

Тема 1. Загальні питання матеріалознавства

План

1.1 Основні відомості

1.2 Робота будівельних матеріалів в окремих інженерних конструкціях

1.3 Класифікація будівельних матеріалів

1.1 Основні відомості

Капітальне будівництво є однією з найважливіших галузей господарства, 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.

Вартість будівельних матеріалів у повному обсязі будівельно-монтажних робіт становить приблизно 50—65 %. Тому виробництво та використання ефективних і дешевих будівельних матеріалів є важливим державним завданням.

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 на промислових підприємствах України.

Значення курсу “Будівельне матеріалознавство” в навчальному плані підготовки інженерів-будівельників усіх спеціальностей дуже велике, оскільки жодну споруду не можна правильно спроектувати та побудувати, а готову споруду технічно грамотно експлуатувати, не знаючи властивостей будівельних матеріалів.

Курс «Будівельне матеріалознавство» — основа вивчення таких спеціальних дисциплін, як будівельне виробництво, будівельні конструкції, технологія заповнювачів бетону тощо.

Будівельними матеріалами називають різні за складом, структурою, формою та властивостями речовини, застосовувані безпосередньо для будівництва споруд або для виготовлення з них збірних елементів на спеціалізованих підприємствах. Найпростіші будівельні матеріали — пісок, глина, деревина, природний камінь, гравій.

Будівельні вироби — це закінчені елементи, виготовлені з будівельних матеріалів (наприклад, цегляні й залізобетонні панелі, виготовлені з цементу, піску, щебеню, гравію, арматури).

Будівельні конструкції — це елементи будівель і споруд. Вони мають певну форму, відповідні розміри й властивості, виготовлені промисловим способом з будівельних матеріалів та виробів (ферми, стінові й фундаментні блоки, об'ємні елементи будівель, колони тощо).

Будівельні матеріали можуть бути природними, тобто утвореними в земній корі або на її поверхні, а також штучними, одержаними внаслідок промислової переробки природної сировини (цемент, пластмаси, бітуми тощо). За хімічним складом будівельні матеріали поділяють на неорганічні, або мінеральні, та органічні.

Довговічність будівель і споруд здебільшого зумовлюється якістю будівельних матеріалів, виробів, конструкцій. Якість, а також інші властивості визначаються стандартами (ГОСТ, ДСТ України), технічними умовами (ТУ). Вони містять вимоги до властивостей цих матеріалів, методи їх визначення, правила зберігання та транспортування. Стандарти розробляють на основі новітніх досягнень науки і техніки. Стандарти й технічні умови на будівельні матеріали, вироби й конструкції є нормативними документами, вимоги яких обов'язкові для міністерств і відомств. Рік затвердження кожного документа подається двома останніми цифрами в символічному запису його назви.

Вивчаючи будівельні матеріали, їх класифікують за галузями застосування в будівництві, наприклад: покрівельні (руберойд, азбестоцементний шифер, черепиця); стінові (цегла, керамічне каміння, ніздрюваті й шлакобетонні блоки, дерев'яний брус).

Класифікуються будівельні матеріали за технологічними ознаками, а саме: дерев'яні матеріали; природні кам'яні; мінеральні в'язучі; будівельні розчини; бетони; залізобетонні вироби; будівельна кераміка; матеріали та вироби із силікатних розплавів; матеріали з безцементних в'язучих; теплоізоляційні та акустичні; гідроізоляційні; обробні матеріали та інші.

Для підвищення ефективності будівництва важливим є зниження маси будівельних конструкцій. Цей напрям реалізується збільшенням виробництва легких металевих конструкцій, легких бетонів на пористих заповнювачах і ніздрюватих бетонів, а також виробництва особливо легких заповнювачів, матеріалів з пластмас тощо.

Для захисту огорожувальних конструкцій від кліматичних факторів необхідні матеріали з малими водопоглинанням і теплопровідністю, високими морозо- та вогнестійкістю. Підвищення рівня внутрішнього благоустрою будівель та гігієнічних вимог щодо них потребує розробки спеціальних матеріалів для каналізації й водостоків, які мають високу корозійну стійкість й водонепроникність.

Підвищення естетичних вимог до будівель сприяє розширенню асортименту опоряджувальних матеріалів.

Будівельні матеріали виконують свої функції лише тоді, коли вони прогресивні, тобто знижують матеріаломісткість конструкцій, забезпечуючи потрібну міцність, якщо їх виготовлення зменшує затрати праці, палива й електроенергії.

У сучасному будівництві доцільно більш широко використовувати місцеві матеріали, застосовуючи для їхнього виготовлення техногенні відходи інших виробництв (шлаки, золи, тирсу тощо). Завдяки цьому вдається усунути проблему доставки будівельних матеріалів па об'єкти за тисячі кілометрів, тобто зменшити транспортні витрати. Місцеві матеріали (цегла, деревина, природне каміння) успішно замінюють залізобетон, значно здешевлюють будівництво, сприяють розв'язанню екологічної проблеми й дають істотну економію.

1.2 Робота будівельних матеріалів в окремих інженерних конструкціях

Без глибоких знань всього різноманіття властивостей неможливо вибрати матеріал, відповідний проекту конструкції, а отже проводити будівельні роботи високої якості при мінімальній вартості. Враховуючи спеціальності, розглянемо роботу матеріалу в дорожньому одязі та спорудах. На матеріал діють:

1) зовнішні механічні сили (ударні і статичні навантаження транспортних засобів; маса окремих елементів конструкцій; механічна робота вітру, льоду і води);

2) фізико-хімічні фактори середовища в якій конструкція працює (температура, атмосферні опади, поверхневі та ґрунтові води);

На дорожнє покриття діють:

1. сила ваги рухомого складу;
2. при русі по нерівній дорозі колеса мають ударні навантаження;
3. горизонтальні сили щеплення колеса з дорогою.

На матеріали мостових конструкцій діють:

1. вага окремих частин споруд;
2. вітрове навантаження;
3. вплив транспорту;
4. на матеріали опор діє лід (підйом і зниження; стирання; удар) та водяний потік з піском (шліфування);
5. температурні деформації (зміна об'єму);
6. корозія каменю, бетону, металу.

Таким чином, для того щоб матеріал в дорожніх спорудах був достатньо стійким, довговічним, він повинен мати визначені технічні властивості, які залежать від складу, структури та стану.

Структура характеризується якісним та кількісним співвідношенням складових частин, їх взаємним розташуванням і характером зв'язку між ними. Бувають одно-, двух- і багатокomпонентні структури. Наприклад бетон складається з:

1. макроструктури – (щебень і розчин);
2. мезоструктури – (пісок – вяжучі) та мікроструктури – (в'язучі і вода).

Структура бетону буває: базальна, порова і контактна. Перехід від структури до структури впливає на властивості бетону.

Дисперсні матеріали по характеру зв'язку розподіляються на 3 типа структур:

- 1) коагуляційна – мала міцність, пластичність, тиксотропність;
- 2) конденсаційна – зникає тиксотропність, пластичність, збільшується міцність, зростає кількість контактів;
- 3) кристалізаційна – зростання кількості кристалів і їх контактів, збільшується міцність.

Можливі проміжні структури.

По крупності зерен: крупні, середні та мілкі кристалічні структури.

По пористості: а) тонко, середньо, крупнопористі; б) відкрита і зачинена;

Ізотропні (властивості однакові по всіх напрямках) та анізотропні (різні властивості в залежності від напрямку навантаження).

Стан матеріалу буває кристалічним або аморфним (вуглерод у вигляді алмазу або графіту).

Курс «Будівельне матеріалознавство» є базовим при підготовці фахівців будівельної справи і основою для вивчення таких інженерних дисциплін, як будівельні конструкції, технологія будівельного виробництва, ремонт і реконструкція інженерних споруд і будівель, санітарна техніка тощо. У загальній підготовці фахівців будівельного напрямку вона займає провідне місце тому, що неможна правильно спроектувати, будувати і експлуатувати без наявності відповідних будівельних матеріалів і всебічних знань про їх властивості.

Матеріалознавство – це наука, яка вивчає зв'язок між складом, будовою і властивостями матеріалів, а також закономірності їх зміни при впливі зовнішніх факторів.

1.3 Класифікація будівельних матеріалів

Для зручності вивчення будівельних матеріалів, які є досить різноманітними, їх класифікують за різними ознаками. Найбільш прийнятною і доцільною є класифікація за так званою технологічною ознакою, в основу якої покладено вид сировини і технологічні прийоми, що забезпечують виготовлення матеріалів. За такою класифікацією всі будівельні матеріали можна поділити на три групи:

I. Метали і сплави.

II. Неметалічні будівельні матеріали й вироби.

III. Композиційні матеріали й вироби.

До першої групи належать такі поширені конструкційні матеріали, як сталь і чавун, а також кольорові сплави на основі алюмінію, магнію, цинку, титану.

Друга група поділяється на неорганічні й органічні матеріали й вироби. До неорганічних відносяться матеріали з природного каменя, кераміка, скло, всі

види неорганічних в'язучих матеріалів (гіпс, вапно, цемент та його різновиди). До органічних належать деревина, полімерні й лакофарбові матеріали тощо.

Група композиційних матеріалів складається з бетонів, залізобетону, полімербетону та бетонополімерів, азбестоцементних матеріалів, склопластиків і т.п.

Лекція 2. Основні властивості будівельних матеріалів і виробів

План

- 2.1 Фізичні властивості будівельних матеріалів
- 2.2 Фізико-механічні властивості будівельних матеріалів
- 2.3 Фізико-хімічні властивості будівельних матеріалів
- 2.4 Хімічні властивості будівельних матеріалів
- 2.5 Технологічні властивості будівельних матеріалів
- 2.6 Спеціальні властивості будівельних матеріалів
- 2.7 Експлуатаційні властивості будівельних матеріалів

2.1 Фізичні властивості будівельних матеріалів

На властивості будівельного матеріалу істотно впливає його склад. Хімічний склад звичайно характеризується кількістю оксидів (у процентному вираженні), що їх містить матеріал. За наявності тих чи інших оксидів можна робити висновки щодо хімічної стійкості, міцності, вогнестійкості та інших властивостей матеріалу.

Мінералогічний склад виражається видом і кількістю мінералів (хімічних сполук), які утворюють будівельний матеріал мінерального (неорганічного) походження. Матеріали можуть бути моно-та полімінеральними. В останньому випадку великого значення набуває кількісне співвідношення мінералів з різними властивостями.

Фазовий склад характеризується наявністю в матеріалі різних фаз: твердої (кристалічної й аморфної речовини), рідкої (вода) та газоподібної (повітря). Тверді речовини утворюють «каркас» матеріалу, стінки пор, які звичайно заповнені повітрям і водою. Коли вода витісняє повітря або відбувається перехід води у твердий стан (лід), тоді змінюються міцність і теплопровідність матеріалу.

Властивості штучних матеріалів можна регулювати в процесі їх виготовлення, змінюючи сировину, технологічні *параметри* й обладнання, а також використовуючи різноманітні добавки. При цьому, навіть застосовуючи один і той самий вид сировини, можна випускати різні за властивостями будівельні матеріали.

Щоб полегшити вивчення різних видів будівельних матеріалів, їх основні властивості можна класифікувати за окремими групами.

Фізичні властивості можна поділити на такі підгрупи:

структурно-фізичні, що характеризують особливості фізичного стану матеріалу: істинна густина, питома вага, середня густина, насипна густина, пористість, порожнистість, будова та структура;

гідрофізичні, що зумовлюють реакцію матеріалу на дію вологи: гігроскопічність, капілярне всмоктування, водопоглинання, водостійкість,

вологість, водовіддача, водо- і паропроникність, гідрофільність, гідрофобність, вологові деформації (набухання та усадка), морозостійкість; *теплофізичні*, що визначають реакцію матеріалу на дію теплоти та вогню; теплопровідність, теплоємність, теплостійкість, термічна стійкість, температурні деформації, температуропровідність, теплосасвоєння, вогнестійкість, вогнетривкість, жаростійкість.

Фізико-механічні властивості характеризують здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією різних механічних навантажень: міцність (при стиску, розтягу та вигині), твердість, стиранисть, опір удару, опір зношуванню, деформативні властивості (пружність, пластичність, крихкість, повзучість, втома, релаксація).

Ф і з и к о-х і м і ч н і властивості характеризують взаємозв'язок фізичного та хімічного станів або хімічних процесів, які відбуваються в будівельних матеріалах: дисперсність, в'язкість, пластичність мінерального тіста, когезія, адгезія, здатність до твердіння та емульгування.

Хімічні властивості відбивають здатність матеріалу до хімічних перетворень при взаємодії з речовинами, що контактують з ним: стійкість щодо дії мінералізованих середовищ, кислото- та лугостійкість, токсичність тощо.

Т е х н о л о г і ч н і властивості визначають здатність матеріалу піддаватись технологічній переробці під час виготовлення та наступній обробці: технологічність, полірувальність, подрібнюваність, гвоздимість, оброблюваність, розпилюваність, абразивність, формів якість, розшаровуваність, злежуваність тощо.

Спеціальні властивості: декоративність (колір, блиск, фактура), акустичні властивості (звукопоглинання, звукопроникність, звукоізоляція), електропровідність, прозорість, газопроникність, радіаційна непроникність.

Експлуатаційні властивості характеризують здатність матеріалу чинити опір руйнівній дії зовнішніх факторів: атмосферо- та повітрястійкість, біостійкість, корозійна стійкість, старіння, надійність тощо.

Істинна щільність (для рідиноподібних речовин – густина) (або просто густина) ρ - границя відношення маси матеріалу m до об'єму V .

Істинна густина - це маса одиниці об'єму матеріалу в абсолютно щільному стані.

Істинна густина в такому разі вимірюється в г/см^3 ,

$$\rho = m/V_a$$

Показник ρ — довідкова величина, яка має допоміжне значення для будівельних матеріалів і звичайно застосовується для деяких розрахунків.

Питома вага у характеризується відношенням ваги тіла до його об'єму і тому залежить від прискорення вільного падіння. Питома вага виражається в ньютонках на кубічний метр (Н/м^3) і дорівнює добутку істинної густини на прискорення вільного падіння. Цей показник використовують у розрахунках будівельних конструкцій, споруд тощо.

Середня густина ρ_m — фізична величина, яка визначається відношенням маси тіла або речовини до всього зайнятого ним (нею) об'єму V , включаючи пори та пустоти: $\rho = m/V$.

Середня густина найчастіше вимірюється в кілограмах на кубічний метр ($\text{кг}/\text{м}^3$), проте можна також використовувати одиниці $\text{г}/\text{см}^3$ і $\text{т}/\text{м}^3$. У разі потреби середню густину встановлюють для матеріалів, що перебувають у будь-якому стані: зволоженому, повітряно-сухому або сухому (тобто висушеному до сталої маси).

Визначаючи середню густину, масу випробуваного матеріалу встановлюють зважуванням, а об'єм для зразків правильної геометричної форми — звичайним вимірюванням, неправильної форми (для пористих матеріалів — після покриття тонким шаром парафіну або повного насичення водою) — в об'ємомірі за об'ємом витісненої інертної рідини.

Середня густина має велике практичне значення для виконання різних розрахунків (обсягів транспортування, складування матеріалів тощо). Вона тісно пов'язана з іншими властивостями будівельних матеріалів, такими як пористість, міцність, теплопровідність, водонепроникність та інші, що дає змогу за показником ρ_m орієнтуватися, де можна використовувати матеріал у будівництві.

Насипна густина — це відношення маси сипкого матеріалу до його об'єму, включаючи простір між частинками.

Коефіцієнт щільності $K_{щ}$ характеризує ступінь заповненості об'єму матеріалу твердою речовиною:

$$K_{щ} = \rho_r / \rho$$

Пористість Π — це ступінь заповненості об'єму будівельного матеріалу порами розміром не більше 1...3 мм. Пористість обчислюють за формулою

$$\Pi = 1 - \rho_m / \rho \quad \text{або} \quad \Pi = (\rho - \rho_m) / \rho \cdot 100 \%$$

У сумі пористість Π та коефіцієнт щільності $K_{щ}$ дають одиницю, або 100 %.

Пористість є важливою характеристикою, оскільки з нею пов'язані такі технічні властивості матеріалу, як міцність, водопоглинання, морозостійкість, теплопровідність тощо.

Самі пори можуть бути закритими, тобто недоступними для заповнення водою, і відкритими.

Пустотність характеризується наявністю порожнин (пустот) у будівельних виробках (порожниста цегла, панелі) або між зернами в сипких матеріалах (пісок, щебінь) і визначається в процентах від загального об'єму виробу чи матеріалу. Пустотність виробів сприяє зниженню маси будівельних конструкцій і поліпшенню теплозахисних властивостей.

Приклади показника пористості: керамічна порожниста цегла — 15...50 %, щебінь і пісок — 35...45 %.

У процесі транспортування, зберігання і в будівельних конструкціях матеріали найчастіше зазнають дії води в рідкому стані або у вигляді пари. Повітря, що міститься в порах сухого матеріалу, переміщуючись, створює умови для дифузії водяної пари, тому будівельні матеріали в спорудах завжди перебувають у вологому стані.

Гігроскопічність — нездатність матеріалу поглинати водяну пару з повітря. Гігроскопічну вологу можна поділити на адсорбційно зв'язану, яка утримується сорбційними силами на поверхні пор, і капілярну, яка перебуває в мікропорах матеріалу. Якщо процес сорбції супроводжується хімічною взаємодією з матеріалом, то це явище називається *хемосорбцією* й іноді буває шкідливим.

Капілярне всмоктування пористими матеріалами відбувається за рахунок піднімання вологи по капілярах, коли частина матеріалу (конструкції) перебуває у воді. Наприклад, ґрунтові води за відсутності гідроізоляції призводять до зволоження нижньої надземної частини будівель.

Водопоглинання - здатність матеріалу всмоктувати й утримувати вологу при безпосередньому стиканні 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 матеріалом води до маси сухого матеріалу:

$$W_m = (m_2 - m_1) / m_1 \cdot 100\%$$

де m_2, m_1 - маси матеріалу відповідно в насиченому водою та сухому стані, г.

Водопоглинання за об'ємом W_o характеризується ступенем заповненості пор матеріалу водою при насиченні й виражається відношенням об'єму поглинутої води до загального об'єму матеріалу в природному стані:

$$W_o = (m_2 - m_1) / V \cdot 100\%,$$

де $(m_2 - m_1)$ - маса поглинутої води, г;

V - об'єм матеріалу, см³.

Коефіцієнтом водопоглинання називають відношення об'єму поглинутої води до загального об'єму пор у досліджуваному матеріалі:

$$K_g = W_o / P.$$

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

Водостійкість — це здатність матеріалу зберігати міцність при тимчасовому чи постійному зволоженні 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 :

$$K_p = R_n / R_c.$$

Вологість W визначається вмістом вологи в порах і на поверхні пор матеріалу за масою або об'ємом в 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.

Вологовіддача — це здатність матеріалу віддавати воду із зміною температури та вологості навколишнього середовища.

Водопроникність — це здатність матеріалу пропускати крізь себе воду при певному гідростатичному тиску. Ця здатність визначається кількістю води в кубічних метрах, що пройшла крізь одиницю поверхні матеріалу за одиницю часу при сталому (заданому) тиску. Водопроникність характеризується *коефіцієнтом фільтрації* K_f , який вимірюється в метрах за секунду й залежить від щільності матеріалу та його будови.

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

Паропроникність — здатність матеріалу пропускати водяну пару за наявності різниці тиску біля поверхні огорожень. Стіни житлових будинків, лікарень та інших приміщень мають дихати, тобто бути досить проникними для водяної пари без її конденсації (природна вентиляція).

Гідрофільність — це здатність матеріалу зв'язувати воду й змочуватися водою. Майже всі будівельні матеріали є гідрофільними, й пори в них легко заповнюються водою.

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 рідини, що змочує її, тобто фаз, які взаємодіють. До гідрофобних матеріалів належать парафін, жирові мастила, бітум, а також інші піддані гідрофобізації матеріали.

Гідрофобізація сприяє підвищенню водонепроникності, водо- та 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.

Властивості матеріалу при зволоженні (насиченні,) 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, розклинюють їх, знижують капілярні сили. 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 цеглі-сирці) можуть виникати тріщини.

Морозостійкість - це здатність матеріалу в насиченому водою стані витримувати багаторазове навперемінне заморожування й відтавання без зниження міцності при стиску 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 випробуваний матеріал. Наприклад, цеглу керамічну випускають марок F15, F25, F35, F50, дорожній бетон - F50...F200, а гідротехнічний бетон - до F500 (цифри позначають число 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 іззовні — 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 спричинюється до виникнення тиску на стінки пор, який становить 210 МПа при температурі - 20°C. 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.

Теплопровідність — це здатність матеріалу передавати теплоту від однієї поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях. Така здатність характеризується коефіцієнтом теплопровідності.

Значення коефіцієнта теплопровідності залежить від ступеня пористості й характеру пор, структури, вологості, температури, а також від виду матеріалу. Найсильніше на теплопровідність впливає пористість.

Проте показник теплопровідності залежить не лише від кількості, а й від величини та форми пор. Будівельні матеріали з дрібними й закритими порами менш теплопровідні, тоді як матеріали з великими та сполученими порами характеризуються вищим коефіцієнтом теплопровідності, оскільки в

таких порах виникає рух повітря, що супроводжується перенесенням теплоти (конвекція).

Теплопровідність — один з найважливіших показників, що характеризують теплозахисні властивості матеріалів, за яким визначають їхню належність до групи теплоізоляційних або конструктивно-теплоізоляційних.

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, Дж/(кг • К).

Для огорожувальних конструкцій житлових та опалюваних будівель вибирають матеріали з невеликим коефіцієнтом теплопровідності, але з вищою питомою теплоємністю.

Теплостійкість — це здатність матеріалу витримувати нагрівання до певної температури (нижчої за температуру плавлення) без переходу в пластичний стан.

Термічна стійкість — це здатність матеріалу витримувати наперемінне нагрівання й охолодження (певний цикл) без руйнування. Стійкими до різких 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 останній менший, тим вища термічна стійкість матеріалу.

Температурні деформації — нездатність 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).

Теплостійкість — це здатність матеріалу витримувати дію високих температур або вогню й води (під час пожеж), не руйнуючись.

Границя вогнестійкості характеризується проміжком часу від початку займання до виникнення в конструкції граничного стану: втрати несучої здатності (обвалення конструкції), виникнення наскрізних тріщин, нагрівання протилежної щодо дії 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 при спорудженні печей промислового та побутового призначення, труб, котельних установок тощо.

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, жаростійкі чавуни та сталь, різні види вогнетривів.

2.2 Фізико-механічні властивості будівельних матеріалів

Будівельні матеріали в будівлях і спорудах зазнають дії різних зовнішніх сил та інших факторів, які можуть призвести до появи тріщин, зміни початкової форми без зміни структури, падіння міцності та інших явищ, пов'язаних з фізико-механічними властивостями.

Міцність — це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією різних зовнішніх навантажень. У процесі експлуатації будівель і споруд будівельні матеріали найчастіше зазнають напружень стиску, вигину, розтягу, зрізу та удару.

Будівельні матеріали по-різному сприймають різні навантаження. Це залежить від хімічного та мінералогічного складів матеріалу, структури й будови.

Міцність будівельних матеріалів характеризується границею міцності при стиску, вигині тощо. Вона чисельно дорівнює напруженню в матеріалі, яке відповідає навантаженню, що призвело до руйнування зразка. Границя міцності для різних видів навантажень вимірюється в мегапаскалях (МПа).

Границю міцності при осьовому стиску $R_{ст}$ визначають звичайно на зразках у формі кубиків, циліндрів, призм, а також на натурних зразках (керамічне порожнисте каміння). Під час випробування зразків матеріалу у формі кубиків на показник міцності в багатьох випадках впливає їхній розмір (міцність малих кубиків вища, ніж великих). Для щільних, важких матеріалів (гірські породи тощо) застосовують невеликі зразки: для легких, пористих, а також для неоднорідних за будовою - зразки кубиків великих розмірів.

Оскільки будівельні матеріали неоднорідні, то границя міцності визначається як середній результат випробування серії зразків (не менше трьох). Зразки будівельних матеріалів випробовують, як правило, на спеціальних пресах до руйнування, а границю міцності при стиску, МПа, обчислюють за формулою

$$R_{ст} = P/F,$$

P – руйнівне навантаження (сила), МН;

F – площа поперечного перерізу зразка до випробування, м².

Міцність матеріалу визначають в сухому стані.

Щоб оцінити порівняльну ефективність матеріалів, використовують **коефіцієнт конструктивної якості** $K_{к.я.}$, МПа, який характеризується відношенням границі міцності при стиску або розтягу до відносної густини:

$$K_{к.я.} = R/d,$$

де R – границя міцності, МПа;

d – відносна густина.

Границю міцності при вигині R_v визначають на зразках у вигляді балочок квадратного чи прямокутного перерізу розмірами, установленими

відповідними стандартами, а також на натурних зразках (цегла, черепиця, азбестоцементні листи тощо).

Випробування на вигин виконують за схемою балки, встановленої на двох опорах при зосередженому навантаженні, прикладеному симетрично відносно осі балки, до її руйнування. Границя міцності при вигині, МПа: якщо навантаження зосереджене й прикладене в центрі, то

$$R_g = 3Pl / (2bh^2);$$

якщо два навантаження прикладені симетрично відносно осі балки, то

$$R_g = 3P(l - a) / (bh^2),$$

де P — руйнівне навантаження, МН;

l — відстань між опорами, м;

b, h — відповідно ширина й висота поперечного перерізу зразка, м;

a — відстань між точками прикладання двох навантажень, м.

Границю міцності при осьовому розтягу $R_{розт}$ визначають за допомогою спеціальних приладів та машин, застосовуючи виготовлені з випробовуваного матеріалу зразки встановленої форми й розмірів (призм, круглих стержнів, стержнів прямокутного перерізу, вісімок, смуг), залежно від виду будівельного матеріалу. Зразки закріплюють у захватах приладів і піддають розтягу до моменту розриву.

Для кам'яних матеріалів, металів, деревини та інших матеріалів границя міцності при розтягу, МПа,

$$R_{розт} = P/F,$$

де P — руйнівне навантаження, МН;

F — площа перерізу зразка в найтоншому місці до випробування, м².

Твердість — це здатність матеріалу чинити опір місцевим деформаціям, які виникають тоді, коли в нього проникають інші, твердіші тіла. Твердість матеріалів не завжди відповідає їхній міцності, тобто при різній міцності твердість їх може бути однаковою.

Стіраність — це нездатність матеріалу зменшуватися за масою й об'ємом при спільній дії абразивного матеріалу (кварцовий пісок, наждак) та стиральних зусиль. Стіраність залежить від твердості матеріалу, характеризується втратою маси на одиницю площі стіраної поверхні матеріалу й визначається за формулою, кг/м²,

$$St = (m_1 - m_2) / F,$$

де m_1, m_2 — маси зразка відповідно до й після стірання, кг;

F — площа стіраної поверхні, м².

Показник стіраності має вирішальне значення під час вибору матеріалів для підлог, дорожніх покриттів тощо.

Опір удару (або ударна в'язкість) $R_{уд}$ — це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією ударних навантажень. Природні й штучні кам'яні

матеріали, які застосовують для влаштування доріг, підлог, фундаментів під молоти, зазнають у процесі експлуатації ударних впливів.

Опір удару, або динамічна міцність, $R_{уд}$, Дж/м³, характеризується роботою, затраченою на руйнування зразка матеріалу й віднесеною до одиниці об'єму матеріалу, і обчислюється за формулою

$$R_{уд} = nqh/V,$$

де n — число ударів;

q — вага гирі, Н;

h , — висота її падіння, м;

V — об'єм зразка, м³.

Опір зношуванню визначають переважно для дорожніх матеріалів, а також матеріалів для підлог, які в процесі експлуатації зазнають одночасної дії стирання та ударів.

Зношування визначають у спеціальних барабанах з кулями за втратою маси завантаженого в прилад матеріалу.

Деформативні властивості. У будівельних конструкціях матеріали під дією зовнішніх сил зазнають деформації. До основних деформативних властивостей належать пружність, пластичність, крихкість тощо.

Пружність — це здатність твердого тіла деформуватися під дією зовнішніх сил і самочинно відновлювати початкову форму та об'єм, коли припиняється дія навантаження. Початкова форма може відновлюватися повністю або частково (коли навантаження великі). Пружну деформацію, яка повністю зникає із зняттям зовнішніх сил, називають оборотною. Якщо форма відновлюється частково, то у матеріалі є *залишкові деформації*.

Границя пружності — це те найбільше напруження, при якому залишкові деформації мають найменше (допустиме за нормами) значення, тобто матеріал практично зазнає оборотних пружних деформацій.

Модуль пружності E , МПа, характеризує жорсткість матеріалу, тобто здатність його деформуватися під дією зовнішніх сил. Чим вище енергія міжатомних зв'язків у матеріалі, тим менше схильний він до деформацій і тим вищий його модуль пружності.

Пластичність — це здатність матеріалу під дією зовнішніх сил змінювати свою форму й розміри без руйнування й зберегти спотворену форму й тоді, коли навантаження знято. Такі пластичні (залишкові) деформації називають *необоротними*.

Крихкість — це здатність матеріалів під впливом зовнішніх навантажень руйнуватися без попередніх пластичних деформацій, тільки-но зусилля, що діють на них, досягають граничних (руйнівних) значень. Ця властивість протилежна пластичності. Для крихких матеріалів характерні слабкий опір ударним навантаженням, а також великий розрив показників границі міцності при стиску та розтягу.

Повзучість — це здатність матеріалу при тривалому навантажуванні виявляти непружні деформації, які нарастають.

Утома—це властивість матеріалу при тривалих змінних навантаженнях виявляти «утомленість» і руйнуватися при напруженнях, значно менших, ніж границя міцності.

Релаксація характеризується падінням напруження в матеріалі при сталій деформації, що зумовлюється поступовим переходом пружної деформації в пластичну.

Будівельні матеріали залежно від своїх деформаційних властивостей можуть бути пружними, пластичними, крихкими та еластичними.

2.3 Фізико-хімічні властивості будівельних матеріалів

Дисперсність характеризується ступенем тонкого подрібнення твердого тіла та оцінюється показником питомої поверхні. До числа дисперсних будівельних матеріалів належать: цементи, гіпсові та інші мінеральні в'язучі, порошкоподібні добавки, пігменти тощо.

Питому поверхню дисперсного матеріалу виражають відношенням сумарної поверхні всіх часточок до одиниці маси, м²/кг. Наприклад, цементи розмелюють до питомої поверхні, що дорівнює 350... 500 м²/кг.

Дисперсні матеріали можуть перебувати в різних середовищах: повітряному, рідкому й твердому, утворюючи при цьому *дисперсні системи*. Дисперсні системи, в яких часточки подрібненої речовини радіусом 0,1... 1,0 мкм (дисперсна фаза) перебувають у рідині в зваженому стані й поступово осідають під дією власної ваги, називають *суспензіями* (наприклад, глиняна суспензія). Системи, які містять у собі часточки радіусом 0,0001...0,0100 мкм, називають *колоїдними*. Осідання часточок під дією власної ваги при цьому не відбувається.

В'язкість зумовлюється внутрішнім тертям у рідині під час переміщення одного шару рідини відносно другого. Величини цих сил у різних рідинах і розплавах різні й зумовлюються їхніми властивостями. В'язкість характеризується *коефіцієнтом динамічної в'язкості* η), Па • с. Відношення η до істинної густини ρ рідини або розплаву називають *коефіцієнтом кінематичної в'язкості*, м²/с,
$$V = \eta / \rho$$

Пластичність мінерального тіста—це здатність тістоподібної маси деформуватися без порушення суцільності під впливом механічних дій, які проявляються в процесі формування матеріалів і виробів.

Мінеральним тістом називають висококонцентровані водні суспензії глини, вапна, цементу та інших дисперсних мінеральних матеріалів.

Пластичність мінерального тіста зумовлюється механічними властивостями тонких шарів води, що прилягають до твердих дисперсних часточок, а також хімічними властивостями останніх.

Когезія — це показник внутрішнього зчеплення матеріалу, зумовлений міжмолекулярними силами зчеплення (когезійними силами). Когезія характеризується міцністю зчеплення при розриві структурних утворень, що

виникають у процесі створення матеріалу (наприклад, у затверділому цементі).

Адгезія — це показник зовнішнього зчеплення матеріалів один з одним на поверхні їх контакту. Адгезія характеризується міцністю зовнішнього зчеплення між структурними утвореннями різних матеріалів. Когезія й адгезія зумовлюються хімізмом процесів, що відбуваються, властивостями структурних утворень, будовою матеріалу, характером його поверхні й істотно впливають на міцність будівельних матеріалів і конструкцій.

Здатність до твердіння характерна для певної групи матеріалів, які називають *в'язкими речовинами*. Вони, перебуваючи в робочому стані у вигляді пластичного тіста, за певних умов переходять до твердого стану.

Твердіння мінеральних в'язучих — це здатність їх внаслідок змішування з водою утворювати в'язке тісто, яке з часом самочинно переходить до каменеподібного стану, тобто твердне, набуваючи при цьому певної міцності. Затвердіваючи, в'язуча речовина скріплює в єдине ціле пісок, щебінь, гравій, арматуру, які вводяться в мінеральне тісто. В результаті дістають такі матеріали, як будівельний розчин, бетон, залізобетон.

Здатність до емульгування характеризується властивістю деяких матеріалів утворювати з водою рідкі дисперсії — емульсії. *Емульсією* називають систему з двох незмішуваних рідин, одна з яких у вигляді найдрібніших краплин (дисперсна фаза) рівномірно розподілена в другій (дисперсне середовище).

2.4 Хімічні властивості будівельних матеріалів

Стійкість щодо дії мінералізованих середовищ. Під мінералізованими середовищами розуміють морські, ґрунтові та дренажні води з підвищеним вмістом розчинів деяких солей, наприклад магнезійальних, а також середовища, які містять мінеральні добрива.

Стійкість щодо дії мінералізованих середовищ характеризується здатністю матеріалу працювати в таких середовищах без або з частковим зниженням міцності та маси, що допускається відповідними нормативними документами, і зумовлюється хімічною природою будівельних матеріалів.

Кислотостійкість — це здатність матеріалу чинити опір дії кислот, яка оцінюється втратою маси зразка матеріалу, витриманого в кислоті певної концентрації.

Лугостійкість - це здатність матеріалу чинити опір дії лугів практично без руйнування.

Токсичність — це здатність матеріалу в процесі виготовлення й особливо експлуатації за певних умов виділяти шкідливі для здоров'я людини (отруйні) речовини. Деякі будівельні матеріали не дозволяється використовувати, наприклад, у житлових приміщеннях, дитячих закладах

тощо. Зокрема це стосується ряду матеріалів, виготовлених на основі синтетичних смол (полімерів).

2.5 Технологічні властивості будівельних матеріалів

Технологічність. Технологічними вважаються будівельні матеріали, для виготовлення яких можна використовувати різноманітні технологічні прийоми (методи). Технологічність сприяє розширенню номенклатури будівельних матеріалів певної групи. До числа технологічних матеріалів можна віднести, наприклад, полімерні матеріали, деревину тощо.

Полірувальність—це здатність матеріалу сприймати обробку тонкими абразивними матеріалами (полірування). При цьому створюється гладенька блискуча поверхня й найяскравіше виявляються декоративні властивості матеріалу. Найчастіше поліруванню піддаються природні кам'яні матеріали, застосовувані для облицювання (мармур, граніт, кварцит тощо).

Подрібнюваність характеризує здатність матеріалу дрібнитися внаслідок механічної дії переважно ударних навантажень, утворюючи зернистий матеріал у вигляді щебеню та піску. Дрібнення можна виконувати також, використовуючи дію електричного струму, термічного удару, електрогідравлічного ефекту тощо.

Гвоздимість виражає здатність матеріалу утримувати цвяхи й шурупи за певних умов висмикування. Гвоздимість — важлива технічна властивість, особливо для стінових матеріалів, застосовуваних у житловому будівництві. Висока гвоздимість притаманна деревині.

Оброблюваність — це узагальнене поняття, що характеризує здатність матеріалу піддаватися обробці різними інструментами (розколювання, ударна обробка поверхні, тесання тощо), внаслідок якої майже повністю зберігається структура й властивості вихідного матеріалу. Обробки зазнають переважно природні кам'яні матеріали, бетони, деревина та інші матеріали.

Розпилюваність — це здатність будівельних матеріалів сприймати пиляння без істотного порушення структури. Хорошу розпилюваність мають деревина та вироби на основі деревних відходів, м'які гірські породи тощо.

Абразивність. До абразивних належать надтверді будівельні матеріали з високою міцністю, які застосовують для поверхневої обробки (шліфування, полірування) або розпилювання (пили з абразивним ободом) щільних, міцних і твердих матеріалів, наприклад природних кам'яних матеріалів. Абразив добирають залежно від показника твердості оброблюваного матеріалу. Абразивні матеріали: кварц, корунд, алмаз.

Формівність характеризує здатність матеріалу набирати певної (заданої) форми внаслідок різних механічних впливів (пресування, видавлювання, прокатування, вібрування). Формівність залежить, як правило, від в'язкопластичних властивостей вихідних мас (глиняне тісто, розчинова суміш, полімерні маси, азбестоцементні суміші тощо).

Розшаровуваність — це здатність пластично-в'язких матеріалів змінювати

(погіршувати) однорідність будови при тривалому зберіганні, перевезенні, ущільненні та інших операціях. Наприклад, у процесі вібрування рухливих бетонних сумішей відбувається зближення зерен заповнювачів, а вода вичавлюється вгору. За певних умов може відбуватися розшарування дисперсних систем — суспензій та емульсій, особливо при тривалому зберіганні.

Злежуваність характерна для зернистих матеріалів, особливо порошкоподібних, які під час тривалого зберігання схильні до грудкування, ущільнення, втрати сипкості (гіпсові в'язучі, цементи тощо).

2.6 Спеціальні властивості будівельних матеріалів

Декоративність характеризується спеціальними естетичними властивостями будівельних облицювальних матеріалів різного походження, такими як колір, блиск, рисунок, фактура тощо. Ці властивості зберігаються тривалий час у процесі експлуатації.

Акустичні властивості. Розрізняють такі акустичні властивості: звукопоглинання, звукоізоляція, звукопроникність.

Звукопоглинання — це здатність матеріалу поглинати звукові хвилі, що падають на нього. **Звукопоглинальні** матеріали характеризуються великою пористістю з переважанням сполучених та розгалужених пор і призначені для зниження шуму в приміщеннях.

Звукоізоляція — це здатність матеріалу чинити опір проходженню звукової хвилі. Ця здатність характеризується ступенем зниження рівня звукового тиску внаслідок проходження звуку крізь конструкцію.

Звукопроникність — це здатність матеріалу пропускати звукові хвилі.

Електропровідність характеризує здатність матеріалу проводити електричний струм і оцінюється питомою електричною провідністю в сименсах на метр (См/м).

Прозорість - це здатність матеріалу пропускати світлові промені, яка забезпечує наскрізну видимість.

Газопроникність. Якщо існує різниця тиску газів (повітря) біля зовнішньої та внутрішньої поверхонь стіни споруди або тиск однаковий, а температури газів різні, то відбувається переміщення їх крізь пори й тріщини матеріалу, тобто спостерігається явище газопроникності.

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

2.7 Експлуатаційні властивості будівельних матеріалів

Атмосферостійкість — це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під дією атмосферних факторів: нагрівання (вдень) та охолодження (вночі); змочування та висушування; дії пилу, газів, які містяться в атмосфері, тощо.

Повітростійкість — це складовий елемент атмосферостійкості. Під повітростійкістю звичайно розуміють здатність матеріалу витримувати

багаторазове гігроскопічне зволоження й висушування, при яких не спостерігається деформацій, втрати міцності, не знижується несуча здатність матеріалу.

Біостійкість — це здатність матеріалу чинити опір руйнуванню під впливом біологічних процесів, які можуть виникати під час експлуатації споруд. Причиною біологічних процесів є життєдіяльність моху, лишайників (руйнування бетону, деяких природних кам'яних матеріалів), грибових організмів (гниття деревини) тощо.

Корозійна стійкість — це узагальнене поняття стійкості матеріалу щодо руйнування або погіршення якості від спільної дії різних факторів і процесів (атмосферні фактори, хімічні та електрохімічні процеси, біологічне руйнування, забрудненість тощо).

Старіння характеризується зміною в часі структури та якості будівельних матеріалів (металів, бітумів, полімерних матеріалів тощо) під дією різних факторів у процесі експлуатації. Старіння, як правило, супроводжується появою тріщин, підвищенням крихкості, потьмянінням, вицвітанням та іншими явищами, які знижують якість матеріалу.

Надійність — це узагальнена характеристика матеріалу, що складається з таких взаємопов'язаних властивостей, як довговічність, безвідмовність, ремонтпридатність і схоронність.

Довговічність — це здатність матеріалу служити довгий час у конкретних кліматичних і виробничих умовах у встановленому режимі експлуатації без втрати експлуатаційних якостей. Довговічність характеризує властивість матеріалу (виробу) з необхідними перервами на ремонт зберігати робочу здатність до граничного стану, який характеризується ступенем руйнування виробу, вимогами безпеки й економічної доцільності. Довговічність оцінюють допустимим строком служби.

Ремонтпридатність — це властивість виробу сприймати ремонт і налагодження, внаслідок яких відновлюється й зберігається його технічна характеристика (якість виробу). Показниками ремонтпридатності є середній час, трудомісткість та вартість ремонту.

Схоронність — це здатність матеріалу не втрачати якісних показників протягом і після строків зберігання й транспортування, установлених технічною документацією. Оцінюється періодом зберігання до виникнення несправності.

Гігієнічність характеризує здатність матеріалу сприймати багатократне очищення, миття робочої поверхні, не знижуючи своїх якостей.

Транспортабельність — це здатність матеріалу чи виробу без спеціальної тари та упаковки переносити завантажування, транспортування й розвантажування без порушень структурної цілісності, появи тріщин, відколів тощо.

Лекція 3 Природні кам'яні матеріали

3.1 Головні породоутворювальні мінерали вивержених порід

3.2 Головні породоутворювальні мінерали осадових порід

3.3 Матеріали і вироби з природнього каменю

Природні кам'яні матеріали одержують механічною переробкою та обробкою гірських порід, не змінюючи їх природної структури та властивостей.

Гірські породи — це мінеральні маси, які утворюють земну кору й мають відносно сталі склад і будову. Вони складаються з мінералів — продуктів природних фізико-механічних процесів. Мінерали — це природні утворення, однорідні за хімічним складом, будовою та властивостями. Гірські породи можуть бути полімінеральними, тобто складатися з кількох мінералів, або мономінеральними — з одного мінералу.

Залежно від виду обробки природні кам'яні матеріали бувають такі: подрібнені (щебінь, висівки), колоті (бутовий камінь, шашка), пиляні (блоки, плити) та штучні вироби різного ступеня обробки. У сучасному будівництві визначилися такі основні напрями використання згаданих матеріалів:

штучне каміння та вироби для зведення стін будівель, улаштування підлог, сходів тощо;

облицювальні (декоративні) вироби — плити, каміння, профільовані вироби;

каміння та вироби для дорожнього будівництва — брущатка, шашка для мостіння, плити, бордюрний камінь;

каміння та вироби різних типів для гідротехнічних та інших споруд;

нерудні матеріали — бутовий камінь, заповнювачі для бетону (щебінь, гравій, пісок).

Гірські породи широко застосовують не лише для виготовлення кам'яних матеріалів, а й як сировину для одержання мінеральних в'язучих речовин, керамічних, скляних та інших плавлених матеріалів.

Згідно з генетичною (за походженням) класифікацією всі гірські породи поділяють на три групи:

вивержені, або магматичні (первинні), які утворилися внаслідок охолодження й затвердіння магми;

осадові (вторинні), які виникли в поверхневих шарах земної кори внаслідок руйнування (вивітрювання) первинних порід;

метаморфічні (видозмінені), утворені з вивержених і осадових порід внаслідок перекристалізації та зміни структури під дією високих температур і великих тисків.

3.1. Головні породоутворювальні мінерали вивержених порід

Кварц SiO_2 — кристалічна форма діоксиду кремнію (кремнезему) — є одним з найпоширеніших мінералів земної кори. Міцний, твердий і стійкий мінерал: міцність на стиск — до 2000 МПа, твердість 7, добре чинить опір стиранню та хімічним впливам (при звичайній температурі взаємодіє лише з плавиковою кислотою), густина $2,65 \text{ г/см}^3$.

Польові шпати — алюмосилікати калію, натрію, кальцію або їхні суміші. Це найпоширеніші мінерали, що становлять до 60 % земної кори.

Істинна густина польових шпатів становить $2,55\text{...}2,70 \text{ г/см}^3$, твердість — 6, міцність на стиск $120\text{...}170 \text{ МПа}$, температура плавлення $1170\text{...}1550 \text{ }^\circ\text{C}$.

С л ю д и — водяні алюмосилікати, різноманітні за складом. Характерна особливість їх — легка розщеплюваність на тонкі та пружні пластинки. Твердість $2\text{...}3$.

3.2 Головні породоутворювальні мінерали осадових порід

Кварц та інші види кремнезему. Крім кристалічного кремнезему — кварцу — до складу осадових порід часто входить аморфний кремнезем, хімічна формула якого може бути такою самою, як і кварцу — SiO_2 або $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Аморфний кремнезем відрізняється від кварцу великою хімічною активністю. Так, він вступає у взаємодію з вапном за наявності води навіть при нормальній температурі. Характерні представники цих мінералів — опал і халцедон.

Глинясті мінерали $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ — найпоширеніші мінерали осадових порід, характеризуються високою дисперсністю. Це каолінит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, істинна густина майже $2,6 \text{ г/см}^3$, твердість $1\text{...}2$, колір білий, може бути буруватий; *іліт* і *монтморилоніт* — складні водні алюмосилікати, густина $2,0\text{...} 2,6 \text{ г/см}^3$, твердість $1\text{...}2$, колір зеленуватий, світло-коричневий.

Карбонати — кальцит, магнезит, доломіт.

Сульфати — гіпс, ангідрит, барит.

Матеріали і вироби з природнього каменю

Грубооброблені матеріали. Бутовий камінь (бут) — це куски каменя неправильної форми розміром $150\text{...}500 \text{ мм}$, масою $20 \text{ ... } 40 \text{ кг}$. Бутовий камінь може бути рваним (неправильної форми) та постілистим. Рваний бут розробляють здебільшого вибуховим способом. Постілистий бут одержують з порід пластового залягання. З буту зводять греблі та інші гідротехнічні споруди, підпірні стінки, фундаменти, його також переробляють на щебінь.

Гравій одержують просіюванням сипких порід; у разі потреби їх промивають, щоб видалити шкідливі домішки (глину, пил).

Піски бувають природними та штучними (подрібненими).

Щебінь, гравій та пісок використовують як заповнювачі для бетонів і розчинів.

Каміння та блоки для укладання стін. Багато пористих гірських порід легко розпилюються на камені та блоки правильної, геометричної форми (прямокутні паралелепіпеди). Основні розміри каменів для зведення стін: 390 × 190 × 188 мм, 390 × 190 × 288 мм, 490 × 240 × 188 мм. Маса каменя не повинна перевищувати 16 кг, маса дрібного блока — 40 кг. Каміння та блоки застосовують для зведення зовнішніх і внутрішніх стін, перегородок та інших частин будівель і споруд.

Облицювальні матеріали та вироби. Облицювальне каміння й плити, а також архітектурно-будівельні вироби виготовляють, розпилюючи блоки-напівфабрикати або вдаючись до безпосереднього випилювання з масиву гірської породи. Можна виготовляти також колені вироби (для розколювання використовують, як правило, некондиційні блоки). Цокольні плити, а також деталі карнизів та інших частин будівлі, що виступають, виготовляють з найстійкіших порід. Спеціальне облицювання застосовують для захисту від корозії.

Матеріали та вироби для дорожнього будівництва. Брущатий камінь (брущатка) призначається для впорядкування покриттів проїжджої частини доріг. Має форму зрізаної піраміди з паралельними прямокутними верхньою та нижньою основами. Виготовляють брущатку з однорідних дрібно- й середньозернистих порід. З таких самих порід виготовляють і шашку для мозаїчного бруку.

Колотий і буличний камінь використовують для влаштування основ доріг, а також дорожніх покриттів, для укріплення схилів земляних споруд тощо.

Тротуарні плити виготовляють з шаруватих гірських порід. Вони мають форму прямокутної чи квадратної плити зі стороною 200 ... 800 мм та рівною лицьовою поверхнею (товщина 40...150 мм).

Бортове каміння, що відокремлює проїжджу частину дороги від тротуару, виготовляють із щільних вивержених порід, яким притаманні високі морозо- й зносостійкість, а також міцність. Залежно від способу виготовлення вони бувають пиляні й колені.

Каміння для гідротехнічних споруд. Для річкових і морських гідротехнічних споруд застосовують каміння правильної та неправильної геометричних форм. Каміння неправильної форми - рваний камінь (який одержують висаджуванням гірських порід), обкачаний камінь (валуни, буличники), щебінь і гравій — використовують для влаштування камененакидних гребель, перемичок, дамб, берегоукріплень та інших споруд. Каміння правильної форми — колене й пиляне — використовують для облицювання гребель, набережних, шлюзів.

Хімічно стійкі та жаростійкі матеріали й вироби. Численні гірські породи використовують для футерування різних апаратів та установок, які зазнають дії кислот, лугів, солей і агресивних газів, а також впливу високих і різкозмінних температур і тисків. Із щільних кислото-тривких гірських порід виготовляють тесані плити, цеглу, бруски, фасонні вироби потрібної форми. У подрібненому вигляді ці породи використовують як заповнювачі в кислототривких цементах.

Корозія природних кам'яних матеріалів та захист від неї

Під час експлуатації в спорудах природні кам'яні матеріали постійно зазнають впливу навколишнього середовища. Найважливіші причини їхньої корозії — атмосферні фактори, дія підземних вод, тваринних і рослинних організмів, а також механічні навантаження конструкцій.

Найбільш активні *фізико-хімічні фактори* — це багаторазове зволоження й висихання чи заморожування й відтавання, дія мінералізованих вод і повітря, забрудненого промисловими газами. Під дією цих факторів у кам'яному матеріалі послаблюються кристалізаційні зв'язки, руйнуються нестійкі мінерали, вимиваються розчинні сполуки. У камені утворюються мікротріщини, мінерали втрачають блиск, порода поступово руйнується. Щодо облицювальних матеріалів, то чим більший вміст у них погдонестійких мінералів, чим більша пористість і чим шорсткіша поверхня, тим інтенсивніше відбувається процес корозії.

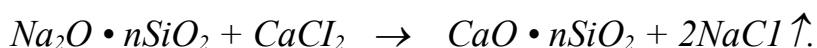
Способи захисту природного каміння від корозії: конструктивний захист відкритих частин споруд; створення на поверхні каменя захисного шару, що перешкоджає проникненню всередину агресивних речовин.

До конструктивних заходів належать: організація стоку води, уникання в конструктивних елементах виступів, а також надання виробам якомога гладшої поверхні аж до полірованої.

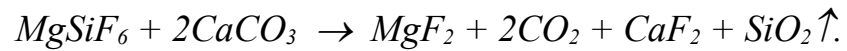
Щоб підвищити непроникність матеріалів, застосовують цілий ряд способів. Наприклад, покривають нагріту поверхню каменя оліфою, безбарвними лаками, мінеральними маслами, розчинами парафіну, стеарину, металевих мил у легких органічних розчинниках. Останнім часом набула поширення обробка гідрофобізуючими кремнійорганічними рідинами — етилсиліконатом натрію ГКЖ-10, метилсиліконатом натрію ГКЖ-94.

Консервування каменю — це послідовне просочування його верхнього шару двома розчинами, внаслідок реакції між якими утворюються нерозчинні речовини, що колюматують пори й мікротріщини. До таких способів належать силікатування, флюатування, а також модифікування полімерами.

Силікатування полягає в просочуванні верхнього шару каменя розчином рідкого скла, а після просихання—розчином хлориду кальцію. При цьому відбувається реакція



Флюатування (кремнефторизацію) застосовують для обробки вапняків та інших порід, що містять кальцит. Каміння просочують розчинами кремнефтористих солей. Так, коли вапняк обробляють кремнефторидом магнію, відбувається реакція



Можна також просочувати пористі кам'яні матеріали полімерами. Особливо надійна обробка мономерами з наступною їх полімеризацією при термокаталітичній чи радіаційній обробці. У модифікованих таким методом гірських порід значно поліпшуються фізико-механічні властивості й особливо довговічність.

Лекція 4. Сучасні матеріали та вироби із деревини

2 Деревина як природний органічний композиційний матеріал.

3 Деревні породи.

4 Характеристика матеріалів і виробів із деревини

5 Біокомпозити та композиційні матеріали на основі відходів переробки деревини

1. Деревина як природний органічний композиційний матеріал.

Деревину з давніх часів широко застосовують у будівництві завдяки її значному поширенню та високим будівельно-технологічним властивостям: значній міцності при розтягу та стиску, невеликій густині, низькій теплопровідності, технологічності при обробці, гарному зовнішньому вигляду.

Деревина як будівельний матеріал має й ряд недоліків: неоднорідність будови і, відповідно, властивостей, гігроскопічність, займистість, здатність до гниття тощо. Частину цих недоліків можна подолати технічними заходами. Так, для підвищення гниlostійкості застосовують антисептики, а для підвищення вогнестійкості - антипірени. Виготовлення клеєних дерев'яних конструкцій зменшує чи повністю усуває усушення й короблення деревини, підвищує гниlostійкість і зменшує займистість. Поліпшення властивостей деревини досягається просочуванням її полімерами. При цьому гігроскопічність і водопоглинання значно зменшуються; така деревина не коробиться, не гниє, легко полірується, має гарний зовнішній вигляд.

Деревину в сучасному будівництві застосовують для виробництва паркету, дверних та віконних коробок, хрестовин, дверного заповнення, вбудованих меблів. Деревину й досі широко використовують для виготовлення шпал, опор ліній електропередач та як кріпильне риштування в підземних розробках.

Запаси деревини в Україні не дуже великі (лісовий фонд становить 10 млн. га, із них зайнято насадженнями 8,6 га), тому з метою збереження запасів ведеться планомірна робота щодо скорочення застосування її у будівництві. В останні роки бетон, скло, кераміка значною мірою замінили деревину. Важливим резервом економії деревини є використання відходів лісопиляння та обробки для виготовлення фанери, деревноволокнистих плит, клеєних дерев'яних конструкцій, арболіту, декоративних виробів. Крім деревини, у будівництві застосовуються матеріали з нелісової рослинної сировини: очерету, соломи, стебел соняшнику, костриці, бавовнику тощо.

2 . Деревні породи.

Деревні породи поділяють на хвойні та листяні. Хвойні породи застосовують переважно для інженерних конструкцій.

Сосна – ядрова порода, яка має високу міцність і низьку щільність (середня густина – $470...540 \text{ кг/м}^3$). Ядро у неї буро-червоного кольору, а заболонь – жовтого. Деревина сосни смолиста, важко піддається загниванню, її застосовують у вигляді кругляка та пиляних лісоматеріалів, а також для виготовлення столярних виробів та меблів.

Ялина – порода із стиглою деревиною, мало смолиста, має високі показники міцності, низьку середню густина ($440...500 \text{ кг/м}^3$). Її застосовують для виготовлення будівельних конструкцій та столярних виробів. За якістю деревини ялина незначно поступається перед сосною. Внаслідок великої кількості сучків, ялину важко обробляти. Найкращі властивості має дерево, зрубане у віці 80... 100 років.

Модрина – ядрова смолиста порода з підвищеними твердістю та середньою густиною ($630...730 \text{ кг/м}^3$), стійка проти загнивання, найкращі властивості має у віці 100... 120 років. Ядро червонувато-бурого кольору, заболонь вузька й за забарвленням значно відрізняється від ядра. Застосовують її в будівництві мостів, а також у гідротехнічному будівництві, для виготовлення шпал та рудникових стояків. Недолік деревини модрини – схильність до розтріскування.

Ялиця – порода без'ядрова, річні кільця широкі, не містять смоляних ходів. Деревина менш стійка порівняно з іншими хвойними породами, тому й не застосовується у вологих умовах експлуатації.

Кедр – ядрова порода, яка має низьку щільність, її механічні властивості нижчі, ніж у сосни; застосовують як будівельний ліс, пиломатеріали, а також для виготовлення столярних виробів.

Тис – порода ядрова, використовується для виготовлення меблів, у будівництві широкого застосування не знайшла.

Листяні породи налічують багато найменувань (дуб, бук, вільха, осика, береза, липа, ясен, горіх тощо).

Дуб – ядрова порода, яка має високі механічну міцність, в'язкість та щільність (середня густина – 720 кг/м^3). Оптимальний час зрубання – 180 років. Ядро темно-бурого кольору, заболонь – жовтуватого. Має високу стійкість проти загнивання, гарну текстуру. Застосовують у відповідальних конструкціях, мостобудуванні, гідротехнічному будівництві, для виготовлення меблів, облицювальної фанери, столярних виробів та паркету. При тривалому перебуванні у воді деревина темнішає, поступово перетворюючись на морений дуб.

Бук – розсіяно-пориста *стиглодеревна* порода. Деревина тверда, щільна (середня густина – 650 кг/м^3), пружна, білого з червоним відтінком кольору, мало-стійка проти загнивання, найкращі властивості має, якщо зрубана у віці 110 років. Застосовують для виготовлення меблів, столярних виробів та паркету.

Вільха – заболонна порода з м'якою деревиною, що легко піддається обробці, нестійка проти загнивання. Застосовують її для столярних виробів та фанери.

Осика – заболонна стиглодеревна порода. Деревина легка (середня густина 420...500 кг/м³), м'яка, зеленуватого кольору. Застосовують її для виготовлення тари, фанери, щепи.

Береза – заболонна порода. Деревина щільна (середня густина - 650 кг/м³), має високі міцність, в'язкість; нестійка проти загнивання. Застосовують її для виготовлення фанери, паркету, столярних виробів, поручнів, опоряджувальних робіт.

Ясень – ядрова порода. Деревина має високі міцність і щільність (середня густина – 660...740 кг/м³), пружність, гарну текстуру. У вологих умовах ясень швидко загниває. Застосовують його для виготовлення опоряджувальних покриттів, меблів, столярних виробів.

Липа – заболонна порода. Деревина легка, м'яка, нестійка у вологих умовах. Використовують для виготовлення меблів, фанери, тари.

Горіх – має деревину темно-коричневого кольору, гарну текстуру; застосовують для виготовлення декоративної фанери.

3. Характеристика матеріалів і виробів із деревини

Пиломатеріали, погонажні вироби, вироби для підлоги – це продукція з деревини, виготовлена поздовжнім розпилюванням колод на частини та поздовжнім і поперечним розкроюванням утворених частин. Її випускають у вигляді брусів, брусків, дощок, шпал, обаполів тощо (рис. 4.1).

Брус – пиломатеріал, товщина та ширина якого понад 100 мм, брусок - пиломатеріал завтовшки до 100 мм, ширина його не більша за потрійну товщину.

Дощка має товщину до 100 мм, а ширина її більша за потрійну товщину. Широкі сторони дошки називають пластами, вузькі - окрайками (або кромками). Товщина дошки визначається відстанню між пластами, ширина — відстанню між окрайками. Довжину дошки вимірюють вздовж волокон між *торцями* -поперечними перерізами матеріалу. Лінію перетину пластів та окрайки називають *ребром*. Розрізняють дошки обрізні та необрізні. В обрізних дошках окрайки обпиляні перпендикулярно до пластів, величини обзелу на окрайках не більші за допустимі. **Обзел** — це частина бічної поверхні колоди, що збереглася на обрізному пиломатеріалі чи деталі. У необрізних дощок окрайка необпиляна або частково обпиляна й величина обзелу більша за допустиму в обрізаному матеріалі.

Обапіл – пилопродукція, одержувана з бічної частини колоди і така, що має одну пропиляну, а другу непропиляну або частково пропиляну поверхню.

За характером обробки розрізняють пиляний пиломатеріал, якщо його поверхні утворені після проходження пилки, і струганий, у якого принаймні одна частина чи обидві крайки оброблені струганням чи фрезеруванням.

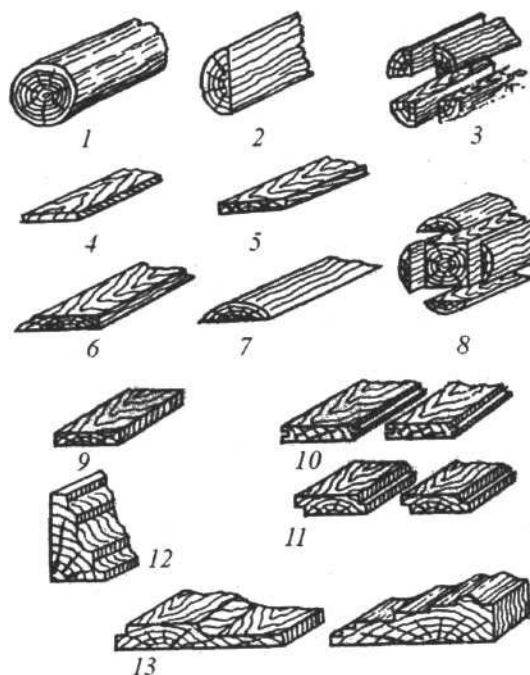


Рис. 4.1 – Види пиломатеріалів:

1 – будівельна колода; 2 – пластина; 3 – чвертки; 4, 5 – обрізні дошки; 6 – необрізна дошка; 7 – обапіл; 8 – брус; 9 – дошка, стругана з чотирьох боків; 10 – шпунтовані дошки з пазом та гребенем; 11 – фальцьовані дошки; 12 – плінтус; 13 – наличники

За якістю деревини пиломатеріали поділяють на сорти. Сортність визначається сукупністю вад деревини та дефектів обробки.

Пиломатеріали виготовляють з деревини хвойних порід – сосни, ялини, модрина, кедра і листяних порід – дуба, бука, граба, в'яза, ільма, берези, вільхи, осики, тополі, липи.

Пиломатеріали за характером обробки поділяють на обрізні, однобічно обрізні (напівобрізні) та необрізні.

В **обрізних** усі чотири боки пропиляні, а розміри обзелу на пластях і ребрах не перевищують допустимих.

В **однобічно** обрізних пиломатеріалів пласті пропиляні повністю, а ребра - частково (одне ребро), і розмір обзелу перевищує розміри, допустимі для обрізних пиломатеріалів. Однобічно обрізні пиломатеріали випилюють тільки з листяних порід.

Номінальні розміри пиломатеріалів такі:

довжина: для твердих листяних порід – від 0,5 до 6,5 м з градацією 0,10 м; для м'яких листяних порід і берези – від 0,5 до 2,0 м з градацією 0,10 м, від 2,0 до 6,5 м з градацією 0,25 м;

товщина: 19, 22, 25, 32, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мм;

ширина: для обрізних – 60, 70, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 189, 200 мм; для необрізних та однобічно обрізних – 50 мм і більше з градацією 10 мм.

Довжина хвойних пиломатеріалів: 1...6,5 м з градацією 0,25 м.

Дошки й бруски з деревини хвойних порід поділяють на п'ять сортів (добірний, 1...4-Й), а бруски – на чотири сорти (1...4-Й).

Умовне позначення пиломатеріалів складається з цифри, яка відповідає сорту, назви породи деревини (хвойні позначаються скорочено – «ХВ»), цифрового позначення поперечного розрізу, для необрізного матеріалу – товщини.

Приклади умовного позначення: дошка – 2х8-32; пиломатеріали – 2-дуб-40х50.

Деталі дерев'яні профільні (ГОСТ 7016) – це підвіконні дошки, поручні для металевих билиць, дошки для покриття підлог тощо. Для виготовлення струганих виробів застосовують деревину сосни, кедра, ялини, смереки, а для приміщень з вологістю не більше 70% можна використовувати деревину бука, берези, вільхи, тополі та липи.

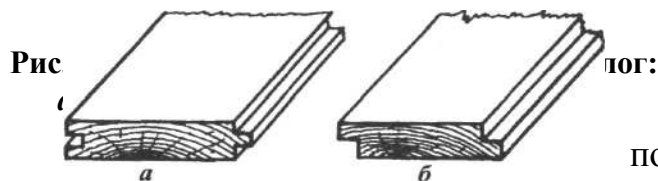
Дошки для покриття підлог виготовляють завтовшки 28...36 мм.

Дошки завтовшки 36 мм застосовують для підлог виробничих цехів, фізкультурних залів та інших приміщень з підвищеним навантаженням на підлоги.

Для чистих підлог житлових приміщень застосовують дошки завтовшки 28 мм та завширшки: для хвойних порід – 68...118 мм (з градацією через 10 мм), для листяних порід – 38...58 мм з тією ж градацією.

Споживачеві деталі поставляють завдовжки 2,1 м і більше з градацією 0,1 м.

Дошки й бруски з деревини осики та вільхи застосовують тільки в житлових будинках, лікарнях, дитячих садках і яслах. Дошки для підлог мають гребіні і шпунт, зміщені до не лицьової поверхні.



Умовне
складається з марки

позначення
деталі, перерізу,

довжини. Приклади умовних позначень: дошка для покриття підлоги 28 мм завтовшки, завширшки 64 мм, необрізна за довжиною – ДП-28х64.

Дерев'яні торцеві шашки (ГОСТ 7897) виготовляють з деревини хвойних порід, найчастіше із сосни. Шашки бувають прямокутними (тип 1) і прямокутними з пазами (тип 2). Глибина пазів становить 7 мм, ширина – 14 мм. Вологість деревини шашок не повинна перевищувати 15%. Шашки укладають без проміжних шарів безпосередньо на бетон.

До дерев'яних деталей для паркетних покриттів відносять штучний паркет, паркетні дошки й щити, мозаїчний паркет.

Будова паркетної підлоги є досить складною, основні елементи якої наведено на рисунку 10.60.

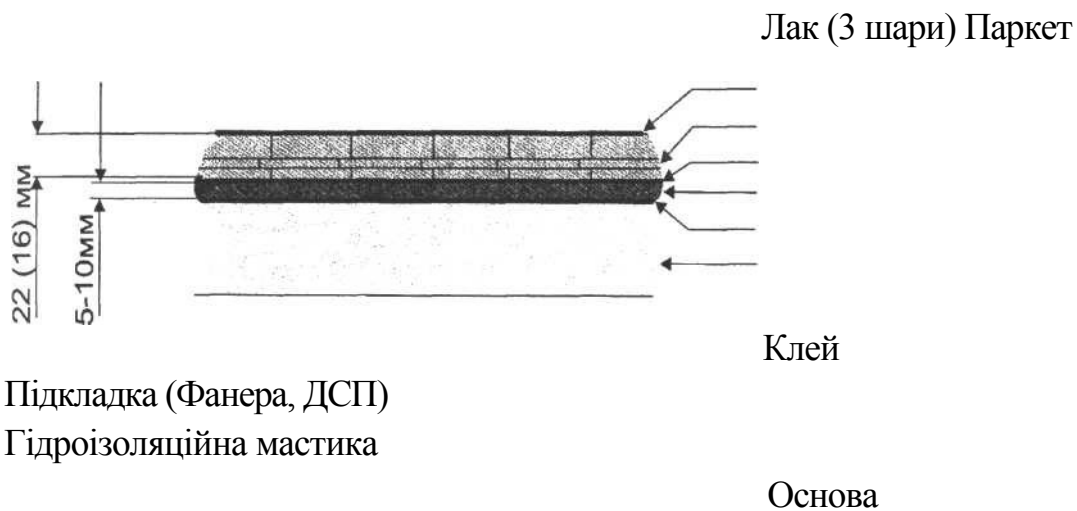


Рис. 4.3 – Послідовність розташування окремих складових паркетної підлоги

Для виробництва паркету використовують цінні породи дерев із високою твердістю (дуб, бук, горіх). Важливим моментом при виготовленні паркету є характер розпилування дерева: радіальний або тангенціальний.

Паркет штучний призначений для влаштування підлог у приміщеннях житлових, громадських, а також допоміжних будівель промислових і сільськогосподарських підприємств.

Штучний паркет складається з паркетних планок, які залежно від профілю ребер поділяються на типи $П_1$ – планки з гребенями і пазами на протилежних ребрах і торцях, $П_2$ – планки з гребенем на одному ребрі та пазами на іншому ребрі та торцях.

Залежно від рівня якості, породи деревини й виду обробки планки поділяють на марки А і Б. Паркет марки А застосовують для влаштування та ремонту підлог у громадських будівлях і відповідних приміщеннях промислових підприємств, марки Б – для влаштування та ремонту підлог у житлових будинках.

Планки марки А виготовляють з деревини дуба та тропічних порід. Планки марки Б виготовляють з деревини дуба, бука, ясена, гостролистого клена, береста (карагача), в'яза, ільма, каштана, граба, гледичії, білої акації, берези, звичайної сосни, сибірської сосни, корейської сосни, модрина, а також тропічних порід і модифікованої деревини з показниками експлуатаційних і фізико-механічних властивостей, що не поступаються деревині перелічених порід.

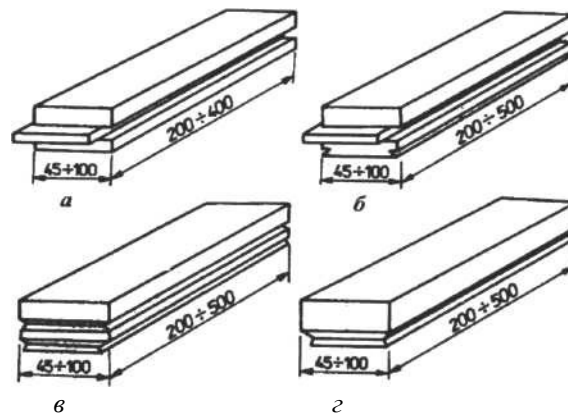


Рис. 4. 4 – Планки штучного паркету: а, б — тип П₁; в, г — тип П₂

Привертає увагу паркет з бамбука. Цей матеріал відрізняється твердістю та вологостійкістю порівняно з дубом, а міцність при розтягу вища, ніж у сталі. Існує більше 1000 видів бамбука, що забезпечує велику різноманітність фактур і відтінків натуральних матеріалів. Бамбук є швидко відновлювальною сировиною, на вирощування якого потрібно 3...5 років, в той час як для дуба – майже 180 років. Дешевизна цієї породи забезпечує економічність її застосування, навіть при транспортування на великі відстані.

Дошки паркетні призначені для влаштування підлог у житлових будинках. Паркетна дошка складається з паркетних планок, наклеєних за певним малюнком на основу. На ребрах і торцях є пази та гребені для з'єднання паркетних дощок між собою.

Залежно від конструкції основи паркетні дошки поділяють на типи:

ПД1 – з одношаровою основою з рейок, складених у квадрати або прямокутники, розташовані взаємно перпендикулярно; на поздовжніх ребрах основу обклеєно рейками обв'язки;

ПД2 – з одношаровою основою з рейок, складених у напрямку поздовжньої осі паркетної дошки;

ПД3 – з двошаровою основою з двох склеєних між собою шарів рейок або рейок і шпону, складених у взаємно перпендикулярних напрямках.

Паркетні планки наклеюють на основу паркетної дошки за різними візерунками. Залежно від породи та вад деревини планок лицьового покриття паркетні дошки поділяють на марки А і Б.

В умовному позначенні паркетних дощок зазначають тип, марку планок, ширину, товщину та довжину. Приклад умовного позначення паркетної дошки типу ПД1, марки Б, 200 мм завширшки, 15 мм завтовшки, 2400 мм завдовжки: ПД1-Б-200х15х2400.

Рейки основи паркетної дошки виготовляють з деревних хвойних порід, вільхи чи осики. Вологість деревини паркетних дощок при відвантаженні готової продукції споживачеві – $8 \pm 2\%$. Клейові з'єднання виконують, застосовуючи синтетичні клеї середньої або підвищеної водостійкості. Границя міцності клейового з'єднання при випробуванні на відривання паркетних дощок становить не менше 0,6 МПа. Лицьову поверхню

паркетних дощок покривають прозорим паркетним лаком. За домовленістю виробника зі споживачем допускається постачання паркетних дощок марки Б з нелакованою поверхнею.

Паркетні щити відомі досить давно (ще з XVIII століття) і спочатку застосовувалися при наборі художнього паркету з різних порід дерев, а зараз використовуються переважно для влаштування підлог у житлових і громадських будівлях. Щит складається з паркетних планок, квадратів шпону чи фанерної облицювальної плити, наклеєних за певним візерунком на основу.

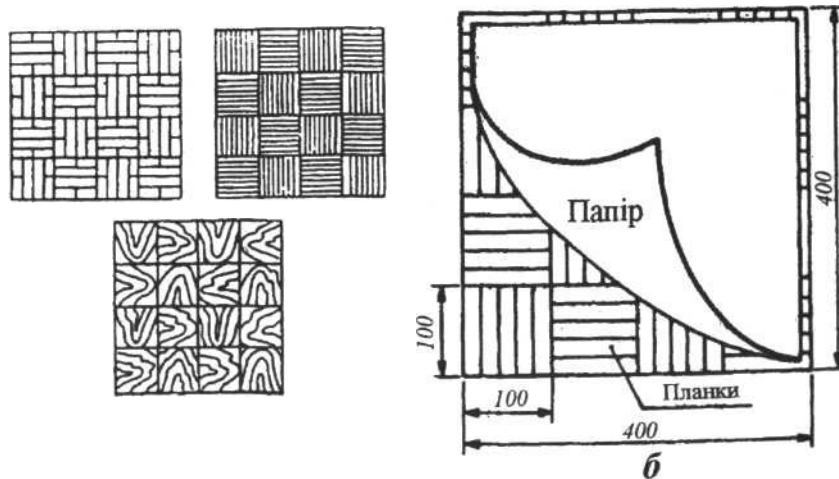


Рис.4.5 – Варіанти візерунків (а) та будова паркетного щита (б)

Залежно від конструкції основи паркетні щити поділяють на типи:

ПЩ1 – з рамковою основою у вигляді обв'язки, кутові типи з'єднання якої виконують на клею, та рейок заповнення, що закріплені у пазах брусків обв'язки;

ПЩ2 – з рейковою основою, облицьованою з обох боків луцценом шпоном;

ПЩ3 – з основою з деревностружкової плити, облицьованої з двох боків луцценом шпоном або з основою з цементостружкової плити;

ПЩ4 – з основою із двох склеєних між собою шарів рейок, укладених у взаємно перпендикулярних напрямках.

Залежно від виду лицьового покриття виготовляють щити, облицьовані паркетними планками (П), квадратами струганого або луцценого шпону (Ш) і квадратами фанерної облицювальної плити (Ф).

Залежно від породи та якості деревини лицьового покриття щити поділяють на марки А і Б. Умовне позначення паркетних щитів складається з типу, марки» виду лицьового покриття, розмірів (довжини, ширини, товщини).

Клейові з'єднання виконують, застосовуючи синтетичні клеї середньої або підвищеної водостійкості.

Один із різновидів паркетних щитів набирається з паркетіту — матеріалу у вигляді двошарових плиток, основу яких виготовляють з тирси та станкової стружки, змішаних із зв'язуючими, а облицювальний шар

виготовляють зі шпону листяних порід (береза, осика, вільха, тополя), просоченого або модифікованого синтетичними полімерами. Облицювальний шар набирається однотипово або в художньому виконанні з використанням однієї чи кількох деревних порід.

Мозаїчний паркет виготовляють у вигляді килимів, які складаються з окремих планок, наклеєних лицьовою поверхнею на папір або еластичний біостійкий матеріал. Мозаїчний паркет, як і інші види паркету, призначений для влаштування підлог у житлових і громадських будівлях.

Паркет, залежно від способу фіксації планок для утворення килима, поділяють на типи:

П₁ – планки наклеєні лицьовим боком на папір, який знімається разом з клейовим шаром після настилання паркету на основу підлоги;

П₂ – планки наклеєні зворотним боком на еластичний (тепло звукоізоляційний) біостійкий матеріал, який залишається у конструкції підлоги після настилання паркету.

Щити паркетні художні. Це двошарова дерев'яна основа з лицьовим покриттям із паркетних планок з прямими ребрами, наклеєних на основу у вигляді квадратних елементів, які розташовані у шаховому порядку. Лицьове покриття щитів набирають не менше ніж з трьох різних порід деревини паркетної дошки покладений в основу створення ламінованих покриттів для підлоги. *Ламінат* є багатошаровою конструкцією, яка складається з:

– лицьового декоративного шару (паперопласту), отриманого гарячим пресуванням декількох шарів паперу, просочених меламінформальдегідною смолою;

– несучого шару (основи), як правило, із твердої деревноволокнистої плити;

– компенсуючого шару паперопласту із 2...3 шарів крафт-паперу.

Ламінат зазвичай має форму дошки довжиною 1200... 1300 мм, шириною 190...200 мм та товщиною 7...8 мм, візерунок поверхні імітує натуральну деревину, іноді природне каміння або керамічну плитку. Існує тенденція розширення спектра форматів (квадрати, прямокутники), що дозволяє комбінувати малюнок підлоги. Ламінатні покриття є гігієнічними, відрізняються високою міцністю та зносостійкістю.

Для виготовлення ламінатних покриттів використовують спеціальні прескамери, які гарантують термостатичне пресування на протязі кількох годин при температурі більше 150°C. За цей час відбувається полімеризація смоли з утворенням покриття високої міцності та твердості, що позитивно впливає на механічні властивості ламінованої дошки.

В сучасному будівництві застосовують матеріали не тільки з деревини, але й з кори. Наприклад, з кори пробкового дуба виготовляють широкий асортимент тепло- та звукоізоляційних матеріалів, покриттів для стін та підлоги. Сучасні покриття для підлог із пробки - це багатошарові конструкції, основою яких є агломерована (пресована) пробка, лицьова поверхня якої покрита декоративним шпоном із пробки або цінних порід

деревини та кількома шарами захисного лаку або полімерними (вініловими, акриловими, поліуретановими) композиціями.

За технологією укладки пробкові покриття для підлоги (у вигляді плиток різних розмірів) можна поділити на дві групи: «здатні до приклеювання» та «плаваючі», різниця між якими полягає в способі інсталяції покриттів. Так, покриття можуть приклеюватися безпосередньо до основи або кріпитися між собою спеціальними «замками» і вільно лежати на основі. Покриття для підлоги відрізняються міцністю, пружністю та не деформуються при тривалому впливі навантаження.

Пробкові покриття для стін – це плитки (300x600x3 мм) або рулони (1000x100x2 мм) з агломерованої пробки з покриттям із декоративного пробкового шпону. Внаслідок унікальної будови такі покриття не старіють, не вимагають спеціального догляду, оскільки вони є антистатиками і відштовхують пил, практично не вбирають запахи і стійкі до дії хімічних речовин. Покриття із пробки мають добрі акустичні, тепло- й звукоізолюючі та радіаційнозахисні властивості.

Фанера (ГОСТ 3916.2) – це листовий матеріал, склеєний з трьох і більше Щарів луценого шпону. Зовнішні шари шпону називають сорочками, внутрішні – серединками. Розрізняють лицьову та зворотну сорочки. Лицьова сорочка містить менше вад деревини й дефектів обробки, ніж зворотна сорочка та серединки.

Для обробки приміщень застосовують фанеру, облицьовану струганим шпоном, декоративну фанеру, фанеру бекелізовану і фанерні плити.

Листи шпону розміщують так, щоб напрями волокон у суміжних листах були взаємно перпендикулярними. Число шарів шпону у фанері - непарне: 3, 5, 7, 9 і т.д. Така будова фанери зумовлює майже однакову міцність в усіх напрямках, незначне короблення, гнучкість. Товщина фанери може бути 1,5... 18 мм, розміри листа - до 1525x2400 мм.

Клеєну фанеру виготовляють із деревини листяних та хвойних порід: берези, сосни, бука, вільхи тощо. Залежно від застосованого клею та його водостійкості розрізняють фанеру підвищеної, середньої та обмеженої водостійкості. Фанеру підвищеної водостійкості використовують для обшивання зовнішніх стін та виготовлення опалубки, середньої й обмеженої водостійкості – для влаштування внутрішніх перегородок, обшивки стін і стель приміщень.

Бакелізовану фанеру (ГОСТ 11539) виготовляють з березового луценого шпону, просоченого фенолформальдегідними смолами. Для цього виду фанери характерні підвищені густина й міцність, гладкі поверхні, що покриті тонким шаром отверділої смоли.

Фанерні плити (ГОСТ 8673) – багат шарові вироби, виготовлені із семи та більше шарів шпону, склеєних синтетичними клеями на основі фенолформаль-дегідних і карбамідоформальдегідних смол.

Клеєні дерев'яні конструкції виготовляють на спеціальних заводах склеюванням невеликих дерев'яних заготовок у великорозмірні елементи (рис.

4.6), використовуючи високоміцні та водостійкі полімерні клеї. Міцність, водостійкість, біо- та вогнестійкість таких конструкцій вищі, ніж в аналогічних суцільних дерев'яних конструкцій. Вони практично не піддаються усиханню та коробленню.

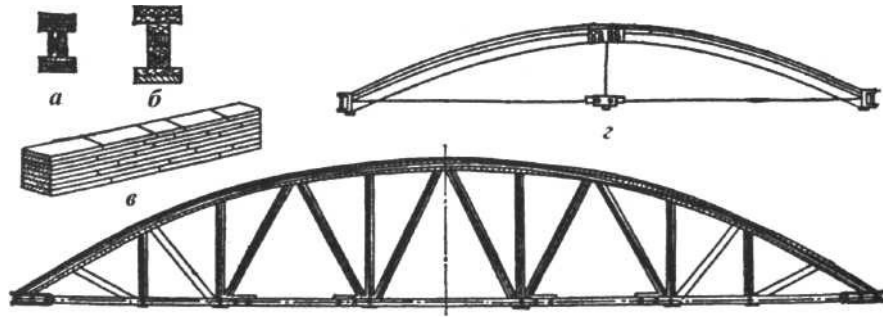


Рисунок 4. 6 – Види клеєних виробів: а, б - двотаврові балки; в - блок з дощок; г — клеєна арка з піварок; д - клеєна ферма

Методом склеювання виготовляють віконні та дверні коробки, дверні полотна, балки, прогони, ферми тощо. Такі конструкції економічні, оскільки для виготовлення їх використовується маломірна й різносортна деревина.

4. Біокомпозити та композиційні матеріали на основі відходів переробки деревини (деревношаруваті пластики, деревностружкові плити, цементностружкові плити та ін.)

Сучасні будівельні деревні матеріали, відомі як **біокомпозити**, виготовляють з використанням біотехнологій, заснованих на досягненнях біохімії, мікробіології та інженерних наук. Зв'язуючим матеріалом у біокомпозитах є природні клеючі речовини, що видаляються мікроорганізмами з деревини або іншої рослинної сировини. Основними компонентами деревини є природні полімери: целюлоза, геміцелюлоза та лігнін. Лігнін у деревині, яку умовно можна розглядати як природний композиційний матеріал, виконує функцію клею (матриці), а целюлоза - армуючої речовини.

При виготовленні біокомпозитів подрібнена деревина під дією тиску та температури здатна до утворення монолітного матеріалу. Для прискорення цього процесу використовують дереворуйнівні гриби — **ксилотрофи**, які беруть участь у процесах ферментації і сприяють мікробіологічному процесу руйнування лігніну.

Технологічний процес виготовлення біокомпозитів передбачає: підготовку деревини (подрібнення), ферментацію її ксилотрофами, сушіння та дозування отриманої маси, її формування у пакети, холодне та гаряче пресування, заключну обробку готових плит. Плити можуть бути одно- та тришарові, товщиною 8...20 мм. Найбільшою міцністю та водостійкістю відрізняються матеріали із середньою густиною понад 1000 кг/м³.

Деревношаруваті пластики (ДШП) (ГОСТ 20966, ГОСТ 13913) – листи або плити, виготовлені з тонкого лушеного шпону, просоченого та склеєного полімерами резольного типу. Деревні пластики відрізняються від фанери тим, що мають більшу густину та вищі фізико-механічні властивості. ДШП виготовляють з березового лушеного шпону вологістю 9... 12%, товщиною 0,3; 0,5; 0,8 та 1,15 мм. В окремих марках ДШП допускається застосовувати шпон до 2,5 мм завтовшки.

Шпон просочують у ваннах із полімерним розчином протягом 1 години при температурі 15...25°C. Глибоке просочування виконують в автоклавах при тиску 0,4...0,5 МПа. Просочений шпон сушать у камерах або в конвеєрних сушарках при 80...90°C. Вміст полімеру в просоченому шпоні - 16...24%. Просочений та висушений шпон збирають у пакети з урахуванням товщини пластика, що виготовляється, та його властивостей. На 1 см товщини готового виробу потрібно 20...25 листів шпону. Властивості ДШП багато в чому залежать від напряму волокон шпону в суміжних шарах пластика.

Пресують зібрані пакети на багатоповерхових гідравлічних пресах, які обігриваються парою, при тиску 15... 16 МПа й температурі 140...150°C.

Деревношаруваті пластики товщиною до 15 мм відносять до листів, а понад 15 мм – до плит. Листи й плити за способом склеювання поділяють на суцільні та складені, що склеюються за довжиною з кількох листів шпону.

Деревношаруваті пластики використовують для облицювання внутрішніх приміщень громадських і адміністративних будівель та як конструкційний матеріал.

Деревношаруваті пластини слід зберігати у сухих закритих приміщеннях при температурі від -40 до +35°C і відносній вологості повітря не більше 70%, укладеними (окремо за марками й розмірами) горизонтально на рівних площадках.

Перевозити пластики можна усіма видами транспорту з обов'язковим оберіганням їх від ударів, механічних пошкоджень і атмосферних опадів.

Деревностружкові плити (ДСП) (ГОСТ 10632) виготовляють гарячим пресуванням деревних стружок з полімерними зв'язуючими речовинами.

Плити, згідно з нормативними документами, поділяють:

4. за фізико-механічними показниками на марки П-А і П-Б;
5. за якістю поверхні на 1-й і 2-й сорти;
6. за видом поверхні зі звичайною та дрібноструктурною (Д) поверхнею;
7. за ступенем обробки поверхні на шліфовані (Ш) і нешліфовані;
8. за гідрофобними властивостями із звичайною та підвищеною (У) водостійкістю;
9. за вмістом формальдегіду на класи емісії Е1, Е2, Е3.

В умовному позначенні плит зазначають марку, сорт, вид поверхні (для плит з дрібноструктурною поверхнею); ступінь обробки поверхні (для шліфованих плит); гідрофобні властивості (для плит підвищеної водостійкості); клас емісії формальдегіду; довжину, ширину в міліметрах.

Приклади умовного позначення:

10. плити марки П-А 1-го сорту з дрібноструктурною поверхнею шліфовані класу емісії E2 розмірами 3500x1750x16 мм - П-А, 1. E2; 3500x1750x16;
11. плити марки П-5 2-го сорту зі звичайною поверхнею нешліфовані класу емісії E2 розмірами 3500x1750x16 мм - П-5, 2. E2, 3500x1750x16.

Плити перевозять усіма видами транспорту, оберігаючи їх від дії атмосферних опадів та механічних пошкоджень. Зберігають у закритих приміщеннях У горизонтальному положенні штабелями до 4,5 м заввишки.

Різновидом деревностружкових плит є **плити з орієнованим укладанням крупнорозмірної стружки**, які є екологічно та гігієнічно нешкідливим матеріалом. Перевагою таких плит є висока міцність, однорідність структури, вологостійкість, легкість в обробці. Доцільно використовувати для заміни гіпсокартону та фанери; як основу під килимові та лінолеумні покриття, а також для надання декоративного ефекту.

Деревноволокнисті плити (ДВП) (ГОСТ 8740) виготовляють гарячим пресуванням волокнистої маси, яка складається з органічних, переважно целюлозних, волокон, води, наповнювачів, синтетичних полімерів і деяких спеціальних добавок. Сировиною для виготовлення плит є відходи деревообробних виробництв та лісозаготівель (тріска, дріб'язок), стебла очерету, льняна костриця та інші рослинні матеріали. Залежно від тиску при пресуванні та виду подальшої обробки деревноволокнисті плити поділяють на надтверді, тверді, напівтверді та м'які (ізоляційноопоряджувальні та ізоляційні).

Для внутрішньої обробки будівель, обшивки салонів літаків і кают пароплавів застосовують тверді плити; надтверді використовують для покриття підлог.

Залежно від границі міцності при згині тверді та надтверді плити виготовляють марок: Т-350; Т-400; НТ-500 (літери означають вид плит: Т – тверді, НТ – надтверді, а цифри – мінімальну границю міцності при згині в кгс/см²).

Залежно від призначення випускають плити марок: Т — тверді з необлагородженою лицьовою поверхнею; ТП - тверді з підфарбованим лицьовим шаром на основі тонкодисперсної деревної маси; НТ - тверді підвищеної міцності (надтверді) з облагородженою лицьовою поверхнею; НТС — тверді підвищеної міцності (надтверді) з лицьовим шаром з тонкодисперсної маси.

М'які плити, залежно від густини, поділяють на марки: М-1, М-2, М-3.

Плити зберігають у закритих приміщеннях розсортованими за марками й розмірами.

Деревноволокнисті плити з лакофарбовим покриттям застосовують як опоряджувальний матеріал при¹ будівництві житлових і громадських будівель і для виготовлення полотен дверей та інших виробів.

Деревноволокнисті плити покривають лакофарбовими матеріалами і, залежно від їх виду, лицьова поверхня плит може бути глянцовою та матовою.

Цементностружкові плити виготовляють пресуванням суміші з деревних частинок, портландцементу і хімічних добавок. Як сировину для виробництва плит використовують тонкомірну деревину хвойних і листяних порід. Плити водо-, морозо- та біостійкі, нетоксичні, добре обробляються інструментом, мають високу механічну міцність при стиску. Їх випускають двох марок: ЦСП-1, ЦСП-2. Довжина плит - 3200 і 3600 мм, ширина - 1200 і 1250 мм, товщина - 8...40 мм.

Тема 5

ШТУЧНІ МАТЕРІАЛИ, ВИГОТОВЛЕНІ ЗА ХІМІЧНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

План

- 5.1 Керамічні матеріали
- 5.2 Матеріали та вироби з мінеральних розплавів
- 5.3 Металеві матеріали

5.1 КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ

Керамічні матеріали одержують з глинястих мас формуванням, сушінням і подальшим випалюванням.

За призначенням керамічні матеріали й вироби поділяють, на такі види:

стінові—цегла звичайна, цегла й каміння порожнисті й пористі, крупні блоки й панелі з цегли та каміння;

для зовнішнього облицюванняцегла й каміння керамічні лицьові, кераміка килимова, плитки керамічні фасадні;

для внутрішнього облицюванняплитки й плити для стін і підлог; покрівельні черепиця;

труби дренажні й каналізаційні;

заповнювачі для легких бетонів керамзит, аглопорит;

санітарно-технічні вироби умивальні столи, ванни;

дорожня цегла;

кислототривкі вироби цегла, плитки, труби;

вогнетривкі матеріали.

За структурою черепка всі види поділяють на дві групи:

пористі (не спечені) і щільні (спечені). Пористі поглинають більше ніж 5 % води (за масою); в середньому їхнє водопоглинання становить 8...20 %. До цієї групи належать стінові, покрівельні, облицювальні матеріали, дренажні труби тощо. Щільні вироби поглинають менш як 5 % води, найчастіше 1...4 % за масою. Щільну структуру мають плитки для підлоги, дорожня цегла, стінки каналізаційних труб тощо.

5.1.1 Сировинні матеріали

Глинясті матеріали. Сировиною для виготовлення керамічних матеріалів є різні глинясті гірські породи. Глини утворилися внаслідок вивітрювання вивержених польово-шпатових гірських порід і є природними водними алюмосилкатами, здатними при замішуванні з водою утворювати пластичне тісто, яке після випалювання необоротно переходить у каменеподібний стан. Найчистіші глини складаються переважно з мінералу каолініту $Al_2O_3 + 2SiO_2 + 2H_2O$ і споріднених з ним мінералів — монт-морилоніту $Al_2O_3 +$

$4\text{SiO}_2 + 11\text{H}_2\text{O}$, галуазиту $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{SiO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ тощо. Після випалювання вони мають білий колір. Решта глин різноманітніші за мінералогічним складом, забруднені мінеральними й органічними домішками.

Бентоніти—це високодисперсні глинясті породи з переважанням мінералу монтморилоніту. Вміст у них частинок розміром менш як 0,001 мм досягає 90 %.

5.1.2 Додатки до глин, глазурі та ангоби

Для поліпшення технологічних властивостей глин і надання виробам певних фізико-механічних властивостей вводять додатки (спіснювачі, пороутворювачі, плавні, пластифікатори тощо).

Спіснювальні додатки вводять у керамічну масу, щоб знизити пластичність і зменшити повітряну та вогневу усадку. Для цього використовують шамот, дегідратовану глину, пісок, гранульований шлак, золи ТЕС.

Плавні знижують температуру випалювання й спікання глини. Як плавні використовують польові шпати, залізну руду, доломіт, магнезит, тальк тощо.

Пороутворювальні додатки вводять у сировинну масу, щоб одержати легкі керамічні вироби з підвищеною пористістю. Такими додатками є магнезит, крейда, доломіт, які під час випалювання виділяють CO_2 , а також вигоряючі додатки — тирса, відходи вуглезбагачувальних фабрик, золи ТЕС, лігнін, подрібнене буре вугілля.

Пластифікуючі додатки сприяють підвищенню пластичності глинястої маси й поліпшенню формівності виробів. До них належать високопластичні глини, бентоніти, а також поверхнево-активні речовини типу лігносульфонату технічного (ЛОТ).

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

Г л а з у р це легкоплавкі стекла прозорі та непрозорі (глухі), безбарвні та забарвлені. Основні сировинні компоненти глазури: кварцовий пісок, каолін, польовий шпат, солі лужних і лужноземельних металів, оксиди. Їх застосовують у сирому вигляді або сплавленими — у вигляді фрити. Глазур у вигляді шлікеру наносять на поверхню виробу і випалюють у печах до розплавлювання на поверхні.

Ангоб виготовляють з білої або кольорової глини й наносять на поверхню виробу тонким шаром у вигляді шлікеру, а далі випалюють. У процесі випалювання ангоб не плавиться, і забарвлена поверхня виходить матовою. Ангоб добирають близьким за складом до основного черепка.

5.1.3 Властивості глин

Глинясту сировину для керамічних матеріалів класифікують за гранулометричним складом, пластичністю, усадкою, вогнетривкістю.

Гранулометричний склад глини: найдрібніші мінеральні частинки, які звуться глинястими (розміром до 0,005 мм); частинки пилу (до 0,16 мм) і зерна кварцу, слюди та інших мінералів (0,16...5,00 мм).

Від кількості глинястих та інших частинок і їхніх розмірів залежить основна властивість глини — пластичність, тобто здатність у вологому стані внаслідок зовнішнього впливу набирати будь-якої форми без утворення розривів і тріщин, зберігаючи цю форму при наступному сушінні й випалюванні. Технічним показником пластичності є число пластичності $Pl = W_t W_p$, де W_t , W_p — вологості, %, які відповідають границям текучості й розкачування глиняного джгута.

Усадкою називають зменшення лінійних розмірів та об'єму зразка в процесі сушіння (повітряна усадка) та випалювання (вогнева усадка). Щоб зменшити усадочні напруження, до високопластичних глин додають знежирювачі.

За вогнетривкістю глинясту сировину поділяють на класи; вогнетривкі «О» з показником вогнетривкості понад 1580 °С; тугоплавкі «Т» 1350...1580 °С; легкоплавкі «Л» менш як 1350 °С.

5.1.4 Стінові матеріали та вироби

Цегла та керамічне каміння. Цеглу і керамічне каміння виготовляють з глин, діатомітів, лесів промислових відходів з мінеральними та органічними добавками або без них. Застосовують цеглу та каміння для мурування зовнішніх і внутрішніх стін, а також для виготовлення стінових панелей. Цегла може бути повнотілою або порожнистою, а каміння — тільки порожнистим.

Кількість, розміщення і форма порожнин дуже різноманітні. Вони розміщуються перпендикулярно або паралельно постелі і можуть бути наскрізні та ненаскрізні.

Порожнисті цегла і каміння мають марки 75, 100, 125, 150, 175.. 200, 250, 300, середню густину 1000...1450 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності 0,3...0,4 Вт/(м / К).

5.1.5 Вироби збірні з цегли та керамічного каміння

Панелі для зовнішніх стін випускають три-, дво- і одношаровими. Тришарові стінові панелі складаються з двох цегляних зовнішніх шарів; товщина кожного шару становить 5мм: всередині укладають шар утеплювача завтовшки 100мм (мінеральні плити тощо). Загальна товщина тришарової панелі разом з внутрішнім і зовнішнім облицюванням становить 280 мм. Двошарові панелі виготовляють завтовшки 260 мм, розміром на кімнату 2670 на 3180 мм.

Одношарові панелі 2750 x 3190 x 300 мм виготовляють з порожнистого керамічного каміння.

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, твердіння в пропарювальних камерах. Час теплообробки становить майже 8...12 год при температурі 80 °С.

5.1.6 Вироби для зовнішнього і внутрішнього облицювання будівель

Вироби для облицювання фасадів. Лицьову цеглу і каміння виготовляють з глини, трепелів і діатомітів методом пластичного формування або напівсухого пресування з добавками чи без них, з нанесенням фактурного шару чи без нього.

За міцністю цеглу і каміння поділяють на такі марки: 300, 250, 200, 150, 100, 75, за морозостійкістю – 15, 25, 35 і 50. Водопоглинання має бути не менш як 6 %.

Двошарову цеглу формують із місцевих червоних глини і лише лицьовий шар (3...5 мм завтовшки) із біловипалюваних глини. Незначні витрати таких глини (6...7 % об'єму цегли) зумовлюють економічне виробництво цієї цегли.

Ангобована цегла має лицьову поверхню, вкриту ангобом. Виготовляють ангоби із білої глини (80 %), скляного бою (15...20 %) і мінерального барвника (5...7 %). Ангоб наносять на відформований виріб українських вигляді суспензії-шлікера, а потім випалюють.

Глазуровану 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.

Килимово-мозаїчні плитки, виготовлені методом лиття, а також килими з них застосовують для оздоблення зовнішніх і внутрішніх стін житлових і громадських будівель, балконних екранів, колон.

П л и т к и т и п у «кабанчик» виготовляють розміром 120 x 65 x 7 мм неглазуrowаними і глазуrowаними, їх використовують для оздоблення панелей і облицювання цегляних стін.

Великорозмірні плитки розміром 250 x 140 x 10 мм виготовляють неглазуrowаними і глазуrowаними на автоматизованих потокових лініях, на яких виконують пресування, сушіння, глазуrowання та випалювання.

Цокольні глазуrowані плитки розміром 150 x 75 x 7 мм використовують для облицювання цоколів будівель і підземних переходів. Ці плитки мають спечений черепок, їхнє водопоглинання не перевищує 5 %.

5.1.7 Плитки для внутрішнього облицювання

Плитки для облицювання стін залежно від використовуваної сировини поділяють на два види: майолікові та фаянсові.

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 глазур'ю, а на тильний бік наносять борозенки для кращого зчеплення з розчином.

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 слабкозабарвлений черепок.

Плитки для підлог. Керамічні плитки для підлог можуть бути глазурованими і неглазурованими, 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 настилення підлог у санітарних вузлах, вестибюлях і на сходових площадках житлових та громадських будівель, а також у виробничих і допоміжних будівлях промислових підприємств.

5.1.8 Вироби спеціального призначення

Покрівельні керамічні вироби. Керамічна черепиця - це довговічний і вогнестійкий покрівельний матеріал. Вона буває стрічковою — пазовою, плоскою, хвилястою, S-подібною, пазовою штампованою та коньковою жолобчастою. Сировиною для черепиці є легкоплавкі цегельні глини з добавками або без них. Стрічкову черепицю виготовляють пластичним формуванням на стрічкових пресах, а штамповану пазову — напівсухим пресуванням у металевих або гіпсових формах, а потім сушать. Випалюють черепицю при температурі 950... 1000 °С. Вона має бути морозостійкою (Мрз 25), досить міцною і водонепроникною.

Дорожня цегла. Цегла для дорожніх покриттів (клінкерна) — це штучне каміння розмірами 220 x 110 x 25 мм і 220 x 110 x 78 мм, 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). Марки цегли 1000, 600 і 400, відповідно морозостійкість Мрз 103, Мрз 50 і Мрз 30, водопоглинання не більш як 2, 4, 6 %, опір стиранню (коефіцієнт зношування) не менш як 18, 16 і 14 %, випробування на удар (кількість ударів) не менше ніж 16, 12, 8. Її застосовують для влаштування підлог промислових будівель, облицювання каналізаційних колекторів, мостових опор.

Дренажні труби. Дренажні труби виготовляють з цегляних високопластичних глин циліндричними, шести- чи восьмигранними, внутрішнім діаметром 25... 260 мм, завдовжки 333...500 мм.

Каналізаційні труби. Каналізаційні труби виготовляють з тугоплавких або вогнетривких глин із знежирюючими 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 кислотостійкою глазур'ю й випалюють при температурі 1250...1300 °С.

Кислототривкі вироби. Кислототривку цеглу застосовують для футерування фундаментів хімічних апаратів, газоходів, для настилення підлог і стічних жолобів підприємств хімічної промисловості. До кислототривких керамічних виробів належать: кислототривка цегла марок 15...25 МПа, кислотостійкістю 92... 95 %, водопоглинанням 8...12 %, термостійкістю не менше двох теплоступів;

плитки кислототривкі (К) і термокислототривкі (ТК) марки 30МПа, кислотостійкістю 96...98 %, водопоглинанням 6...9 %, теплостійкістю 2...8 теплоступів;

труби та фасонні частини до них марок 30...40 МПа, кислотостійкістю 97...98 %, водопоглинанням 3...5 %.

Санітарно-технічна кераміка.

До цих виробів належать ванни, раковини та інше обладнання санітарно-технічних вузлів житлових і виробничих приміщень, виготовлене з фарфору й фаянсу. Сировиною є біловипалювані глини, каоліни, кварц і польовий шпат, узяті в різних співвідношеннях.

Вироби з фаянсу мають пористий, а з фарфору — щільний, сильно спечений черепок.

Вогнетривкі вироби.

Вогнетривкими називають вироби, застосовувані для будівництва промислових печей, топків і апаратів, які працюють при високих температурах.

Кремнеземисті (динасові) вогнетривкі матеріали містять не менш як 93% SiO₂.

Алюмосилікатні вогнетриви шамотні матеріали з вмістом Al₂O₃ 30...45 % мають високу термічну стійкість і міцність, їх вогнетривкість 1580...1730 °С. Застосовують їх для футерування обертових печей, димоходів тощо.

Хромисті вироби одержують із хромистого залізняку в додбавками магнезиту й глинозему. Вогнетривкість їх 1800...2000 °С. Використовують в сталеливарних печах.

5.2 Матеріали та вироби з мінеральних розплавів

Спільною ознакою будівельних матеріалів і виробів із мінеральних розплавів є силікатна основа, тобто в їхньому складі переважає оксид силіцію SiO₂ й сполуки на його основі – силікати.

Сировиною для силікатних розплавів є поширені гірські породи (піски, глини, базальти, діабазы, граніти, гнейси, сієніти, сланці, серпентини тощо), побічні продукти й відходи промисловості (металургійні шлаки, золи та шлаки ТЕС, склобій). Характерною особливістю силікатних розплавів є

здатність при швидкому охолодженні переходити в склоподібний стан – аморфний різновид твердого стану.

Залежно від виходу вихідної сировини розрізняють матеріали й вироби на основі скляних, кам'яних і шлакових розплавів. При введенні до силікатного розплаву спеціальних добавок (кристалізаторів) і виборі відповідного режиму термічної обробки можна одержати склокристалічні матеріали (ситали, шлакоситали).

Перші центри скловаріння виникли в Єгипті й Месопотамії, причому єгиптяни віддавали перевагу кольоровому склу, а в Месопотамії виготовляли переважно прозоре скло. Археологами виявлені залишки давніх скляних майстерень на східному березі Нілу, що існували приблизно 3400 років тому. Пізніше скло почали виготовляти в Мікенах (Греція), Китаї та Індії.

5.2.1. Сировина, технологія отримання та властивості скла

Скло – універсальний і дивовижний матеріал. Його виробництво базується на складній послідовності технологічних операцій, параметри яких в першу чергу залежать від сировинних матеріалів, що входять до складу шихти.

Сировинні матеріали для виробництва скла умовно поділяють на основні й допоміжні (табл.1).

Основні матеріали містять оксиди, які утворюють структуру скла й визначають його властивості. Так, оксид Na_2O прискорює процес варіння, знижуючи температуру плавлення, але зменшує хімічну стійкість скла. Оксид CaO підвищує хімічну стійкість, оксид Al_2O_3 підвищує міцність, термічну і хімічну стійкість, оксид PbO підвищує показник світлозаломлення. Допоміжні матеріали вводять для покращення реологічних характеристик скломаси, прискорення її варіння, забарвлення, освітлювання, сприяння кристалізації тощо.

Сировинні матеріали можуть застосовуватися як у вигляді природної сировини, так і у вигляді відходів хімічної, металургійної, гірничодобувної промисловості.

Технологія виготовлення скла й виробів на його основі передбачає такі операції та процеси: підготовку сировинних матеріалів, приготування скляної шихти, скловаріння, формування зі скломаси матеріалів та виробів, механічну, термічну й хімічну обробку виробів для підвищення експлуатаційних властивостей.

Підготовка включає подрібнення та розмелювання крупних кусків, сушіння вологих матеріалів, класифікацію дисперсних матеріалів.

Приготування скляної шихти починається з усереднення, дозування та перемішування компонентів.

Скловаріння здійснюється у печах безперервної (ванні печі) і періодичної (горшкові печі) дії.

Процес варіння скла складається з п'яти етапів: силікатоутворення, склоутворення, освітлення, гомогенізації та охолодження.

Таблиця 1 - Сировинні матеріали для виробництва скла

Групи матеріалів	Назва
<i>Основні матеріали</i> кремнеземисті, що містять SiO_2 , 55...75 мас. % глиноземисті, що містять Al_2O_3 , 2...25 мас. % лужноземельні, що містять Na_2O та K_2O до 15 мас. %	кварцовий пісок, мелений пісок і кварцити технічний оксид алюмінію, гідроксид алюмінію, польові шпати, пегматити, каолін, граніт, вулканічний попіл
<i>Допоміжні матеріали</i> модифікатори для надання склу спеціальних властивостей освітлювачі	сода, поташ, сульфати лужних металів оксиди свинцю, барію, цинку, цирконію, титану, фосфору селітра, хлорид натрію

На першому етапі утворюються силікати та інші проміжні сполуки, і внаслідок плавлення евтектичних сумішей з'являється рідка фаза. Утворені в шихті силікати разом з рідкою фазою та компонентами, які не прореагували, спікаються в щільну масу. Процес силікатоутворення звичайно розпочинається при температурі майже 725°C і завершується майже при 1150°C .

З подальшим підвищенням температури в розплаві завершуються реакції силікатоутворення, відбувається взаємне розчинення силікатів і надлишкового кремнезему, внаслідок чого утворюється скломаса, насичена газовими бульбашками. Процес склоутворення завершується при температурі майже 1250°C .

Освітлення та гомогенізація скломаси відбуваються майже в одному інтервалі температур. З цією метою скломасу нагрівають до температури $1150...1600^\circ\text{C}$. З підвищенням температури різко знижується в'язкість розплаву й відповідно полегшується видалення газових бульбашок.

Процес скловаріння завершується охолодженням скломаси на 300°C , внаслідок чого вона набуває в'язкості, необхідної для формування виробів (витягування, прокатування, пресування, лиття тощо).

Формування виробів здійснюється різними методами: вертикальним та горизонтальним витягуванням, прокатуванням, способом плаваючої стрічки (флоат – спосіб), пресуванням, видуванням тощо.

Спосіб плаваючої стрічки є найбільш досконалим з усіх способів, відомих на цей час. Він дозволяє виготовляти скло з високою якістю поверхні. Особливістю цього способу є те, що процес формування стрічки протікає на поверхні розплавленого олова. Нижня поверхня скла виходить рівною за рахунок контакту з розплавленим металом, а верхня – завдяки дії сил поверхневого натягу скломаси. Після формування поверхня листового скла не потребує подальшого полірування.

Відпалювання – обов’язкова операція при виготовленні виробів. При швидкому охолодженні у výroбах виникають великі внутрішні напруження, які можуть призвести до їх саморуйнування.

Гартування – ця операція застосовується для підвищення фізико-механічних характеристик скла і здійснюється доведенням скла до пластичного стану з подальшим різким охолодженням його поверхні.

Крім гартування, для покращення механічних властивостей застосовують травлення з наступним покриттям плівками, електрохімічну обробку поверхні, мікрокристалізацію.

Заключна стадія обробки включає операції шліфування, полірування, декоративної обробки.

Властивості скла. Структура скла зумовлює ряд його властивостей, у тому числі прозорість, міцність, стійкість до атмосферних впливів, водо- та газонепроникність.

Найбільш важливими для скла є не тільки оптичні властивості, але й механічні, оскільки його використання є багатоцільовим.

Оптичні властивості скла характеризуються прозорістю, світлопроникністю, світлопоглинанням, світловідбиванням, світлорозсіюванням тощо. Звичайні віконні стекла пропускають видиму частину світлового спектра й не пропускають інфрачервоних та ультрафіолетових променів.

Світлопроникнення вимірюють коефіцієнтом пропускання, який визначається відношенням кількості світлової енергії, що пройшла крізь скло, до повної його енергії. Світло пропускання віконного скла при товщині 5 мм становить 84...87 % і залежить не тільки від виду скла, а й кута падіння світлових променів.

У будівельних конструкціях скло зазнає дії розтягу вальних й ударних навантажень, рідше – дії стиску, тому основними характеристиками, що визначають його якість, є міцність при розтягу та крихкість.

Теоретична міцність скла при стиску становить більше 20000 МПа, а при розтягу – 12000 МПа, фактична – значно нижча (при стиску – 500...2000 МПа, при розтягу – 35...100 МПа).

Однією з причин великої різниці між теоретичною і реальною міцністю скла є дефектність поверхні реального скла – наявність мікротріщин, що сильно послаблюють опір матеріалу впливу зовнішніх навантажень.

Вважають, що утворення поверхневих дефектів залежить від ступеня однорідності вихідної маси, способу і умов формування виробів, характеру механічної та термічної обробки, температури і вологості навколишнього середовища, тривалості дії навантаження, масштабного фактора.

Крихкість як показник деформативності є головним недоліком скла.

Густина скла становить 2,45...2,55 г/см³, а для спеціальних стекол може досягати 8 г/см³.

Теплопровідність звичайного скла становить 0,4...0,8 Вт/(м·К), теплоємність – 0,63...1,05 кДж/(кг·К).

Термічна стійкість. При різкому охолодженні скла поверхневі шари охолоджуються швидше внутрішніх, тому на поверхневих шарах скловиробів виникають напруження розтягу, у внутрішніх стиску. При швидкому нагріванні виробу, навпаки, на поверхневих шарах скловиробів виникають напруження стиску, у внутрішніх розтягу. Враховуючи, що руйнування скла починається з поверхні і міцність скла при стиску в багато разів більша міцності при розтягу, різке охолодження скловиробів більш безпечно, ніж швидке нагрівання. Звичайно термостійкість скла залежить від хімічного складу, температурного коефіцієнта лінійного розширення і товщини виробів.

Скло має значну густину і водночас високу звукоізоляційну здатність. За цим показником скло завтовшки 1 см відповідає цегляній стіні завтовшки 12 см.

Хімічна стійкість скла залежить від його хімічного складу. Оксиди елементів I групи найбільш вагомо знижують водостійкість скла. Найбільший вплив на підвищення хімічної стійкості стосовно води мають оксиди IV групи елементів: SiO_2 , TiO_2 , ZrO_2 . Силікатне скло має високу стійкість до більшості розчинів кислот, за винятком HF і H_3PO_4 .

5.2.3. Склокристалічні матеріали

Склокристалічними називають штучні полікристалічні матеріали, які одержують кристалізацією скла або кам'яного розплаву відповідного хімічного складу.

Сировиною для склокристалічних матеріалів є ті самі матеріали, що й для скла (з підвищеними вимогами щодо чистоти), а також спеціальні домішки – каталізатори (модифікатори), які інтенсифікують процес кристалізації скла.

Шлакоситали – це різновид склокристалічних матеріалів, які виготовляють направленою кристалізацією шлакових стекол. До складу шихти входять гранульований доменний шлак, кварцовий пісок та каталізатори кристалізації (сульфат натрію, кремнефторид натрію, оксиди і сульфід хрому, титану, цинку, феруму тощо).

Виробництво шлакоситалів складається з двох етапів:

- 1) одержання шлакового скла й формування виробів;
- 2) термічна обробка виробів.

4.1.4. Матеріали й вироби із кам'яного литва

Литі кам'яні вироби – це штучні силікатні матеріали, одержані на основі розплавлених гірських порід: базальту, діабазу, доломіту, крейди тощо.

5.2.2. Матеріали й вироби із скла

Таблиця 2 - Основні види виробів із будівельного скла і їхнє застосування

Вироби	Вид скла	Застосування
Листове будівельне та декоративне скло	Віконне та вітринне неполіроване Вітринне поліроване Візерункове кольорове та безбарвне, «Мороз» і «Заметіль» Армоване кольорове та безбарвне	Скління вікон, дверей, вітрин, ліхтарів верхнього світла, виготовлення елементів меблів, влаштування внутрішніх перегородок і огорож балконів
Листове скло зі спеціальними властивостями	Увіолеве (пропускає ультрафіолетові промені) Тепловбирне Тепловідбивне Теплозахисне Загартоване	Скління дитячих і лікувальних установ, спортивних і оздоровчих споруд, музеїв, бібліотек, електронагрівальних скляних споруд
Кольорове та художнє скло	Вітражне, забарвлене в масі або накладне, скляна мозаїка, смальта	Виготовлення художніх вітражів, напівпрозорих екранів, виготовлення художніх панно
Будівельні вироби	Скляні порожнисті блоки, лінзи, плитки, профільне скло, склопакети, труби, ніздрювате скло, скляне волокно	Заповнення світлових прорізів у стінах, перегородках, покриттях, спорудження стін неопалюваних споруд, улаштування внутрішніх перегородок, тепло- і звукоізоляційні вироби, напірні, безнапірні та вакуумні трубопроводи для транспортування агресивних речовин.

Змінюючи умови структуроутворення, одержують матеріали різної структури: щільні, ніздрюваті й волокнисті.

З кам'яного литва випускають вироби у вигляді плоских і вигнутих плиток, деталей жолобів, труб, штуцерів. Литі вироби світлих тонів застосовують у будівництві як облицювальний матеріал, архітектурні деталі, а також в інших галузях промисловості.

Таблиця 3 - Марки листового скла

Марк а скла	Товщина, мм	Умовна назва	Рекомендована галузь застосування
М1	2...6	Дзеркальне поліпшене	Виготовлення високоякісних дзеркал, вітрових стекол легкових автомобілів
М2	2...6	Дзеркальне	Виготовлення дзеркал загального призначення, безпечних стекол транспортних засобів
М3	2...6	Технічне поліроване	Виготовлення декоративних дзеркал, безпечних стекол транспортних засобів
М4	2...6	Віконне поліроване	Високоякісне скління світлопрозорих конструкцій
М5	2...6	Віконне неполіроване	Скління світлопрозорих конструкцій, безпечних стекол для сільськогосподарських машин
М6	2...6	Те саме	Скління світлопрозорих конструкцій
М7	6,5...12	Вітринне поліроване	Високоякісне скління вітрин, вітражів
М8	6,5...12	Вітринне неполіроване	Скління вітрин, вітражів, ліхтарів

Плавлені вироби характеризуються великою середньою густиною (2900...3000 кг/м³). Через малу пористість (до 2%) і закритий характер пор вони мають низьке водопоглинення (до 0,22 %) і підвищену морозостійкість (до 500 циклів). Висока довговічність їх зумовлена підвищеними значеннями кислото- (98,6...99,8 %) й лугостійкості (до 90 %). Стиранність виробів становить 0,04...0,08 г/см², тобто в 3...5 разів менша, ніж у граніту. Границя міцності при стиску складає 230...300 МПа, при згині 30...50 МПа. Литі кам'яні вироби відрізняються діелектричними властивостями й високою термостійкістю (до 900 оС).

Волокнисті матеріали виготовляють на основі мінерального волокна. Як сировину використовують вивержені гірські породи (габро, базальт, діабаз, сієніт) або метаморфічні (гнейси, слюдяні сланці). З мінеральних розплавів виготовляють мінеральну вату та вироби на її основі. Високі теплоізоляційні властивості мінеральної вати зумовлюються її малою середньою густиною за рахунок високої пористості (93...95 %). Мінеральна вата не сприяє розвитку грибів, проте внаслідок виділення останніми органічних кислот вона може руйнуватися. Мінеральну вату застосовують як тепло- та звукоізоляційний матеріал, а також як основу для виготовлення різних виробів (шнури, джгути, плити, циліндри, сегменти тощо).

5.3 Металеві матеріали

5.3.1. Загальна характеристика металів

Металами називають матеріали, які мають велику електро- і теплопровідність, непрозорі, здатні до значних пластичних деформацій, що дає можливість обробляти їх під тиском: прокатуванням, куванням, штампуванням, волочінням. Вони добре зварюються, працюють при низьких і високих температурах.

Металічний блиск і пластичність – основні властивості, які притаманні всім металам. Усі метали в твердому стані мають кристалічну будову. Розташування атомів (іонів) у кристалічній речовині зображують у вигляді елементарної комірки, яка є найменшим комплексом атомів. Багаторазове повторення її відображає розташування атомів у об'ємі всієї речовини.

Кристалічна будова реальних металів і сплавів не є ідеальною, тобто періодичність розташування атомів (іонів) у кристалічній решітці порушується чисельними мікро дефектами.

Під час поліморфних перетворень змінюється будова кристалічної решітки металу та його властивості – об'єм, пластичність, здатність розчиняти різні домішки тощо.

Метали й сплави поділяють на чорні й кольорові. До чорних металів належать залізо та сплави на його основі (чавун, сталь, феросплави), а до кольорових – мідь, алюміній, цинк, нікель та ін. Як правило, використовують не чисті метали, а їхні сплави, що дає змогу підвищити властивості кінцевого продукту.

5.3.2. Основні властивості металів

Особливості структури металів обумовлюють їхні фізичні властивості, тобто високу густину, твердість, тепло- та електропровідність, тугоплавкість, ковкість.

Істинна густина металів змінюється в широких межах: найлегшим є калій – $0,86 \text{ г/см}^3$, найважчим – осмій ($22,5 \text{ г/см}^3$).

Висока електропровідність металів пояснюється наявністю вільних електронів, що переміщуються в потенціальному полі решітки. Висока теплопровідність металів обумовлюється рухливістю вільних електронів, а висока пластичність – періодичністю їх атомної будови та відсутністю спрямованості металевого зв'язку. Наприклад, при прокатуванні залізного бруська товщиною 80...100 мм отримують дрід товщиною 4 мм та менше.

5.3.3. Фізико-хімічні основи отримання чорних металів і сплавів на їх основі

Чавун – це сплав заліза з вуглецем, вміст якого становить понад 2,14 %. Його виплавляють в доменних печах. Принцип одержання чавуну в доменній

печі полягає у відновленні заліза, насиченні його вуглецем та іншими домішками – марганцем, сіркою, фосфором.

Вихідними матеріалами для виробництва чавуну є залізні руди, флюсуючі матеріали й паливо. Залізна руда – це порода, яка містить різну кількість заліза у вигляді його хімічних сполук.

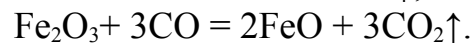
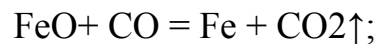
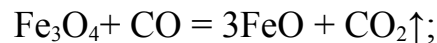
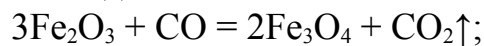
У доменному виробництві застосовують такі руди: магнітний залізняк (Fe_3O_4), що містить заліза 70 %, червоний залізняк (Fe_2O_3) – до 60 %, бурий залізняк ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) – до 40 %.

Для зниження температури плавлення пустої породи і відокремлення її від металу в доменну піч подають флюси (крейда, вапняк). Введені в шахту доменної печі флюси утворюють з пустою породою руди сплав, який відокремлюють від металу у вигляді шлаків.

Як паливо у доменному виробництві застосовують кокс. У процесі плавлення залізної руди кокс, з'єднуючись з киснем повітря, інтенсивно згорає і утворює вуглекислий газ, який відновлює оксиди феруму до чистого заліза за схемою



Головними реакціями відновлення є:



При цьому відновлюються також інші сполуки, що містяться в руді. При температурі 1130°C чавун (сплав заліза з вуглецем в кількості 2,14... 6,67 %) розплавляється.

У процесі доменної плавки можна одержати: переробний (білий) чавун у кількості до 90 %, який використовують для виробництва сталі; ливарний (сірий) чавун – 8...15 %; феромарганець і дзеркальний чавун, які використовують як домішки при виробництві сталі.

Існує декілька способів виробництва сталі, в тому числі мартенівський, конвертерний і електросталеплавильний. Виробляють киплячу, спокійну та напівспокійну сталь

5.3.4. Класифікація і характеристика чавунів

Білі чавуни – це сплави, в яких вуглець знаходиться у зв'язаному стані – у вигляді цементиту. Ці чавуни мають високу твердість і крихкість, практично не обробляються ні різанням, ні тиском. Проте значна кількість цементиту обумовлює високу зносостійкість білих чавунів. Цей матеріал переробляють на сталь і сірі чавуни.

Сірі чавуни характеризуються наявністю у структурі вуглецю у вільному стані – у вигляді графіту пластинчастої форми. Чим більше графіту, тим нижчі механічні властивості чавуну. Ось чому кількість карбону не повинна перевищувати 3,8 %, але для забезпечення ливарних якостей його повинно бути не менше 2,4 %.

Сірі чавуни поділяють на сірі, високоміцні, леговані, ковкі. Незважаючи на низькі механічні властивості, сірі чавуни мають ряд позитивних якостей: низька собівартість, високі ливарні якості, добрі антифрикційні властивості, висока корозійна стійкість, жаростійкість.

Ковкий чавун отримують з білого тривалим відпалюванням при високих температурах.

Маркують ковкі чавуни літерами КЧ, за якими вказують дві групи цифр. Першою позначено межу міцності, другою – відносне видовження в процентах. Наприклад, КЧ 350-10 – ковкий чавун міцністю 350 МПа, відносне видовження складає 10 %.

Високоміцні чавуни отримують модифікуванням, тобто перед розливанням у рідкий чавун додають домішки магнію або церію (до 1%). За ДСТУ 3925-98 високоміцні чавуни маркують літерами ВЧ і двома групами цифр: першою позначено границю міцності при розтягу, другою – відносне видовження. Наприклад, ВЧ 800-2 - високоміцний чавун міцністю 800 МПа, відносне видовження складає 2 %.

5.3.5. Класифікація вуглецевих сталей

Залежно від вмісту шкідливих домішок сірки і фосфору вуглецеві сталі поділяють на:

- сталі звичайної якості ($S \leq 0,05\%$, $P \leq 0,04\%$);
- якісні сталі ($S \leq 0,04\%$, $P \leq 0,35 \dots 0,04\%$);
- високоякісні сталі ($S \leq 0,02\%$, $P \leq 0,03\%$).

Вуглецеві сталі, повністю розкислені після виплавлення, називають спокійними (СП), розкислені частково – напівспокійними (НС) і киплячими (КП). Спокійні сталі твердіють без помітного виділення газів. Їм притаманні кращі міцнісні властивості, але вища вартість.

Сталі звичайної якості дешеві, їх використовують у мостобудуванні у вигляді зварних, клепаних чи болтових конструкцій (швелери, балки, труби, листи, апарати, каркаси парових котлів, конструкції підйомних кранів).

Маркування таких сталей починається з літер Ст. (сталь), а далі – цифри від 0 до 6. Ці цифри позначають умовний номер марки сталі, залежно від хімічного складу і механічних властивостей. Чим більша цифра, тим більше у складі сталі вуглецю і тим вища міцність. Для позначення ступеня розкислення сталі після цифри ставлять індекси: кп – кипляча, сп – спокійна, нс – напівспокійна. Зварні конструкції виготовляють із спокійних чи напівспокійних низьковуглецевих сталей типів Ст1, Ст3, Ст.

Між індексом, який вказує на ступінь розкислення, і номером марки може стояти літера Г, що означає підвищений вміст мангану. Наприклад, ВСт3Гнс2.

Сталі звичайної якості поділяють на три групи: група А – з нормованим складом; Б – з нормованими властивостями; В – з нормованими механічними властивостями і хімічним складом. Сталь кожної групи додатково поділяють на категорії залежно від нормованих показників.

Основою для будівельних зварних конструкцій є сталь групи В. Для неї встановлені такі марки: ВСт2, ВСт3, ВСт3Гнс, ВСт4, ВСт5.

Якісні сталі поділяють на конструкційні й інструментальні.

Конструкційні сталі маркують цифрами 08, 10, 15, 20...80, 85, які відповідають середньому вмісту вуглецю у сотих частках процента.

Вуглецеві інструментальні сталі маркують за літерою У і цифрою, що вказує на вміст вуглецю у десятих частках процента: У7, У10, У11, У12, У13.

Із збільшенням вмісту вуглецю зростає міцність і твердість сталей, але знижується пластичність і зварюваність. Для покращення властивостей вуглецевих сталей до їхнього складу вводять спеціальні легуючі елементи, наприклад, домішки алюмінію, молібдену, мангану, купруму, кобальту, хрому. Залежно від вмісту цих домішок розрізняють сталі: низьколеговані (до 2,5 %), середньолеговані (2,5...10 %) й високолеговані (більше 10 %).

Марка легованої сталі означає її приблизний хімічний склад: цифри перед літерами – середній вміст вуглецю, збільшений у 100 разів; цифри після літер – вміст легуючої домішки у процентах. Наприклад, марка 09Г2СД розшифровується так: карбону 0,09%, мангану до 2 %, силіцію до 1 %, купруму до 1%.

5.3.6. Вироби із сталі

Сталеві конструкції виготовляють з прокатних виробів, а також із гнутих і зварних профілів (ДСТУ EN 10079-2002).

Найчастіше використовують прокатні вироби: сортову сталь, листову сталь, спеціальні види прокату, труби. З прокатних виробів збирають колони, балки, бункери, башти, трубопроводи, резервуари тощо.

Сортова сталь включає профілі масового попиту (круглу, квадратну, куткову), швелери, двотаври й профілі спеціального призначення (рейки). Найлегші кутикові профілі мають розміри 20×20 мм і товщиною 3 мм, найважчі – відповідно 250×250 та 30 мм.

Двотаври й швелери вибирають за номерами, що відповідають їхній висоті в сантиметрах. Номери двотаврів змінюються від 10 до 60, швелерів – від 5 до 40. Двотаври прокатують завдовжки до 19 м, а швелери – до 18 м.

Листову сталь залежно від товщини листів поділяють на товстолистову (4...160 мм), тонколистову (0,2...4 мм), універсальну широкополицеву (4...60 мм), рулонну й рифлену. Ширина листів - 8500 мм, довжина - до 12 м. Найширше у будівництві використовують сталеві листи завтовшки до 40 мм.

Металочерепиця – це багатошаровий виріб, що використовується для влаштування покрівель. Виготовляється з гарячеоцинкованої холоднокатаної листової сталі товщиною 0,5 мм, покритої після пасивації і ґрунтування шаром кольорового полімерного покриття. Довжина панелі 500...8000 мм, крок - 275...450 мм.

5.3.7. Кольорові метали та сплави і матеріали на їхній основі

Кольорові метали, на відміну від чорних, мають вищу пластичність при нормальних температурах, більшу стійкість проти корозії, більш тепло- і електропровідні, мають нижчу температуру плавлення. У будівництві кольорові метали використовують у вигляді сплавів.

Алюміній і його сплави. Щільність алюмінію – $2,7 \text{ г/см}^3$, температура плавлення – 660°C . Алюмінієвими рудами є боксити, нефеліни, апатити й алуніти.

Силуміни – сплави алюмінію з кремнієм (в кількості 4...13 %). Ці сплави мають високі ливарні якості, малу усадку і пористість, тверді й міцні.

Магналії – сплави алюмінію з магнієм, які відрізняються здатністю до зварювання і високою корозійною стійкістю.

Авіалії – сплави алюмінію з магнієм та силіцієм. Дюралюміні – сплави алюмінію з міддю та магнієм. Ці сплави мають високу міцність, але меншу корозійну стійкість порівняно з магналіями.

Сплави алюмінію використовують для виготовлення зварних деталей, трубопроводів, бункерів та інших деталей і виробів.

Вироби й конструкції з алюмінієвих сплавів є антимагнітними, вогне- та сейсмостійкими, при ударі не дають іскор. Вони економічні, мають гарний зовнішній вигляд, не потребують додаткової обробки лицьової поверхні, легко обробляються різанням.

Останнім часом алюміній набуває широкого використання у будівництві для виготовлення конструкцій, в тому числі панелей зовнішніх стін і покриттів безперервного типу, підвісних стель, збірно-розбірних та листових конструкцій.

Вироби з алюмінієвих сплавів у вигляді листового прокату, гнутих і пресованих профілів широко застосовують для виготовлення огорожувальних конструкцій та вікон і дверей.

Мідь – це метал щільністю $8,94 \text{ г/см}^3$, температура плавлення – 1083°C .

Латунь – сплав міді з цинком. Бронзи – це сплави міді з такими легуючими елементами, як олово, алюміній, берилій, силіцій. Ці сплави застосовують для виготовлення таких виробів, як пружини, мембрани, слюсарний інструмент тощо.