарбування покрівель.

*Дьогтьова покрівельна гаряча мастика* складається з кам'яновугільного пеку, антраценового масла, азбесту, вапняку, крейди, мармуру, мінеральної вати. Марки: МДК-Г-50, МДК Г-60, МДК-Г-70. Застосовують для приклеювання рулонних матеріалів на основі дьогтю, влаштування покрівлі з гідроізолу.

*Мастика “Кровлеліт”* виготовляється з хлорсульфополіетилену, толуолу, ацетону, наповнювача. Марки: МКВК, МКВГ, МКВКЦ, застосовують для захисту від атмосферного впливу конструкцій покриттів літніх будівель рекреаційного призначення, а також для будівництва об'єктів, де поряд з гідроізоляційним захистом потрібна підвищена декоративність.

*Мастика бітумно-латексно-кукерсольна (БЛК)* виготовляється з нафтового бітуму, кукерсоль-лаку, гумового клею. БЛК застосовують для гідроізоляції конструкцій, влаштування покрівлі.

*Бітумно-бутилкаучукова мастика “Вента” (МБВ-Х-120)* виготовляється з бітуму, бутилкаучуку, тальку, антисептику, розчинника і вулканізатора. Застосовується для покрівельного килиму.

*Бітумно-полімерна мастика “Гісар”* – холодна мастика, яка складається з бітуму, гумової крошки, наповнювача розчинника, полімерної модифікованої добавки. Застосовується для ізоляції бетонних і металевих поверхонь.

**Бітумні емульсії** – це дисперсні системи, в яких дисперсною фазою є бітумна в'язуча речовина, а дисперсним середовищем – вода з добавками поверхневоактивних речовин, які виконують роль емульгаторів-стабілізаторів. Бітуми емульсії повинні бути однорідними, розбавлятися водою з добавками 3–4 % рідкого скла в різних співвідношеннях. Холодні бітумно-латексні емульсії мають марки ЕБЛ-Х-75, ЕБЛ-Х-85, ЕБЛ-Х-100. Цифри після літер означають теплостійкість у градусах Цельсія. Застосовують емульсії для влаштування мастичних покрівель, ґрунтування основи під них.

## 12.6. ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ РУЛОННІ МАТЕРІАЛИ

Для захисту споруд від дії вологи застосовують гідроізоляційні матеріали, які мають бути водонепроникними, неруйнівними у зовнішньому середовищі, достатньо гнучкими. Гідроізоляційні матеріали можна виготовляти з азбесту, картону, склотканини чи фольги.



---

---

*Гідроізол* виготовляють просочуванням азбестового картону нафтовими бітумами. Рулон гідроізолу має ширину 950 мм, площу 20 м<sup>2</sup>, марки ГИ-Г, ГИ-К. Застосовують для влаштування гідроізоляційною шару в підземних та гідротехнічних спорудах і як антикорозійне покриття.

*Ізол* – матеріал без основи, який одержують із бітумно-гумової в'язучої речовини (нафтового бітуму – 20–25 %, гуми – 25–30 %), азбесту (25–30 %), антисептику і пластифікатора. Ізол має марки И-БД (без добавок) та И-ПД (з полімерними добавками). Ширина рулону – 800, 1000 мм, товщина – 2 мм, довжина – 10–12 м. Застосовують для гідроізоляції різних гідротехнічних споруд, резервуарів, конструкцій підвальных приміщень, захисту сталевих трубопроводів, облаштування багатшарових плоских покрівель.

*Бризол* – матеріал без основи, який одержують з гумового дрібняку (25–10 %), нафтового бітуму (51–58 %), азбесту (8–12 %), озокериту (4–5 %), зеленого масла (2 %). Випускають 2 мм завтовшки, площею 10–15 м<sup>2</sup>. Застосовують для захисту від корозії підземних металевих конструкцій та трубопроводів. Приклеюють за допомогою бітумно-гумової мастики.

*Бітумно-полімерний матеріал ГМП* – безосновний матеріал, продукт змішування нафтового бітуму, поліізобутилену, фенолоформальдегідної смоли, тальку, азбесту. Випускають у вигляді полотна площею 10 м<sup>2</sup>, 800 і 100 мм завширшки, 1 і 1,5 мм завтовшки. Застосовують для гідроізоляції тунелів, гребель гідроелектростанцій, газонафтопроводів, плоских покрівель.

*Гідробутил* одержують із гумових сумішей на основі бутилкаучуку. Довжина рулону – 10 або 15 м. Товщина – 1,2 мм, ширина – 1400 мм. Різновиди – гідробутил-1, армогідробутил АГ-1. Гідробутил-1 призначається для влаштування покрівель житлових, громадських і промислових будівель. Армогідробутил застосовують для покрівель і гідроізоляції на основі залізобетону, дерева та азбестоцементу.

*Бутерол* виготовляють 650, 750 і 950 мм завширшки із синтетичних каучуків, термопласту, пластифікатора, вулканізатора, наповнювачів.

*Бутизол* виготовляють із гумової суміші. Ширина рулону – 900–1400 мм, довжина – 15–20 м, товщина – 1–3 мм. Бутерол і бутизол застосовують для гідроізоляції споруд та покрівлі.

*Фольгоізол* – рулонний двошаровий матеріал із фольги і шару бітумізованого в'язучого. Ширина рулону – 960 мм, площа – 10 м<sup>2</sup>.

---

---

Фольгоізол марок ФК застосовують для рулонного килиму покрівлі, марок ФП – для захисного покриття теплоізоляції трубопроводів.

*Склоізол* – скловолокниста тканина з нанесеною з обох боків бітумно-гумовою масою. Застосовують для обклеювання гідроізоляції несучих конструкцій будівель і споруд, плоских покрівель.

*Армобітеп* – просочена бітумно-каучуковим в'язучим склотканина із нанесеною зверху посипкою. Ширина рулону – 1000 мм, площа – 5–10 м<sup>2</sup>. Армобітеп має високу тепло-, морозо- і водостійкість. Застосовують для покрівлі та гідроізоляції будівель і споруд.

*Фольгобітеп* – це алюмінієва фольга 0,08–0,12 мм завтовшки, покрита з обох боків полімербітумною в'язучою речовиною з мінеральною посилкою. Застосовують для особливо відповідальних випадків гідроізоляції і покрівлі.

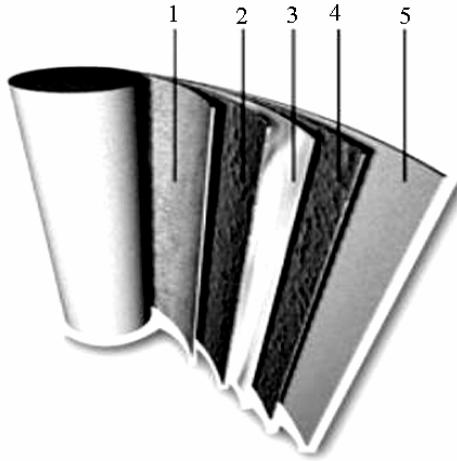
*Монобітеп* – поліетиленова плівка, яка знаходиться між просоченим бітумом сульфатним папером, покритим бітумно-полімерним в'язучим з наповнювачем і антисептиком.

*Металоізол* – алюмінієва фольга, покрита з обох боків нафтовим бітумом. Застосовується для обклеювання гідроізоляції підземних споруд підвищеної міцності.

## **12.7. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ З ОРГАНІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ РЕЧОВИН**

**Полімерно-бітумні матеріали на гниlostійких основах** (рис. 12.7.1). Цю групу матеріалів називають ще своруберойдом. Відмінність цих матеріалів від “традиційних” полягає в заміні картонної основи на сучасну гниlostійку (склополотно, склотканина або поліестер), на яку наноситься бітум модифікований спеціальними полімерними добавками (АПП, ППП, СБС). У результаті збільшилася надійність і довговічність покриття до 15–25 років і дало можливість скоротити число шарів до 2–3.

Єдиним недоліком цих матеріалів є висока ціна, у результаті чого потрібні значно більші початкові витрати на організацію покриття (які, щоправда, з лишком компенсуються за час експлуатації, за рахунок зниження витрат на ремонт і значно збільшеного часу експлуатації покриття) у порівнянні з “традиційними” матеріалами. Укладання цих матеріалів здійснюється шляхом наплавлення, що також знижує витрати і збільшує його швидкість.



**Рис. 12.7.1. Будова полімерно-бітумних матеріалів:**  
1 – верхнє захисне покриття; 2 – полімерно-бітумний шар;  
3 – армувальна основа; 4 – нижнє захисне покриття

**Уніфлекс** (ГОСТ 2678) – рулонний покрівельний та гідроізоляційний матеріал, призначений для влаштування покрівельного килима будівель і споруд різного призначення, гідроізоляції фундаментів, мостів, тунелів. Має основу зі склотканини, нетканого поліефірного полотна. З обох сторін основи він покривається модифікованою полімерно-бітумною сумішшю (стирол-бутадієн, стирол-бітум). Міцність уніфлексу під час розтягу в разі використання як основи склотканини – до 8 МПа, склополотна – до 6 МПа, абсолютна водонепроникність при тиску 0,2 МПа повинна зберігатися протягом двох годин, температура розм'якшення (на приладі “КіК”) – +100 °С. Модифікатором бітуму є штучний каучук стирол-бутадієн-стирол (**СБС**).

**Лінокром** (ТУ 5774-002-13157915-98) – покрівельний та гідроізоляційний матеріал для влаштування покрівель дахів із невеликим нахилом, а також для гідроізоляції фундаментів будівель і споруд. Складається з міцної основи, яка не гние (склотканини, склохолсту або нетканого поліефірного полотна), на яку з обох сторін наноситься бітумна маса. Нижня сторона лінокрому закрита легкоплавкою полімерною плівкою, верхня – плівкою або мінеральною посипкою (крупнозернистою чи дрібнозернистою). Лінокром наплавляють за

---

---

допомогою пропанового пальника на добре підготовлену основу з бетону або цементно-піщану стяжку. Гарантійний термін служби – більше 20 років.

**Техноеласт** (ТУ 5774-003-00287852-99) – рулонний матеріал призначений для влаштування покрівель із невеликими нахилами, а також для гідроізоляції, коли ставляться підвищені вимоги щодо надійності та довговічності. Має основу, просочену бітумом, модифікованим штучним каучуком (СБС). Легко вкладається в холодний період сезону і не стає надто м'яким у теплу, сонячну погоду, має високу адгезію до основи. Наплавляється на поверхню за допомогою пропанового пальника або наклеюється мастикою на підготовлену основу.

Фізико-механічні характеристики техноеласту: гнучкість при охолодженні до температури  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , температура розм'якшення (на приладі “КіК”) становить  $110\text{--}115\text{ }^{\circ}\text{C}$ , міцність під час розтягу на основі склотканини – 8 МПа, на поліефірній тканині – 7 МПа, водонепроникність при тиску 0,001 МПа протягом 72 годин, а при тиску 0,2 МПа протягом двох годин.

**Споліеласт** (ТУ У В.2.7.-00922787.001-98) – рулонний матеріал, призначений для влаштування верхнього і нижнього шарів м'якої покрівлі різноманітної конфігурації, а також гідроізоляції підземних будівельних конструкцій, споруд, мостів, басейнів і резервуарів, гаражів тощо. Його відносять до класу евроруберойду. Основою є склополотно, склотканина, поліефірна тканина, а як в'язучу речовину використовують неокиснений бітум із полімерними добавками СБС або АПП. Модифікувальні добавки підвищують теплостійкість та еластичність в'язучої речовини (під час збереження початкового вмісту масел і смол у бітумі), що забезпечує підвищену морозостійкість матеріалу. На покрівлю такий рулонний матеріал вкладається методом наплавлювання в один або два шари, довговічність покриття – не менше 20 років, міцність під час розриву – 4,4–6,3 МПа, теплостійкість –  $92\text{--}105\text{ }^{\circ}\text{C}$ , відносне видовження – 4–44 %.

**Споліпласт** (ТУ У 00292787.001-98) – покрівельний гідроізоляційний полімерно-бітумний рулонний матеріал, призначений для влаштування верхнього і нижнього шарів м'якої покрівлі різної конфігурації, а також для гідроізоляції фундаментів, мостів, резервуарів тощо. Він стійкий до дії високих та низьких температур, інфрачервоного, ультрафіолетового і радіоактивного випромінювання, зберігає гнучкість під час вкладання в зимовий період, водо-, паро- і вологонепроникний,

---

---

не руйнується під дією грибків і бактерій, хімічно стійкий, термін експлуатації – більше 15 років.

**Звуко теплоізол** (ТУ У В.2.7-00292787.001-98) – високоефективний звуко-, тепло- і гідроізоляційний матеріал. Ефективність звукопоглинання досягається використанням багатошарової пружної склоповсті з несучим захисним шаром із полімеризованого бітуму з наповнювачем. Його міцність під час розриву склополотна – 3,6 МПа, на основі поліефірного волокна – до 6,0 МПа, теплостійкість – більше 100 °С, гнучкість на брусі діаметром 20 мм без змін при температурі – 15°С, теплостійкість більше 120 °С. Матеріал випускається з дрібнозернистою й крупнозернистою сланцевою посипкою.

**М'яка бітумна черепиця** – плитка “Шангльс” – листи з целюлозного або азбестового картону, просоченого бітумом і покритого кольоровою мінеральною посипкою. Одна плитка імітує (заміняє) 3–4 штуки черепиці. Найвідоміші такі типи м'якої черепиці:

**Бардолін** (Франція) – хвилясті листи на основі скловолокна, покриті з обох боків бітумом, розміром 100×35 см і товщиною 3 мм;

**Катепал** (Фінляндія) – листи розміром 100×31,7 см, товщиною 3,8 мм, на основі склоповсті, просоченої окисненим бітумом;

**“Моравія”** та **“Дельта”** (Чехія) – листи розміром 330×1000 мм та 278×955 мм, товщиною 3,5 мм, міцність під час розтягування 4,8 та 4,6 МПа;

**“Флоренція”**, **“Рим”** (Італія) – листи розміром 100×32; 100×33 мм на основі склоповсті, просоченої бітумом, модифікованого атактичним поліпропіленом (АПП). Листи покриті мінеральною посипкою різних кольорів і відтінків. Черепиця є водонепроникною, добре поглинає звукову енергію, стійка до зміни температур в інтервалі –45° С...+150 °С, міцність зразків під час розтягу становить 8–10 МПа, термін експлуатації – більше 50-ти років.

**Єврошифр** – хвилясті (гофровані) листи, відомі як *гутаніт*, розміром 2000×1060 мм на основі целюлозного волокна, просоченого бітумною в'язучою речовиною за технологією гарячого пресування. Вони мають високу луго-, кислотостійкість, строк експлуатації до 50 років з гарантованою водонепроникністю не менше 10 років. За рахунок горизонтального направлення ниток можна вкладати листи на криволінійній поверхні з радіусом кривизни більше 6 м, несуча здатність їх до 650 кг/м<sup>2</sup>, маса 1 м<sup>2</sup> – 3 кг, середня густина – 950–1250 кг/м<sup>3</sup>, міцність при згині до 8 МПа. У процесі експлуатації ці вироби не потребують технічного обслуговування.

---

---

*Еврошифер Onduline* виготовляється на екологічно чистій целюлозі, яка просочена бітумом, термостійкою смолою і мінеральними пігментами. Не гниє, не піддається руйнівній силі мікроорганізмів і грибків. Робочий діапазон температур становить від  $-30$  до  $+75$  °С. Onduline хімічно стійкий по відношенню до кислот і промислових газів. Володіє гарними тепло- і звукоізоляційними якостями. Розміри листа: довжина – 2,0 м, ширина – 0,95 м. Розміри хвилі – 95/38 мм. Вага листа – 6,54 кг.

Випускається в широкій кольоровій гамі. Добре виглядає на будь-яких типах будівель. Строк служби – до 50 років. Гарантія – 15 років.

Гідросклоізол – застосовується для гідроізоляції тунелів, метрополітенів та інших споруджень. Заміна покрівельного картону на склополотно значно збільшує термін служби та якість гідроізоляційного покриття, а укладання шляхом наплавлення збільшує швидкість і зменшує витрати на устрій гідроізоляційного покриття.

**Гідросклоізол ГСІ-Г** (ТУ У В 2.7–550.2.199–97) – матеріал, що призначається для гідроізоляції підземних та інших споруд і отримується шляхом просочення і подальшого нанесення окисленого бітуму на склооснову. Заміна традиційної картонної основи на сучасну склооснову значно збільшує якість і час експлуатації гідроізоляційного килима. Укладання гідросклоізола здійснюється шляхом оплавлення нижнього шару полотна, що значно прискорює (за рахунок зниження трудовитрат) і “здешевлює” формування гідроізоляційного килима.

### Це цікаво

... Асфальтові дороги були відомі ще у Вавилоні. Потім про них забули. У 1712 році асфальт вперше знову використали в Швейцарії в якості будівельного матеріалу і тільки в 1822 році його стали систематично використовувати для покриття доріг.

... Різнокольорові асфальтобетонні покриття автодоріг (червоні, каштанові, сірі, сині, зелені, жовті і навіть білі) створюють гарний вигляд площам, вулицям, паркам і лісовим дорогам, де немає інтенсивного руху, а відповідно сильного забруднення поверхні покриття. Поряд з декоративним призначенням кольорові покриття можуть бути корисними для підвищення безпеки руху. Для виготовлення асфальтобетонних сумішей використовують світлі кам'яні матеріали і бітуми, а також відповідні барвники.

---

---

## ◆ Питання для самоперевірки

1. Що таке бітум? Його властивості.
2. Які є види та марки бітумів?
3. Як виготовити асфальтові бетони і розчини? Де їх застосовують?
4. Що таке руберойд? Його марка і застосування.
5. Що таке толь? Його марка і застосування.
6. Які бувають види і марки мастик? Де їх застосовують?
7. Охарактеризуйте гідроізоляційні матеріали.

## ✍ ТЕСТИ

### 12.1. Сировина

***I. Гірська порода називається асфальтовою, якщо вміст бітуму становить:***

1. 5 %;
2. 5–20 %;
3. 20–35 %;
4. 40–55 %.

***II. Бітум здобутий продуванням повітря через нафтові залишки називається:***

1. Залишковий;
2. Окислений;
3. Крекінговий;
4. Природний.

***III. Залишок переробки вугілля на кокс – це:***

1. Сирий дьоготь;
2. Штучний бітум;
3. Відігнаний дьоготь;
4. Пісок.

***IV. Продукт, який залишається після відгонки всіх масел із кам'яновугільної смоли:***

1. Гудрон;
2. Бітум;

- 
- 
3. Пек;
  4. Відігнаний дьоготь.

***V. Складений дьоготь одержують сплавленням:***

1. Гудрону з пеком;
2. Відігнаного і сирого дьогтів;
3. Пеку з сирим дьогтем;
4. Пеку з антраценовим маслом.

***VI. Асфальтовий порошок отримують:***

1. Подрібненням асфальтових порід;
2. Змішуванням бітуму з гудроном;
3. Подрібненням кам'яного вугілля.

***VII. Дьоготь утворюється:***

1. Під час розкладання торфу;
2. Під час крекінгу нафти;
3. Під час подрібнення асфальтових порід;
4. Під час відгонки бензину.

***VIII. Окислені бітуми одержують:***

1. Атмосферно-вакуумною перегонкою нафти;
2. Під час крекінгу нафти;
3. Продуванням повітря крізь нафтові залишки;
4. Подрібненням асфальтових порід.

***IX. Продукт переробки нафти і відгонки бензину, газу і масел:***

1. Природний бітум;
2. Пек;
3. Гудрон;
4. Дьоготь.

***X. Сплавленням пеку з відігнаним дьогтем одержують:***

1. Сирий дьоготь;
2. Штучний бітум;
3. Відігнаний дьоготь;
4. Складений дьоготь.



---

---

## 12.2. Виробництво

### *I. Асфальтовий розчин виготовляють із суміші:*

1. Асфальтового в'язучого і води;
2. Асфальтового в'язучого і піску;
3. Асфальтового в'язучого і щебеню;
4. Дьогтьового в'язучого і піску.

### *II. Щоб приготувати холодний асфальтобетон, рідкий бітум підігрівають до температури:*

1. 110–120 °С;
2. 50–100 °С;
3. 120–130 °С;
4. 25–50 °С.

### *III. Дьогтьовий бетон готують із:*

1. Кам'яновугільного дьогтю, мінерального порошку і піску;
2. Дьогтьового в'язучого, піску і щебеню;
3. Бітумного в'язучого і піску;
4. Дьогтьового в'язучого і піску.

### *IV. Руберойд виготовляють просочуванням покрівельним бітумом:*

1. Фольги;
2. Склотканини;
3. Картону;
4. Азбестового паперу.

### *V. Змішуванням суміші органічних в'язучих речовин з мінеральними наповнювачами і добавками виготовляють:*

1. Асфальтовий бетон;
2. Мاستику;
3. Руберойд;
4. Ізол.

### *VI. Просочуванням азбестового картону нафтовим бітумами виготовляють:*

1. Руберойд;
2. Бризол;
3. Пергамін;
4. Гідроізол.

---

---

***VII. Природні бітуми здобувають:***

1. Із асфальтових порід;
2. Під час переробки нафти;
3. Під час розкладання торфу;
4. Відгонкою всіх масел із кам'яновугільних смол.

***VIII. Бітумні пасти готують із:***

1. Дьогтю і піску;
2. Бітуму, води й емульгатора;
3. Бітуму і щебеню;
4. Дьогтю, води й емульгатора.

***IX. Емульсії готують в...***

1. Автоклавах;
2. Розчинозмішувачах;
3. Диспергаторах;
4. Дуктилометрах.

***X. Яким способом виготовляють бутерол?***

1. Просочуванням;
2. Прокатуванням;
3. Литтям;
4. Вальцево-каландровим способом.

### **12.3. Властивості**

***I. Пек має середню щільність:***

1. 0,50–1,00 г/см<sup>3</sup>;
2. 1,20–1,28 г/см<sup>3</sup>;
3. 1,64–1,85 г/см<sup>3</sup>;
4. 1,0–1,2 г/см<sup>3</sup>.

***II. Бітум нафтовий будівельний марки БН-70/30 має температуру розм'якшення не менше як:***

1. 100 °С;
2. 30 °С;
3. 70 °С;
4. 40 °С.

---

---

**III. Властивість бітуму чи дьогтю чинить опір переміщенню часточок під впливом зовнішніх сил – це:**

1. Пластичність;
2. Температура розм'якшення;
3. Температура крихкості;
4. В'язкість.

**IV. Нижня температурна межа застосування бітуму – це:**

1. Пластичність;
2. Температура розм'якшення;
3. Температура крихкості;
4. В'язкість.

**V. На прикладі “кільце та куля” визначають таку властивість бітуму, як:**

1. Пластичність;
2. Температура розм'якшення;
3. Температура крихкості;
4. В'язкість.

**VI. Для органічних речовин характерні такі властивості:**

1. Гідрофобність;
2. Крихкість;
3. Атмосферостійкість;
4. Підвищена деформативність;
5. Пористість;
6. Водопоглинання;
7. Пластичність.

**VII. Пластичність бітуму визначається в:**

1. Сантиметрах;
2. Відсотках;
3. Температурі;
4. Кілограмах.

**VIII. При збільшенні температури в'язкість бітуму:**

1. Збільшується;
2. Зменшується;
3. Не змінюється.

---

---

***IX. Густина кам'яновугільних дьогтів становлять у середньому:***

1. 0,5–0,96 г/см<sup>3</sup>;
2. 0,96–1,09 г/см<sup>3</sup>;
3. 1,09–1,35 г/см<sup>3</sup>;
4. 1,35–1,5 г/см<sup>3</sup>.

***X. Атмосферостійкість дьогтьових матеріалів порівняно з бітумними:***

1. Така ж;
2. Вища;
3. Менша.

## **12.4. Застосування**

***I. Для влаштування основного шару рулонної покрівлі можна застосувати:***

1. Бітумну емульсію;
2. Руберойд;
3. Гідроклоїзол;
4. Металоїзол.

***II. Бризол можна використати для:***

1. Захисту від корозії підземних металевих конструкцій;
2. Основного шару рулонної покрівлі;
3. Гідроізоляція будівель;
4. Підкладки під основний шар рулонної покрівлі.

***III. Який матеріал можна використати для влаштування покриття доріг, вулиць?***

1. Асфальтовий розчин;
2. Бітумна мастика;
3. Асфальтовий бетон;
4. Гідроклоїзол.

***IV. Для приклеювання лінолеуму і плиток використовують:***

1. Мастику “Біскі”;
2. Мастику “Кровлеліт”;
3. Мастику “Ізол”;
4. Бітумну емульсію.

---

---

***V. Необхідно виконати захисне покриття теплоізоляції трубопроводів. У цьому випадку необхідно застосувати:***

1. Склоізол;
2. Гідробутил;
3. Фольгоізол;
4. Гідроізол.

***VI. Для наклеювання ТКК-350 потрібно використати:***

1. МРБ-Г-Т15;
2. МБ К-Г-55;
3. МДК-Г-50;
4. БЛК.

***VII. Щоб знизити затрати праці під час влаштування покрівлі необхідно застосувати:***

1. РКК-500А;
2. РК-500-20;
3. С-РК;
4. ТКП-400.

***VIII. Матеріал на основі дьогтів, який використовують для покриття тимчасових будівель, має марку:***

1. РКК-500А;
2. РК-500-20;
3. С-РК;
4. ТКП-400.

***IX. Який матеріал можна використовувати для гідроізоляції фундаментів?***

1. Толь;
2. Бризол;
3. Гідросклоізол;
4. Наплавлюваний руберойд.

***X. Необхідно вибрати підкладочний матеріал під руберойд. Це може бути:***

1. Кольоровий руберойд;
2. Пергамін;
3. Гідроізол;
4. Гідросклоізол.

---

---

## 13. МАТЕРІАЛИ Й ВИРОБИ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРІВ

### 13.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Полімерні матеріали, або пластичні маси, виготовляють на основі високомолекулярних сполук – полімерів. Пластичними масами їх називають тому, що на певній стадії виробництва вони набирають пластичності, а потім повністю чи частково втрачають її після отвердіння полімеру.

Якщо пластмаса виготовлена з одного полімеру, її називають простою. Складні пластмаси – це такі, у яких, крім полімеру, є інші компоненти: наповнювачі, отверджувачі, стабілізатори, пластифікатори, барвники, пороутворювачі тощо. Полімерні матеріали та вироби класифікують за основним полімером, що входить до їхнього складу; за методом виробництва; галуззю застосування у будівництві.

Полімери поділяють на природні та штучні. Природні – це каучук, білки; штучні одержують із кам'яного вугілля, нафти, природного газу тощо. За способом виготовлення полімери поділяють на класи: А – полімеризаційні, Б – поліконденсаційні, В – одержані модифікацією природних полімерів, Г – утворені в природних умовах і здобуті перегонкою органічних речовин.

У виробництві пластмас використовують полімери груп А і В.

Полімеризацією одержують поліетилен, поліпропілен, поліізобутилен, полівінілхлорид, полістирол. Полімеризація – це процес об'єднання молекул низькомолекулярної речовини (мономеру) без виділення побічних продуктів.

Поліконденсацією здобувають фенолальдегідні, аміноальдегідні, епоксидні, кремнієорганічні, поліефірні полімери. Поліконденсація – це процес одержання високомолекулярних сполук з одночасним відщепленням низькомолекулярних продуктів реакції (води, хлороводню, аміаку тощо).

Залежно від характеру перетворень під час нагрівання розрізняють полімери термопластичні й термореактивні.

Термопластичні полімери здатні під час нагрівання розм'якшуватися, а під час охолодження переходити у твердий стан. Розм'якшуватися і тверднути вони здатні багато разів (полімеризаційні полімери). Термореактивні полімери твердіють за першого нагрівання, не можуть розм'якшуватися за повторного нагрівання (поліконденсаційні полімери).

---

---

*Наповнювачі* знижують витрату полімеру, поліпшують міцність, твердість, зносо- і теплостійкість. Це крейда, тальк, деревне борошно, пісок, азбестові, деревні й скляні волокна, папір, тканина, деревний й скляний шпон тощо.

*Пластифікатори* поліпшують умови переробки полімерних композицій і деформативні властивості виробів. Це камфора, олеїнова кислота, дибутилфталат та ін.

*Стабілізатори* вводять для тривалого збереження властивостей пластмас під час експлуатації, вони підвищують довговічність виробів. Це, наприклад, стеарат кальцію та барію.

*Отверджувачі* прискорюють процес твердіння полімерів та утворення просторової тривимірної структури. Це ангідриди кислот, аміни, поліспирти, ізоціаніти тощо.

*Антипірени* підвищують стійкість до займання. Це борна кислота та ефірофосфорна бура, фосфорнокислий і сірчанокислий амоній, рідке скло, хлорпарафін.

*Барвники* надають пластмасам кольору (вохра, сурик, муміє, умбра та ін.).

Для одержання ніздрюватих пластмас до їхнього складу вводять *пороутворювачі* (порофори), що спінюють масу.

Тверді газоутворювачі – азоз'єднання (ЧХЗ-57, ЧХЗ-21, порофор-5, порофор ДАБ), нітроз'єднання (порофор-18), карбонат амонію, бікарбонат натрію та ін.

Рідкі газоутворювачі – бензол, бензин, вода.

Піноутворювачі – сульфонатрієві кислоти, їх натрієві солі, солі жирних кислот.

Від інших будівельних матеріалів пластмаси відрізняються низькою щільністю, високою хімічною стійкістю, водостійкістю, тепло- і електроізоляційними властивостями. Пластмаси легко перероблюються, мають відносно високу міцність. Але у пластмас багато і недоліків: низькі теплостійкість та твердість, високий коефіцієнт температурного розширення, токсичність, займистість, старіння, холодноламкість, повзучість.

Застосування їх дає змогу знизити матеріаломісткість будівництва, з успіхом замінити деякі дефіцитні мінеральні та органічні матеріали.

---

---

### 13.2. КОНСТРУКЦІЙНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ З ПЛАСТМАС

Для несучих, огорожувальних конструкцій застосовують різні будівельні матеріали.

**Деревношаруваті пластики** – це листові матеріали, виготовлені гарячим пресуванням пакетів із декількох шарів деревного шпону, просоченого синтетичними смолами. Довжина листів – 700–5600, ширина – 950–1200, товщина – до 12 мм. Застосовують як конструкційно-опоряджувальний матеріал.

**Склопластики** складаються з в'язучого полімеру і наповнювачів із скловолокнистих матеріалів. За видом скловолокнистого наповнювача розрізняють: СВАМ – скловолокнистий анізотропний матеріал склопластик на основі рубленого волокна, склотекстоліт.

**СВАМ** виготовляють гарячим пресуванням листів склошпону – тонких полотен спеціально орієнтованих волокон, які склеєні епоксидно-фенольними смолами. Основні характеристики:  $\rho_m = 1900\text{--}2000 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{\text{роз}} = 450 \text{ МПа}$ ,  $R_{\text{ст}} = 400$ ,  $R_{\text{зг}} = 700 \text{ МПа}$ . Використовують для несучих елементів, оболонки, стінових панелей.

**Склопластики** на основі рубленого волокна і поліефірних смол випускають у вигляді плоских і хвилястих листів, довжина яких 1000–6000 мм, ширина – 1500 мм і товщина 1,0–1,5 мм;  $\rho_m = 1400 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{\text{ст}} = 90$ ,  $R_{\text{зг}} = 130 \text{ МПа}$ . Використовують для покрівлі, опоряджування балконів, кафе, павільйонів, навісів тощо.

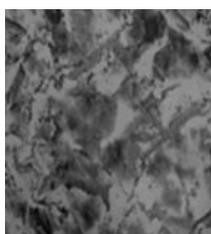
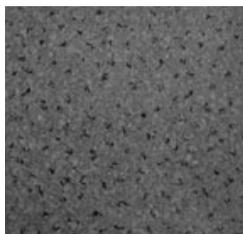
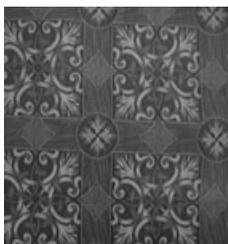
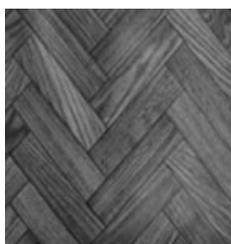
**Склотекстоліт** одержують гарячим пресуванням полотен склотканини, просоченої фенолформальдегідними смолами. Випускають у вигляді листів, довжина яких 2400 мм, ширина 600–1200, товщина 1–7 мм і у вигляді плит 9–35 мм завтовшки;  $\rho_m = 1850\text{--}1950 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{\text{ст}} = 95$ ,  $R_{\text{роз}} = 300$ ,  $R_{\text{зг}} = 120 \text{ МПа}$ . Зі склотекстоліту виготовляють стінові панелі, оболонки, покрівлі.

### 13.3. ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ПІДЛОГИ

Полімерні матеріали легші, ніж деревні та керамічні, міцні, біостійкі, гігієнічні, тепло- та звукоізоляційні.

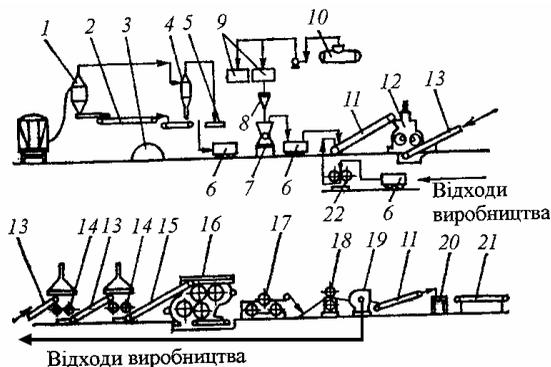
Найпоширеніший матеріал для покриття підлоги – лінолеум (рис. 13.3.1), який випускають з основою і без неї. Каландровим способом (рис. 13.3.2) виготовляють безосновний лінолеум; змішують компоненти; пластифікують масу на вальцях при температурі 130–150 °С і отримують полотно на каландрах.





*Рис.13.3.1. Лінолеуми*

Лінолеуми на підоснові виготовляють промазним способом: лінолеумну пасту наносять на рухому підоснову (джутові, кенафні тканини та повстяна підкладка) з наступною термообробкою у камерах і ущільненням на каландрі.



**Рис.13.3.2. Схема виготовлення одношарового полівінілхлоридного лінолеуму:**

- 1 – циклон із розвантажувальним шнеком; 2, 11, 13 – стрічкові конвеєри;  
 3 – склад азбесту; 4 – осаджувальна камера; 5 – вакуумний насос;  
 6 – електронавантажувач; 7 – змішувач; 8 – дозатор; 9 – витратні бункери;  
 10 – пластифікатор; 12 – змішувач; 14 – вальці; 15 – хиткий конвеєр;  
 16 – каландр; 17 – холодильна установка; 18 – різальний пристрій;  
 19 – намотувальний верстат; 20 – пакувальний стіл;  
 21 – конвеєр; 22 – вальці для подрібнення відходів

**Полівінілхлоридний** лінолеум виготовляють з полівінілхлориду (40–45 %), дибутилфталату (17–23 %), стабілізатора (до 1 %), наповнювачів: деревне борошно, тальк тощо (19–35 %), пігментів (5–15 %). Випускають у вигляді полотна, ширина якого 1200–2400 мм, товщина – 1–6 мм і довжина – до 12 м. Найбільш індустріальний вид покриття – полівінілхлоридний лінолеум на тепло-, звукоізоляційній повстяній або синтетичній слученій основі виробляється відповідно до ДСТУ Б В.2.7-20-95 “Лінолеум полівінілхлоридний на теплозвукоізолюючій підоснові”. Застосовують для влаштування підлог у приміщеннях з підвищеними вимогами до звуко- та теплоізоляції (житлові приміщення, номери готелів, громадські будівлі). Полівінілхлоридний Лінолеум без підоснови виробляється відповідно до ДСТУ Б В.2.7-21-95 “Лінолеум полівінілхлоридний багат шаровий та одношаровий без підоснови”. Нині понад 80 % усього лінолеуму, що випускається у світі, припадає на ПВХ-лінолеум. У західних країнах ПВХ-лінолеум прийнято називати ПВХ-покриттям, тоді як у нас усі види гнучких покриттів для підлоги називають лінолеумом.

---

---

**Гліфталевий (алкідний) лінолеум** виготовляють на тканинній основі промазним способом. Лінолеумну пасту одержують із фталевого ангідриду, гліцерину та модифікувальних добавок. Випускають 1800–2000 мм завширшки, 2,5–5,0 мм завтовшки, не менш як 20 м завдовжки. Гліфталевий лінолеум може бути однокольоровим або з малюнком. При мінусових температурах крихкий. В Україні алкідний лінолеум на тканинній основі після 2000 року не випускався.

**Колоксиліновий (нітроцелюлозний) лінолеум** – безосновний. У рулоні його 20 м, ширина – 1000–1600 мм, товщина – від 2 до 4 мм. Колір червоний або коричневий. Має високу еластичність, пружність, добре чинить опір стиранню. Недолік – підвищена займистість. Основною сировиною для виробництва цього виду лінолеуму служить колоксилін – продукт обробки целюлози нітрирувальною сумішшю. В Україні колоксиліновий лінолеум не виробляють.

**Гумовий лінолеум (релін)** виготовляють дво- чи тришаровим. Основний шар – нафтовий бітум з подрібненою гумою і азбестом. Верхній (лицьовий) шар – з кольорової гуми на синтетичному каучуку з наповнювачами. Довжина рулонів реліну – не менше ніж 12 м, ширина – 1000–1600 мм, товщина – 3–5 мм. Кожен шар виготовляють окремо з наступним дублюванням на барабанних пресах і одночасній вулканізації гуми. Релін еластичний, водо-, кислото-, лугостійкий, звукопоглинальний. В Україні гумовий лінолеум після 2000 року не випускався.

**Синтетичні ворсові килими** на спіненій латексній основі мають підвищені акустичні й теплоізоляційні властивості. Товщина – 3–8 мм, довжина – до 12 м, ширина – від 1000 до 4000 мм. Застосовують у читальних залах, номерах готелів тощо.

Різновиди синтетичних ворсових килимів – ворсолін і ворсоніт.

**Ворсолін** – нетканий рулонний матеріал з двох шарів: верхній шар – петельний ворс із пропіленої пряжі, нижній шар – полівінілхлоридна плівка. Довжина полотна – 12–20 м, ширина – 1000, товщина – 4–6 мм. Ворсоніт виготовляють із поліефірної чи поліамідної тканини. Верхній шар – синтетична тканина з капроновим ворсом, а нижній – спінений латекс (пінолатекс). Довжина – до 12 м, ширина – 1–4 м, товщина – до 8 мм.

Плитки для підлог виготовляють з полівінілхлориду, кумарону, каучуку, гуми. Плитки легко кріпити до основи, замінювати іншими під час ремонту. З них можна створювати малюнок підлоги, але вони менш гігієнічні, ніж рулонні матеріали. Розміри полівінілхлоридних плиток – 300×300, 200×200 мм, товщина – 1,5–3 мм; водостійкі, добре

---

---

чинять опір стиранню, пружні. Кумаронові плитки мають такі ж розміри при товщині 3–4 мм. Розміри гумових плиток 300×300, 500×500 мм, товщина – 3,5–10 мм.

Крім рулонних і плиткових, для підлог застосовують мастикові безшовні матеріали на основі карбамідних, поліефірних, полівінілацетатних полімерів. Безшовні підлоги бувають полівінілацетатні, полімерцементні, епоксидні.

**Полівінілацетатні покриття** складаються з полівінілацетатної емульсії (1 частина), мінерального порошку (0,8–1,5 частини), мінеральних пігментів (0,12–0,25 частини) і води (0,3–0,5 частини), їх наносять на сухий шар цементно-піщаного розчину марки 150 з полівінілацетатною емульсією пістолетом-розпилювачем у два шари, загальна товщина яких 2–3 мм.

**Полімерцементні покриття** виготовляють ретельним перемішуванням полівінілацетатної емульсії з водою, пігментами, цементом, піском, щебенем. Склад полівінілацетатного бетону за масою: цемент марки не нижче 400 – 1 частина; полівінілацетатна емульсія – 0,3; вода – 0,25; пігменти – 1,4; щебінь – 2,6 частини.

**Епоксидні підлоги** складаються з суміші епоксидної смоли (1 частина), отверджувача (2 частини), піску (3,7 частини). Товщина покриття – 2–3 мм.

Уводячи до складу мастикових безшовних матеріалів спеціальні добавки, можна створювати електричні, бактерицидні, пиловідштовхуючі та інші спеціальні покриття підлог промислових і цивільних будівель.

### 13.4. ОПОРЯДЖУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Найширша група полімерних матеріалів – матеріали для опорядження стін, їх випускають у вигляді листів, рулонних, плиткових, профільно-погонажних матеріалів.

До листових матеріалів належить декоративний паперово-шаруватий пластик, який виготовляють гарячим пресування декількох шарів паперу, просоченого полімерами. Верхній шар може бути одно- і багатоколірним, глянцевим, може імітувати деревину або камінь. Довжина листів 400–3000, ширина – 400–1600, товщина – 1–3 мм;  $\rho_m = 1400 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{zt} > 100 \text{ МПа}$ .

**Плити деревоволокнисті** виготовляють гарячим пресуванням волокнистих матеріалів із синтетичними смолами. Довжина – 1200, 2700, ширина – 1200–1700, товщина – 3–6 мм.

---

---

*Деревостружкові плити* виготовляють гарячим пресуванням деревної стружки з синтетичними термореактивними смолами. Довжина – 2500–3500 мм, ширина – 1250–1750, товщина – від 10–25 мм;  $\rho_m = 600\text{--}700 \text{ кг/м}^3$ . Лицьову поверхню покривають лаками, фарбами, емальми, облицьовують шпоном, фанерою, пластиком. Застосовують для облицювання дверей, меблів, перегородок підвісних стель.

*Декоративні панелі “Полідекор”* виготовляють із полістиролу способом лиття. Розміри панелей – 500×500×100 мм. Використовують для опорядкування стін, стель приміщень культурно-побутового й адміністративного призначення.

Панелі “Полідекор” виготовляють пресуванням полівінхлоридної плівки з декоративним шаром. Матеріал має рельєфну поверхню, яка імітує різьблення по дереву, карбування на металі. Розміри панелей – 1850×955×6 мм.

*Полістирольні плитки* для облицювання стін виготовляють із забарвленого полістиролу способом лиття. Розміри 150×50×1,25 (1,35) мм. Лицьова поверхня плиток гладенька, зворотна, має бортик і рельєфну сітку.

*Фенолітові плитки* виготовляють пресуванням суміші фенолформальдегідної смоли, отверджувача і наповнювача. Розміри – 100×100×1,5 і 150×150×1,5 мм.

До рулонних опоряджувальних пластмас належать різні плівки, лінкруст тощо.

*“Павінол”* – полівінілхлоридна плівка на тканий основі. Лицьова поверхня може бути гладенькою, рельєфною, матовою та глянцевою. Довжина в рулоні 25–40 м, ширина – 1000 мм, товщина – 0,5–0,9 мм.

*“Віністен”* – полівінілхлоридна плівка з одно- або багатоколірною лицьовою поверхнею, імітує цінні породи деревини. Довжин полотна – 6 м, ширина – 1300 мм, товщина – 1,5–2 мм.

*“Ізонрен”* – полівінілхлоридна плівка на паперовій основі 10–48 м завдовжки, 600–750 та 1200 мм завширшки, 0,45 мм завтовшки. Поверхня плівки може бути гладенькою, тисненою, глянцевою, матовою.

Випускають також полівінілхлоридну плівку з нанесеним на її основу – силікатизований папір – шаром клею. Довжина – 15 м і більше, ширина – 500 і 900 мм.

---

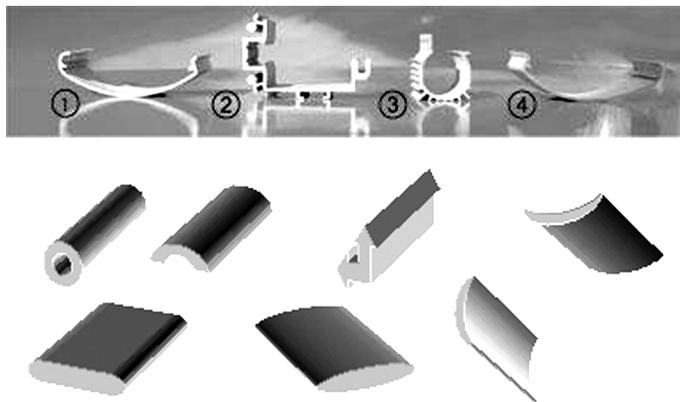
---

*Лінкруст* складається з паперової основи, на яку нанесена паста полівінілхлориду і деревного борошна. Довжина лінкрусту – 12 м, ширина – 500–750 мм, товщина – 0,5–1,2 мм.

*“Текстовініт”* складається з тканини, на яку нанесена паста полівінілхлориду, пластифікатора, пігментів з наступним тисненням візерунка. Використовують рулонні матеріали для опорядкування стін, розсувних перегородок, меблів.

### 13.5. ПОГОНАЖНІ ТА САНТЕХНІЧНІ ВИРОБИ І ТРУБИ З ПЛАСТМАС. ПОЛІМЕРНІ КЛЕЇ

*Погонажні вироби* – це плінтуси, поручні для сходів, балконів, накладки, розкладки, наличники (рис. 13.5.1) тощо. Їх виготовляють екструзійним способом із полівінілхлориду. Розміри дуже різні. Випускають у вигляді відрізків до 3,5 м завдовжки або в бухтах по 12–17 м.



*Рис. 13.5.1. Погонажні вироби з пластмас*

Із пластмас виготовляють різноманітні санітарно-технічні вироби – умивальники, раковини, унітази, змішувачі, сифони, вентиляційні решітки.

*Пластмасові труби* виготовляють діаметром 6–150 мм екструзійним способом із поліетилену, полівінілхлориду. Використовують для водопостачання, каналізації, вентиляції, дренажу тощо. Пластмасові труби міцні, еластичні, корозійно- та водостійкі, мають гладку

---

---

внутрішню поверхню, на якій не осідають мінеральні речовини. Недолік пластмасових труб – низька теплопровідність.

*Полімерні клеї.* У будівництві застосовують синтетичні клеї, завдяки чому знижуються витрати традиційних матеріалів, затрати на будівництво, підвищуються техніко-економічні показники. Синтетичні клеї – це розчини, розплави чи дисперсії полімерів, які здатні прилипати до поверхонь різних матеріалів і, отверджуючись, з'єднувати ці матеріали.

На основі *термопластичних полімерів* виготовляють полівінілацетатні, поліамідні, поліакрилові, каучукові клеї. Їх використовують для кріплення опоряджувальних матеріалів, склеювання піно- та поропластів.

Для міцніших з'єднань застосовують клеї на основі *термоактивних полімерів*: епоксидної, фенолформальдегідної, карбамідної, поліефірної та поліуретанової смол. Ці клеї мають високу склеювальну здатність, водо- і теплостійкість, стійкість до вібраційних навантажень.

Ними склеюють алюміній, сталь та інші метали, кераміку, скло, бетон, деревину. Основним недоліком синтетичних клеїв є висока токсичність під час виготовлення та склеювання.

### 13.6. ГЕРМЕТИЗУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Для ущільнення стиків зовнішніх стінових панелей у крупнопанельному будівництві застосовують герметики, які повинні бути гнучкими, довговічними, водо- і газонепроникними, атмосферостійкими. Для їх виготовлення використовують полімерні смоли, каучуки, бітуми. Випускають у вигляді мастик, паст, штучних виробів (прокладки, профільні вироби).

До мастик на основі полімерів належить “Ізол ГМ”, який одержують із бітумно-гумової в'язучої речовини з поліізобутиленом, кумароновою смолою, азбестом, антисептиком.

Мастика УМС-50 виготовляється з поліізобутилену, мінерального масла і наповнювача. Доставляють у бочках, паперових мішках.

Тіоколові герметики бувають чорного (У-ЗОМ) і білого (УТ-31) кольорів. Їх готують безпосередньо на будівельному майданчику.

Мастикою “Тегеран” герметизують стики зовнішніх стін, ущільнюють з'єднання віконних і дверних блоків.

Мастики наносять на поверхню спеціальними шприцами.

---

---

Профільний бутерол виготовляють на основі каучука; це стрічки прямокутного перерізу 25×6 або 30×7 мм. Застосовують для герметизації світлопрозорих конструкцій із профільного скла.

Герволент одержують із каучуку, термопластів, наповнювачів, добавок. Рулонний герволент має довжину до 18 м, ширину – 180 мм, товщину – 1,2 мм.

Ликален – двошаровий рулонний матеріал на основі каучукових смол, наповнювачів, пластифікаторів. Ним герметизують стики покрівельних панелей, ремонтують безрулонні покрівлі.

Герніт – еластична пориста прокладка завдовжки до 3 м, діаметром 40 і 60 мм. Виготовляють із гумової суміші, основним компонентом якої є каучук – найріт.

Пороізол – джугти різного поперечного перерізу діаметром від 30 до 60 мм. Виготовляють із старої гуми, нафтового дистилату, пороутворювача, антисептику.

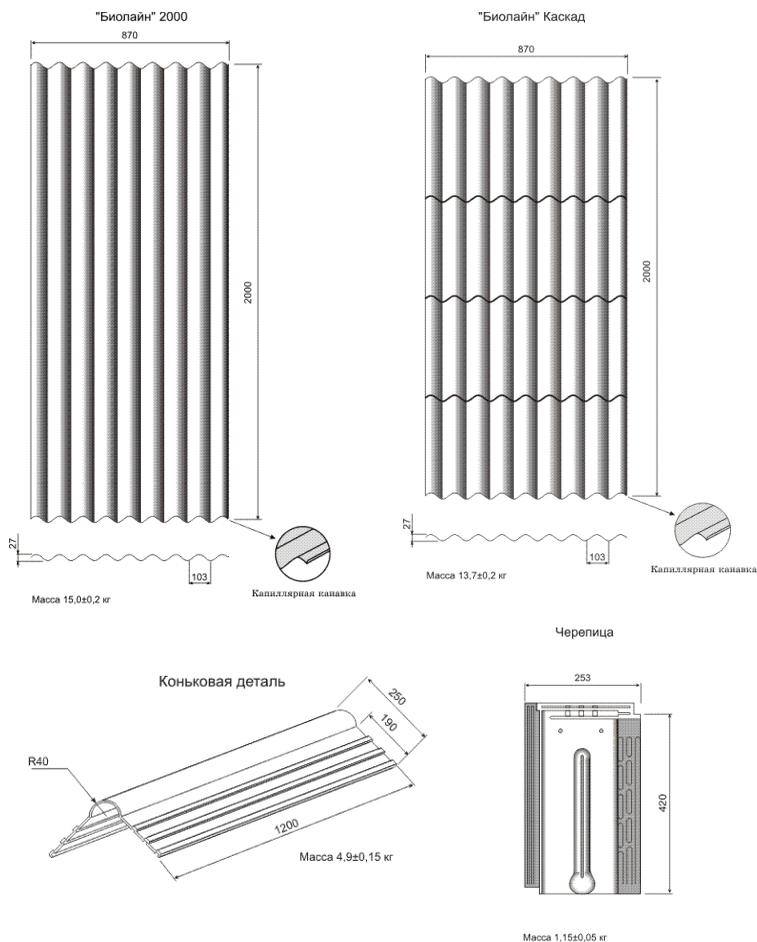
### 13.7. СУЧАСНІ МАТЕРІАЛИ НА ОСНОВІ ПЛАСТМАС

**Полімерні рулонні матеріали для покрівлі.** Новий етап у розвитку технологій рулонних матеріалів – це ПВХ-мембрани. Основними відмінностями ПВХ-мембран від полімерно-бітумних матеріалів є те, що вони укладаються в один шар без застосування відкритого полум'я (монтаж покрівлі з його застосуванням менш трудомісткий і витратний), легкі (1,6 кг/м<sup>2</sup>), еластичні (мають високу деформаційну здатність), міцні на прокол, всесезонні (укладання може здійснюватися при температурі до –20 °С), забезпечують ефект “дихаючої покрівлі”, що запобігає скупченню конденсату в підпокрівельному просторі, мають широку колірну гаму, термін служби не менше 20 років. Недоліком цих матеріалів є висока ціна. Ці матеріали нині є слабкорозповсюдженими. Мембрана EPDM – тонкий лист, виготовлений на основі термопластичного каучуку (полімер EPDM) з технологічними добавками, товщина 1,15; 1,5 мм, висока еластичність – 350 %, стійкий до великих перепадів температур –40 °С ...+100 °С.

**Покрівельний матеріал “Біолайн”** – це екологічно чистий, жорсткий покрівельний матеріал, який не вміщує азбест, бітум, феноли та інші канцерогенні речовини. “Біолайн” призначений для обладнання дахів у житловому, громадському і промисловому будівництві.



Випускається декілька видів виробів (рис. 13.7.1): хвилясті листи: 2000×870×5 мм, вага – 15,2 кг, 1200×680×5 мм, вага – 7,2 кг; листова черепиця: КАСКАД – 1880×870×5 мм, вага – 13,9 кг; ХВИЛІЯ – 2000×870×5 мм – 15,3 кг; черепиця МАРСЕЛЬ 420×253, вага – 1,2 кг (за основу дизайну взята марсельська черепиця початку XVIII століття (Франція)).



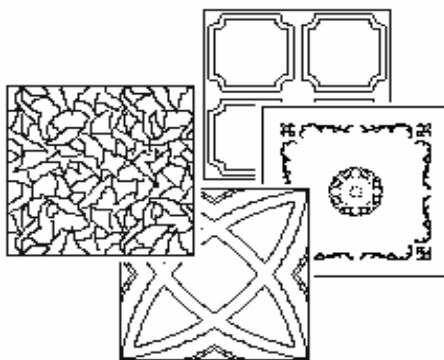
**Рис. 13.7.1. Види виробів "Биолайн"**

---

---

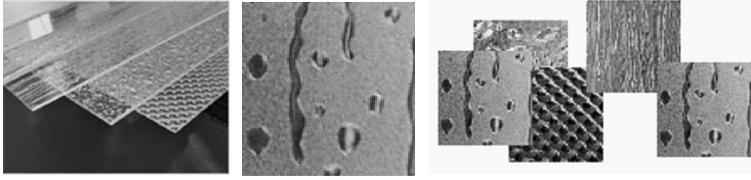
Властивості матеріалу: глянцева поверхня, насичений колір, широка кольорова гамма (вісім основних кольорів). “Біолайн” не боїться механічних пошкоджень, наділений звуко- і теплоізоляцією. Шар “Біолайну” товщиною 5 мм подібний за теплопровідністю до шару деревини товщиною 10 мм. Основні фізико-механічні характеристики хвилястих листів “Біолайн”: границя міцності під час згину не менше 18–20 МПа; ударна в’язкість не менше 8–13 КДж/м<sup>2</sup>; морозостійкість не менше 100 циклів, для порівняння: ударна в’язкість азбестоцементного листа – всього 1,5 КДж/м<sup>2</sup>, а його морозостійкість – до 25 циклів. Температурний діапазон експлуатації “Біолайну” від –40 °С до +80 °С. Унікальною особливістю “Біолайну” є його стійкість до різних кліматичних умов і агресивних середовищ.

Декоративні панелі з полістиролу (рис. 13.7.2) використовують для опоряджування стін, стель приміщень культурно-побутового й адміністративного призначення.



*Рис. 13.7.2. Декоративні панелі з полістиролу*

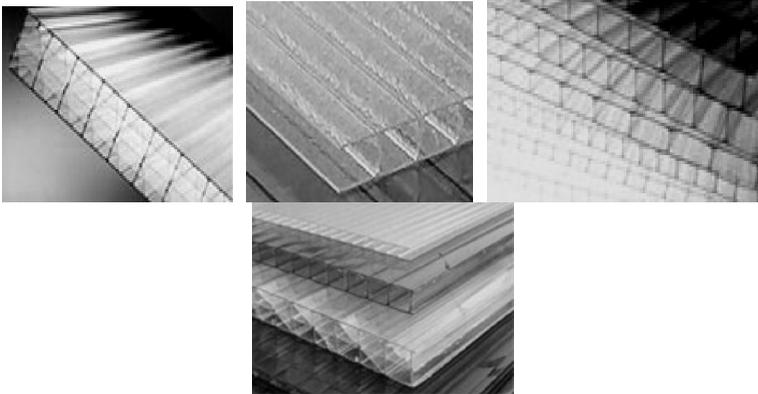
**Декоративний полістирол** ідеально підходить для виготовлення перегородок в середині приміщення, застелення. Екструдований полістирол виготовляється у вигляді прозорих, звичайних молочних, кольорових листів, а також декоративних листів з різноманітною фактурою (рис.13.7.3).



*Рис.13.7.3. Екструдований полістирол*

З нього виготовляють перила, козирки, фонарні частини куполів, а також плафони світильників громадського та індивідуального призначення, застосовують для заскління дверей. Можливості застосування практично необмежені дякуючи розмаїттю видів полістиролу: він може бути пожежо-, погодостійкий, антистатичний, теплостійкий, стійкий перед УФ-випромінюванням, оброблений коронним розрядом і т.п.

**Полікарбонатні стільникові панелі** (рис. 13.7.4) виготовляють із полікарбонатного стільникового пластику, який складається з чарунок різної форми. Прозорий і напівпрозорий матеріал, з теплоізоляційними, акустичними властивостями, прозорість становить 73–83 %, у 250 раз міцніший ніж скло, температура використання від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+120^{\circ}\text{C}$ . Товщина панелей – 4–10 мм (2-стінні); 16 мм (4-стінні); 16–40 мм (ХР-структурні); розміри – 2,1×6 м. Використовується для заскління дахів, стін і вітражів, теплиць, оранжерей, спортивних споруд, автовокзалів, внутрішніх перегородок.

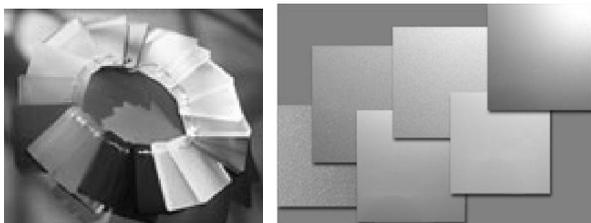


*Рис.13.7.4. Полікарбонатні стільникові панелі*

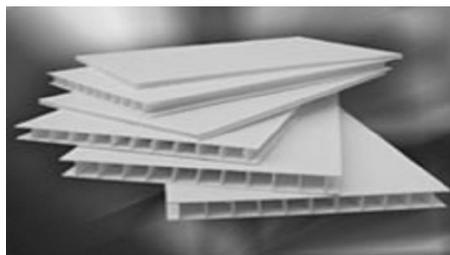
---

---

Ефектно виглядають листи, які мають різноманітні декоративні покриття: під дерево, мармур, металізовані, дзеркальні сребристі, золотисті або кольорові. **Листовий полістирол** (рис. 13.7.5) використовується також у будівництві, точній механіці, електротехніці, виробництві виробів побутового призначення, меблів і упаковки. Плівки з полістиролу успішно і широко використовуються в поліграфії, бо їх перевага навіть перед найкращими видами картону беззаперечна. Також, застосовують під час ведення будівельних робіт плити із поліпропілену (рис. 13.7.6).

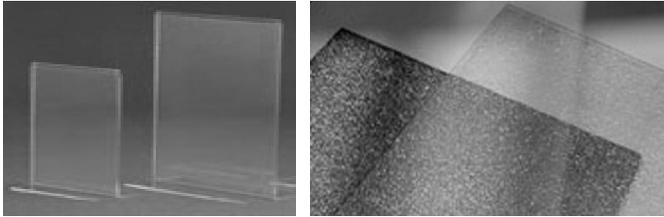


*Рис. 13.7.5. Листовий полістирол*



**Рис.13.7.6. Плити із поліпропілену**

**Димчасті акрилові листи** (рис. 13.7.7 а) використовуються для декоративного засклення і огороження. LEXAN 9030 – прозорі полікарбонатні листи без УФ-захисту, використовуються для захисного засклення. LEXAN Exell DST – полікарбонатні листи з фактурною поверхнею. Мають захист з двох боків листів від УФ-випромінювання. Пропускають світло, але не є прозорими (рис.13.7.7 б).

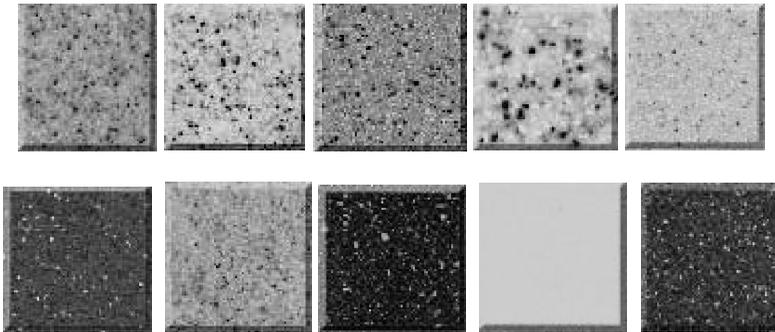


*a*

*б*

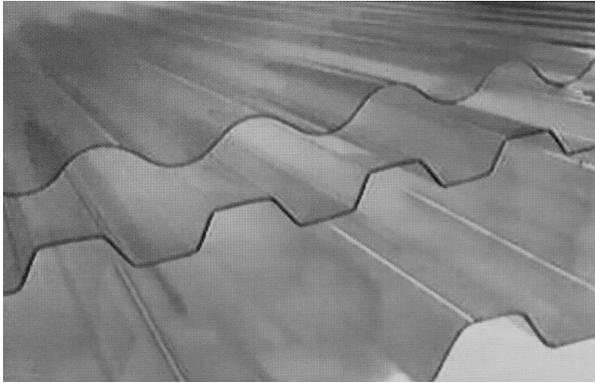
**Рис. 13.7.7. Листові матеріали для опорядження:**  
*a* – екструдовані акрилові листи; *б* – полікарбонатні листи

**Штучний мрамур** – сучасний матеріал для створення різноманітних поверхонь і облицьовування стін. Оформлені за допомогою штучного мрамору приміщення мають вишуканий вигляд. Функціональність поєднується з витонченою естетикою. Основні переваги цього матеріалу – його міцність, довговічність, проста обробка і догляд, універсальність. Зовні він схожий на мрамур або граніт, але він теплий і приємний на дотик. Крім цього, матеріал має надстійкість до плям і хімічних речовин, не всмоктує воду (рис. 13.7.8).



**Рис. 13.7.8. Штучний мрамур**

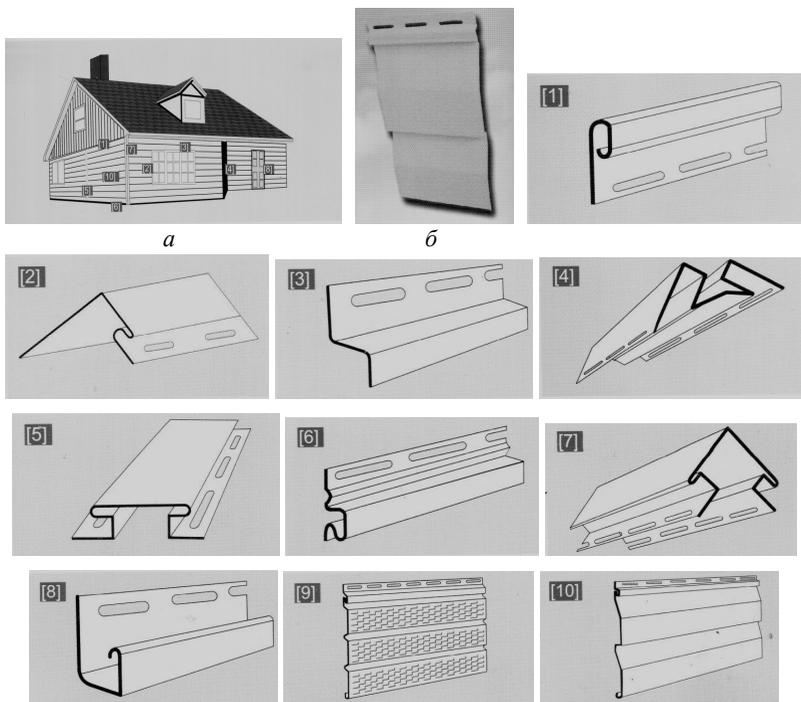
**Покрівельні матеріали Ondex** (рис. 13.7.9) – це прозорі і напівпрозорі хвилясті листи із ПВХ. Матеріал негорючий, має захист від ультрафіолету. Довговічний і хімічно стійкий. Гарантія – 5 років.



*Рис.13.7.9. Покрівельні матеріали Ondex*

**Сайдинг** за популярністю займає лідируючу позицію. На українському ринку пропонується сайдинг з алюмінію, сталі, відходів переробки деревини, фіброцементний, вініловий. Різноманітність кольорів, фактур, розмірів дають можливість архітекторам реалізувати найсмисливіші рішення. Найбільш використовується вініловий сайдинг (рис. 13.7.10), дякуючи своїй механічній і корозійній стійкості, а також технологічності. Вініловий сайдинг – це пофарбовані в масі і відформовані з полівінілхлориду методом екструзії панелі, які імітують дощату обшивку. Довжина панелей від 300–400 см, ширина від 20 до 25 см.

**Рейнобонд** – облицювальний матеріал, який виготовляють на основі алюмінієвого сплаву. Це композитна панель із двох алюмінієвих листів товщиною 0,5 мм і термопластичного поліетиленового прошарку. Розміри панелей: товщина – 3; 4; 5 і 6; ширина – 1000; 1250; 1500; довжина – від 300 до 4000 мм. Матеріал має високу жорсткість, стійкість до ударів, тиску, вигину. Матеріал термостійкий в діапазоні від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ , має високі акустичні властивості, властивості електромагнітного захисту. Використовують для влаштування вентиляованих навісних фасадів під час будівництва нових і реконструкції старих будівель і споруд, облицювання стін, балконів, перегородок, тунелів та інших підземних приміщень.



**Рис.13.7.10. Сайдинг вініловий:**

*a – застосування різних видів планок сайдингу для облицювання; б – планки сайдингу; 1 – фінішна; 2 – білявіконна; 3 – навісна; 4 – внутрішній куттик; 5 – з'єднувальна планка; 6 – початкова; 7 – зовнішній куттик; 8 – планка J-TRIM; 9 – софіт; 10 – сайдинг з подвійним переламом*

**Натяжні стелі** – система, яка складається з ексклюзивної вінілової плівки, яка натягується на спеціальний профільний каркас у високотемпературному режимі. Стеля антистатична, водонепроникна, вогнестійка. Фактура стелі різноманітна: лакова, бархатна, металік, напівпрозора. Розміри відповідають розмірам приміщення. Застосовують для влаштування оригінальних, неповторних поверхонь стель у різних приміщеннях.

**Плівка ПВХ самоклейна** – полівінілхлоридна плівка з силіконізованим з одного боку папером, клей – поліакрилова дисперсія довгострокової дії. Товщина плівки – 0,08 мм. Плівка має широкий діапазон кольорів з глянцевою або матовою поверхнею.

---

---

Температура використання від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ . Ширина рулону – 0,5; 1; 1,26 м. Використовують для облицювання поверхонь стін, меблів.

**Поліплан** – безшовне покриття підлог із поліуретану товщиною 0,5–2 мм. Випускають різних кольорів, хімічностійке, стійке до стирання, середня щільність –  $1160\text{ кг/м}^3$ . Застосовують у промислових, громадських, житлових будинках, торгових і складських приміщеннях, у харчовій промисловості, гаражах, автомайстернях, ангарах, підвалах, очисних спорудах.

**Сейнекс** – рельєфне вінілове покриття на нетканій поліефірній основі. Рулонний матеріал розмірами: ширина – 1000, 1060 мм, довжина – 25, 26 м. Матеріал гігієнічний, легко миється, можна фарбувати. Застосовується для оздоблення стін у житлових і громадських спорудах.

**Шовкова штукатурка** – порошок із шовкового кокону і обробленого шовку з синтетичним водорозчинним клеєм. Широка гама кольорів. Має тепло-, звукоізоляційні властивості, багаторазове використання для штукатурки внутрішніх стін.

**Коутекс** – безшовне покриття підлоги (ТУ У 229422530.001-96). Герметичний, хімічностійкий, пожежостійкий, радіаційностійкий, естетичний, екологічно чистий матеріал для влаштування підлоги в хімічній, електронній, електротехнічній, хімічній, харчовій, нафтопереробній, фармацевтичній промисловості.

### Це цікаво

...У США в 60 роках ХХ століття розроблені пластмаси, колір яких змінюється на світлі, а в темноті відновлюється.

...Перші покриття, схожі за властивостями на лінолеум, з'явилися ще в середині ХVІІІ століття – у патенті 1763 року пропонувалося покриття з низки компонентів (суміш смоли, живиці, барвника, бджолиного воску і лляної олії), що наносилося у гарячому вигляді на тканинну основу. Пізніше в таку суміш почали додавати, у якості наповнювача, здрібнену пробку. У середині ХІХ століття було популярне покриття “камштулікон”, схоже на лінолеум, що містив каучук. Згодом каучук, як зв'язуючий компонент, був замінений лляною олією і оліфою.

...Своєю назвою лінолеум “зобов'язаний” англійцеві Фредеріку Уолтону (вважається винахідником лінолеуму), що у 1860 році одержав патент 209/1860 на поліпшену технологію його виробництва.



---

---

Він назвав цей продукт “лінолеумом”, ґрунтуючись на тому, що основною сировиною була оксидована (окислене) лляна олія (полатинському “oleum lini”).

...Перша компанія з виробництва лінолеуму – “Уолтон, Тейлор і К<sup>ом</sup>”, була заснована в 1864 році в Стайнесі під Лондоном. У 1882 році виникли перші німецькі фабрики з виробництва лінолеуму. Спочатку лінолеум вироблявся маслиново-зеленого, темно-червоного і натурального коричневого кольору. Наприкінці ХІХ століття почалося виробництво лінолеуму з малюнком, на той момент він був досить дорогим і не занадто зносостійким.

...Піонером у галузі шаруватих пластиків був американський вчений Бакеланд, який отримав в 1912 році в США патент на процес просочення фенолоформальдегідною смолою шарів паперу, сушіння і наступного затвердіння під тиском і при високих температурах. Історія виробництва ДПШП в Європі починається з патенту № 615400, виданого в Німеччині 6 липня 1935 року. Предметом винаходу є спосіб отримання продуктів конденсації, які можуть бути використані в якості в'язучих для шаруватих матеріалів. У Радянському Союзі виробництво ДПШП вперше було освоєно в 1956 році на Ленінградському заводі шаруватих пластиків.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. Що таке пластмаса? Із яких компонентів вона складається?
2. Які полімерні рулонні матеріали застосовують для покриття підлоги?
3. Що є склопластиком? Які є склопластики?
4. Які ви знаєте види опоряджувальних полімерних матеріалів?
5. Які є погонажні полімерні матеріали?
6. Які основні властивості характерні для будівельних виробів із пластмас?
7. Які існують методи переробки пластмас у вироби?
8. Наведіть приклади будівельних матеріалів, які одержують на основі полімерів: для підлог; опоряджування стін; виробництва санітарно-технічного обладнання і труб.

---

---

## ✍ ТЕСТИ

### 13.1. Сировина

#### *I. До полімеризаційних полімерів відносяться:*

1. Поліамід;
2. Поліетилен;
3. Епоксидний полімер;
4. Поліефір.

#### *II. До поліконденсаційних полімерів відносяться:*

1. Поліметилфенол;
2. Поліетилен;
3. Полівінілхлорид;
4. Поліпропілен.

#### *III. До термопластичних пластмас відносяться:*

1. Полівінілхлоридний лінолеум;
2. Склотекстоліт;
3. Міпора;
4. Деревношаруваті пластики.

#### *IV. До терморезистивних пластмас відносяться:*

1. Ворсолін;
2. Полівінілхлоридний лінолеум;
3. Склопластики;
4. “Павінол”.

#### *V. Мاستика “Ізол” виготовляється на основі:*

1. Бітумно-в’язучої речовини;
2. Каучуку;
3. Полівінілхлориду;
4. Епоксидної смоли.

#### *VI. Для поліпшення міцності у пластмасу вводять:*

1. Камфору;
2. Крейду;
3. Стеарат кальцію;
4. Рідке скло.

---

---

***VII. В якості наповнювача в пластмасу вводять:***

1. Тальк;
2. Дибутилфталат;
3. Стеарат барію;
4. Борну кислоту.

***VIII. Основним полімером у склопластиках є:***

1. Полівінілхлорид;
2. Полівінілацетат;
3. Епоксидно-фенольна смола;
4. Полістирол.

***IX. Панелі „Поліформ” виготовляють із:***

1. Полістиролу;
2. Полівінілхлориду;
3. Епоксидної смоли;
4. Каучуку.

***X. Для виготовлення лінкрусту використовують:***

1. Полістирол;
2. Полівінілхлорид;
3. Епоксидну смолу;
4. Каучук.

## **13.2. Виробництво**

***I. Рулонні матеріали виготовляють:***

1. Литтям під тиском;
2. Термоформуванням;
3. Вальцюванням;
4. Пресуванням.

***II. Пластмасові труби виготовляють:***

1. Способом екструзії;
2. Каландруванням;
3. Пресуванням;
4. Вальцюванням.

***III. Полівінілхлоридний лінолеум виготовляють:***

1. Каландруванням;
2. Пресуванням;

- 
- 
3. Литтям;
  4. Термоформуванням.

***IV. Виготовляють текстоліт:***

1. Пресуванням;
2. Каландруванням;
3. Екструзією;
4. Литтям.

***V. Профільні будівельні витрати виготовляють:***

1. Литтям;
2. Методом екструзії;
3. Пресуванням;
4. Вальцюванням.

***VI. Методом лиття під тиском виготовляють:***

1. Лінолеум;
2. Ізоплен;
3. Плитки для підлоги;
4. Полістирольні облицювальні плитки.

***VII. Вакуум-формуванням можна виготовити:***

1. Деталі санітарно-технічного обладнання;
2. Полістирольні облицювальні плитки;
3. Кумаринові плитки для підлоги;
4. Пороізол.

***VIII. Для виготовлення деревостружкових плит використовують спосіб:***

1. Лиття;
2. Пресування;
3. Вальцювання;
4. Екструзія.

***IX. Способом гарячого пресування листів склошпону з епоксидно-фенольними смолами виготовляють:***

1. СВАМ;
2. Склотекстоліт;
3. Ворсолін;
4. Склопластики з рубленого волокна.

---

---

*Х. В екструдер масу для виготовлення пластмас подають у вигляді...*

1. Гранул;
2. Порошку;
3. Рідини;
4. Волокон.

### **13.3. Властивості**

*I. Границя міцності полімербетонів при стиску становить:*

1. 60–120 МПа;
2. 6–40 МПа;
3. 120–180 МПа;
4. 6–10 МПа.

*II. Під час виготовлення полівінілхлоридного лінолеуму витрата полівінілхлориду становить:*

1. 40–45 %;
2. 17–23 %;
3. 19–35 %;
4. 45–60 %.

*III. СВМ повинен мати границю міцності на стиск:*

1. 200 МПа;
2. 400 МПа;
3. 40 МПа;
4. 1000 МПа.

*IV. Конструкційні пластмаси мають середню густину:*

1. 1800–2600 кг/м<sup>3</sup>;
2. 1400–2000 кг/м<sup>3</sup>;
3. 900–1500 кг/м<sup>3</sup>.

*V. Піноплекс має середню густину:*

1. 30–50 кг/м<sup>3</sup>;
2. 300–500 кг/м<sup>3</sup>;
3. 1400–2000 кг/м<sup>3</sup>.

*VI. Границю міцності на згин до 700 МПа має:*

1. Склотекстоліт;
2. Лінолеум;
3. СВМ;
4. Полімербетон.

---

---

***VII. Суміш для епоксидної підлоги складу 1:2:3,7 має епоксидної смоли:***

1. 2 частини;
2. 1 частину;
3. 3,7 частин.

***VIII. Полівінілхлоридний лінолеум зберігають при температурі:***

1. Не нижчий ніж 10 °С;
2. Не вищий ніж 10 °С;
3. Не має значення;
4. 5° С.

***IX. Склопластики пропускають світло:***

1. Не пропускають;
2. До 90 %;
3. До 30 %.

***X. Коефіцієнт конструктивної якості пластмас:***

1. 1,2;
2. 0,02;
3. 0,6;
4. 5,0.

### **13.4. Розміри**

***I. Ширина полівінілхлоридного лінолеуму може бути:***

1. 2000 мм;
2. 200 мм;
3. 3500 мм;
4. 800 мм.

***II. Кумаринові плитки для підлоги мають розміри:***

1. 30 × 30 мм;
2. 300 × 300 мм;
3. 600 × 600 мм;
4. 60 × 60 мм.

***III. Деревношаруваті пластмаси мають довжину:***

1. До 6000 мм;
2. До 600 мм;

- 
- 
3. До 1200 мм;
  4. До 7000 мм.

***IV. Склотекстоліт має ширину:***

1. Не більше 600 мм;
2. Не менше 600 мм;
3. Не менше 1200 мм;
4. 2000 мм.

***V. Паперовошаруватий пластик виготовляють товщиною:***

1. 1–3 мм;
2. 10–30 мм;
3. 1–6 мм;
4. 4–8 мм.

***VI. Деревостружкові плити виготовляють товщиною:***

1. 100–250 мм;
2. 10–25 мм;
3. 1–2,5 мм.

***VII. Полістирольні облицювальні плитки виготовляють розмірами:***

1. 150×150 мм;
2. 15 ×15 мм;
3. 400 ×400 мм.

***VIII. Герніт випускають діаметром:***

1. 30 мм;
2. 40 мм;
3. 80 мм;
4. 100 мм.

***IX. Поліетиленові труби виготовляють діаметром:***

1. 60–300 мм;
2. 6–15 мм;
3. 6–150 мм.

***X. Лінкруст виготовляють довжиною:***

1. 12 м;
2. 5 м;
3. 50 м;
4. 40 м.

---

---

### 13.5. Застосування

***I. Для облицювання стін у лабораторії з високою температурою процесів і агресивним впливом необхідно застосувати:***

1. Фенолітові плитки;
2. Полістирольні плитки;
3. Лінкруст.

***II. Якщо в цеху вологий режим і підвищені навантаження, для влаштування підлоги необхідно застосувати покриття з:***

1. Полівінілацетату;
2. Полімерцементу;
3. Полівінілхлоридного лінолеуму.

***III. Виберіть матеріал для влаштування підлоги у житловому будинку:***

1. Полівінілхлоридний лінолеум;
2. Кумаринові плитки;
3. Полімербетон;
4. Полістирольні плитки.

***IV. Для облицювання стін на кухні застосовуються:***

1. Кумаринові плитки;
2. Полістирольні плитки;
3. Лінолеум;
4. Поліетиленові плівки.

***V. Для опорядження стелі в будинку культури можна застосувати:***

1. Панелі „Поліформ”;
2. Лінкруст;
3. Лінолеум;
4. Фенолітові плитки.

***VI. Для герметизації стиків зовнішніх стінових панелей застосовують:***

1. Лінолеум;
2. “Ізопрен”;
3. Пороізол;
4. Павінол.



---

---

***VII. Герволент можна застосовувати для:***

1. Герметизації;
2. Теплоізоляції;
3. Облицювання стін.

***VIII. Для опоряджувальних конструкцій можна застосовувати:***

1. Гервалент;
2. Лінкруст;
3. СВАМ;
4. “Поліформ”.

***IX. Для виготовлення стінової панелі використовують:***

1. Склотекстоліт;
2. Ворсолін;
3. Ликален;
4. Лінолеум.

***X. Деревостружкові плити застосовують для:***

1. Облицювання дверей;
2. Улаштування покрівлі;
3. Гідроізоляції.

## **14. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ ТА АКУСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ**

### **14.1. ВИДИ І ВЛАСТИВОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ**

Теплоізоляційними називаються будівельні матеріали для теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівель, промислового та енергетичного обладнання й трубопроводів. Ці матеріали повинні мати теплопровідність не вищу ніж  $0,18 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  та середню щільність не більш як  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Ефективне використання теплоізоляційних матеріалів у будівництві – один з найважливіших напрямів технічного прогресу. Для виготовлення теплоізоляційних матеріалів витрата палива в 10–11, а трудомісткість у 20–25 разів нижчі порівняно із взаємозамінюваною

---

---

за тепловим опором кількістю глиняної цегли, а маса готової продукції майже в 20 разів менша. У той же час за тепловим опором, наприклад, мінераловатний утеплювач завтовшки 1 см замінює цегляну кладку завтовшки 10–12 см, а керамзитобетон – завтовшки 5–7 см. Використання теплоізоляційних матеріалів дає змогу виготовляти стінові панелі і конструкції покриттів, які знижують матеріаломісткість та масу будівель.

Ще ефективніше застосовують їх у холодильній техніці, оскільки вартість одиниці холоду приблизно в 20 разів вища, ніж вартість відповідної одиниці теплоти.

Головним показником теплоізоляційних матеріалів є теплопровідність  $\lambda$ , за значенням якої їх поділяють на три класи:

клас А – малотеплопровідні [ $\lambda < 0,058$  Вт/(м·К)];

клас Б – середньотеплопровідні [ $\lambda = 0,058 \dots 0,116$  Вт/(м·К)];

клас В – підвищеної теплопровідності [ $\lambda \leq 0,18$ -Вт/(м·К)].

Захисна конструкція, коли кризь неї проходить тепловий потік, чинить останньому опір. Цей опір характеризується величиною, яка називається опором теплопередаванню:  $R_0 = 1/\lambda$ .

Визначити теплопровідність можна на спеціальних стендах, але це не завжди вдається зробити. Тому теплоізоляційні матеріали класифікують за середньою щільністю, яка дає додатне наближене уявлення про теплопровідність. За цим показником матеріали поділяють на марки, кг/м<sup>3</sup>: ОЛ (особливо легкі) – 15, 25, 35, 50, 75, 100; Л (легкі) – 125, 150, 175, 200, 250, 300; Т (важкі) – 400, 450, 500, 600.

Наближеність теплопровідності матеріалу, оцінюваної середньою щільністю, до дійсної пояснюється впливом хімічного складу, молекулярної будови та характеру пористості. За решти незмінних умов теплопровідність матеріалів кристалічної будови вища, ніж аморфної чи мішаної. Так, теплопровідність окремого кристала кварцу становить 7–8 Вт/(м·К), будівельного скла з аморфною структурою – у середньому 0,76 Вт/(м·К).

Із матеріалів, які мають однакову загальну пористість, вищий опір теплопередаванню чинять ті, в яких пори закриті, сферичні діаметром 0,1–2,0 мм. Повітря, що міститься у таких порах, практично нерухоме й показує найменшу з усіх матеріалів теплопровідність 0,023 Вт/(м·К). Якби не створювалися теплоізоляційні матеріали, основне завдання при цьому – наблизитися до наведеного значення.

Великі, особливо сполучені між собою пори, зумовлюють переміщення повітря, наслідком чого є конвекційне передавання

---

---

теплоти, тобто повітря перетворюється з теплоізолятора на теплоносії. Звідси мета створення матеріалу – одержати високо- й дрібнопористий легкий матеріал. При цьому міжпоровий простір – “каркас” – має утворюватися речовиною аморфною, а не кристалічною.

Пористість теплоізоляційних матеріалів, як правило, вища ніж 50 %, а деякі матеріали, наприклад, ніздрюваті пластмаси, мають пористість 90–98 %.

Водонасичення і особливо замерзання води в порах матеріалу призводить до різкого збільшення теплопровідності, оскільки теплопровідність води приблизно в 25, а льоду в 100 разів вищі, ніж повітря. З цієї причини теплоізоляційний шар потрібно обов’язково захищати від зволоження.

## 14.2. ОРГАНІЧНІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ ПЛАСТМАСИ

Органічні теплоізоляційні матеріали поділяють на два види: на основі органічної рослинної та тваринної сировини і синтетичних речовин.

Теплоізоляційні матеріали на основі органічної сировини виготовляють із деревини, торфу, різних рослин, шерсті тварин.

*Деревоволокнисті плити* виготовляють із відходів деревини і сільськогосподарських відходів (стебел соломи, кукурудзи, соняшнику, рисової соломи, очерету тощо). Їх подрібнюють, мелють, просочують зв’язуючим, формують, сушать. Деревоволокнисті плити (оргаліт) мають довжину 1200–2700 мм, ширину 1200–1700 і товщину 8–25 мм. Основні характеристики:  $\rho_m = 150\text{--}350 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,047\text{--}0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Застосовують у будівництві для тепло- і звукоізоляції будівель.

Фібролітові плити виготовляють пресуванням суміші деревної шерсті і цементного тіста. Довжина плит – 2400 і 3000 мм, ширина – 600–1200, товщина – 30–150 мм;  $\rho_m = 250\text{--}500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,08\text{--}0,1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Застосовуючи фіброліт, треба враховувати, що при  $W > 35\%$  в умовах експлуатації він може пошкоджуватися будинковим грибом, тому його потрібно захищати від зволоження.

*Арболіт* виготовляють із суміші рослинної сировини (щепи, тирси, солом’яної і очеретяної січки, костриці, соняшникового лушпиння), води та портландцементу;  $\rho_m = 500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,1\text{--}0,16 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

---

---

Арболіт і фіброліт використовують для стін, перегородок, покриттів і перекриттів.

Комишитові плити виготовляють з очерету, пресуючи й прошиваючи дротом очеретяні стеблини;  $\rho_m = 150\text{--}250 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,046\text{--}0,090 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Під час застосування слід оберігати від зволоження, оштукатурювати.

*Торф'яні плити* виготовляють пресуванням маси молодого торфу у металевих формах;  $\rho_m = 170\text{--}220 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,058\text{--}0,064 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

*Будівельну повсть* виробляють із низьких сортів шерсті тварин з добавкою рослинних волокон, крохмального клейстеру. Щоб уникнути появи молі, повсть просочують 3 % розчином фториду натрію. Основні характеристики:  $\rho_m = 150 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,006 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Довжина полотнищ – 1000–2000, ширина – 500–2000 мм. Застосовують для тепло- і звукоізоляції стін, стель, віконних і дверних коробок.

Теплоізоляційні пластмаси характеризуються дуже низькою щільністю і малою теплопровідністю, їх поділяють на піно- і поропласти. Пінопласти мають пори, які не з'єднуються між собою, а поропласти – пори, які з'єднуються між собою.

*Пінополістирол* – біла тверда піна, виготовлена з полістиролу і пороутворювача;  $\rho_m = 25\text{--}40 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,05 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Під час використання потрібно враховувати підвищену займистість.

*Пінополівінілхлорид* – жовта тверда піна, яку виготовляють на основі полівінілхлориду;  $\rho_m = 95\text{--}195 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

*Пінополіуретан* – спучена пластмаса на основі складної полімерної композиції;  $\rho_m = 50\text{--}60 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,04 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

*Мінора* – біла тверда піна на основі сечовинно-формальдегідної смоли;  $\rho_m = 40\text{--}60 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

*Стільникові пласти* виготовляють з різних листових матеріалів (папір, тканина, склотканина та ін.), які просочують синтетичними полімерами і склеюють у вигляді бджолиних стільників;  $\rho_m = 30\text{--}100 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,046\text{--}0,058 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

### 14.3. НЕОРГАНІЧНІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Неорганічні, теплоізоляційні матеріали виготовляють найчастіше на основі гірських порід.

*Мінеральну вату* виробляють із вапняку, доломіту, мергелю, базальту і шлаку. Технологія виробництва вати складається з таких

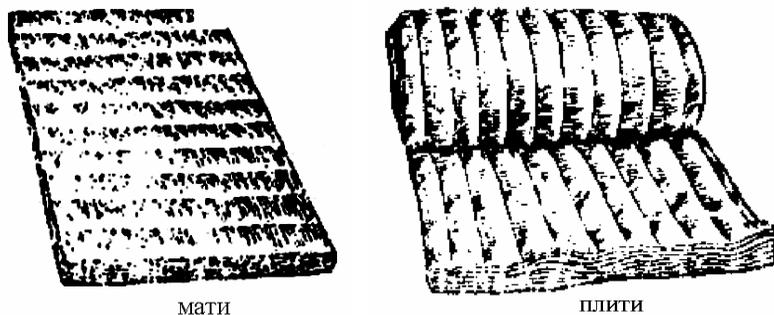
операцій: видобування і подрібнення сировини, одержання силікатного розплаву в печах при температурі 1300–1400 °С і тонких волокон дуттьовим або відцентровим способом; формування виробів.

Марки мінеральної вати за середньою щільністю – 75, 100, 125, 150,  $\lambda = 0,04\text{--}0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .

З мінеральної вати виготовляють мати – рулонний матеріал із шару вати, розміщеного між двома шарами бітумізованого паперу, склотканини (рис. 14.3.1). Мати прошивають тонким дротом або сурою ниткою. Довжина матів до 5000, ширина – 1000, товщина – 40–100 мм.

Просоченням, пресуванням та тепловою обробкою мінеральної вати з синтетичними або бітумними зв'язуючими виготовляють мінераловатні плити. Основні характеристики:  $\rho_m = 100\text{--}140 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\lambda = 0,05\text{--}0,135 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .

Для ізоляції трубопроводів виготовляють мінераловатні сегменти.



*Рис. 14.3.1. Вироби з мінеральної вати*

*Скловата* – матеріал із скляних волокон. Сировина – скляний бій або пісок, кальцинована сода і сульфат натрію. Скловолокно одержують дуттьовим способом, відцентруванням або витягуванням волокон на барабанах через фільтри. Основні характеристики:  $\rho_m = 75\text{--}125 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,  $\lambda = 0,04\text{--}0,05 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .

*Піноскло* (ніздрювате скло) (рис. 14.3.2) виробляють із склобою або сировинних матеріалів, що використовують для виготовлення віконного скла. Газоутворювач – помелений вапняк, кокс, антрацит – спучує масу під час нагрівання у печах при температурі 900 °С, яка при охолодженні твердне. Основні характеристики:  $\Pi = 80\text{--}95 \%$ ,

---

---

$\rho_m = 200\text{--}600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,06\text{--}0,14 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Піноскло добре обробляється, не горить, не гниє, водо- і морозостійке. Недолік – крихкість. Застосовують для утеплення стін, перекриттів, покрівель громадських і промислових будівель, ізоляції теплових установок і мереж.



**Рис. 14.3.2. Вироби з піноскла: плити, шкаралупи**

*Спучений перліт* одержують з природного перліту, що випалюють у печах при температурі  $900\text{--}1200 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\rho_m = 100\text{--}500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,07\text{--}0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Використовують як заповнювач для бітумоперліту, склоперліту, гіпсоперліту, керамоперліту, перлітобетону.

*Спучений вермикуліт* виробляють нагріванням природного вермикуліту до температури  $1000\text{--}1100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Середня щільність вермикуліту  $100\text{--}200 \text{ кг/м}^3$ , а виробів з нього –  $250\text{--}500 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,05\text{--}0,11 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

*Азбестомісткі матеріали* – азбестові волокна, азбестовий папір, картон, азбестова тканина, до складу яких вводять крохмаль, казеїн, каолін. Виготовляють азбестомісткі матеріали з суміші волокон азбесту з діатомітом, трепелом, вапном і магнезійними в'язучими.

*Азбестозурит* виготовляють з азбесту (15 %) та меленого діатоміту чи трепелу (85 %). Порошок азбестозуриту має  $\rho_m = 500\text{--}800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda = 0,09\text{--}0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

*Ньювель* – азбестомагнезійний матеріал, який виготовляють у вигляді плит, шкаралуп і сегментів, призначених для тепломонтажної ізоляції;  $\rho_m < 350 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda < 0,07 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ .

---

---

*Совеліт* виготовляють із азбесту (15–20 %) і каустичного доломіту (85–80 %) у вигляді плит, шкаралуп і сегментів пресуванням гідромаси і наступним сушінням у тунельних сушарнях;  $\rho_m = 400 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda < 0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Застосовують для теплоізоляції енергетичного і теплового обладнання, трубопроводів.

*Вулканіт* одержують із меленого доломіту або трепелу (65 %), гашеного вапна (20–25 %) і розпушеного азбесту (10–15 %). Відформовані вироби запарюють в автоклавах, після чого висушують у сушарнях. Застосовують вулканітові вироби для теплоізоляції поверхонь трубопроводів і обладнання різного призначення, температура яких не більша ніж 600 °С.

#### 14.4. АКУСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Для поглинання і зниження рівня звуку використовують акустичні матеріали, які поділяють на звукоізоляційні і звукопоглинальні.

**Звукоізоляційні** матеріали використовують для міжповерхових прошарків, у стінових конструкціях. Виготовляють їх із скловолонистих, мінераловатних, деревоволокнистих і синтетичних плит.

**Звукопоглинальні** матеріали – це перфоровані плити з азбестоцементу, гіпсу. Найефективніші плити акмігран і акмініт.

*Акмігран* виготовляють із мінеральної чи скляної гранульованої вати і крохмалю та бентоніту у вигляді плити розмірами 300×300×20 мм. Лицьова поверхня має фактуру тріщин, які імітують поверхню вапняку.

*Акмініт* виготовляють так само, як і акмігран, тільки з добавкою каоліну.

Плити акмігран і акмініт застосовують для декоративно-акустичного опорядження стель і стін громадських та адміністративних будівель з відносною вологістю до 75 %.

---

---

## 14.5. СУЧАСНІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ ТА АКУСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Нині одними з найпоширеніших теплоізоляційних матеріалів є плити з базальтового або діабазового волокна (рис. 14.5.1) різних виробників. Щільність – 130–180 кг/м<sup>3</sup> Водопоглинання за об'ємом не більше 1 %. Міцність на розрив не менше 15 КПа



*Рис. 14.5.1. Плити з мінеральних волокон*

*Плити зі скловолокна (URSA).* Розміри плит: довжина – 1250, ширина – 600, товщина – 50–120 мм. Середня щільність – 13–16 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,044–0,046 Вт/(мК). Застосовують для тепло- і звукоізоляції дахів, перекриттів, перегородок, стель.

*Плити зі скловолокна ISOVER.* Розміри плит: довжина – 1220, ширина – 560, товщина – 50, 100 мм. Середня щільність – 14 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,036 Вт/(мК). Застосовують для теплоізоляції дахів, перекриттів, перегородок, стель.

*Плити “Силакпор”* – звукоізоляційні плити виготовляють із суміші цементу, вапна, піску, алюмінієвої пудри, барвників, води, рідкого скла і добавок. Розміри плит – 450×450×45(40); 400×400×40(45); 300×300×40(45). Середня щільність – 350 кг/м<sup>3</sup>, R<sub>ст</sub> = 11 МПа. Застосовують для звукоізоляції стін і стелі в сухих приміщеннях.

*Плити PANLLROCK* – напівтверді, виготовлені на основі мінеральних розплавів. Середня щільність – 70 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт



---

---

теплопровідності – 0,035–0,04 Вт/(м·К). Розміри плит: 1000×500×50–150 мм.

Застосовують для теплоізоляції зовнішніх і внутрішніх стін. Транспортують закритим способом, захищаючи від зволоження, пошкодження в лежачій позиції. Зберігають у закритих, захищених від зволоження приміщеннях на рівній основі, висотою до 2 м.

*Плити POLMIN* – м'які плити, виготовлені на основі мінеральних розплавів. Середня щільність – 45 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,036–0,04 Вт/(м·К). Розміри плит: 1000×500×50–150 мм. Застосовують для акустики стін. Транспортують закритим способом, захищаючи від зволоження, пошкодження в лежачій позиції. Зберігають у закритих, захищених від зволоження приміщеннях на рівній основі, висотою до 2 м.

*Плити ROCKMUR* – це плити, виготовлені на основі мінеральних розплавів. Середня щільність – 50 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,036–0,04 Вт/(м·К). Розміри плит: 1000×500×40–120 мм. Застосовують для теплоізоляції стін.

*Плити SPODROCK* – це плити, виготовлені на основі мінеральних розплавів. Середня щільність більше 110 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,042 Вт/(м·К). Розміри плит: 1000×500×50–120 мм. Застосовують для теплоізоляції суміщених дахів.

У вітчизняній практиці будівництва для утеплення фасадів в основному використовують пінополістирольні та пінополіуретанові утеплювачі. В останній час почали використовувати також утеплювачі зі спіненої карбомідної смоли і спіненого поліетилену.

*Пінополістировані плити* (рис. 14.5.2) використовують в основному для зовнішнього утеплення будинків, які мають висоту не більше двох поверхів, для вищих будинків в Україні дозволено використання пінополістированого утеплення тільки в сертифікованих системах, наприклад “Драйви”, “Церезит”, “Артисан” та ін. Пінополістирол (ППС) використовують також в якості середнього шару в будівельних огорожувальних конструкціях. Плити з ППС (ДСТУ Б В.2.7-8-94) відносяться до групи горючих матеріалів. За найбільшим значенням щільності їх випускають чотирьох марок – 15, 25, 35 і 50. Теплопровідність матеріалу коливається від 0,037 Вт/м·К до 0,044 Вт/м·К, міцність на стиск (при 10 % деформації) від 0,05 МПа до 0,2 МПа залежно від марки, водопоглинання становить до 4 % за об'ємом (24 години), паропроникність – 0,05 мг/мчПа.



*Рис. 14.5.2. Плити з пінополістиролу*

Однією з найкращих модифікацій пінополістирольного утеплювача є *екструзійний пінополістирол (ЕППС)*, який виготовляють методом екструзії з полістиролу. Процес екструзії полістиролу забезпечує отримання матеріалу з гомогенною структурою, яка характеризується відсутністю гранул і міжзернових пустот. Ніздрювата структура матеріалу забезпечує низькі показники водопоглинання 0,012–0,014 % за об'ємом, теплопровідність – 0,037–0,05 Вт/м·К (при +25 °С), паропроникність і високі показники міцності на стиск до 0,85 МПа. Довговічність матеріалу за даними наукових випробовувань становить не менше 50 років. Щільність плит ЕППС залежно від марки становить 50–150 кг/м<sup>3</sup>, діапазон робочої температури – від 50 °С до +80 °С. Сорбційне водопоглинання матеріалу не повинно перевищувати 2% за об'ємом.

Утеплювачі на основі спінених карбомідних смол рекомендують використовувати в тришарових огорожувальних конструкціях. Матеріал характеризується низькою теплопровідністю – 0,037–0,039 Вт/м·К, невеликою щільністю – до 25 кг/м<sup>3</sup>, екологічністю, технологічністю. Утеплювачі на основі спінених карбомідних смол можуть мати вигляд засипки, заливної маси або ж плит.

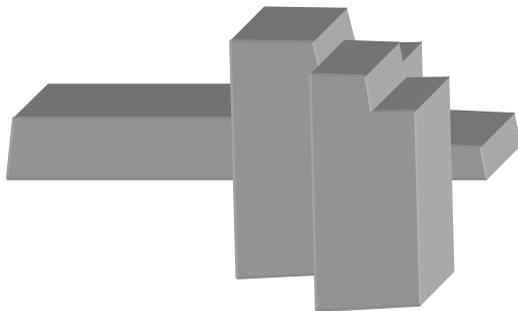
Виробників утеплювачів на основі спінених карбомідних смол на українському ринку багато, але, на думку спеціалістів, найякісніша карбомідна теплоізоляція представлена виробами торговельної марки “Карбаізол”.

*Стіродур* – плити, виготовлені з пінопласту, полістиролу (рис. 14.5.3). Плити мають зелений колір. Розміри плит: довжина – 1250,

---

---

2500, ширина – 600, товщина – 20–200 мм. Середня щільність – 25–45 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,025–0,033 Вт/(м·К).  $R_{ст} = 0,15–0,7$  МПа. Використовують для теплоізоляції стін, підлог, стель, дахів, доріг, вікон, дверей. Можна зберігати під накриттям, захищаючи від сонця, вогню. За довготривалого зберігання потрібно складувати в закритих приміщеннях.



*Рис.14.5.3. Стіродур*

*Плити з штапельного волокна* – це плити виготовлені зі штапельного волокна, просоченого фенолоформальдегідною смолою. Розміри плит: довжина – 1000–1500, ширина – 500–1500, товщина – 30–80 мм. Середня щільність – 35–200 кг/м<sup>3</sup>. Застосовують для влаштування теплоізоляції стін.

*Рунліт* – матеріал, який складається з рисової соломи з полімерним зв'язуючим. Середня щільність – 75–200 кг/м<sup>3</sup>, коефіцієнт теплопровідності – 0,14–0,39 Вт/(м·К).  $R_{ст} = 0,05–0,18$  МПа. Використовують для влаштування теплоізоляції стін, покрівлі в малоповерховому будівництві.

*МДМ-панель* (рис. 14.5.4), що українською мовою звучить, як “Монолітний Дім Майбутнього” – це тришарова конструкція, що складається з шару утеплювача, двох зварних металевих сіток, внутрішніх розпірок, шару цементної штукатурки. Випускаються панелі розміром 1200×3000 мм.

Така конструкція має низку переваг: унікальна міцність і сейсмостійкість завдяки своїй легкості, будинок з МДМ-панелей можна будувати на сипких ґрунтах, у болотистій місцевості, теплоізоляція (за теплоізоляційними властивостями МДМ-панель рівна 2,5-метровій бетонній або 1,5-метровій стандартній цегляній

---

---

стіні), добра шумо- і звукоізоляція, пожежна стійкість (МДМ-панель протистоїть інтенсивному джерелу полум'я: за товщини штукатурки 50 мм з кожного боку – 2 години; 80 мм – 4 години.



*Рис. 14.5.4. МДМ-панелі*

МДМ-ПАНЕЛІ – це універсальні несучі елементи, які застосовуються для спорудження несучих стін, перекриттів, сходів, скатних покрівель. З них будують малоповерхові й багатоповерхові цивільні та промислові будівлі різних конструкцій. За багатоповерхового будівництва необхідне додаткове армування для посилення конструкції. За традиційного монолітно-каркасного будівництва МДМ-панелі використовуються для заповнення зовнішніх стін і перегородок. Будівництво здійснюється згідно з діючими правилами і нормами ДСТУ і ДБН.

*Пінополіуретан* на сьогоднішній день вважають одним з найефективніших утеплювачів у вітчизняній і закордонній практиці будівництва дякуючи технологічності. Вогнезахисні властивості виробів із пінополіуретану забезпечуються алюмосилікатною вогнезахисною штукатуркою з додаванням антипіренів. Тепло провідність виробів із пінополіуретану складає близько  $0,035 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  із щільністю від 35 до  $200 \text{ кг/м}^3$ .

---

---

## Фасадні системи

Подорожчання енергоносіїв стимулює швидке зростання потреби в утепленні будинків. Зараз будинки потрібно не просто утеплювати, а робити це так, щоб теплоізоляція була ефективною і зберігала свою ефективність якомога довше. Метод утеплення будівель із зовнішнього боку стіни є найоптимальнішим щодо забезпечення нормального температурно-вологісного режиму як в самій конструкції, так і в приміщенні. Цей метод є найефективнішим з точки зору енергозбереження, і конструктивні рішення фасадних систем засновані саме на ньому.

Основні типи фасадних систем можна умовно класифікувати як:

- штукатурні системи утеплення;
- вентильовані фасади;
- світлопрозорі фасадні системи;
- інші системи ( тришарові системи, сандвіч-панелі і т.д.).

*Вентильовані фасадні системи* є найефективнішими з точки зору теплофізики. Переваги вентильованих фасадів дозволяють використовувати їх у регіонах з найбільшими перепадами температури, високою вологістю, в таких умовах, де традиційні фасадні матеріали мають зовсім короткий строк служби.

Конструкція системи виконана таким чином: на стіну будинку кріпиться каркасна система і теплоізоляційний шар, котрий залишає повітряний зазор завширшки 2–2,5 см, його закривають декоративно-захисним покриттям. Повітря, яке потрапило у вентиляційний прошарок за рахунок повітряного напору і різниці висот, через відкритий простір внизу системи виносить дифузний пар і дозволяє зберегти утеплювач сухим. При цьому у внутрішніх приміщеннях будинку підтримується оптимальний мікроклімат.

В якості каркасів у системах вентильованих фасадів можна використовувати різноманітні матеріали: сталь, алюміній, дерево, але найбільше використання мають залізні вироби. Каркас складається з кількох взаємопов'язаних металевих елементів: кронштейнів, горизонтальних несучих або вертикальних підоблицювальних профілів. Захисно-декоративний екран навішують на вертикальні підоблицювальні профілі. Для створення відповідного зазору профілі закріплені на горизонтальних несучих, які за допомогою кронштейнів тримають весь каркас на стіні або ж без них, такі підоблицювальні системи

---

---

називаються *вертикальними*. Закріплюючі деталі підоблицювальної конструкції і облицювання повинні мати антикорозійне покриття.

Облицювальні матеріали для вентиляованих систем дуже різноманітні. Сайдинг – кольорові пластикові або металопластикові панелі у вигляді “вагонки”, що кріпляться до дерев’яних або металевих рейок.

*Интерстоун (Марморок)* – кольоровий облицювальний камінь розміром 100 × 600 мм (кам’яна “вагонка”), яка навішується на спеціальний зубчастий (монтажний профіль), що, в свою чергу, кріпиться до дерев’яних рейок або металевих підконструкцій.

*Етерніт* – кольорові облицювальні панелі з волокнистого цементу (без азбесту) на дерев’яній або металевій конструкції.

*Поліальпан* – кольорові жорсткі пінополіуретанові панелі, покриті алюмінієм завтовшки від 25 до 50 мм. Ширина – 500 мм, довжина – до 12 метрів. Монтуються за принципом “вагонки”.

*Гранітокерамічний фасад* – довговічна та престижна система, що передбачає навішування гранітокерамічних плит різних розмірів (від 30 × 30 см до 60 × 120 см) на металеву підконструкцію. Вага гранітокерамічних плит від 18 кг/м<sup>2</sup> до 24 кг/м<sup>2</sup>.

*Рейнобонд* – композитна панель, що складається з двох листів з алюмінієвого сплаву завтовшки 0,5 мм і поліетиленового прошарку між ними завтовшки від 2 до 5 мм.

*Керамбо* – спільна розробка Науково-дослідного інституту будівельних матеріалів (НДІБМ) та київського заводу “Керамперліт”. Ця система утеплених навісних фасадів, що вентилюються, складається з кріплення, теплоізоляційних прошивних матів, лицьових смугових елементів “Керамбо” з кераміки

*Профнастили* – профільовані металеві (сталеві, алюмінієві) листи товщиною 0,45–0,7 мм, покриті захисним шаром цинку. Можуть бути як оцинковані, так із кольоровим полімерним покриттям, яке виконує естетичну та додаткову захисну функцію. Розрізняють профнастили несучі (високі) та оздоблювальні (висотою від 8 до 35 мм.)

*Фасадні панелі Florprofil* випускають довжиною до 12 м, ширина панелі від 200 до 400 мм, товщина сталі від 0,75 до 1 мм. Монтуються безпосередньо на стіну саморізами, або на z-прогони, або на спеціальні монтажні рейки, широка кольорова палітра.

*Фасадні касети Gasell 1000* (наявні стики) та 3000 (сховані стики) – складніші за панелі фасадні елементи, товщина сталі –

---

---

близько 1 мм, загнуті з чотирьох сторін, серія 1000 – з'єднання з шурупами ззовні, серія 3000 – кріплення сховані.

Одним з найвідоміших різновидів зовнішнього утеплення стін є *облицювально-утеплювальна система GEBRIK*. Матеріалом для панелей є поліуретан, у який за допомогою спеціальної технології впресовується цегляна пластина, що виконана з натуральної глини та може мати 26 відтінків. Розмір пластини – 240 × 66 мм, завтовшки 18 мм. При цьому один квадратний метр важить 25 кг. Ізоляційні цегляні покриття GEBRIK можна встановлювати на фасади з бетону, цегли, старі та нові будинки. Панелі прикріплюються за допомогою спеціальних шурупів і дюбелів.

*Штукатурні системи утеплення* складають значну частку в сімействі фасадних систем і користуються великим попитом на вітчизняному ринку. Головними перевагами їх є невелика ціна, велика палітра кольорових і фактурних рішень, технологічність.

Системи зовнішнього утеплення зі штукатурним опорядженням в основному виконуються двома конструктивними методами:

- легкого типу (рис. 14.5.5) – це системи скріпленої теплоізоляції з жорстким закріпленням утеплювача на стіні за допомогою клею та дюбелів з невеликим за товщиною захисно-опоряджувальним шаром (не більше 15 мм).

- важкого типу – системи з пересувними (маятниковими) елементами кріплення теплоізоляції і штукатурним шаром 20–30 мм.

Галузь використання таких систем схожа. Проте в нас у країні, за рахунок меншої вартості, більшою популярністю користується “легка” система. Це багатошарова конструкція, яка складається з полімерцементного клею, теплоізоляції, армованого склосіткою полімерцементного шару і захисного, опоряджувального покриття.

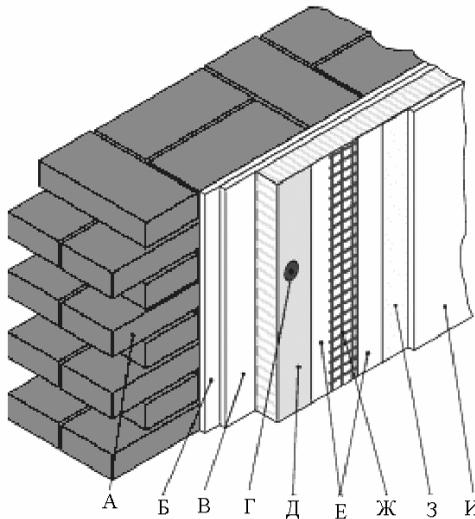
Теплоізоляційний матеріал кріпиться до зовнішньої поверхні, утеплювальних, відгороджувальних конструкцій полімерцементним клеєм і закріплюючими елементами. В якості утеплювача найширше використовуються мінераловатні, скловатні утеплювачі й плити з пінного або екструдованого пінополістиролу. Надійність системи і захист теплоізоляційного матеріалу від механічних і атмосферних дій забезпечує армований склосіткою полімерцементний розчин. Останнім, внутрішнім шаром системи, є захисне опоряджувальне покриття, яке підсилює захисну дію попереднього шару фасадної системи.

Крім “стандартного набору” шарів, у систему можуть бути включені різноманітні допоміжні елементи: перфоровані алюмінієві

---

---

профілі для захисту від механічних пошкоджень, герметизувальні засоби.



**Рис. 14.5.5. Утеплення фасадів штукатурним способом:**

*A – несуча стіна (бетон, легкий бетон, цегляна або кам’яна кладка, дерево, метал); B – старе зовнішнє опорядження (штукатурка і т.п.); V – спеціальний мінеральний клейовий склад; Г – спеціальний фасадний дюбель; Д – плити утеплювача (базальтове волокно або пінополістирол); E – базовий шар із клейового мінерального складу; Ж – лугостійка сітка із скловолокна; З – акрилатна ґрунтовка з кварцовим піском; И – декоративна штукатурка*

### Це цікаво

...Піноскло в науковому світі викликало настільки сильний інтерес, що проблематика його експериментального виробництва вирішувалася одночасно провідними фізико-хімічними лабораторіями і групами учених у багатьох країнах.

...Вперше в світі про піноскло як про будівельний матеріал згадав у своїй доповіді академік І.І. Китайгородський на Всесоюзній конференції зі стандартизації і виробництва нових матеріалів у Москві в 1932 році. Тоді ж були озвучені і теоретичні принципи



---

---

технології виробництва цього матеріалу. У 1936 році в Лондоні на Другому міжнародному конгресі зі скла Б. Лонг, що представляв результати роботи наукових лабораторій французької скляної корпорації “Сенгобен”, продемонстрував дослідні зразки нового продукту. Але, незважаючи на одержаний патент (6818–1934), корпорація “Сенгобен” вимушена була згорнути проекти з промислового виробництва піноскла у зв’язку з тим, що існували серйозні технологічні труднощі з однорідного спікання достатньо великих блоків з піноскла. Також негативним чинником на ту пору була висока енергоємність його виробництва.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. Які основні властивості теплоізоляційних матеріалів?
2. На які класи поділяють теплоізоляційні матеріали?
3. Перелічіть та охарактеризуйте теплоізоляційні матеріали з органічної рослинної та тваринної сировини.
4. Що таке мінеральна вата, які вироби виготовляють з неї?
5. Як одержують скловату?
6. Що таке піноскло?
7. Які є азбестомісткі теплоізоляційні матеріали ?
8. Назвіть акустичні матеріали.

## ✍ ТЕСТИ

### 14.1. Сировина

#### *І. До органічних теплоізоляційних матеріалів відноситься:*

1. Скловата;
2. Арболіт;
3. Совеліт;
4. Піноскло.

#### *ІІ. Для виготовлення совеліту необхідні такі компоненти:*

1. Азбест і каустичний доломіт;
2. Тирса і портландцемент;
3. Азбест, гашене вапно і доломіт.

---

---

**III. Який матеріал виготовляють із мінеральної вати, крохмалю та бентоніту?**

1. Акмігран;
2. Акмініт;
3. Совеліт;
4. Ньювель.

**IV. Із базальту виготовляють:**

1. Скловату;
2. Мінеральну вату;
3. Арболіт.

**V. Для виготовлення мінеральної вати необхідна сировина:**

1. Доломіт;
2. Пісок і кальцинована сода;
3. Природний перліт;
4. Діатоміт.

**VI. Із піску, кальцинованої соди і сульфату натрію виготовляють:**

1. Мінеральну вату;
2. Скловолокно;
3. Спучений вермикуліт.

**VII. Для виготовлення теплоізоляційних плит необхідно мати таку сировину:**

1. Мінеральна вата і бітум;
2. Склотканина і мінеральна вата;
3. Глина і вугілля;
4. Легкоплавкі глини.

**VIII. Із якої сировини можна виготовити аглопорит:**

1. Мінеральна вата і бітум;
2. Глина і вугілля;
3. Легкоплавкі глини;
4. Базальт.

**IX. Для виготовлення міпори необхідна сировина:**

1. Сечовино-формальдегідна смола;
2. Базальт;
3. Полівінілхлорид;
4. Склотканина і бітум.

---

---

**X. На основі полімерів виготовляють:**

1. Піноскло;
2. Спучений перліт;
3. Пінополіуретан;
4. Вулканіт.

## 14.2. Виробництво

**I. Якщо випалювати при  $t = 1000\text{--}1300$  °С легкоплавку глину, то отримаємо:**

1. Аглопорит;
2. Керамзит;
3. Совеліт;
4. Вулканіт.

**II. Під час змішування портландцементу, солом'яної січки і води можна отримати:**

1. Арболіт;
2. Аглопорит;
3. Фіброліт;
4. Совеліт.

**III. Дуттьовим способом із розплавленого базальту виготовляють:**

1. Мінеральну вату;
2. Скловолокно;
3. Совеліт;
4. Керамзит.

**IV. Якщо між двома шарами склотканини розмістити мінеральну вату і прошити тонким дротом, то отримаємо:**

1. Мінераловатні плити;
2. Мінераловатні мати;
3. Фібролітові плити.

**V. Змішуванням азбесту, каустичного доломіту, пресуванням і сушінням плит із цієї маси отримаємо:**

1. Совелітові плити;
2. Ньювелеві плити;
3. Мінераловатні плити;
4. Фібролітові плити.

---

---

***VI. Плити акмініт виготовляють:***

1. Пресуванням деревної шерсті і портландцементу;
2. Пресуванням скляної вати, крохмалю і каоліну;
3. Пресуванням азбесту та магнезійного в'язучого.

***VII. Відцентровим способом із базальту виготовляють:***

1. Мінераловатні плити;
2. Мінераловатні волокна;
3. Скловатні нитки.

***VIII. Просоченим пресуванням і тепловою обробкою виготовляють:***

1. Мінераловатні плити;
2. Керамзит;
3. Пінополіуретанові плити.

***IX. Спучений перліт отримують:***

1. Помелом гірської породи;
2. Термічною обробкою гірської породи;
3. Змішуванням гірської породи з пороутворювачем.

***X. Матеріал, виготовлений спіканням суміші глини з вугіллям називається:***

1. Аглопорит;
2. Керамзит;
3. Перліт;
4. Фіброліт.

### **14.3. Властивості, розміри**

***I. Середня густина теплоізоляційних матеріалів повинна бути:***

1. Не менше ніж  $600 \text{ кг/м}^3$ ;
2. Не більше ніж  $600 \text{ кг/м}^3$ ;
3. Не більше ніж  $400 \text{ кг/м}^3$ ;
4. Не менше ніж  $400 \text{ кг/м}^3$ .

---

---

**II. Теплоізоляційні матеріали групи А мають коефіцієнт теплопровідності...**

1. Не більше ніж  $0,058 \frac{Вт}{м \cdot К}$ ;
2. Не менше ніж  $0,058 \frac{Вт}{м \cdot К}$ ;
3. Не менше ніж  $0,116 \frac{Вт}{м \cdot К}$ .

**III. Марки теплоізоляційних матеріалів визначаються значенням...**

1. Середньої густини,  $кг/м^3$ ;
2. Середньої густини,  $г/см^3$ ;
3. Коефіцієнта теплопровідності,  $\frac{Вт}{м \cdot К}$ ;
4. Границі міцності, МПа.

**IV. Оргаліт має довжину:**

1. До 1200 мм;
2. Більше 3000 мм;
3. Від 1200 до 2700 мм;
4. Від 200 до 1700 мм.

**V. Пінополістирол має середню щільність,  $кг/м^3$ ...**

1. 25–40;
2. 250–400;
3. 400–600;
4. 40–60.

**VI. Марки мінеральної вати за середньою щільністю можуть бути:**

1. 5–10;
2. 100–150;
3. 400–500;
4. 40–50.

**VII. Довжина мінераловатних матів може бути:**

1. До 5000 мм;
2. До 500 мм;
3. Більше 5000 мм.

---

---

***VIII. Скловата має коефіцієнт теплопровідності...***

1. Більше  $0,06 \frac{Вт}{м \cdot К}$ ;
2. Не більше  $0,05 \frac{Вт}{м \cdot К}$ ;
3. Не більше ніж  $0,02 \frac{Вт}{м \cdot К}$ ;
4. Більше  $0,10 \frac{Вт}{м \cdot К}$ .

***IX. Середня густина спученого вермикуліту знаходиться в межах:***

1. 250–500 кг/м<sup>3</sup>;
2. 100–200 кг/м<sup>3</sup>;
3. 1000–1500 кг/м<sup>3</sup>;
4. 25–50 кг/м<sup>3</sup>.

***X. Плити акмігран мають розміри:***

1. 30×30×20 мм;
2. 3000×3000×200 мм;
3. 300×300×20 мм;
4. 300×600×20 мм.

**14.4. Застосування**

***I. Який матеріал можна використати для теплоізоляції поверхні з температурою +500 °С?***

1. Акмініт;
2. Акмігран;
3. Альфоль;
4. Совеліт.

***II. Які плити можна застосувати для теплоізоляції приміщення з вологістю 50 %:***

1. Фібролітові;
2. Мінераловатні;
3. Комишитові.

---

---

**III. Для виготовлення стінових азбестоцементних панелей можна використати:**

1. Пінополіуретан;
2. Оргаліт;
3. Совеліт.

**IV. Для облицювання стін у цеху з підвищеним шумом і пиловиділенням можна застосувати плити:**

1. Акмініт;
2. Акмігран;
3. Плити з металевим екраном.

**V. Який матеріал краще застосовувати для теплоізоляції трубопроводів у приміщенні з високою вологістю?**

1. Скловата;
2. Оргаліт;
3. Арболіт;
4. Акмініт.

**VI. Для звукопоглинання використовують плити:**

1. Деревоволокнисті;
2. Перфоровані гіпсові;
3. Совелітові;
4. Фібролітові.

**VII. Для ізоляції теплових трубопроводів застосовують:**

1. Піноскло;
2. Будівельну повсть;
3. Фіброліт.

**VIII. Спучений перліт застосовують:**

1. Для виготовлення акустичних плит;
2. Як заповнювач для бетону;
3. Для облицювання фундаменту.

**IX. Для декоративно-акустичного опорядження стель застосовують:**

1. Акмігран;
2. Вулканіт;
3. Сигран;
4. Стільникопласти.

---

---

***X. Мінераловатні сегменти застосовують для:***

1. Утеплення стін;
2. Теплоізоляції трубопроводів;
3. Звукоізоляції підлоги.

## **15. ЛАКОФАРБОВІ МАТЕРІАЛИ**

### **15.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЛАКОФАРБОВІ МАТЕРІАЛИ**

Лакофарбовими називають природні або штучні синтетичні матеріали, які нанесені у рідкому стані на поверхню виробів тонким шаром, після твердіння утворюють захисну плівку, що захищає вироби від агресивного впливу атмосфери, дії пари і газів, загнивання, а також надає виробам привабливого зовнішнього вигляду і поліпшує санітарно-гігієнічні характеристики.

Лакофарбові матеріали поділяють на основні й допоміжні. Основні – лаки, фарби і емалі. Допоміжні – ґрунтовки, розчинники, шпаклівки, розбавлювачі тощо.

За типом плівкоутворювальних речовин лакофарбові матеріали поділяють на олійні, полімерні, вапняні, цементні, клейові тощо.

Пігменти – тонкомелені кольорові порошки, які не розчиняються у воді, розчинниках і зв'язуючих, але добре з ними змішуються і утворюють фарбовий склад. Пігменти бувають природні мінеральні (крейда, охра, залізний сурик, муміє, умбра, графіт, марганцева руда) та штучні мінеральні (білило, сурик свинцевий, ультрамарин, лазур, оксид хрому, зелень, сажа) і штучні органічні.

Пігменти повинні мати добру покривність (витрата пігменту в грамах на 1 м<sup>2</sup> поверхні) і фарбувальну здатність. Пігменти характеризуються маслоємністю, світло- і атмосферостійкістю.

Наповнювачі – мінеральні порошки, які додають для економії пігментів і надання особливих властивостей фарбам. До них належать тальк, каолін, пил кварцу, азбестовий пил, слюда тощо.

### **15.2. ЗВ'ЯЗУЮЧІ РЕЧОВИНИ. ФАРБОВІ СУМІШІ**

Призначення зв'язуючих речовин у фарбах і лаках – скріплювати часточки пігментів і наповнювачів між собою і з поверхнею виробу. Зв'язуючими у полімерних фарбах, лаках, емалях є полімери;



---

---

у каучукових фарбах – каучуки; у клейових фарбах – клеї (тваринний і казеїновий); у нітролаках – похідні целюлози; у цементних, вапняних, силікатних фарбах – неорганічні в'язучі речовини (портландцемент, вапно, рідке скло); в олійних фарбах – оліфи.

**Оліфа** – олійна речовина, яка після висихання дає еластичну плівку – основне зв'язуюче в масляних фарбах. Оліфи є натуральні, напівнатуральні й штучні.

*Натуральні оліфи* – продукт варіння рослинних олій при температурі 200 °С з введенням сикативів – окислювачів, які прискорюють висихання оліфи. Їх використовують для приготування високоякісних фарб.

*Напівнатуральні оліфи* складаються з рослинних олій і легких розчинників. Такі види напівнатуральної оліфи, як оліфа-оксоль, оксоль-суміш, використовують для розведення масляних фарб, зафарбовування усіх видів поверхонь.

*Оліфи штучні* здобувають із нафтопродуктів, їх використовують тільки для внутрішніх робіт, тому що під впливом атмосферних факторів їх довговічність значно зменшується.

Для виготовлення фарб використовують також емульсії з оліфи, вапняного молока і розчину тваринного клею.

*Олійні фарби* виготовляють ретельним змішуванням оліфи та пігментів. Ними фарбують кам'яні, дерев'яні, штукатурні, металеві поверхні – внутрішні та зовнішні.

*Лаки* – це розчин смол у легких розчинниках. За видом плівкоутворювальної речовини лаки бувають олійно-смоляні, безолійні синтетичні, бітумні, спиртові, нітролаки.

*Емалеві фарби* (емалі) виготовляють змішуванням вапняр пігменту з лаками. Вони швидко висихають.

Фарби, що розводять водою, випускають на мінеральній основі – цементні, клейові, вапняні, силікатні; їх готують на відповідному в'язучому і пігменті.

*Цементними фарбують* зовнішні або внутрішні поверхні з каменю, цегли та штукатурки, що експлуатуються в умовах підвищеної вологості; *вапняними* – фасади, стіни і стелі. *Силікатні* готують на рідкому склі і застосовують для фарбування фасадів, цегляних та оштукатурених поверхонь.

До складу *клейових фарб* входять тваринні, рослинні чи полімерні клеї. Казеїновими фарбують зовнішні й внутрішні бетонні та оштукатурені стіни.

*Водоемульсійні фарби* (полівінілацетатні, стирол-бутадієнові,

---

---

акрилатні, гліфталеві) на будівельний майданчик надходять у вигляді пасти, їх розводять водою до потрібної консистенції і наносять на будь-які поверхні.

*Полімерцементні фарби* – це суміш білого цементу, пігментів, наповнювачів і полівінілацетатної чи полівінілхлоридної емульсії. Наносять на будь-яку основу.

### 15.3. ДОПОМІЖНІ МАТЕРІАЛИ

*Розчинники* – це рідини, які використовують для доведення малярних сумішей до робочої консистенції. Вони не вступають у хімічну реакцію з речовиною, яку розчиняють, і дуже легко випаровуються під час висихання.

До розчинників належить скипидар – продукт деструктивної перегонки смолистої деревини сосни. Його застосовують для розведення олійних, алкідних та інших лакофарбових сумішей.

*Уайт-спірит* – продукт перегонки нафти. Застосовують для розчинення олійних лаків і фарб, а також для змивання затверділих фарбових сумішей і лаків.

*Ацетон* здобувають сухою перегонкою деревини. Він змішується з водою та спиртом у різних відношеннях, має характерний запах, розчиняє багато органічних речовин. Через токсичність і займистість має обмежене застосування.

*Сольвент кам'яновугільний* – продукт коксохімічного виробництва. Використовують для розведення перхлорвінілових, гліфталевих та бітумних лаків і фарб у суміші з уайт-спіритом.

*Розбавлювачі* (емульсії та оліфи) призначені для розбавлення густо тертих чи розведення сухих мінеральних фарб. Розбавлювачі містять плівкоутворювач, який забезпечує якість лакофарбового покриття. Кількість розбавлювача для різних фарб не повинна перевищувати 22–40 %.

*Грунтовки, шпаклівки та замазки* потрібні для підготовки поверхні до нанесення лакофарбових покриттів. Їхні види мають відповідати видам фарбових сумішей.

Найширше використовують такі ґрунтувальні суміші у частинах за масою:

- полівінілацетатну – дисперсія полівінілацетату – 25, вода – 100;
- миловар – вода – 100, негашене вапно – 20, господарське мило – 2, оліфа – 0,25;

- 
- 
- емульсійну – клей кістковий – 10, луг – 1,5–2, оліфа – 8,5, вода – 100;
  - силікатну – рідке скло – 100, крейда – 20;
  - суміш для прооліфлювання – оліфа-оксоль – 10, пігмент – 0,5–1,0.

**Шпаклівки** застосовують для вирівнювання поверхонь, які мають бути зафарбованими. Під водорозбавлювальні фарби потрібні купоросна чи галунова, клейова та полівінілацетатні шпаклівки. Купоросна і галунова шпаклівки складаються із оліфи-оксоль, тваринного клею, олії, господарського мила, мідного чи цинкового купоросу та води. Застосовують їх під клейове та силікатне фарбування.

Поліхлорвінілові та полістирольні шпаклівки – пасти, які наносять на поверхні з дерева, бетону, штукатурки і металу до фарбування.

**Замазки** – пастоподібні суміші, якими промазують віконні хрестовини під час скління, фальцові з'єднання та гребені покрівлі з листової сталі. Замазки складаються з оліфи, крейди, залізного сурику. Мають бути пластичними і водостійкими.

### ◆ Питання для самоперевірки

1. Що таке пігменти? Які є пігменти?
2. Назвіть зв'язуючі для олійних фарб.
3. Як приготувати олійну та емалеву фарби?
4. Які водорозчинні фарби застосовують у будівництві?
5. Які є допоміжні лакофарбові матеріали?
6. Які лаки застосовують у будівництві?

## ВІДПОВІДІ НА ТЕСТИ

Номер питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>1. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ</i>															
1.1.	3	2	2	1	3	3	3	2	2	3	1	2	6	5	4

Номер питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>2. МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ З ДЕРЕВИНИ</i>										
2.1.	1	3	2	2	1	2	1	3	1	3
2.2.	3	1	1	2	3	2	4	1	2	3
2.3.	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
2.4.	3	5	2	4	1	2	1	5	3	4
2.5.	2	3	1	1	1	2	3	1	1	1
2.6.	2	11	3	7	1	6	8	9	10	5
<i>3. ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ</i>										
3.1.	2	3	3	1	2	1	3	1	3	3
3.2.	2	1	1	3	2	2	2	1	3	1
3.3.	2	3	1	1	2	1	3	1	2	1
3.4.	1	2	2	1	4	2	4	2	1	2
3.5.	3	1	1	2	1	4	1	4	2	3
<i>4. КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ</i>										
4.1.	2	1	1	2	4	1	2	1	2	3
4.2.	2,3,4,5, 9,10,11, 8,13,14		2,1,3,6,7, 9,10,11, 8,13,14		2,1,3,12,15, 9,10, 11, 8,13, 14		1		3	
4.3.	3	1	1	1	2	1	1	3	1	3
4.4.	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2
4.5.	1	2	1,4	1	3	1	2	1	2	2
<i>5. СКЛО І ВИРОБИ ІЗ МІНЕРАЛЬНИХ РОЗПЛАВІВ</i>										
5.1.	2	1	2	1	4	1	3	1	2	1
5.2.	1	2	2	1	3	3	1	2	3	2
5.3.	2	1	1,3,5, 6	4	1	4	2	1	2	4
5.4.	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1
5.5.	2	3	3	2	3	1	3	1	2	3

Номер питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>6. МЕТАЛИ В БУДІВНИЦТВІ</i>										
6.1.	1	2	2	3	1	1,3	2	1	1	2
6.2.	1	1	2	3		1	3	1	2	4
6.3.	2	3	2	3	1	2	1	2	3	1
6.4.	1	3	1	4	1	2	1	3	1	1
<i>7. МІНЕРАЛЬНІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ</i>										
7.1.	2	1	2	1	2	1	1	3	2	1
7.2.	2	1	1	1	1	3	2	1	1	2
7.3.	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1
7.5.	2	2	1	1	3	2	1	2	2	3
7.6.	1	1		1		3	1	2	1	2
7.7.	3	2	1	2	3	2	1	1	1	2
<i>8. БУДІВЕЛЬНІ БЕТОНИ</i>										
8.1.	3	1	2	1	2	1	1	2	2	2
8.2.	1	2	2	3	1	2	1	2	1	3
8.3.	2	1	2	1	1	2	2	3	1	3
8.5.	3	2	1	1	2	1	2	1	1	1
<i>9. БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ</i>										
9.1.	2	1	3	1,3	2	1	2	1	2	1
9.2.	1	3	1	2	1	3	1	3	1	3
9.3.	1	3	3	2	3	2	1	1	1	2
<i>10. ЗБІРНІ ЗАЛІЗОБЕТОННІ Й БЕТОННІ ВИРОБИ ТА КОНСТРУКЦІЇ</i>										
10.1.	2	1	3	3	1	1	2	1	2	2
10.2.	1	3	1	2	1	3	1	2	1	2
10.3.	1	3	1	2	3	2	1	2	1	2
<i>11. ШТУЧНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ НА ОСНОВІ М.В.Р.</i>										
11.1.	3	4	2	3	1	2	1	3	3	3
11.2.	2	3	1	3	1	2	3	1	1	3
11.3.	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2
11.4.	1	2	1	2	1	1	3	2	1	2
1.5.	3	1	2	2	1	3	2	1	2	1

Номер питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>12. ОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ НА ЇХ ОСНОВІ</i>										
<b>12.1.</b>	2	2	1	3	4	1	1	3	3	4
<b>12.2.</b>	3	1	2	3	2	4	1	2	3	4
<b>12.3.</b>	2	3	4	3	2	1	1	2	2	3
<b>12.4.</b>	2	1	3	1	3	3	2	4	1	2
<i>13. МАТЕРІАЛИ Й ВИРОБИ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРІВ</i>										
<b>13.1.</b>	2	1	1	3	1	2	1	3	1	2
<b>13.2.</b>	3	1	1	1	2	4	1	2	1	1
<b>13.3.</b>	1	1	2	2	1	3	2	1	2	1
<b>13.4.</b>	1	2	1	2	1	2	1	2	3	1
<b>13.5.</b>	1	2	1	2	1	3	1	3	1	1
<i>14. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ ТА АКУСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ</i>										
<b>14.1.</b>	2	1	1	2	1	2	1	2	1	3
<b>14.2.</b>	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
<b>14.3.</b>	2	1	1	3	1	2	1	2	2	3
<b>14.4.</b>	4	2	1	3	1	2	1	2	1	2

---

---

## КОРОТКИЙ ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ СЛОВНИК

### А

*Абак, абака* – верхня частина капітелі в античних архітектурних ордерах; лічильна дошка у стародавніх греків і римлян.

*Абразивні матеріали* – природні або штучні матеріали високої твердості (алмаз, гранат, кварц, корунд, кремій, наждак). Застосовуються для шліфування, полірування, різання металів, сплавів, будівельних матеріалів.

*Абсорбція* – перехід поглинутої речовини з поверхні сорбенту.

*Автогрейдер* – самохідна колісна машина для побудови, планування і профілювання земляного полотна і корита під основу і дорожнє покриття, копання каналів, переміщення і розподілу дорожньо-будівельних матеріалів.

*Автоклав* – горизонтальний циліндр діаметром 2600–3600 мм і довжиною 17–20 м, де парою під тиском 0,9–1,6 МПа обробляють силікатні вироби при температурі 175–200 °С.

*Агломерат* – скупчення незцементованих уламків гірських порід і мінералів; спечена в грудки дрібнозерниста або пилоподібна руда.

*Аглопорит* – гранули, отримані агломерацією гранул із суміші глини з вугіллям. Теплоізоляційний матеріал.

*Адгезія* – виникнення зв'язку між поверхневими шарами двох різнорідних тіл при їхньому контакті.

*Адоб, адоба* – саман.

*Азбест* – група волокнистих матеріалів класу силікатів, здатних розщеплюватись на тонкі міцні волокна. Застосовується як теплоізоляційний матеріал для виготовлення вогнетривких азбестоцементних матеріалів.

*Азбестоцемент* – будівельний матеріал, компонентами якого є портландцемент, азбестове волокно і вода.

*Акведук* – міст, трубопровід, який є частиною каналу і переводить водотік через яр.

*Акустика будівельна* – розділ акустики, яка розглядає питання звукоізоляції огорожувальних конструкцій будівель від повітряного і ударного шумів, питання зниження рівня шуму, застосування звукоізоляційних матеріалів.

*Алебастр* – мінерал, щільна тонкозерниста заміна гіпсу. Використовується для художніх виробів.

---

---

*Алотропія* – здатність хімічних елементів існувати у вигляді двох або кількох простих речовин з відмінними фізичними та хімічними властивостями.

*Алюмінування* – нанесення на поверхню металевих виробів покриття з металевого алюмінію.

*Альфоль, алюмінієва фольга* – тонкий (0,005–0,02 мм) листовий або рулонний тепло-, звукоізоляційний матеріал.

*Ангоб* – тонкий шар білої або кольорової глини, який наносять на поверхню керамічного виробу перед його випалюванням.

*Анкер* – деталь конструкції, яка з'єднує її з суміжною конструкцією і протидіє її перекиданню, зсуву і відриву.

*Антипірени* – вогнезахисні засоби деревини (солі амонію, бура, борна кислота тощо).

*Антисептики* – хімічні засоби для захисту деревини від гниття (масляністі, водорозчинні, антисептичні пасти).

*Антресоль* – напівповерх, розміщений над частиною підлоги поверху, відкритий в загальний простір.

*Арболіт (деревобетон)* – штучний камінь, виготовлений із суміші відходів деревообробки, очерету, костриці, коноплі, цементу, води.

*Арка* – несуча конструкція, яка має обриси кривої, вигнутої у бік навантаження.

*Арматура* – елементи конструкції, що сприймають зусилля розтягу чи згину і зміцнюють основну конструкцію. Найпоширеніша сталеві, якою підсилюють бетон (залізобетон).

*Армоцементні конструкції* – тонкостінні будівельні конструкції з армоцементу, дрібнозернистого бетону, армованого густими тканинами або зварними сталевими сітками з тонкого дроту.

*Асфальтобетон* – будівельний матеріал, одержаний в результаті затвердіння раціонально підібраної, перемішаної і ущільненої суміші мінеральних заповнювачів (щебінь, пісок, мінеральний порошок) з бітумом. Застосовується для покриття доріг, підлог і плоских покрівель, аеродромів.

*Атлант* – вертикальна опора у вигляді чоловічої постаті, що підтримує балочне перекриття, портик, балон.



---

---

## Б

*Базальт* – гірська порода з плагіоклазу, залізомагнезійних мінералів. Застосовується як заповнювач у спеціальних кислото-тривких бетонах, дорожніх, у вигляді штучного каменю для облицювання, для бутового каменю. Базальт і діабаз застосовуються для виготовлення кам'яного лиття і мінеральної вати.

*Балка* – конструктивний несучий прямолінійний елемент у вигляді бруса, який спирається на опори.

*Балкон* – огорожена площадка, що виступає з площини зовнішньої стіни будинку, яка сполучається з зовнішніми приміщеннями і служить для відпочинку в теплу пору року.

*Балюстрада* – невисока огорожа сходів, терас, балконів тощо, яка складається з низки фігурних стовпчиків (балаєсин), об'єднаних зверху горизонтальною балкою або поручнями.

*Башта* – будинок або споруда круглої, квадратної чи багатокутної в плані форми, висота яких набагато перебільшує горизонтальні розміри.

*Бетон* – штучний кам'яний будівельний матеріал, який одержують у результаті твердіння суміші в'язучої речовини і заповнювачів з водою.

*Бітум* – складна суміш вуглеводнів і їх неметалевих похідних, які зустрічаються у природному вигляді або одержують у процесі переробки нафти, сланців.

*Бітумізація ґрунтів* – спосіб закріплення ґрунтів бітумом, який нагнітають через пробурені у ґрунті свердловини.

*Блок* – стіновий виріб із природного або штучного каменю у формі паралелепіпеда з приблизно однаковими трьома розмірами.

*Бордюр* – бортові камені або плити, які відокремлюють проїзну частину вулиці від тротуару.

*Брандмауер* – глуха капітальна стіна з вогнестійкого матеріалу, яка відокремлює частину будинку для перешкодження поширенню пожежі. Брандмауер має самостійний фундамент, проходить по вертикалі через увесь будинок і піднімається над дахом.

*Бризол* – рулонний безосновний матеріал, виготовлений із старої подрібненої резини і бітуму з добавкою азбесту і пластифікатора. Застосовується для гідроізоляція трубопроводів.

*Брус* – плоскопилений або обтесаний лісоматеріал, розміри сторін поперечного перерізу якого більше як 100мм, а ширина не перевищує товщини.

---

---

*Брус* – тверде тіло, два габаритних розміри якого (поперечний переріз) набагато менші за третій (довжину).

*Брущатка* – кам'яний дорожньо-будівельний матеріал у вигляді брусків  $h = 10-16$ ,  $b = 9-15$ ,  $l = 15-25$  см. Виготовляють брущатку із гранітів, сієнітів, діоритів, базальтів, габро. Використовують для улаштування бруківок.

*Будинок* – будівля для житла, розміщення підприємств, установ тощо.

*Будівельний об'єм* – техніко-економічний показник, який характеризує розміри простору, зайнятого будинком.

*Будівельні розчини* – будівельні матеріали, одержувані в результаті твердіння суміші в'язучої речовини з водою, дрібного заповнювача, добавок.

*Бульдозер* – трактор або тягач, обладнаний відвалом (щитом) з ножем. Бульдозери зрізають і переміщують ґрунт, засипають котловани і траншеї.

*Бутадієн* – дивініл.  $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH} = \text{CH}_2$  – ненасичений вуглеводень. Полімеризацією бутадієну добувають бутадієнові каучуки, з яких виготовляють гумові вироби.

*Бутилкаучук* – синтетичний каучук, сополімер ізобутилену з 1–1,5 % ізопрену.

*Бутовий камінь* – окремі неправильної форми камені розмірами 150–500 мм, масою до 40 кг, одержані під час розробки твердих гірських порід.

## **В**

*Вапно* – в'язуча речовина, одержана випалом кальцієво-магнієвих гірських порід (вапняків, крейди, доломітів тощо).

*Вапняк* – осадова гірська порода, що складається з кальциту. З вапняків випалюють вапно.

*Вентиляція* – повітрообмін у приміщенні, який регулюється; система заходів для здійснення повітрообміну.

*Веранда* – приміщення, прибудоване до будинку.

*Вермикуліт спучений* – теплоізоляційний матеріал у вигляді луски золотистого і сріблястого кольорів. Спучений вермикуліт одержують способом подрібнення мінералу вермикуліту і випалюванням при  $t = 900-1000$  °С.

*Вестибюль* – передне приміщення в сучасних громадських будинках.

---

---

*Вимощення* – частина твердого покриття території, яка безпосередньо прилягає до цокольної частини будинку і захищає від замочування фундаменту, підвали, ґрунту основи споруди.

*Віадук* – міст, за допомогою якого здійснюється пішохідна і транспортна комунікація через яри, ущелини, балки тощо.

*Вібратор* – механізм для збудження механічних коливань. Використовують для ущільнення бетонних сумішей.

*Вібропрокат* – спосіб ущільнення бетонної суміші за допомогою одночасної дії на неї вібрації і прокаткою між валками.

*Відмітка* – виражене у метричних одиницях позначення вертикального рівня (висоти) земної або водної поверхні місцевості та елементів будинків і споруд стосовно до певного вихідного рівня.

*Вінець* – основна конструкція стіни зрубу, горизонтальна низка колон (брусів), покладених по периметру будівлі і пов'язаних між собою врубками.

*Вітраж* – вид мистецтва. Монументальна, декоративна, орнаментальна або сюжетна композиція зі скла або іншого матеріалу, який пропускає світло. Вітраж монтується на металевому каркасі зі шматків кольорового скла.

*Вітраж* – суцільне зашклення фасаду або його частини.

*Вітрина* – світлопрозора стінова огорожа будинків, призначена для експозиції товарів та їх реклами, а також для освітлення і теплоізоляції робочих приміщень.

*Водовідвід* – пристрій для забезпечення відведення води з дахів будинків.

*Водопровідна мережа* – система трубопроводів для передачі води до місць споживання.

*Ворота* – широкий проріз у стіні чи огорожі, який призначений для проїзду. З'єднує внутрішній замкнений простір із зовнішнім.

*Врубка* – сполучення елементів дерев'яних конструкцій, за якого частина одного елемента входить у паз іншого.

## Г

*Габро* – гірська порода, яка складається з плагіоклазу, авгіту (польових шпатів). Використовується для облицювання.

*Газобетон* – легкий бетон, виготовлений на основі газотворювачів (алюмінієва пудра, перекис водню), цементу або вапна, води, молотого шлаку, золи.

---

---

*Газопостачання* – організована подача і розподіл горючих газів для потреб населення і народного господарства.

*Газосилкат* – ніздрюватий бетон, в якому в'язучим виступає молоте вапно-кипілка.

*Галерея* – вузький критий перехід, який з'єднує окремі частини будинку або два будинки чи споруди.

*Генеральний план (генплан)* – частина проекту, яка визначає розміщення будинків, споруд, транспорту, благоустрій території тощо.

*Гігроскопічність* – властивість матеріалу поглинати вологу з вологого повітря.

*Гідроізол* – гідроізоляційний матеріал із азбестового картону, просоченого нафтовим бітумом.

*Гідроізоляція* – властивість матеріалу захищати конструкцію від проникнення вологи.

*Гідроізоляція* – захист частин будинків і споруд, конструкцій, резервуарів від проникнення води, а також засоби для цих цілей.

*Гідрофільність* – здатність матеріалу зв'язувати воду і змочуватися водою.

*Гідрофобність* – властивість тіла не змочуватися водою.

*Гіпс* – природний матеріал білого кольору. Із нього виготовляють гіпсову в'язучу речовину.

*Гірські породи* – природні тіла, із яких складається земна кора, складаються із мінералів.

*Глазур, полива* – склоподібне покриття на керамічних виробках, закріплене випалюванням. Склад: 1) пігмент і порошок із скла; 2) свинцевий сурик, польовий шпат, молотий пісок, каолін, крейда, барвник.

*Гнейс* – метаморфічна гірська порода, зв'язком відповідає граніту. Застосовується для щебеню, буту, фундаментів, тротуарів.

*Горище* – закритий простір між перекриттям останнього поверху і покриттям у будинках із скатним дахом.

*Гравій* – сипуча порода, яка утворилася під час руйнування різних гірських порід.

*Граніт* – вивержена щільна, міцна гірська порода, яка складається з польового шпату, кварцу і слюди. Застосовується для облицювальних плит, каменів, східців, для щебеню, бутового каменю.

*Гудрон* – залишок під час перегонки мазуту для одержання масел.

---

---

## Д

*Дах* – вид покриття, надбудова над перекриттям останнього поверху у вигляді однієї або кількох похилих площин, що утворюють разом з перекриттям замкнений простір – горище.

*Двері* – проріз у стіні будинку, призначений для проходу.

*Декор* – система прикрас споруди.

*Декоративність* – якісна особливість предметно-просторової форми, що визначається її об'ємно-пластичною і колористичною будовою і виступає як вираження краси.

*Деревно-волокнисті плити* – виготовляють із волокнистої дерев'яної сировини, відлітої, відпресованої і висушеної. Товщина – 3–25 мм.

*Деревостружкові плити* – плити, виготовлені гарячим пресуванням із суміші деревної стружки з синтетичними смолами. Застосовують як огорожувальні конструкції, для облицювання, підлоги, дверей, перегородок.

*Деревношаруваті пластики* – плити, отримані гарячим пресуванням пакетів із деревного шпону, просоченого синтетичними смолами. Застосовується як конструкційний облицювальний матеріал.

*Деформація* – зміна форми або розмірів тіла під дією будь-яких фізичних факторів.

*Діабаз* – гірська порода з польового шпату і авгіту, темно-сірого кольору, застосовують для дорожніх покриттів, кам'яного литва.

*Діатоміт* – біла, жовта або сіра гірська порода, складається із діатомітових водорослів, глини і піску. Легка, теплоізоляційна порода, застосовується для виробництва теплоізоляційних матеріалів, добавки до цементів, бітумних паст, виготовлення пластмас.

*Діатомітові вироби* – шкаралупи, сегменти, цеглу виготовляють із діатомітів (або трепелів) з добавками глини.

*Дінас* – кремнеземистий вогнеупор, виготовлений із кварцитів, пісковиків.

*Довговічність* – здатність конструкцій, будинків і споруд зберігати фізико-технічні і експлуатаційні якості протягом тривалого часу. Довговічність залежить від основних несучих і огорожувальних конструкцій, якості будівельних робіт і умов експлуатації.

*Доломіт* – гірська порода,  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ , застосовується для виготовлення вогнетривких матеріалів, доломітового в'язучого, добавляють у шихту для одержання скла.

---

---

*Доменна піч (домна)* – споруда для виплавки чавуну з залізної руди.

*Дошки* – пиломатеріал, розміри якого: товщина 13–100 мм, ширина – 80–150 мм, довжина – від 3 до 6 м, за замовленням до 9 м.

*Драглайн* – одноківшовий екскаватор з ковшем у вигляді совка, який підвішується на канатах до стріли. Застосовується для розробки ґрунтів, розмішених на рівні і нижче рівня стоянки екскаватора.

## *Е*

*Екскаватор* – самохідна землерийна машина, призначена для копання і переміщення ґрунту на невеликій відстані.

*Експлікація* – звід умовних знаків, описів, пояснень, які супроводжують проект чи креслення.

*Електроліз* – розклад речовин електричним струмом.

*Електропрогрів бетону* – один із способів прискорення твердіння бетону пропусканням електричного струму безпосередньо через бетон або за допомогою нагрівальних електричних приладів.

*Емаль* – тонке склоподібне покриття, нанесене на поверхню металевих виробів. Виготовляють з кварцу, кварцового піску, соди, крейди, польового шпату, каоліну, бури, пігментів, окислювачів, модифікаторів.

*Емульгатори* – речовини, що сприяють утворенню та стабілізації емульсії. (Поверхнево-активні речовини – мила; гідрофільні сполуки – желатин; гідрофільні порошки – глина, вапняк, сажа).

*Емульсії* – дисперсні системи, що складаються з двох рідин, одна з яких розподілена в другій у вигляді дрібних крапель. Звичайно, одна з рідин (фаз) – вода, друга (масло) – бензин, олія тощо.

*Еркер* – частина приміщення, яка виступає за лицьову поверхню зовнішньої стіни будинку.

*Ескалатор* – механічні рухомі сходи.

*Ескіз* – попередній начерк, що фіксує архітектурний задум споруди чи окремих її частин у загальних, найбільш істотних рисах.

*Естакада* – наземна або надводна мостова споруда для автомобільних шляхів, колій залізниць, комунікацій, для переміщення транспортних механізмів, кранів тощо.

---

---

## Ж

*Жалюзі* – гратчасті віконниці з металу, пластмаси або дерева, які встановлюють у вікнах житлових, громадських, виробничих будинків для затемнення приміщення.

*Жаростійкість* – властивість чинити опір при високих температурах хімічному руйнуванню під впливом газоподібного середовища.

*Жорсткість* – характеристика пружних властивостей споруди, конструкції, здатність їх чинити опір змінам форми під впливом зовнішніх сил. Властивість протилежна жорсткості називається гнучкістю.

## З

*Заболонь* – зовнішні молодші шари деревини, що безпосередньо прилягають до камбію. Заболонь світліша ядра і менш щільна.

*Забудова* – зведення будинків і споруд на території населеного місця або окремих його частин.

*Закріплення ґрунтів* – штучне поліпшення фізико-механічних властивостей природно залягаючих ґрунтів: бітумізація, силікатизація, цементація, заморожування, нагнітання глинистої суспензії, термічний спосіб.

*Залізна руда* – природні мінеральні утворення з вмістом заліза у таких кількостях, за яких його економічно вигідно добувати на сучасному етапі розвитку техніки: мартит, гематит, сидерит, бурі залізняки (лимоніт), червоні залізняки (магнетит).

*Залізобетон* – матеріал, що є монолітним з'єднанням бетону і сталеві арматури.

*Заповнювачі* – природні або штучні матеріали, що в суміші з в'язучими речовинами й водою утворюють будівельні бетони і розчини.

*Збірні конструкції* – будівельні конструкції, що їх збирають (монтують) на місці будівництва з елементів, заздалегідь виготовлених на спеціалізованих заводах.

*Звукоізоляція* – захист приміщень від проникнення звуків (шуму).

*Згин* – викривлення осі або серединної поверхні тіла під впливом зовнішніх сил.

---

---

*Зодчество* – галузь архітектурної діяльності, те саме що “архітектура”.

*Золотий переріз* – поділ у крайньому і середньому відношенні (Леонардо да Вінчі), поділ відрізка на дві нерівні частини так, що більша частина  $x$  відноситься до меншої частини  $a-x$  так само, як весь відрізок до більшої частини:  $a : x = x : (a - x)$ .  $x = 0,62a$ .

## I

*Ізол* – гідроізоляційний матеріал, виготовлений змішуванням бітуму з гумовою кришкою і азбестом. Застосовується для покрівлі і гідроізоляції.

*Імпост* – 1) профільований архітектурний елемент, розміщений над стовпом, лопаткою, пілястрою, капітеллю колони; 2) з'єднуюча деталь між капітеллю і аркою; 3) вузький простінок між двома віконними чи дверними прорізами; 4) вертикальний дерев'яний брусок між двома віконними (дверними) коробками.

*Індустріалізація будівництва* – соціальний процес перетворення будівництва на комплексно-механізоване зведення будинків і споруд із збірних будівельних конструкцій, виготовлених у заводських умовах.

*Інженерна підготовка території* – комплекс робіт з місто-будівного освоєння території, які, звичайно, передують її забудові.

*Інженерна споруда* – призначена для функціональних процесів, що відбуваються без участі людини (мости, греблі, шляхопроводи, естакади, градирні, підпірні стінки, щогли тощо).

*Інкрустація* – техніка декорування виробів і будинків твердими матеріалами (мармур, деревина, кістка, кераміка, коштовні камені, перламутр тощо). Врізані у поверхню та відрізняючись за кольором, вони утворюють орнаменти або фігурні зображення.

*Інсектициди* – хімічні речовини, які застосовують для боротьби з комахами-шкідниками деревини (кам'яновугільне масло, хлорофос).

*Інсоляція* – пряме сонячне опромінювання приміщень і території.

*Інтер'єр* – внутрішній простір будинку або окремих приміщень, утворений огорожувальними поверхнями, меблями, освітлювальною арматурою, обладнанням тощо. У вузькому значенні – оформлення внутрішнього простору.



---

---

## К

*Каландр* – машина для надання матеріалові гладкості, більшої густини, нанесення на нього тисненням малюнка. Складається з горизонтально розміщених валів, між якими пропускають матеріал.

*Камбій* – твірна тканина, міститься між деревиною і лубом у вигляді однорядного циліндричного шару.

*Комишит* – теплоізоляційний матеріал у вигляді плит, спресованих із стеблів комишу і скріплених оцинкованою проволокою.

*Каналізація* – система інженерних споруд для прийому і відведення стічних вод з території населених міст і промислових підприємств, очищення їх від забруднення і скиданням у водойму.

*Канат* – гнучкий виріб із сталевого дроту або ниток пряжі.

*Каолін* – пухка гірська порода, утворена із каолініту та інших мінералів. Застосовується для виробництва фарфоро-фаянсових виробів, білий пігмент.

*Каолініт* – водний силікат алюмінію, основний мінерал глин.

*Капілярна вода* – вода, що утримується або пересувається в порах, тріщинах та інших дрібних порожнинах гірських порід і ґрунтів під дією сил поверхневого натягу.

*Капітель* – верхня частина колони, пілона або пілястра, на яку безпосередньо спирається архітрав (балка) або п'ята арки. Має форму оберненого зрізаного конуса або піраміди.

*Кар'єр* – гірниче підприємство з видобування корисних копалин відкритим способом – безпосередньо на поверхні землі.

*Карбонати* – солі вугільної кислоти (кальцит, доломіт, магнезит).

*Каркас* – кістяк будинків і споруд, просторова система лінійних несучих конструкцій, яка сприймає всі навантаження і передає їх через фундаменти на основу споруди.

*Карниз* – горизонтальний виступ на стіні, який підтримує звіс покрівлі та захищає стіну від стічної води, а також завершує горизонтальні елементи фасаду.

*Кахель* – вид кераміки, тонка плитка з обпаленої глини, покрита ззовні глазур'ю. З внутрішнього боку кахлі мають рамкоподібний невисокий обідок (ринда, румба, румф).

*Кваліфікація* – ступінь професійної підготовки працівника, наявність у нього знань, умінь і навичок, необхідних для виконання ним певного виду роботи.

---

---

*Квартира* – частина будинку, група взаємозв’язаних приміщень, призначених для постійного мешкання людини (житлові кімнати, кухня, ванна, туалет та ін.).

*Кварц* – мінерал типу силікатів,  $\text{SiO}_2$ . Густина – 2,15 г/см<sup>3</sup>, твердість – 7,25.

*Кварцит* – щільна, зерниста гірська порода, що складається з кварцу, метаморфічна. Використовують як облицювальний, кислото- і вогнетривкий матеріал.

*Керамзит* – пористий матеріал, одержаний прискореним випалом легкоплавких глинистих порід, що спучуються. Застосовують для легкого бетону, тепло- і звукоізоляції.

*Кераміка* – вироби та матеріали, які отримують спіканням глини з мінеральними добавками та окисами.

*Клеєні конструкції* – дерев’яні конструкції, елементи яких виконані із дошок, брусків, фанери шляхом склеювання (балки, ферми, арки, рами).

*Клінкер* – продукт випалювання до спікання суміші вапняку і глини, спечена суміш вапняку та глини для одержання цементу.

*Колона* – архітектурно оброблена опора, стрижневий елемент споруди, несучої конструкції тощо. Один із елементів каркасу.

*Конвеєр-транспортер* – машина, якою безперервно або з заданим ритмом переміщують вантажі чи вироби на певну відстань.

*Конвертор (конвертер)* – металургійний агрегат, в якому одержують сталь (продуванням рідкого чавуну киснем).

*Конгломерат* – осадова гірська порода, що складається з гальки, піску, гравію й валунів, зцементованих оксидами заліза, глинистим матеріалом, карбонатами.

*Консоль* – несуча конструкція у вигляді бруса з одним вільним, а другим жорстко закріпленим у опорі кінцем, який сприймає навантаження у напрямку, перпендикулярному його осі.

*Контейнер* – знімний пристрій (стандартна ємність), в якому перевозять вантажі.

*Контраст* – протилежність у чомусь.

*Контроль* – перевірка виконання чого-небудь.

*Контрфорс* – вертикальна допоміжна підпірна конструкція, призначена для підсилення основних конструкцій при сприйнятті ними розпору або інших горизонтальних сил.

*Коньок (гребінь)* – верхнє горизонтальне ребро даху, яке утворюється перетином двох його схилів.

---

---

*Кора рослин* – периферична частина стебла і кореня рослин, розташована між покривними тканинами і кільцем камбію.

*Корозія* – руйнування поверхні різних тіл під впливом фізико-хімічних і біологічних факторів.

*Корунд* – мінерал класу оксидів і гідроксидів  $Al_2O_3$ . Твердість 9. Використовують як абразивний матеріал. Відміни: сапфір, рубін – як дорогоцінне каміння.

*Котедж* – індивідуальний житловий будинок з невеликою ділянкою землі, розрахований на одну сім'ю.

*Котлован* – виїмка в ґрунті, призначена для улаштування фундаментів будинків і споруд.

*Крекінг* – процес деструктивної переробки нафти або її фракцій для одержання моторного палива, хімічної сировини для виробництва пластмас, волокна, розчинників.

*Кремнезем* – кремнію двооксид,  $SiO_2$  – сполука кремнію з киснем.

*Крокви* – несучі конструкції похилого даху, які підтримують покрівлю. Крокви бувають похилі й висячі. Виготовляють з дерева, залізобетону і металу.

*Ксилоліт* – штучний кам'яний матеріал, одержаний в результаті тверднення суміші магнезійної в'язучої речовини, тирси і деревного борошна.

## Л

*Лабрадорит* – гірська порода, яка складається з польового шпату і лабрадору. Застосовується для облицювання монументальних споруд.

*Лак* – розчинна смола. Застосовують для виготовлення емалевих фарб, ґрунтовок, шпатлівки.

*Лати (жердини)* – частина покриття будинку, до якої кріпиться покрівельний матеріал. Виконуються із дерев'яних, залізобетонних брусків, прокатної сталі, які кріпляться до крокв і передають на них навантаження.

*Лебідка* – машина з тяговим канатом або ланцюгом, якою підіймають, опускають чи підтягують вантажі.

*Лінкруст* – рулонний оздоблювальний будівельний матеріал з гладенькою або рельєфною поверхнею. Складається зі щільної паперової основи і тонкого шару пластмаси. Застосовується для

---

---

внутрішнього оздоблення стін громадських споруд і засобів транспорту.

*Линолеум* – рулонний матеріал для покриття підлоги. Виготовляється із пластичних мас.

*Липнина* – різновид рельєфу, фігурні або орнаментальні зображення, відлиті або відпресовані з гіпсу, штукатурки, бетону та інших матеріалів, що використовуються для оздоблення фасадів та інтер'єрів будинків.

*Ліфт* – стаціонарний підйомник з кабіною або платформою, яка рухається жорсткими напрямними.

*Лоджія* – частина будинку, приміщення, обмежена з трьох боків стінами і перегородками, а з четвертого – відкрита, огорожена парпетом чи ґратами.

*Ложок* – довга вузька сторона цеглини (65 × 250 мм).

## **М**

*Магматичні (вивержені)* – гірські породи, утворені в результаті охолодження вогняно-рідкої магми (граніт, базальт, пемза, туф, габро, діабаз).

*Магнезит* – мінерал і гірська порода ( $MgCO_3$ ), під час випалювання  $t = 750\text{--}1000$  °C одержують в'язуче – каустичний магнезит, на основі якого виготовляють тепло- і звукоізоляційний матеріали.

*Майоліка* – вид керамічних виробів із кольорової випаленої глини з крупнопористим черепком, вкритим поливою.

*Мансарда* – приміщення, переважно житлове, розташоване на горищі будинку під високим дахом.

*Мармур* – карбонатна метаморфічна гірська порода, яка утворилася внаслідок перекристалізації вапняку або доломіту. Складається з 90–98% кальциту. Застосовують для облицювання внутрішніх стін, скульптурних робіт, для мозаїчного бетону, сходів.

*Мартенівський цех* – цех для переробки чавуну і сталюого брухту в сталь.

*Мастика* – пластична суміш органічної в'язучої речовини, тонкомеленого наповнювача, добавок. Застосовують для приклеювання ізоляційних і опоряджувальних матеріалів.

*Масштаб* – відношення лінійних розмірів зображення на кресленні або макеті до розмірів зображуваної форми в натурі.

---

---

*Мауерлат* – елемент конструкції даху, дерев'яний, рідше залізобетонний брус, що кладеться вздовж кам'яних стін будинку і служить опорою кроквам або балкам.

*Мезонін* – житлова надбудова, верхній напівповерх над середньою частиною невеликого житлового будинку.

*Мергель* – осадова гірська порода, складається з глини, вапняку, доломіту. Застосовують для виготовлення портландцементу.

*Металеві профілі* – довгомірні вироби різної форми поперечного перерізу (кутники, двотаври, швелери, листова сталь, квадратна, кругла, у вигляді труб, рельс, дрiт, таври тощо).

*Метаморфічні (видозмінені)* – гірські породи, які утворилися з магматичних і осадових внаслідок довготривалої дії різних факторів (мармур, кварцит, гнейс, сланці).

*Міпора* – теплоізоляційний матеріал білого кольору, сечовино-формальдегідний поропласт. Середня щільність – 5–40 кг/м<sup>3</sup>.

*Міцність* – здатність матеріалів, виробів, конструкцій чинити опір руйнуванню або змінам форми (деформаціями під дією зовнішніх навантажень). Міцність на стиск, розтяг, вигин тощо.

*Модуль* – в архітектурі й будівництві, умовна одиниця виміру, прийнята для визначення кратних співвідношень розмірів частин будинку, конструкцій і виробів.

*Мозаїка* – вид оздоблення, покриття виробів і конструкцій шаром мармурової кришки, битого скла, дрібних плиток та їх бою, черепашок тощо на розчині; сюжетне зображення або орнамент з окремих шматків різнокольорового матеріалу.

*Монтажна схема* – схема взаємного розміщення у просторі збірних конструкцій та їх елементів.

*Морозостійкість* – здатність будівельних матеріалів і конструкцій з них у зволоженому стані зберігати міцність і не руйнуватися за багаторазового заморожування й розморожування.

## ***Н***

*Навантаження* – силовий вплив на будинки, споруди й окремі конструкції, який викликає в них напругу.

*Наличник, лиштва* – декоративне обрамлення віконного або дверного перерізу, призначене для закривання щілини між дверною або віконною коробкою і стіною.

*Наповнювачі* – тонкоподрібнені мінерали, які додають для покращення властивостей або зменшення вартості матеріалів на

---

---

органічних в'язучих (фарбові склади, асфальтові бетони і розчини, бітумні мастики, гумові й пластмасові матеріали).

*Настил* – частина перекриття або покриття, захисна конструкція з поштучних або листових матеріалів, що укладаються на опори (балки, ригелі, стіни тощо).

*Несучі конструкції* – основні конструктивні елементи, які забезпечують міцність і стійкість будинків і споруд.

*Ніша* – заглиблення у стіні будинку чи споруди.

*Норма часу* – кількість часу, необхідна на виконання одиниці продукції робітниками відповідної професії і кваліфікації в умовах правильної організації праці й виробництва.

## О

*Облицювання* – конструкція з природних і штучних матеріалів та виробів, які прикріплюються до поверхні будівельних конструкцій розчинами, мастиками або за допомогою кріпильних деталей.

*Обшивка* – облицювальна конструкція, що виконується з поштучних матеріалів за допомогою механічних кріплень.

*Одвірок* – боковий або верхній брус рами, дверей, хвіртки, воріт.

*Оздоблення* – оздоблювальні роботи, покриття поверхонь будівельних конструкцій та їх елементів додатковим шаром матеріалів або виробів для надання необхідних якостей.

*Оліфа* – зв'язуюче, одержане з висихаючого масла. Утворює після затвердіння в тонких шарах міцні плівки.

*Опалубка* – форма, в яку під час зведення конструкцій та виготовлення виробів укладаються бетонна суміш та арматура.

*Опора* – елемент будинку (споруди), який сприймає власну вагу споруди, а також діючі на неї постійні й тимчасові навантаження і передає їх на основу.

*Осадові* – гірські породи, що утворилися внаслідок руйнування магматичних порід під дією зовнішніх умов або відкладення різних речовин (глина, пісок, гравій, щебінь, пісковик, вапняк, гіпс, доломіт, крейда, діатоміт, трепел).

*Основа споруди* – масив ґрунту, на який спирається споруда, що сприймає її вагу й усі навантаження.

---

---

## П

*Паля* – конструктивний елемент фундаменту, стержень, повністю або частково заглиблений у ґрунт для передачі йому навантаження від споруди.

*Пандус* – полого похила поверхня для переміщення людей і транспорту.

*Панель* – опорядження нижньої частини стіни приміщення, яке відрізняється від опорядження решти поверхні стіни за матеріалом, фактурою тощо; плоска великорозмірна конструкція заводського виготовлення.

*Панно* – картина, виконана олією, темперою тощо, а також мозаїчні, барельєфні, керамічні, різьблені дерев'яні та інші композиції, призначені для постійного заповнення певних ділянок стіни; частина стіни, обмежена ліпленою рамкою, орнаментом тощо, звичайно заповнена живописним або скульптурним зображенням.

*Парапет* – верхня частина зовнішньої стіни будинку вище рівня покрівлі, невисока суцільна огорожа, яка проходить по краю даху.

*Паркет* – матеріал у вигляді тонких планок (клепка) із твердих порід деревини, для настилання підлоги.

*Пек* – речовина чорного кольору, одержана в залишку від перегонки дьогтів. Застосовується як органічне в'язуче.

*Пемза* – вивержена пориста гірська порода світлих відтінків. Вміст  $\text{SiO}_2$  – 68–72 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 13–21 %. Застосовується в легких бетонах як теплоізоляційний матеріал, добавка до портландцементів і як абразивний матеріал.

*Пергамін* – покрівельний рулонний матеріал, одержаний просочуванням будівельного картону м'якими нафтовими бітумами. Використовується для нижніх шарів покрівельного килиму.

*Перев'язка мурування* – взаєморозташування елементів мурування (цегли чи каменів), яке запобігає розпаданню муруваного масиву і забезпечує роботу всієї товщі стіни як єдиного цілого.

*Перегородка* – елемент будинку (споруди), внутрішня вертикальна огорожувальна конструкція, яка служить для розділення суміжних приміщень.

*Перекрыття* – елемент будинку (споруди), горизонтальна або похила несуча і огорожувальна конструкція, яка розділяє суміжні по висоті приміщення (поверхи).

---

---

*Перемичка* – конструкційний елемент, який перекриває дверні, віконні та інші прорізи стін і сприймає навантаження від частини стіни, перекриттів, покриттів та інших конструкцій, які спираються на стіну.

*Перліт* – вулканічна гірська порода, складається із кремнезему 70–75 %, оксиду калію і натрію 3–9 %, води 0,5–5 %. При  $t = 1000\text{--}1300\text{ }^{\circ}\text{C}$  спучується. Застосовується для легких заповнювачів бетону, теплоізоляційних матеріалів.

*Пиломатеріали* – матеріали, які отримують із деревини розпилюванням (дошки, бруски, бруси і т.д.).

*Пігменти* – кольорові тонко помелені порошки, які не розчиняються у воді й розчинниках, застосовуються для фарб.

*Підвал* – нижня частина будинку, яка знаходиться нижче рівня землі.

*Підлога* – верхня частина конструкції перекриття або конструкція, яку влаштовують по ґрунту.

*Підошва фундаменту* – нижня площина товщі фундаменту, яка безпосередньо торкається ґрунту.

*Пілястра* – плоский вертикальний виступ на поверхні стіни або стовпа, який повторює елементи і пропорції колони.

*Пінобетон* – ніздрюватий бетон, в'язучим є портландцемент, молотий кварцовий пісок, піноутворювач (клеєканіфольний, смолосапонін, гідролізована кров), вода.

*Піносілікат* – ніздрюватий бетон, компоненти: молоте вапнокипілька, молотий кварцовий пісок, піноутворювач, вода.

*Пластифікатор* – низькомолекулярна рідина, яку додають до лаків, фарб, пластмас, смол для збільшення пластичності (фталат, ефір крезоловий, дибутилфталат, діоктилфталат, камфора та ін.).

*Пластичність* – властивість матеріалу деформуватися в результаті дії сил і зберігати надану йому форму.

*Пластмаси* – матеріали, основою яких є смолоподібні органічні речовини з високою молекулярною масою (полімери).

*Плита* – 1) площинна несуча і огорожувальна конструкція, призначена для сприймання навантажень, які діють переважно у напрямку, перпендикулярному до її основної поверхні; 2) будь-який жорсткий великорозмірний виріб, товщина якого значно менша за довжину і ширину (дрібнорозмірний виріб з такими відношеннями розмірів називається плиткою).

*Плінтус* – вузька дерев'яна, пластмасова, кам'яна рейка, яка закриває щілину між підлогою і стіною.



---

---

*Поверх* – частина будинку між двома перекриттями.

*Покриття* – верхній (той, що покриває) шар конструкції, виробу, споруди; один із основних елементів будинку, верхня зовнішня огорожувальна конструкція, призначена для виділення будинку і приміщень у просторі, ізоляції приміщень, відведення дощових вод і сприймання снігових навантажень.

*Поперечик* – вузька коротка сторона цеглини (65 × 120 мм).

*Портландцемент* – гідравлічна в'язуча речовина, яка твердіє у воді і на повітрі, продукт тонкого подрібнення клінкеру і гіпсу.

*Поручень* – верхня частина поруччя, горизонтальна або похила планка, за яку тримаються рукою.

*Постіль* – широка сторона цеглини (250 × 120 мм).

*Прогін* – вертикальна частина будинку, обмежена двома суміжними рядами колон, рядом колон і стіною, або двома стінами.

*Прогін (проліт)* – відстань по горизонталі між суміжними опорами конструкції.

*Проект* – сукупність технічних документів (креслень, описів, розрахунків), необхідних для будівництва і реконструкції будівель.

*Проріз* – отвір у огорожувальних конструкціях, призначений для проходу, проїзду, пропуску комунікацій, освітлення тощо.

*Простінок* – частина стіни між прорізами вікон, дверей, воріт від низу до верху прорізу.

*Пуцолани* – гірські породи, які складаються із шматків вулканічного шлаку або пемзи. Використовуються у вигляді гідравлічних добавок до повітряного вапна і цементу.

## **Р**

*Рама* – площинна стержньова система, елементи якої жорстко сполучені між собою в усіх або деяких вузлах; несуча конструкція, яка складається із стояків і балок (ригелів) з жорсткими стержнями між ними.

*Рама* – чотирикутне, овальне або іншої форми скріплення із дерев'яних брусків, металевих профілів та ін., у яке вставляється скло або обрамлення скла.

*Релін* – гумовий лінолеум, матеріал для покриття підлоги, виготовлений на основі каучуків і гумових композицій.

*Ригель* – горизонтальний несучий елемент каркаса (балка, ферма), на який спирається панель.

---

---

*Розріз* – виконане у певному масштабі креслення ортогональної проєкції архітектурної форми (будинок, споруда, деталь) на вертикальну площину, що його перерізає, яку умовно приймають прозорою.

*Розтяг* – вид деформації лінійного елемента конструкції під дією сил, спрямованих у протилежних напрямках.

*Розчин* – пластична суміш в'язучого матеріалу, дрібного заповнювача і води, в окремих випадках, з додатковими добавками. Призначається для з'єднання поштучних елементів кладки, замоноличування швів під час монтажу блоків і панелей, опорядження приміщень і фасадів будинків і споруд, гідроізоляції та спеціальних робіт.

*Розшивка швів* – спосіб опорядження поверхні з поштучних матеріалів, надання видимій поверхні розчину чіткої профільованої форми.

*Ростверк* – верхня частина пальових фундаментів, на яку спирається цоколь або стіна.

*Руст* – камінь з випуклою грубо обтесаною або пірамідальною (квадр) лицьовою поверхнею, що застосовується для облицювання стін.

## С

*Сандрик* – архітектурне оздоблення стін будинку над віконним і дверним прорізом.

*Сграфіто* – різновид техніки стінного живопису, за якого на площину стіни наносять декілька тонких шарів кольорового тиньку, а потім гострим інструментом продряпають вологий верхній шар. У результаті проступає колір нижнього шару і утворюється багатоколірна композиція.

*Сигран* – склокристалічний матеріал, виготовлений пресуванням скломаси, подальшим її шліфуванням, поліруванням лицьової поверхні і нанесенням рифлення на тильну (імітує граніт).

*Силікатна цегла* – штучний стіновий матеріал, виготовлений із жорсткої (волога 6–7 %) суміші вапна (7–10 %) і кварцового піску (90–93 %) з використанням пресування під тиском 15–20 МПа і автоклавної обробки.

*Силікатний бетон* – штучний кам'яний матеріал, який складається з мінерального заповнювача, зцементованого гідросиліка-

---

---

тами кальцію. Для виробництва силікатного бетону застосовують вапно і кварцовий пісок.

*Скло будівельне* – застосовується для засклення світових прорізів, влаштування прозорих перегородок і дверей, облицювання і оздоблення стін, сходів та ін.

*Склоблоки* – скляні пустотілі вироби, які складені з двох пресованих напівблоків, зварених між собою. Застосовуються для влаштування світлопрозорих огорожень у будівлях.

*Скловата* – теплоізоляційний матеріал із волокон діаметром 10–30 мк, одержаних із розплавленої скломаси способом роздування його у волокна.

*Склокераміт* – двошаровий матеріал, нижній шар якого складається з 75 % склобою, 5 % піску, 20 % глини. Декоративний шар – склогрануліт.

*Скломармур* – різновид марблиту, плити товщиною 5–12 мм.

*Скрепер* – землерийна транспортна машина для копання, транспортування, відсіпки і планування ґрунту шарами заданої товщини. Основним робочим органом є ківш, в передній частині якого розміщені ножі, які ріжуть ґрунт.

*Смальта* – подрібнене кольорове скло у вигляді кубиків чи пластинок, що застосовується для виготовлення мозаїки.

*Споруда* – будівля, штучно створена предметно-просторова форма, призначена для організації у просторі соціальних процесів або їх елементів.

*Сталь, криця* – сплав заліза з вуглецем до 2 % і різними домішками (кремній, марганець, сірка тощо). Застосовується для несучих і огорожувальних металевих конструкцій будинків і споруд, залізобетонних конструкцій, великорозмірних місткостей, тепло-, водо-, газопроводів.

*Стандартизація* – встановлення єдиних обов'язкових норм і вимог (стандартів), які визначають розмір, вид, тип, гатунок, методи випробувань, упаковку, маркування, транспортування і зберігання продукції, а також виконання виробничих процесів.

*Стемаліт* – скляні плити, покриті з одного боку керамічними фарбами. Застосовується для опорядження будинків.

*Стержень* – жорсткий прямолінійний елемент конструкції, довжина якого значно перевищує два інших розміри.

*Стиск* – вид деформації бруса (стержня) під дією сил, спрямованих назустріч одна до одної, рівнодіюча яких перпендикулярна до площини перетину.

---

---

*Стіна* – один із основних елементів будинку, вертикальна огорожувальна конструкція, яка відокремлює будинок від зовнішнього простору і розділяє окремі внутрішні приміщення.

*Стовп* – колода, товстий брусок, укріплений вертикально.

*Східець* – основний елемент сходів, який визначає мінімальне вертикальне переміщення. Горизонтальна площина східців, на яку ступають, називається *проступом*, вертикальна площина між двома східцями – *присхідцем*.

*Сходи* – елемент будинку, конструкція, що служить для пересування людей по вертикалі між приміщеннями, розташованих на різних рівнях. Сходи складаються з похилих (марші) та горизонтальних (площадки) ділянок.

*Сходова клітка* – частина будинку, захищений стінами вертикальний простір, у якому розміщуються сходи.

## *T*

*Твердість* – опір твердого тіла за місцевих контактних силових дій пластичній деформації або крихкому руйнуванню у верхнім шарі.

*Текстура* – особливості будови твердої речовини, обумовлені характером розміщення та орієнтації її складових частин.

*Теракота* – вид кераміки, неглазувані глиняні вироби з кольоровим пористим черепком (посуд, скульптура, кахлі, плитки, архітектурні деталі).

*Типізація* – зведення форм будинків, споруд, конструкцій або деталей, які мають збіжні істотні властивості і відрізняються неістотними, до обмеженої або мінімальної кількості раціональних типів.

*Толь* – рулонний покрівельний матеріал, одержаний обробкою покрівельного картону дьогтьовими складами.

*Торкретбетон* – бетон, який отримують набризком (торкретуванням) розчинової або бетонної суміші на поверхню або в форму під тиском стисненого повітря через сопло, до якого відведено суху суміш в'язучого з заповнювачем і воду.

*Торкретування* – спеціальний вид бетонних робіт, який полягає в нанесенні на поверхню, що бетонується, торкретбетону або шприцбетону.

---

---

## У

*Уніфікація* – раціональне скорочення кількості об'єктів будівельного виробництва однакового призначення, приведення їх до однаковості за рахунок усунення невеликих індивідуальних відмінностей.

*Ущільнення бетону* – надання бетонній суміші найбільш можливої щільності.

*Ущільнення ґрунтів* – один із способів штучного перетворення будівельних властивостей ґрунтів без корінної зміни їх фізико-хімічної природи. Ущільнення ґрунтів виконують спеціальними котками.

## Ф

*Фактура* – будова поверхні, яка властива натуральному матеріалу або надана йому під час обробки.

*Фанера* – листовий деревний матеріал, одержаний склеюванням трьох чи більше шарів шпона. Товщина 1,5–12 мм.

*Фарфор* – щільний, спечений, газо- і водонепроникний, білий, прозорий в тонкому шарі керамічний матеріал, одержаний випалюванням суміші глини, кварцу і польового шпату.

*Фасад* – зовнішня (лицьова) сторона будинку, споруди, утворена огорожувальними конструкціями; креслення ортогональної проекції фасаду будинку, споруди на вертикальну площину, виконане у певному масштабі.

*Фахверк* – каркас огороження, утворений вертикальними (стояки), горизонтальними (ригелі) і діагональними (розкоси) стержньовими елементами, чарунки між якими заповнюються цеглою, каменем або іншим матеріалом.

*Фаянс* – керамічний матеріал, білий, пористий черепок, покритий глазур'ю. Застосовується для виробництва санітарно-технічних виробів.

*Ферма* – виробнича споруда в сільській місцевості, призначена для розведення або розміщення сільськогосподарських тварин, птахів, собак тощо; несуча гратчаста конструкція. Застосовується для покриттів і перекриттів будинків, мостів тощо. Виготовляється із деревини, металу, залізобетону.

*Фіброліт цементний* – пористий, теплоізоляційний матеріал, виготовлений на основі вузької деревної шерсті. Застосовується для

---

---

утеплення суміщених покрівель, стінових і покрівельних панелей, заповнення каркасів будинків, утеплення стін.

*Фільонка* – тонка дошка або фанера, вставлена у раму дверей, воріт тощо; частина поля, стіни, пілястри, дверей тощо, заглиблена і облямована профільним пояском.

*Флюати* – розчини солей кремнійфтористоводневих кислот, якими просочуються вапняки для захисту від вивітрювання.

*Фойє* – приміщення в театрі, кінотеатрі і т. ін., де перебувають глядачі перед початком вистави, фільму, концерту, під час антракту.

*Фрамуга* – верхня частина вікна у вигляді глухої чи такої, яка відкривається, рами, а також засклена рама, розміщена над дверима.

*Фреска* – техніка настінного живопису фарбами, розведеними на воді, по сирому тиньку.

*Фронтон* – завершення будинку, портика або колони, яке має трикутну, сегментну та іншу площину, по боках обмежену схилами даху, а біля основи карнизом.

*Фундамент, підмурок* – підземна або підводна частина будинків, споруд, конструкції якої сприймають і передають на основу споруди навантаження від вищерозміщених частин будинків (споруд), бічного тиску ґрунту, нерівномірних його деформацій.

## Ц

*Цемент* – порошкоподібна мінеральна в'язуча речовина, здатна під час змішування з водою утворювати пластичне тіло, яке при затвердінні набуває каменеподібного стану. Застосовують для виготовлення розчинів для кладки і опорядження, виготовлення бетонних і залізобетонних будівельних конструкцій та виробів. Узагальнена назва великої групи мінеральних в'язучих речовин.

*Цем'янка* – слабо випалена і подрібнена глиняна маса, яку використовують як заповнювач і гідравлічну добавку для вапняно-цем'янового розчину.

*Цоколь* – нижня надземна частина зовнішньої стіни будинку, що лежить безпосередньо на фундаменті та піддається сильнішим механічним, температурним і вологісним впливам.

## Ч

*Чавун* – сплав заліза з вуглецем (від 2 до 6,63 %), марганцем, фосфором, кремнієм, сіркою.

---

---

*Черепиця* – покрівельний поштучний кам’яний матеріал у вигляді невеликих плиток (пазова, плоска, гребенева тощо).

### **Ш, Щ**

*Шлак вулканічний* – сипка гірська порода з ніздрюватою структурою і темним кольором, складається з вулканічного скла. Застосовується як теплоізоляційний матеріал і заповнювач для бетонів.

*Шлакова пемза (термозит)* – штучний пористий заповнювач для легкого бетону, одержаний шляхом спучення розплавів металургійних шлаків за їх швидкого охолодження.

*Шпалери* – рулонний матеріал, який призначається для обклеювання стін, стелі кімнат і приміщень. Виконується на паперовій основі або плівці. Для приклеювання застосовують клеї (клейстери) з відходів борошномельного виробництва і карбоксилметилцелюлозі (КМЦ).

*Шпон* – тонкий лист, виготовлений шляхом лушіння, стругання або пиляння деревини. Застосовують для виготовлення фанери, столярних плит, деревношаруватих пластиків.

*Штукатурка* – оздоблювальний шар на поверхні стін, перегородок, стелі. Основне призначення штукатурки – одержання рівних гладких або рельєфних поверхонь, захист конструкцій від вологи, вогню, для тепло- і звукоізоляції.

*Щебінь* – продукт подрібнення кам’яних матеріалів. Крупність зерен від 5 до 40 мм. Застосовують як заповнювач для бетону.

### **Я**

*Ярус* – частина будинку або споруди, що повторюється по вертикалі і зорво відділена від інших подібних частин зміною розмірів, характером вирішення фасадів, горизонтальними елементами та іншими засобами, утворюючи з цими іншими частинами єдину просторову композицію.

---

---

## НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ

### До теми 1

- ДСТУ 3651.0-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви позначення
- ДСТУ 3651.1-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення
- ДСТУ 3651.2-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, позначення, назви та значення
- ДСТУ Б А.1.1-5-94 ССНБ. Загальні фізико-технічні характеристики та експлуатаційні властивості матеріалів. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-6-94 ССНБ. Теплофізичні випробування матеріалів. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-9-94 ССНБ. Метод електронної мікроскопії матеріалів. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-10-94 ССНБ. Метод мікроскопічного кількісного аналізу структури матеріалів. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-26-94 ССНБ. Відходи промисловості для будівельних виробів. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-27-94 ССНБ. Матеріали будівельні. Дефекти. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-48-94 ССНБ. Матеріали будівельні. Методи визначення теплофізичних властивостей. Терміни та визначення



---

---

ДСТУ Б А.1.1-53-94 ССНБ. Матеріали будівельні. Методи визначення пористості. Терміни та визначення

ДСТУ Б А.1.1-72-2000 ССНБ. Матеріали будівельні. Екологічні характеристики будівельних матеріалів. Терміни та визначення

ДСТУ Б В.2.7-19-95 Матеріали будівельні. Методи випробування на горючість

## **До теми 2**

ГОСТ 16483.7-71 Древесина. Методы определения влажности

ГОСТ 16483.12-72 Древесина. Метод определения прочности при скалывании поперек волокон

ГОСТ 16483.5-73 Древесина. Методы определения прочности при скалывании вдоль волокон

ГОСТ 16483.10-73 Древесина. Методы определения прочности при сжатии вдоль волокон

ГОСТ 16483.23-73 Древесина. Метод определения прочности при растяжении вдоль волокон

ГОСТ 20966-75 Пластик древесный слоистый. Технические условия

ГОСТ 14614-79 Фанера декоративная. Технические условия

ГОСТ 16483.17-81 Древесина. Метод определения статической прочности

ГОСТ 7016-82 Пиломатериалы. Детали деревянные профильные

ГОСТ 11539-83 Фанера бакелизированная . Технические условия

ГОСТ 16483.1-84 Древесина. Метод определения плотности

---



---

ГОСТ 16483.3-84	Древесина. Метод определения прочности при статическом изгибе
ГОСТ 8740-85	Плиты древесноволокнистые. Технические условия
ГОСТ 10632.23-89	Плиты древесностружечные. Технические условия
ГОСТ 8673-93	Плиты древесные. Технические условия
ГОСТ 9620-94	Древесина слоистая клееная. Технические условия
ГОСТ 3916-96	Фанера общего назначения. Технические условия

**До теми 3**

ДСТУ Б А.1.1-20-94	ССНБ. Крейда природна, мука вапнякова і доломітова. Терміни та визначення
ДСТУБА.1.1-32-94	ССНБ. Вироби будівельного призначення з природного каменю. Терміни та визначення
ДСТУ Б В.2.7-27-95	Будівельні матеріали. Пісок із вапняків-черепашників для будівельних робіт. Технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-32-95	Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт, умови
ДСТУ Б В.2.7-37-95	Будівельні матеріали. Плити і вироби з природного каменю. Технічні умови
ДСТУ Б В.2.7-59-97	Будівельні матеріали. Блоки з природного каменю для виробництва облицзовальних виробів. Загальні технічні умови
ДСТУБВ.2.7-33-2001	Будівельні матеріали. Пісок кварцово-залізистий і тонкодисперсна фракція з відходів гірничо-збагачувальних комбінатів України. Технічні умови

---

---

#### До теми 4

- ДСТУ Б А.1.1-14-94 ССНБ. Вироби керамічні личкувальні. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-16-94 ССНБ. Черепиця керамічна та бетонна. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.1.1-31-94 ССНБ. Сировина глиниста. Для виробництва штучних пористих заповнювачів
- ДСТУ Б А.1.1-54-94 ССНБ. Сировина глиниста для виробництва будівельних матеріалів. Терміни та визначення
- ДСТУ Б А.2.7-9-94 ССНБ. Сировина глиниста органомінеральна з відходів вугледобування та вуглезбагачення для керамічних виробів. Технічні умови
- ДСТУ Б А.2.7-14-94 ССНБ. Сировина глиниста для виробництва керамзитового гравію і піску. Технічні умови.
- ДСТУ Б В.2.7-15-95 Будівельні матеріали. Вироби перлітобентонітові теплоізоляційні. Технічні умови
- ДСТУ Б В.2.7-26-95 Будівельні матеріали. Сировина глиниста. Метод визначення чутливості глин до сушіння
- ДСТУ Б В.2.7-28-95 Будівельні матеріали. Черепиця керамічна. Технічні умови
- ДСТУ Б В.2.5-8-96 Будівельні матеріали. Вироби санітарні керамічні. Загальні технічні умови
- ДСТУ Б В.2.7-60-97 Будівельні матеріали. Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів. Класифікація
- ДСТУ Б В.2.7-61-97 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові й лицьові. Технічні умови

---

---

ДСТУ Б В.2.7-67-98 Будівельні матеріали. Плитки керамічні фасадні й килими з них. Технічні умови  
ДСТУ Б В.2.7-117-2002 Будівельні матеріали. Плитки керамічні для підлоги  
(ГОСТ 6787-2001) Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-120-2003 Будівельні матеріали. Добавки енергозберігаючі для керамічних будівельних виробів. Загальні технічні умови

ГОСТ 286-82 Трубы керамические канализационные.  
Технические условия

ГОСТ 961-89 Плитки кислотоупорные и кислотоупорные керамические. Технические условия

ГОСТ 474-90 Кирпич кислотоупорный. Технические условия

#### **До теми 5**

ДСТУ Б В.2.7-13-95 Будівельні матеріали. Скло. Методи визначення коефіцієнтів направленої пропускання і відбиття світла

ДСТУ Б В. 2.6-17-2000 Будівельні матеріали. Блоки віконні та дверні.  
Методи визначення опору теплопередачі

ДСТУ Б В. 2.7-110-2001 Будівельні матеріали. Скло, склопакети

ГОСТ 7481-78 Стекло листовое узорчатое армированное

ГОСТ 21992-83 Стекло строительное профильное

ГОСТ 111-90 Стекло листовое

ГОСТ 6943.0-93 Стекловолокно. Правила приемки

ДСТУ Б А.1.1-21-94 ССНБ. Скло та вироби зі скла будівельного призначення. Терміни та визначення

---

---

ДСТУ Б А.1.1-22-94 ССНБ. Скло будівельне листове прокатне.  
Технологія виготовлення

**До теми 6**

ДСТУ EN 10021-2002 Вироби сталеві та чавунні. Загальні технічні вимоги постачання  
ДСТУ EN 10079-2002 Вироби сталеві. Номенклатура

ДСТУ 2252-93 Профілі сталеві гнуті коритні рівнополичні. Сортамент

ДСТУ 2254-93 Кутики сталеві гнуті рівнополичні. Сортамент

ДСТУ 2255-93 Кутики сталеві гнуті нерівнополичні. Сортамент

ДСТУ 3436-96 Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент

ДСТУ 3666-97 Труби безшовні холоднодеформовані із вуглецевих та легованих сталей із спеціальними властивостями. Технічні умови

ДСТУ 3667-97 Труби безшовні гаряче деформовані з вуглецевих та легованих сталей із спеціальними властивостями. Технічні умови

ДСТУ 3760-98 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови

**До теми 7**

ДСТУ Б В.2.7-1-93...4-93 Будівельні матеріали. Будівельні матеріали з фосфогіпсу

ДСТУ Б А.1.1-36-94 ССНБ. Гіпс та інші місцеві в'язучі. Гіпс сиромолотий. Терміни та визначення

ДСТУ Б В.2.7-22-95 Будівельні матеріали. В'язучі композиційні низькоактивні безклінкерні. Загальні технічні умови

---

---

ДСТУ Б В.2.7-46-96 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-85-99 Будівельні матеріали. Цементи сульфатостійкі. (ГОСТ 22266-94) Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-86-99 Будівельні матеріали. Цементи тампонажні. Методи (ГОСТ 26798.1-96) випробувань

ДСТУ Б В.2.7-87-99 Будівельні матеріали. Цементи тампонажні типів I-G та I-H. Методи випробувань

ДСТУ Б В.2.7-88-99 Будівельні матеріали. Портландцементи тампонажні. Технічні умови (ГОСТ 1581-96)

ДСТУ Б В.2.7-91-99 Будівельні матеріали. В'язучі мінеральні. Класифікація

ГОСТ 15825-80 Портландцемент цветной. Технические условия

ГОСТ 965-89 Портландцементы белые. Технические условия

### **До теми 8**

ДСТУ Б В.2.7-17-95 Будівельні матеріали. Гравій, щебінь, пісок штучні пористі. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-18-95 Будівельні матеріали. Бетони легкі. Загальні технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-25-95 Будівельні матеріали. Бетони важкі шлаколузні. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-29-95 Будівельні матеріали. Дрібні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація

- 
- 
- ДСТУ Б В.2.7-32-95 Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови
- ДСТУ Б В.2.7-35-95 Будівельні матеріали. Щебінь, пісок та щебенево-піщана суміш з доменних і сталеплавильних шлаків для загальнобудівельних робіт. Загальні технічні умови
- ДСТУ Б В.2.7-39-95 Будівельні матеріали. Щебінь і пісок із шлаків (ГОСТ 5578-94) чорної та кольорової металургії для бетонів
- ДСТУ Б В.2.7-43-96 Будівельні матеріали. Бетони важкі. Технічні умови
- ДСТУ Б В.2.7-45-96 Будівельні матеріали. Бетони ніздрюваті. Технічні умови
- ДСТУ Б В.2.7-47-96 Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення (ГОСТ 10060.0-95) морозостійкості
- ДСТУ Б В.2.7-49-96 Будівельні матеріали. Бетони. Прискорені методи (ГОСТ 10060.2-95) визначення морозостійкості при багаторазовому заморожуванні та відтаванні
- ДСТУ Б В.2.7-69-98 Будівельні матеріали. Добавки для бетонів. Методи (ГОСТ 30459-96) визначення ефективності
- ДСТУ Б В.2.7-71-98 Будівельні матеріали. Щебінь і гравій із щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань
- ДСТУ Б В.2.7-74-98 Будівельні матеріали. Крупні заповнювачі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Класифікація
- ДСТУ Б В.2.7-75-98 Будівельні матеріали. Щебінь і гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови

---



---

ДСТУ Б В.2.7- (33...34)-2001	Будівельні матеріали. Заповнювачі з відходів гірничо-збагачувальних комбінатів України
ДСТУ Б В.2.7-114- 2002 (ГОСТ 10181-2000)	Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Методи випробувань
ГОСТ 12730.0...5-78	Бетоны. Методы определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости, водонепроницаемости
ГОСТ 23732-79	Вода для бетонов и растворов. Технические условия
ГОСТ 25192-82 (СТ СЗВ 6550-88)	Бетоны. Классификация и общие требования
ГОСТ 25214-82	Бетон силикатный плотный
ГОСТ 25246-82	Бетоны химически стойкие. Технические условия
ГОСТ 25820-83	Бетоны легкие. Технические условия
ГОСТ 26644-85	Щебень и песок из шлаков тепловых электростанций для бетонов. Технические условия
ГОСТ 27006-86	Бетоны. Правила подбора состава
ГОСТ 8735-88	Песок для строительных работ. Методы испытаний
ГОСТ 10180-90 (СТ СЗВ 3978-83)	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
ГОСТ 20910-90	Бетоны жаростойкие. Технические условия
ГОСТ 25592-91	Смеси золошлаковые тепловых электростанций для бетонов. Технические условия
ГОСТ 25818-91	Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия



---

---

ГОСТ 26633-91      Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

**До теми 9**

ДБН В.2.6-22-2001    Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей, технічні умови

ГОСТ 5802-86      Растворы строительные. Методы испытаний

ГОСТ 28013-89      Растворы строительные. Общие технические требования

ДСТУ Б В.2.7-23-95    Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Загальні

**До теми 11**

ДСТУ Б В.2.7-3-93    Будівельні матеріали. Камінь гіпсовий штучний із фосфогіпсу. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-6-94    Будівельні матеріали. Черепиця бетонна. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-7-94    Будівельні матеріали. Вироби бетонні стінові дрібноштучні. Технічні умови

ДСТУ Б А.1.1-13-94    ССНБ. Матеріали дрібноштучні стінові. Терміни та визначення

ДСТУ Б А.1.1-26-94    ССНБ. Відходи промисловості для будівельних виробництв. Терміни та визначення

ДСТУ Б А.1.1-41-94    ССНБ. Сировина природна для силікатних виробів. Вироби вапнянокремнеземисті. Терміни та визначення

ДСТУ Б В.2.7-36-95    Будівельні матеріали. Цегла та камені стінові без цементні. Технічні умови

---

---

ДСТУ Б В.2.7-52-96 Будівельні матеріали. Листи азбестоцементні (ГОСТ 18124-95) плоскі. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-53-96 Будівельні матеріали. Листи азбестоцементні (ГОСТ 30340-95) хвилясті. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-80-98 Будівельні матеріали. Цегла та камені силікатні. Технічні умови

ДСТУБ В.2.7-95-2000 Будівельні матеріали. Листи гіпсокартонні. Технічні умови

ДСТУБ В.2.7-111-2001 Будівельні матеріали. Плити гіпсові для перегородок та внутрішнього облицювання стін. Технічні умови

ГОСТ 11118-73 Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен зданий. Технические требования

ГОСТ 19570-74 Панели из автоклавных ячеистых бетонов для внутренних несущих стен, перегородок и перекрытий жилых и общественных зданий. Технические требования

ГОСТ 9574-80 Панели гипсобетонные для перегородок. Технические требования

## **До теми 12**

ДСТУ Б А.1.1-15-94 ССНБ. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Терміни та визначення

ДСТУ Б В.2.7-83-99 Будівельні матеріали. Матеріали рулонні та гідроізоляційні. Технічні умови (ГОСТ 2678-94)

ДСТУ Б В.2.7-101-2000 Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови (ГОСТ 30547-97)

---

---

ДСТУ Б В.2.7-108-2001 Будівельні матеріали. Мастики покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови (ГОСТ 30693-2000)

ГОСТ 15879-70	Стеклорубероид. Технические условия
ГОСТ 11506-73	Битумы нефтяные. Метод определения температуры размягчения
ГОСТ 11503-74	Битумы нефтяные. Метод определения вязкости
ГОСТ 11506-75	Битумы нефтяные. Метод определения растяжимости
ГОСТ 10996-76	Толь. Технические условия
ГОСТ 11501-78	Битумы нефтяные. Метод определения глубины проникания иглы
ГОСТ 11507-78	Битумы нефтяные. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу
ГОСТ 14791-79	Мастика герметизирующая нетвердеющая строительная. Технические условия
ГОСТ 15836-79	Мастика битумно-резиновая изоляционная. Технические условия
ГОСТ 2889-80	Мастика битумная кровельная горячая. Технические условия
ГОСТ 16136-80	Плиты перлитобитумные теплоизоляционные. Технические условия
ГОСТ 20429-84	Фольгоизол. Технические условия
ГОСТ 26627-85	Материалы рулонные кровельные гидроизоляционные. Правила приемки

---

---

ГОСТ 5027-89 Паста і мастика бітумна емульсійна на твердих емульгаторах. Технічні умови

ГОСТ 10923-93 Руберойд. Технические условия

### **До теми 13**

ДСТУ Б А.1.1-18-94 ССНБ. Лінолеум. Терміни та визначення

ДСТУ Б А.1.1-28-94 ССНБ. Вироби полімерні погонажні профільні та оздоблювальні стінові (рулонні й листові). Терміни і визначення

ДСТУ Б А.1.1-29-94 ССНБ. Мастики покрівельні гідро- і пароізоляційні і приклеювальні. Терміни і визначення

ДСТУ Б В.2.7-8-94 Будівельні матеріали. Плити полістирольні. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-26-95 Будівельні матеріали. Лінолеум полівінілхлоридний на тепловукоізольуючій підоснові. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-21-95 Будівельні матеріали. Лінолеум полівінілхлоридний багатошаровий та одношаровий без підоснови. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-77-98 Будівельні матеріали. Мастики герметизуючі бутилкаучукові. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-78-98 Будівельні матеріали. Матеріал герметизуючий бутилрегенератний. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-79-98 Будівельні матеріали. Мастики гідроізоляційні бутилкаучукові та бітумнобутилкаучукові. Технічні умови

ДСТУ Б В.2.7-103-2000 Будівельні матеріали. Мастики будівельні полімерні клеючі латексні

---



---

ДСТУ Б В.2.7-106-2001	Будівельні матеріали. Герметизуючі нетвердіючі полімерні матеріали бугепрол-2м, тегерон. Технічні умови
ГОСТ 9639-71	Листы из непластифицированного поливинилхлорида (винипласт листовой). Технические условия
ГОСТ 16914-71	Линолеум резиновый многослойный – релин. Технические условия
ГОСТ 10292-74	Стеклотекстолит конструкционный. Технические условия
ГОСТ 12172-74	Клей фенолополивинилацетатный. Технические условия
ГОСТ 20966-75 ГОСТ 20966-75	Линкруст Пластик древесный слоистый марки ДСП-Б-а. Технические условия
ГОСТ 16381-77	Материалы изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические условия
ГОСТ 19111-77	Изделия погонажные профильные поливинилхлоридные. Технические условия
ГОСТ 22345-77 ГОСТ 5-78	Клей ВС-10Т теплостойкий. Технические условия Текстолит и асботекстолит конструкционные. Технические условия
ГОСТ 4.54-79	Покрытия полимерные защитные изолирующие, локализирующие, дезактивирующие и аккумулярующие. Номенклатура показателей
ГОСТ 16272-79	Пленка поливинилхлоридная пластифицированная техническая. Технические условия

---



---

ГОСТ 24064-80	Мастики клеящие каучуковые. Технические условия
ГОСТ 24285-80	Герметик марки УТ-34. Технические условия
ГОСТ 16475-81	Плитки поливинилхлоридные для полов. Технические условия
ГОСТ 10354-82	Пленка полиэтиловая. Технические условия
ГОСТ 19034-82	Трубы из поливинилхлоридного пластика. Технические условия
ГОСТ 25288-82	Пластмассы конструкционные. Номенклатура показателей
ГОСТ 4.224-83	Строительство. Материалы и изделия полимерные строительные герметизирующие и уплотняющие. Номенклатура показателей
ГОСТ 4.228-83	Строительство. Материалы клеящие полимерные. Номенклатура показателей
ГОСТ 4.229-83	Строительство. Пластики бумажно-слоистые декоративные. Номенклатура показателей
ГОСТ 4.230-83	Строительство. Материалы отделочные и изделия облицовочные полимерные. Номенклатура показателей
ГОСТ 9.708-83	Пластмассы. Метод испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов
ГОСТ 18599-83	Трубы напорные из полиэтилена. Технические условия
ГОСТ 4.116-84	Кожа искусственная и клееночные материалы технического назначения. Номенклатура показателей

---



---

ГОСТ 12998-85	Пленка полистирольная. Технические условия
ГОСТ 11529-86	Материалы поливинилхлоридные для полов. Методы контроля
ГОСТ 23367-86	Винилискожа оббивочная. Общие технические условия
ГОСТ 27023-86	Ковры сварные из поливинилхлоридного линолеума на теплозвукоизолирующей подоснове. Технические условия
ГОСТ 27380-87	Стеклопластики профильные электроизоляционные. Общие технические условия
ГОСТ 4.18-88	Покрытия и изделия ковровые машинного способа производства. Номенклатура показателей
ГОСТ 28117-89	Трубы из непластифицированного поливинилхлорида. Типы и сортамент
ГОСТ 28415-89	Покрытия и изделия ковровые тканые машинного способа производства. Общие технические условия
ГОСТ 10174-90	Прокладки уплотняющие пенополиуретановые для окон и дверей. Технические условия
ГОСТ 28780-90	Клеи полимерные. Термины и определения
ГОСТ 28867-90	Покрытия и изделия ковровые нетканые машинного способа производства. Общие технические условия
ГОСТ 28867-90 (ИСО 161-1-78)	Трубы из термопластов для транспортирования жидкостей. Номинальные наружные диаметры и номинальные давления. Метрическая серия
ГОСТ 29325-92 (ИСО 3126-74)	Трубы из пластмасс. Определение размеров

---

---

### До теми 15

ДСТУ Б.А.1.1-45-94 ССНБ. Покриття лакофарбові. Терміни і визначення

ГОСТ 10503-71	Краски масляные, готовые к применению. Технические условия
ГОСТ 16976-71	Покрyтия лакокрасочные. Методы определения степени меления
ГОСТ 17537-72	Материалы лакокрасочные. Методы определения массовой доли летучих и нелетучих твердых и пленкообразующих веществ
ГОСТ 4765-73	Материалы лакокрасочные. Методы определения прочности при ударе
ГОСТ 6806-73	Материалы лакокрасочные. Метод определения эластичности пленки при изгибе
ГОСТ 18958-73	Краски силикатные
ГОСТ 19279-73	Краски полимерцементные
ГОСТ 8784-75	Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости
ГОСТ 18299-75	Материалы лакокрасочные. Метод определения предела прочности при растяжении, относительного удлинения при разрыве и модуля упругости
ГОСТ 19007-75	Материалы лакокрасочные. Методы определения времени и степени высыхания
ГОСТ 29811-75	Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытия на истирание
ГОСТ 19266-79	Материалы лакокрасочные. Метод определения цвета



---

---

ГОСТ 24404-80	Покрытия лакокрасочные. Классификация и обозначения
ГОСТ 8292-85	Краски масляные цветные густотертые. Технические условия
ГОСТ 6992-86	Покрытия лакокрасочные. Методы испытания на стойкость в атмосферных условиях
ГОСТ 5233-89	Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости по маятниковому прибору
ГОСТ 28196-89	Краски водно-дисперсионные. Технические условия
ГОСТ 10277-90	Шпатлевки. Технические условия
ГОСТ 29318-92	Материалы лакокрасочные. Оценка совместимости продукта с окрашиваемой поверхностью. Методы испытания

---

---

## ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В.И. и др. Силиконовые композиционные материалы. – М.: Стройиздат, 1990. – 223 с.
2. Баранов А.Г. Производство и применение изделий из ячеистых бетонов. – М.: Высш. шк., 1995.
3. Батраков ВТ. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с.
4. Безбородов В.А. и др. Сухие смеси в современном строительстве. – Новосибирск, 1998. – 160 с.
5. Берлин Ю.Я., Сычев Ю.И., Кипнис Л.Г. Материаловедение для камнеобработчиков. – Л.: Стройиздат, 1990. – 272 с.
6. Болдырев А.С.(ред) Справочник. Строительные материалы. – М.: Стройиздат, 1989.
7. Большаков В.И., Мартыненко В.А., Ястребцов В.В. Производство изделий из ячеистого бетона по резательной технологии. – Днепропетровск: Пороги, 2003. – 141 с.
8. Братчун В.И., Золотарев В.А. Модифицированные дегти и дегтебетоны повышенной долговечности. – Макеевка, 1998. – 226 с.
9. Кривенко П.В., Барановський В.Б. та ін. Будівельні матеріали: Підручник. – К.: Вища шк., 1993. – 388 с.
10. Быков А.С. Стеклокремнезит. Технология и применение в строительстве. – М.: Стройиздат, 1994. – 252 с.
11. Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве. – М.: Стройиздат, 1980. – 415 с.
12. Верней И.И. Теория формирования асбестоцементных листов и труб. – М.: Стройиздат, 1988. – 289 с.
13. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Высш. шк., 1986. – 386 с.
14. Волянський О.А. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: У 2 ч. – Ч.1. – Технологія бетону. – К.: Вища шк., 1994. – 271 с.
15. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Максунев С.Е. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения. – К.: Вища шк., 1991. – 243 с.
16. Горбунов Г.И. Основы строительного материаловедения. – М: Издательство АСВ, 2002. – 168 с.
17. Горшков В.С., Осокин А.П., Калитина М.А. Химическая технология полиминеральных композиционных материалов. – М., 1998. – 250 с.

- 
- 
18. Грушко И.М., Королев И.Б., Борщ И.М., Мищенко Г.М. Дорожно-строительные материалы. – М.: Транспорт, 1991. – 357 с.
  19. Дворкин Л.И. Справочник. Материалы и изделия в сельском строительстве. – К.: Урожай, 1990.
  20. Дворкін Л.Й. Опоряджувальні матеріали і вироби: Довідник. – К.: Вища шк., 1993. – 325 с.
  21. Грушко И.М., Королев И.В., Борщ И.М., Мищенко Г.М. Дорожно-строительные материалы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Транспорт, 1991. – 357 с.
  22. Дробязко Л.Е. Легкие конструкции сельскохозяйственных зданий. – К.: Будівельник, 1985.
  23. Карапузов Е.К. и др. Сухие строительные смеси: Справочное пособие. – К.: Техніка, 2000. – 225 с.
  24. Карапузов Е.К., Лутц Г., Герольд Х. и др. Сухие строительные смеси: Справочное пособие. – К.: Техніка, 2000. – 226 с.
  25. Козлов В.В. Сухие строительные смеси: Учеб. пособие. – М.: Изд-во ассоциации строит. вузов, 2000. – 96 с.
  26. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Кочевих М.О. Заповнювачі для бетону. – К.: ФАДА, ЛТД, 2001. – 399 с.
  27. Крупа А.А., Городов В.С. Химическая технология керамических материалов: Учеб. пособие – К.: Вища шк., 1990. – 399 с.
  28. Куликов Б.Ф. Словарь камней-самоцветов. – Л.: Недра, 1982.
  29. Лысенко М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов. – М.: Недра, 1980. – 272 с.
  30. Малинин В.И. Облицовка поверхности природным камнем. – М.: Стройиздат, 1981.
  31. Марцинчук А.Б. Определение свойств и качества строительных материалов в полевых условиях. – М.: Стройиздат, 1990.
  32. Микульский В.Г. и др. Современные кровельные материалы /Под ред. К.Н. Попова – М.: МГСУ, 1998. – 215 с.
  33. Михайлов К.В. Бетон и железобетон в строительстве. – М.: Высш. шк., 1987.
  34. Михайлов К.В., Патуроев В.В., Крайс Р. Полимербетоны и конструкции на их основе. – М.: Стройиздат, 1989. – 302 с.
  35. Мороз И.И. Технология строительной керамики: Учеб. пособие для вузов. – К.: Вища шк., 1980. – 384 с.
  36. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1988. – 303 с.

- 
- 
37. Наназашвили И.Х. Строительные материалы, изделия и конструкции: Справочник. – М.: Высш. шк., 1990. – 495 с.
  38. Нациевский Ю.Д. Справочник по строительным материалам. – К.: Будівельник, 1989.
  39. Нациевский Ю.Д. Эффективные строительные материалы. – К.: Будівельник, 1980.
  40. Пашенко О.О., Сербия В.П., Старчевська О.О. В'язучі матеріали. – К.: Вища шк., 1995. – 416 с.
  41. Петров В.П. Сложные загадки простого строительного камня (известняк). – М.: Высш. шк., 1984.
  42. Печеный Б.Г. Долговечность битумных и битумно-минеральных покрытий – М.: Стройиздат, 1981. – 123 с.
  43. Пирожников Л.Б. Занимательно о бетоне. – М.: Стройиздат, 1978.
  44. Пирожников Л.Б. Занимательно о нерудных материалах. – М.: Стройиздат, 1991.
  45. Рояк С.М., Рояк Г.С. Специальные цементы. – М., 1993. – 411 с.
  46. Рунова Р.Ф., Шейнич Л.О., Гелевера О.Г., Гоц В.І. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: Підручник. – К.: КНУБА, 2002. – 365 с.
  47. Русанова Н.Г., Пальчик П.П., Рижанкова Л.М. Технологія бетонних і залізобетонних конструкцій: Підручник: У 2 ч. – Ч.2. – Виготовлення бетонних і залізобетонних конструкцій. – К.: Вища шк., 1994. – 334 с.
  48. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2002. – 701 с.
  49. Рыбьев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. – М.: Высш. шк., 1984. – 307 с.
  50. Саркисов П.Д. Направленная кристаллизация стекла – основа получения многофункциональных кристаллических материалов. – М.: РХТУ, 1997. – 150 с.
  51. Сахновский М.М. Легкие конструкции стальных каркасов зданий и сооружений. – К.: Будівельник, 1984.
  52. Соловьев С.Г. Стекло в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1989.
  53. Соломатов В.И. Технология полимербетонов и армополимербетонных изделий. – М.: Стройиздат, 1984. – 142 с.

- 
- 
54. Соломатов В.И., Выровой В.Н. и др. Композиционные строительные материалы пониженной материалоемкости. – К.: Будівельник, 1991. – 144 с.
  55. Спиридов В.Н. Аллюминиевые конструкции. – М.: Стройиздат, 1983.
  56. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. – М.: Металлургия, 1985. – 480 с.
  57. Микульский В.Г., Куприянов В.Н. и др. Строительные материалы: Учебник /Под ред. В.Т. Микульского. – М.: АСВ, 2000. – 530 с.
  58. Тараканов О.Г., Шапов К.В., Альперн В.Д. Наполненные пенопласта. – М.: Химия, 1989. – 216 с.
  59. Тейлор Х.Ф.У. Химия цемента. – М., 1998. – 600 с.
  60. Теория цемента /Под ред А.А. Пашенко – К.: Будівельник, 1991. – 168 с.
  61. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров. – М.: Химия, 1989. – 431 с.
  62. Ушеров-Маршак А.В. Калориметрия цемента и бетона. Избранные труды. – Харьков: Факт, 2002. – 180 с.
  63. Фрейдин А.С. Полимерные водяные клеи. – М.: Химия, 1985. – 143 с.
  64. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений. – М.: Химия, 1981. – 270с.
  65. Хаютин Ю.Г. Монолитный бетон: технология производства работ. – М.: Стройиздат, 1991. – 576 с.
  66. Чаус К.В. и др. Технология производства строительных материалов, изделий и конструкций: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1988. – 448 с.
  67. Чернов М.М. Изделия и материалы для индивидуального строительства. – М.: Стройиздат, 1990.
  68. Чернявский В.Л. Адаптация бетона. – Днепропетровск: Нова ідеологія, 2002. – 115 с.
  69. Чехов А.П. Коррозионная стойкость материалов: Справочник. – Днепропетровск: Промінь, 1980. – 190 с.
  70. Чистяков А.М. Легкие многослойные ограждающие конструкции. – М.: Стройиздат, 1987. – 242 с.
  71. Чуйко А. Искусственные камни. – М.: Стройиздат, 1981.
  72. Шаскольская М.П. Кристаллы. – М.: Наука, 1985.
  73. Шевченко А.М., Яворовський О.П. та ін. Гігієна праці. – К.: Інфотекс, 2000. – 607 с.

---

---

## ЗМІСТ

Вступ.....	3
<b>1. Основні властивості будівельних матеріалів.....</b>	<b>7</b>
1.1. Структурно-фізичні властивості .....	7
1.2. Гідрофізичні властивості .....	9
1.3. Теплофізичні властивості.....	14
1.4. Механічні властивості будівельних матеріалів.....	19
1.5. Хімічні спеціальні властивості будівельних матеріалів.....	23
1.6. Експлуатаційні властивості .....	24
<b>2. Матеріали та вироби з деревини .....</b>	<b>28</b>
2.1. Загальні відомості .....	28
2.2. Будова деревини .....	28
2.3. Деревні породи, які застосовують у будівництві .....	30
2.4. Фізичні та механічні властивості деревини .....	32
2.5. Вади деревини .....	36
2.6. Шляхи підвищення довговічності дерев'яних конструкцій....	39
2.7. Матеріали з деревини .....	40
2.8. Вироби з деревини .....	41
2.9. Будівельні конструкції з деревини .....	43
2.10. Раціональне використання лісових матеріалів, їх економія. Комплексне використання деревини і відходів деревообробки....	44
2.11. Сучасні матеріали з деревини .....	48
<b>3. Природні кам'яні матеріали .....</b>	<b>63</b>
3.1. Походження та класифікація гірських порід .....	63
3.2. Відомості про мінерали .....	64
3.3. Характеристика та застосування в будівництві гірських порід .....	65
3.4. Видобування та обробка природного каменю .....	68
3.5. Матеріали та вироби з природного каменю .....	71
3.6. Захист природних кам'яних матеріалів від руйнування .....	73
3.7. Сучасні матеріали з гірських порід .....	73
<b>4. Керамічні матеріали і вироби .....</b>	<b>85</b>
4.1. Загальні відомості .....	85
4.2. Сировина для виробництва кераміки .....	87
4.3. Виробництво керамічних виробів .....	88
4.4. Стінові керамічні матеріали: керамічна цегла і каміння, їх різновиди .....	92
4.5. Керамічні вироби для облицювання будівель .....	97
4.6. Вироби спеціального призначення .....	103

4.7. Сучасні матеріали з кераміки .....	108
<b>5. Скло і вироби з мінеральних розплавів .....</b>	<b>120</b>
5.1. Загальні відомості про скло. Сировина та технологія виготовлення скла, його властивості .....	120
5.2. Види листового скла .....	123
5.3. Вироби зі скла .....	125
5.4. Матеріали зі скла для облицювання .....	127
5.5. Матеріали та вироби зі шлакових розплавів. Кам'яне литво ..	129
5.6. Сучасні матеріали з мінеральних розплавів .....	130
<b>6. Метали в будівництві .....</b>	<b>141</b>
6.1. Класифікація металів. Основи виробництва чавуну і сталі ....	141
6.2. Види і марки чавуну. Вироби з чавуну .....	142
6.3. Види і марки сталі .....	143
6.4. Властивості сталей .....	145
6.5. Корозія металів та захист від неї .....	147
6.6. Термічна обробка сталі .....	148
6.7. Вироби зі сталей .....	148
6.8. Сталеві конструкції .....	153
6.9. Кольорові метали та їхні сплави .....	154
6.10. Сучасні матеріали з металів .....	155
<b>7. Мінеральні в'язучі речовини .....</b>	<b>166</b>
7.1. Основні відомості про в'язучі речовини, їх класифікація .....	166
7.2. Повітряне вапно .....	169
7.3. Будівельний гіпс: сировина, виробництво, застосування .....	171
7.4. Основні властивості будівельного гіпсу .....	172
7.5. Магнезіальні в'язучі речовини .....	174
7.6. Рідке скло і кислототривкий цемент .....	174
7.7. Гідралічне вапно .....	175
7.8. Виробництво портландцементу .....	175
7.9. Основні властивості портландцементу. Теорія тужавіння цементу .....	178
7.10. Різновиди портландцементу: сировина, виробництво, застосування .....	181
7.11. Спеціальні цементи .....	184
7.12. Гіпсоцементнопоцоланові в'язучі .....	186
7.13. В'язучі автоклавного твердіння .....	187
7.14. Шлаколужні в'язучі .....	187
7.15. Транспортування та зберігання цементів .....	188
7.16. Сучасні мінеральні в'язучі речовини .....	189

<b>8. Будівельні бетони</b> .....	206
8.1. Загальні відомості про бетони .....	206
8.2. Важкий бетон. Матеріали для важких бетонів .....	208
8.3. Властивості бетонної суміші. Домішки до бетонної суміші .....	211
8.4. Фізичні властивості бетону .....	215
8.5. Проектування складу бетону за методом абсолютних об'ємів .....	219
8.6. Приготування, транспортування та укладання бетонної суміші .....	225
8.7. Спеціальні види важких бетонів .....	227
8.8. Загальні відомості про легкі бетони. Легкі бетони суцільної структури на пористих заповнювачах .....	228
8.9. Крупнопористий бетон: сировина, виробництво, застосування .....	230
8.10. Ніздрюватий бетон: сировина, виробництво, застосування .....	230
8.11. Шлаколузні бетони, їх властивості і застосування .....	232
8.12. Сучасні бетони .....	235
<b>9. Будівельні розчини</b> .....	247
9.1. Види будівельних розчинів .....	247
9.2. Властивості розчинової суміші .....	248
9.3. Властивості розчину. Його міцність .....	249
9.4. Розчин для кладки стін і монтажу конструкцій будівель .....	250
9.5. Опоряджувальні розчини .....	250
9.6. Спеціальні розчини .....	251
9.7. Сучасні розчини .....	252
<b>10. Збірні залізобетонні й бетонні вироби та конструкції</b> .....	259
10.1. Загальні відомості про залізобетон .....	259
10.2. Види збірних залізобетонних виробів для житлових і громадських будівель .....	260
10.3. Види збірних залізобетонних виробів для промислових будівель .....	262
10.4. Види збірних залізобетонних виробів для сільськогоспо- дарських будівель і технічних споруд .....	264
10.5. Виготовлення залізобетонних конструкцій .....	266
10.6. Способи виготовлення збірних залізобетонних виробів .....	266
10.7. Транспортування та складування залізобетонних виробів ...	267
10.8. Сучасні матеріали з залізобетону .....	268
<b>11. Штучні кам'яні матеріали і вироби на основі мінеральних в'язучих речовин</b> .....	281



11.1. Силікатні вироби та матеріали .....	281
11.2. Вироби на основі гіпсових в'язучих .....	285
11.3. Вироби на основі магнезійних в'язучих .....	288
11.4. Азбестоцементні вироби .....	288
11.5. Сучасні матеріали на основі мінеральних в'язучих речовин .....	296
<b>12. Органічні в'язучі матеріали і вироби на їх основі .....</b>	<b>304</b>
12.1. Загальні відомості .....	304
12.2. Властивості бітумів. Марки бітумів .....	305
12.3. Асфальтові та дьогтьові бетони й розчини .....	309
12.4. Рулонні матеріали для покрівлі .....	309
12.5. Мастики та емульсії .....	311
12.6. Гідроізоляційні рулонні матеріали .....	312
12.7. Сучасні матеріали з органічних в'язучих речовин .....	314
<b>13. Матеріали й вироби на основі полімерів .....</b>	<b>326</b>
13.1. Загальні відомості .....	326
13.2. Конструкційні будівельні матеріали з пластмас .....	328
13.3. Полімерні матеріали для покриття підлог .....	328
13.4. Опоряджувальні матеріали .....	332
13.5. Погонажні та сантехнічні вироби і труби з пластмас. Полімерні клеї .....	334
13.6. Герметизувальні матеріали .....	335
13.7. Сучасні матеріали на основі пластмас .....	336
<b>14. Теплоізоляційні та акустичні матеріали і вироби .....</b>	<b>353</b>
14.1. Види і властивості теплоізоляційних матеріалів, їх класифікація .....	353
14.2. Органічні теплоізоляційні матеріали та їх використання. Теплоізоляційні пластмаси .....	355
14.3. Неорганічні теплоізоляційні матеріали .....	356
14.4. Акустичні матеріали .....	359
14.5. Сучасні теплоізоляційні та акустичні матеріали .....	360
<b>15. Лакофарбові матеріали .....</b>	<b>376</b>
15.1. Загальні відомості про лакофарбові матеріали .....	376
15.2. Зв'язуючі речовини. Фарбові суміші .....	376
15.3. Допоміжні матеріали .....	378
Відповіді на тести .....	380
Короткий термінологічний словник .....	383
Нормативні документи .....	408
Література .....	426

---

---

**Навчальне видання**

**Пашенко Тетяна Миколаївна,  
Світла Зінаїда Іванівна**

**Будівельне матеріалознавство**

*Українською мовою*

Відповідальна за випуск *О.Ткачук*  
Редактор *С.Світельська*  
Комп'ютерна верстка *О. Давиденко*  
Дизайнер *І. Понайда*

Підписано до друку 10.11.2009 р.

Умов. друк. арк. 18,0

Наклад 1000 прим. Зам. № 302

Редакційно-видавничий відділ  
Наукметодцентру  
Міністерства аграрної політики України  
Технікумівська, 1, смт Немішаєве  
Бородянського Київської  
т/ф 8 (04477) 41-2-69

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру  
суб'єкта видавничої справи ДК № 2435