

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ІНСТИТУТ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ДИЗАЙНУ ТА ТРАНСПОРТУ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ПРОЄКТУВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ

Г.В. ЗІНЧЕНКО

к.т.н., доцент

В.С. ДОРОФЄЄВ

д.т.н., професор

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

із дисципліни:

«МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО В БУДІВНИЦТВІ»

*(для студентів 2 курсу денної та заочної форм навчання освітнього рівня
«бакалавр», спеціальності 192– Будівництво та цивільна інженерія)
Освітньо-професійної програми підготовки
«Будівництво та цивільна інженерія» (2023р.)*

ОДЕСА – 2024

УДК 72.023:691 (075)

Укладачі: к.т.н., доцент Зінченко Г.В.

д.т.н., професор Дорофєєв В.С.

Матеріалознавство в будівництві. Конспект лекцій. Одеса, ОНПУ
– 2024. – 204 с.

У конспекті лекцій розглянуто допоміжний матеріал для підготовки студентів за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». Представлені наукові основи будівельного матеріалознавства і характеристика основних матеріалів, що застосовуються в сучасному будівництві. Висвітлюються теоретичні уявлення про структуру та склад будівельних матеріалів, процеси. Наведені основні положення сучасного матеріалознавства, що базуються на принципах композиційної побудови будівельних матеріалів. Приділена увага перевагам та недолікам традиційних та сучасних будівельних матеріалів.

Рекомендувати кафедру інформаційних технологій проєктування та дизайну Національного університет «Одеська політехніка» (протокол №1 від 28 серпня 2024 р.)

ЗМІСТ

	ВСТУП	4
Лекція 1	Основи будівельного матеріалознавства. Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення.....	5
Лекція 2	Основні властивості будівельних матеріалів.....	19
Лекція 3	Сучасні уявлення про структуру та композиційну побудову будівельних матеріалів.....	30
Лекція 4	Природні кам'яні матеріали	35
Лекція 5	Загальні відомості та класифікація керамічних матеріалів.	59
Лекція 6	Скло і вироби із мінеральних розплавів.....	76
Лекція 7	Загальні відомості та класифікація металів і сплавів	95
Лекція 8	Мінеральні в'язучі речовини.....	112
Лекція 9	Цементні бетони.....	123
Лекція 10	Нецементні бетони.....	139
Лекція 11	Будівельні розчини та їх використання.....	146
Лекція 12	Армовані композиційні матеріали.....	151
Лекція 13	Загальні відомості про деревину.....	158
Лекція 14	Загальні відомості про полімерні матеріали.....	178
Лекція 15	Бітумні і дьогтеві матеріали.....	197
	Список літератури	203

ВСТУП

Будівельне матеріалознавство є складовою частиною будівельної науки, на якій базується сучасна будівельна технологія.

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.

На сучасному етапі розвитку будівництва в Україні впроваджуються ефективні будівельні матеріали і вироби, вдосконалюється та посилюється виробнича база. Це потребує від майбутніх спеціалістів-будівельників знання наукових основ будівельного матеріалознавства, основних закономірностей, що визначають властивості будівельних матеріалів, шляхів їх покращення, раціонального використання матеріальних ресурсів при виготовленні виробів та конструкцій, зведенні будівель та споруд.

На сучасному етапі розвитку будівництва в Україні впроваджуються ефективні будівельні матеріали і вироби, вдосконалюється та посилюється виробнича база. Це потребує від майбутніх спеціалістів-будівельників знання наукових основ будівельного матеріалознавства, основних закономірностей, що визначають властивості будівельних матеріалів, шляхів їх покращення, раціонального використання матеріальних ресурсів при виготовленні виробів та конструкцій, зведенні будівель та споруд.

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

Лекція 1. Основи будівельного матеріалознавства. Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення.

План лекції

1.1. Основи будівельного матеріалознавства.

1.2. Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення.

1.1. Основи будівельного матеріалознавства

Будівельне матеріалознавство - наука, яка вивчає зв'язок між складом, структурою і властивостями матеріалів та закономірності їх зміни під дією різних факторів.

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.

Архітектура, в свою чергу, завжди тісно пов'язана з життям суспільства, тому що вона відображає характер епохи. На формування архітектури впливають природні та соціальні умови, а також архітектурно-будівельні традиції та технічні методи будівництва. Останні в свою чергу впливають на розвиток будівельного матеріалознавства і спонукають до розробки та застосування нових матеріалів.

У зв'язку з вище наведеним, слід пригадати стрімкий розвиток технології отримання бетону і залізобетону, виготовлення композиційних матеріалів будівельного та спеціального призначення, широке застосування “сухого будівництва” з використанням гіпсокартону та сухих будівельних сумішей, перехід до використання замість окремих матеріалів – спеціально створених систем, наприклад, теплоізоляційних та гідроізоляційних.

Впровадження нових матеріалів змінило не тільки принципи конструювання, але й зовнішній вигляд будівель: у дизайні споруд та інтер'єрів приміщень поряд із традиційними матеріалами – керамікою, деревиною, природним камінням – широко почали використовувати металеві конструкції та матеріали, склопакети, різноманітні склопластики високонаповнені полімерні матеріали.

Принципова відмінність сучасної архітектури від архітектури минулого – є її індустріальність і масове застосування виготовлених у промислових умовах будівельних виробів та конструкцій. Незалежно від спеціалізації дизайнери при проектуванні завжди звертали увагу на зручність, комфорт, безпечність та естетичність майбутнього об'єкта.

Деревина – один із найстарших матеріалів для будівництва спочатку примітивного житла, а пізніше – справжніх пам'яток архітектури, в тому числі, культових споруд.

Прикладом найстародавніших дерев'яних споруд є будівлі Трипільської культури (IV ст. до н.е.).

Природний камінь – основний матеріал багатьох стародавніх цивілізацій.

Цивілізація Єгипту по собі залишила піраміди, що були запроектовані за принципом “скромності та економічності”, для будівництва яких використовували блоки з вапняку.

У стародавні часи, коли використовували камінь, для монументальних будівель, зазвичай повторювали форми, які були започатковані при будівництві з дерева. Ранні грецькі храми по суті були «деревами спорудами з каменю».

В Індії при спорудженні храмів з каменю відтворювали конструкції, вигляд яких нагадував дерев'яні (стовпи, балки).

Поряд із природним каменем стародавні цивілізації для будівництва використовували **керамічні матеріали**.

Приклад – глинобитне житло Трипільської культури (IV... III ст. до н.е.).

Завдяки Стародавньому Риму почалось широке впровадження **будівельних розчинів та бетону**. У 80 р. н.е. у Римі з використанням бетону було зведено амфітеатр Колізей на 50 тис. глядачів висотою 48,5 м. **Інші приклади**: римський Пантеон – храм всіх богів, діаметр купола цієї споруди 43,2 м. Це був неперевершений приклад перекриття внутрішнього простору.

Через 18 століть з'явилась можливість будівництва споруд із діаметром купола понад 43 м завдяки використанню **залізобетону**.

Завдяки Стародавньому Риму почалось широке впровадження **будівельних розчинів та бетону**. У 80 р. н.е. у Римі з використанням бетону було зведено амфітеатр Колізей на 50 тис. глядачів висотою 48,5 м. **Інші приклади**: римський Пантеон – храм всіх богів, діаметр купола цієї споруди 43,2 м. Це був неперевершений приклад перекриття внутрішнього простору.

Через 18 століть з'явилась можливість будівництва споруд із діаметром купола понад 43 м завдяки використанню **залізобетону**.

Протягом розвитку нашої цивілізації властивості матеріалів не дозволяли архітекторам створювати конструкції, які сприймають значні зусилля, що пов'язані зі згином та розтягом. У наші дні використання таких матеріалів як метал та залізобетон, дозволяє зводити споруди будь-якої форми та розмірів.

У всі часи штукатурка як будівельний розчин нерозривно пов'язана з живописом, скульптурою, архітектурою.

Метали та металеві конструкції почали застосовувати досить пізно порівняно з деревиною та гірськими породами.

Перші металеві матеріали – мідь і бронза. Найстародавніший виріб із заліза – колона у Делі (Індія, V ст. до н.е.).

Спочатку метали використовують для виготовлення інструментів, для покриття дахів і т.ін. а пізніше як арматуру при виготовленні **залізобетонних конструкцій**. Залізобетон мав свої етапи розвитку. Одним з найбільш значних

етапів розвитку є виготовлення попередньо-напружених конструкцій, в яких обидва компоненти працюють найкращим чином: бетон – завжди стиснутий, а сталеві арматури – розтягнуті.

До появи залізобетону великопрогонні бетонні конструкції тільки дублювали кам'яні аналоги, але не дозволяли перекривати прогони більшої довжини. З розвитком попередньо-напруженого залізобетону з'явилась можливість не тільки зведення багатопверхових будівель, але й створення нових типів оболонок-перекрыттів.

Сьогодні, завдяки використанню нових будівельних матеріалів, суттєвих змін набули традиційні архітектурно-конструкційні форми, такі як стіна, балка, арка, купол. Підвищилися вимоги щодо комфортності житла, а отже і змінилася номенклатура оздоблювальних, теплоізоляційних, гідроізоляційних та акустичних матеріалів.

Нові властивості та якості штучних будівельних матеріалів є однією з причин не тільки еволюційного перетворення традиційних архітектурних форм, але й виникнення сучасних конструкційних систем, поява яких була б неможливою без цих матеріалів.

Із використанням сучасних технологій та нових матеріалів зменшилась матеріалоемність будівництва великопрогонних перекрыттів та збільшилось відношення величини прогону до товщини конструкції.

При створенні будівельних матеріалів із використанням усіх технічних переваг, що дає наукова база сучасного матеріалознавства, фахівці, які розробляють технології майбутнього, дотримуються відомої **концепції рівномірного або сталого розвитку** (сформульовано на конференції ООН в 1992 р. у Ріо-де-Жанейро):

- ☐ Забезпечення мінімальних витрат енергії на всіх етапах виготовлення та застосування;
- ☐ Можливість *рециркуляції* та *реновації* (відновлення матеріалу);
- ☐ Максимально повторне використання компонентів, які входять до складу матеріалу;

- Збереження навколишнього середовища;
- Безпечність матеріалів та технологій і їх виготовлення для здоров'я людини;
- Комфортність застосування (що пов'язана з високою якістю матеріалу).

Реалізація просторових концепцій в архітектурі



Рис. 1.1. Оперний театр, м. Сідней, Австралія (арх. Й. Утзон)



Рис. 1.2. Тентові споруди: міжнародний аеропорт Джидда, Саудівська Аравія



Рис. 1.3. Тентові споруди: *термінал міжнародного аеропорту, м. Денвер, США*



Рис. 1.4. Споруда, зведена з використанням мембранних матеріалів — національна бібліотека, м. Ер-Ріяд, Саудівська Аравія



Рис. 1.5. Архітектурні експерименти, м, Дубаї:
«Пальма Джумейра»



Рис. 1.6. Проект міста майбутнього – Сонгдо, Південна Корея



Рис. 1.7. Приклад «пасивної» енергоефективної споруди. Центр стійкого розвитку «Кристал», м. Лондон, Великобританія



Рис. 1.8. Приклад «пасивної» енергоефективної споруди. Центр стійкого розвитку «Кристал», м. Лондон, Великобританія



Рис. 1.9. Приклади будівель, що базуються на принципах біоніки:
Національний оперний театр, м. Пекін, КНР

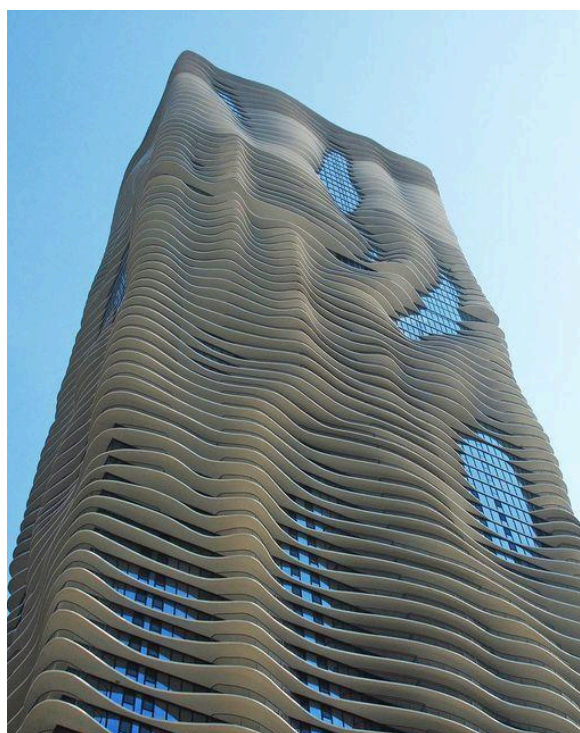


Рис. 1.9. Приклади будівель, що базуються на принципах біоніки:
хмарочос «Аква», м. Чикаго, США

1.2. Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення.

Загальна класифікація будівельних матеріалів

Щоб вибір матеріалів зробити доступнішим, використовують їх класифікацію.

Класифікація – система супідрядних понять, які використовуються як засіб для встановлення зв'язків між цими поняттями та класами об'єктів, що визначає місце об'єкта в системі, яке вказує на його властивості.

Існують поняття **матеріал, виріб та конструкція**. Їх потрібно відрізняти та грамотно застосовувати.

Будівельні матеріали – це речовини, що відрізняються певним складом, структурою та властивостями і застосовуються для будівництва споруд або виготовлення з них збірних елементів на спеціалізованих підприємствах. Наприклад, кварцовий пісок, глина, деревина, метали, пластмаси.

Під **виробом** мають на увазі все, що при застосуванні в будівництві не змінює початкової геометричної форми, інакше це буде матеріал.

Існують поняття **матеріал, виріб та конструкція**. Їх потрібно відрізняти та грамотно застосовувати.

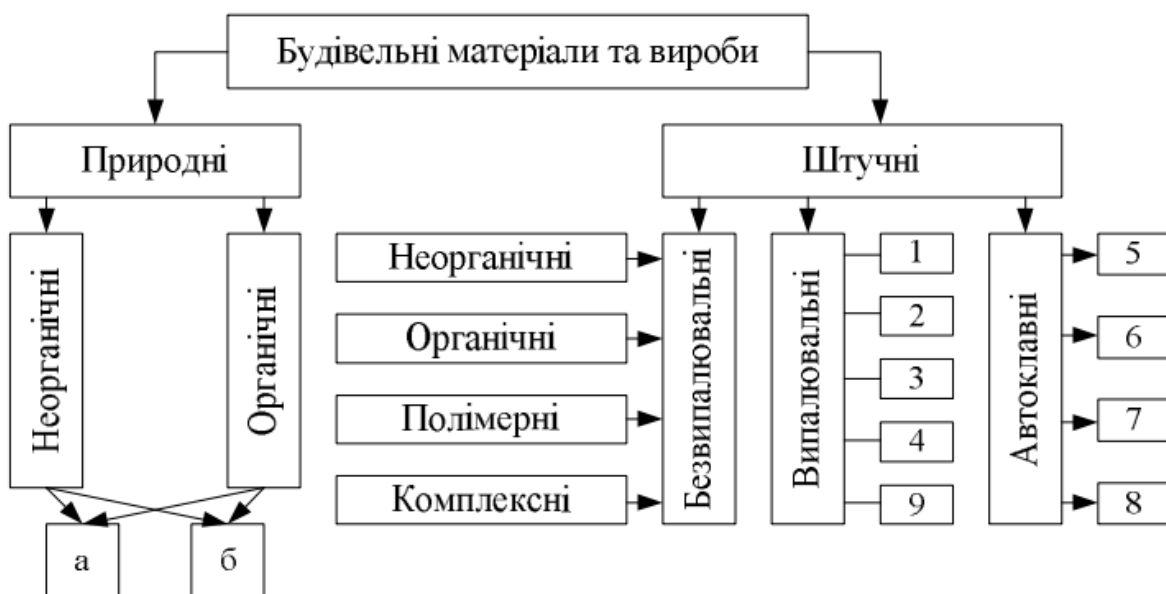


Рис.1.10. Схема класифікації будівельних матеріалів за походженням

- 1 – кераміка; 2 – скло; 3 – шлаки; 4 – кам'яні розплави; 5 – цегла;
6 – бетони; 7 – азбестоцементні вироби; 8 – інші вироби;
9 – футеровочні матеріали; а – матеріали; б – вироби

Будівельні вироби як природного, так і штучного походження можуть бути *неорганічними й органічними*.

Неорганічні матеріали – це сполуки, що утворюються всіма хімічними елементами за винятком органічних сполук вуглецю.

Органічні матеріали – це більшість хімічних сполук вуглецю з іншими елементами, переважно воднем. Полімерами (органічними й неорганічними) називаються речовини з великою молекулярною масою (≥ 104), у яких молекули складаються з однакових груп атомів – ланок.

Поділ будівельних матеріалів та виробів за призначенням

За призначенням будівельні матеріали та вироби поділяють на конструкційні та спеціальні.

До конструкційних відносять матеріали та вироби, які використовують для виготовлення деталей або конструкцій, що приймають навантаження під час експлуатації.

До спеціальних матеріалів відносять:

- теплоізоляційні (мінеральноватні вироби, ніздрюваті бетони);
- покрівельні (черепиця, руберойд);
- опоряджувальні (або оздоблювальні):
 - ✓ для облицювання стін (керамічна плитка, шпалери); **основні вимоги:** декоративність, санітарно-гігієнічні властивості, нетоксичність;
 - ✓ для влаштування підлоги (керамічна плитка, лінолеум, килимові покриття); **основні вимоги:** низька стиратність, ударостійкість, твердість, гігієнічність, нетоксичність, міцність на згин (для жорсткого покриття);
 - ✓ гідроізоляційні (руберойд, полімерні плівки, мастики); **основні вимоги:** водонепроникність, водостійкість, адгезія до поверхні, морозостійкість;

- акустичні: звукопоглинальні (гіпсові акустичні плити, піно- й газоскло) та звукоізоляційні (деревноволокнисті плити, приклади з пористої гуми та еластичних полімерів).

Деякі матеріали є поліфункціональними і їх можна віднести до декількох груп (наприклад, лицьова цегла поєднує функції конструкційного стінового та облицювального матеріалів, а стінові блоки з легкого бетону виконують функції огорожувальної стінової конструкції та теплоізоляційного шару).

Враховуючи сучасні вимоги до комфортності житла, для підвищення якості будівництва використовують *системи*, що складаються з двох або більше матеріалів для виконання певних функцій.

Більшість сучасних будівельних матеріалів з наперед заданими властивостями є багатокомпонентними і в більшості випадків **композиційними**.

Композиційні матеріали (лат. Composio) – багатокомпонентні матеріали, що утворені об'ємним сполучення хімічно різнорідних компонентів з чіткою границею поділу між ними і характеризується властивостями, які відрізняються від властивостей вихідних компонентів.

Композиційний матеріал містить **два основних елементи**: *зв'язуючий* (матрицю) та *армувальний* (наповнювач, заповнювач, волокна).

Класифікація архітектурно-будівельних функцій сучасних будівельних матеріалів та виробів



Наведені вимоги поділяються на три групи: **функціональні, естетичні й економічні**.

Зі свого боку серед **функціональних** можна виокремити групи:

– **загально-будівельні вимоги** (визначаються зручністю транспортування, зберігання, технологічністю застосування тощо); – експлуатаційні вимоги (визначають придатність виробів до застосування в конкретних умовах експлуатації);

– **санітарно-гігієнічні вимоги** (визначаються насамперед екологічністю як у нормальних, так і екстремальних умовах експлуатації, наприклад, під час пожежі).

Естетичні вимоги висувають до форми, кольору, малюнку й фактури поверхні виробів, які також визначаються їхнім призначенням і сферою застосування. Дотримання таких вимог дає змогу гармонійно виконати інтер'єр, створити в ньому сприятливі світло-технічні умови для відпочинку та роботи.

Економічні вимоги визначають техніко-економічну ефективність розробки, виробництва та застосування тих чи інших будівельних виробів.

У *проектній практиці* головним документом, який регламентує економічний аспект є **кошторис**, що складається за архітектурно-будівельним проектом. Кошторис є невід'ємним документом будь-якого бізнес-плану на будівництво того чи іншого об'єкта. **Технічний аспект** – визначається довговічністю будівельних об'єктів, що залежить від стійкості будівельних матеріалів, що застосовуються в конкретних умовах експлуатації (до дії вологи, низьких температур, вогню тощо). Необхідно призначати раціональні **показники стійкості** – властивостей матеріалів та виробів, бо їх заниження призведе згодом до витрат на ремонт будівельних об'єктів, а завищення – до невиправданих витрат на їх виготовлення.

Під довговічністю розуміють властивість будівельного об'єкта (будівлі, споруди або їхніх окремих елементів) зберігати працездатність при встановленій системі технічного обслуговування й ремонтів до настання граничного стану, після якого подальша його експлуатація вже неможлива або економічно недоцільна.

Довговічність пов'язана з об'єктом, а не з окремим матеріалом. Принципова різниця полягає в тому, що об'єкт експлуатується в різних, зазвичай, нестаціонарних умовах, а матеріал піддається дії строго регламентованих впливів, обумовлених стандартами на методи випробування (ДСТУ і ТУ).

Тому матеріал характеризується стійкістю до будь-яких окремих впливів – вологи, морозу, тепла тощо, і характеризується матеріал своїми властивостями, такими як вологостійкість, морозостійкість, вогнестійкість тощо.

Контрольні запитання до лекції №1

1. Дайте визначення поняттям будівельні матеріали та будівельні вироби.
2. Дайте визначення поняттю класифікація.
3. Назвіть, які будівельні матеріали відносяться до конструкційних.
4. Назвіть, які будівельні матеріали відносяться до спеціальних.
5. Охарактеризуйте поділ будівельних матеріалів та виробів за призначенням.
6. Назвіть архітектурно-будівельні вимоги до будівельних матеріалів.

Лекція 2. Основні властивості будівельних матеріалів.

План лекції

- 2.1. Основні визначення щодо властивостей будівельних матеріалів.
- 2.2. Стандартизація та оцінка якості матеріалів.

2.1. Основні визначення щодо властивостей будівельних матеріалів.

Властивість – характеристика матеріалу (виробу), що виявляється в процесі його переробки, застосування або експлуатації. Властивості матеріалу (виробу) поділяють так: – *прості* (вони не підлягають подальшому дробленню на ще більш прості, наприклад, маса виробу, його довжина та ін.); – *складні* (підлягають подальшому підрозділу на ще більш прості, наприклад, серед експлуатаційних властивостей можна вказати не тільки ряд фізичних властивостей, але і кольорову гаму).

Якість – є сукупністю всіх функціональних і естетичних властивостей матеріалу (виробу), які обумовлюють його здатність задовольняти певним вимогам відповідно до його призначення.

Якість будь-якого матеріалу або виробу, що характеризуються сукупністю окремих властивостей, можна подати у вигляді багаторівневої структури.

Таблиця 2.1

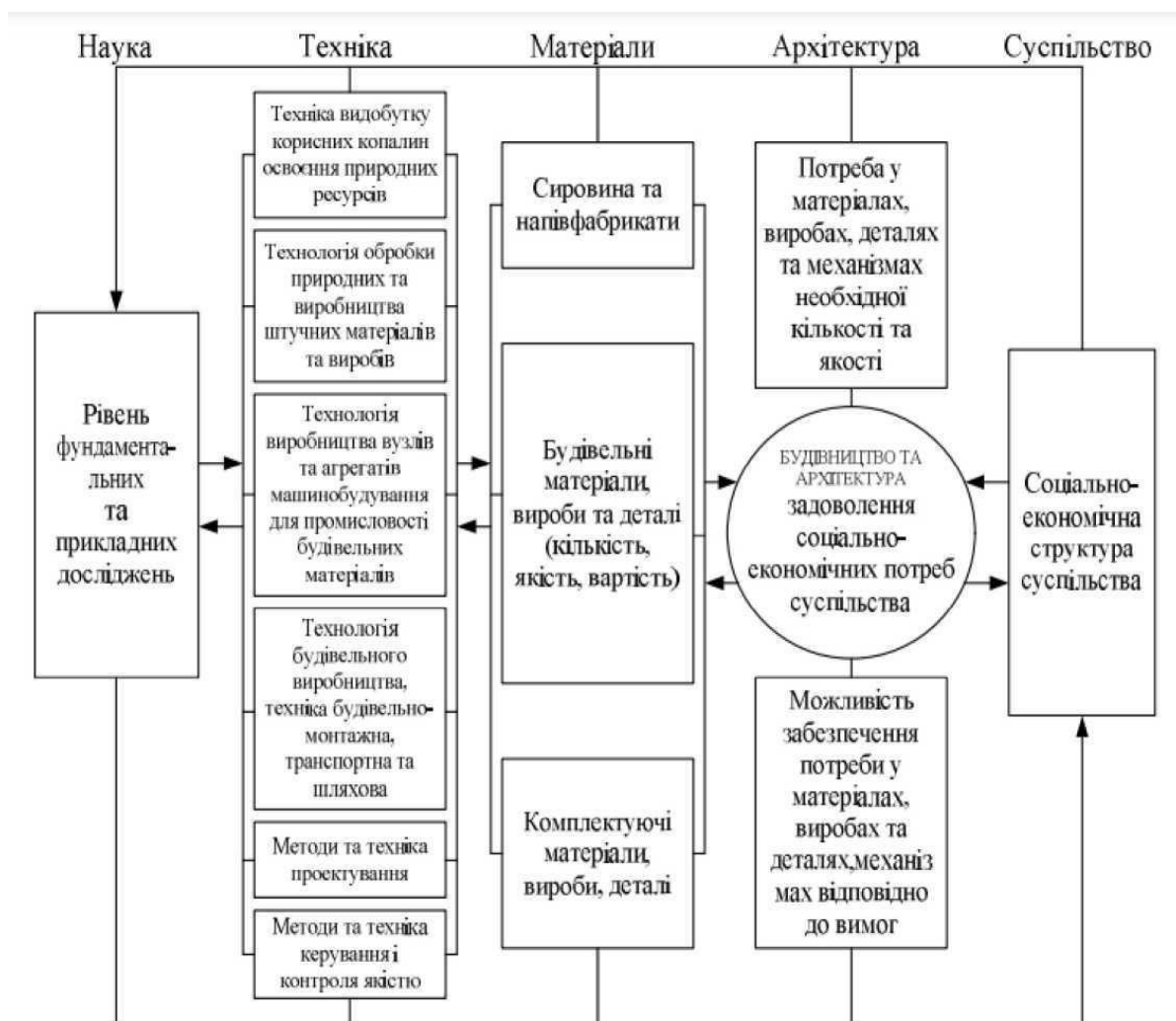
Структура властивостей матеріалів та виробів

Рівні узагальнення властивостей матеріалів (виробів)			
Якість	Функціональність	Технологічність	Способи обробки, ергономічність
		Експлуатаційна зручність	
		Надійність	
	Естетичність	Естетичність самого матеріалу	Форма, пропорції, колір, рисунок, текстура

		Естетична сумісність із іншими матеріалами	
		Естетична сумісність із довкіллям	
	<i>Економічність</i>		<i>Доцільність</i>

Галузь виробництва будівельних матеріалів та виробів не є відокремленою галуззю знань, а перебуває в тісному зв'язку з соціально-економічним рівнем суспільного ладу, ступенем розвитку науки, техніки, архітектури й фундаментальної науки.

Блок-схема взаємозв'язку будівельних матеріалів та виробів з наукою, технікою, архітектурою та суспільством



Вимоги до вибору будівельних матеріалів

Фізичні властивості

Густина – властивість матеріалу, яка кількісно характеризує його масу стосовно його об'єму.

Ступінь заповнення об'єму матеріалу твердою речовиною називається *відносною густиною d* .

Пори можуть заповнюватися водою, але за різних умов. Мікро- й близькі до них за розмірами перехідні капіляри можуть заповнюватися водою з вологи повітря, макро- й близькі до них за розмірами перехідні капіляри – при контакті з рідиною (під дією капілярного тиску), а некапілярні пори – тільки при зануренні матеріалу в рідину. Залежно до поведінки матеріалів до впливу води або вологи повітря розрізняють їхні такі властивості.

Гігроскопічність - здатність капілярно-пористого матеріалу поглинати водяні пари з вологого повітря. При цьому, на відміну від сухого стану (для цього матеріал висушується), матеріал буде перебувати в повітряно-сухому стані. Тому важливо знати наявність у структурі матеріалу мікро- та близьких до них за розмірами перехідних капілярів, які й визначають його гігроскопічну вологість.

Фізико-хімічний процес поглинання пористим матеріалом водяної пари з повітря називається *сорбцією*, а зворотній йому процес – *десорбцією*.

Величина **гігроскопічності матеріалу** (W_g) дорівнює відношенню маси поглинутої вологи з повітря до маси сухого матеріалу (при даній температурі й вологості).

Міцність, теплопровідність і низка інших властивостей одного й того самого пористого матеріалу змінюються залежно від його вологості, що характеризує стан матеріалу. Вологість матеріалу визначається вмістом у ньому вологи, стосовно до маси матеріалу в сухому стані.

Водопоглинанням називають здатність матеріалу поглинати й утримувати воду.

При зволоженні пористого матеріалу змінюються деякі його властивості і, насамперед, зменшується міцність. Ступінь зниження міцності матеріалу при граничному його водопоглинанні називається водостійкістю. Водостійкість матеріалу чисельно характеризується коефіцієнтом розм'якшення $K_{\text{розм}}$.

$$K_{розм} = \frac{R_{нас}}{R_{сух}}, \quad (2.1)$$

де: $R_{нас}$ – межа міцності при стисненні матеріалу в насиченому стані;
 $R_{сух}$ – межа міцності при стисненні сухого матеріалу.
Зниження міцності матеріалу при його зволоженні може бути спричинено: дією адсорбційно-активного середовища (ефект Ребіндера); *розчиненням метастабільних контактів зрощення кристалів, із яких складний матеріал; набуханням складових компонентів матеріалу, наприклад, глинистих мінералів* тощо. Будівельні матеріали внаслідок відмінності в щільності, структурі, матеріальному складі характеризуються різною **водостійкістю**.

Такі матеріали, як скло, фарфор, сталь, мають коефіцієнт розм'якшення, що дорівнює одиниці; деякі ж природні кам'яні матеріали, що містять у своєму складі значну кількість глини, можуть повністю руйнуватися при насиченні водою.

Водонепроникністю називають здатність матеріалу не пропускати через себе воду.

$$k_{пр.} = \frac{B}{St(P_2 - P_1)}, \quad (2.2)$$

де: B – кількість води, яка пройшла за одиницю часу t через одиницю площі зразка S при заданому перепаді тиску ($P_1 - P_2$).

Підвищені вимоги щодо водонепроникності висуваються до матеріалів для гідротехнічних споруд, труб, резервуарів.

Морозостійкість – це здатність матеріалу у водонасиченому стані витримувати необхідне за умовами довговічності або терміну служби споруди число циклів заморожування та відтавання.

Залежно від кількості циклів заморожування та відтавання n , які витримав матеріал, встановлюється його марка за морозостійкістю. Цикл випробування включає заморожування зразка, попередньо насиченого водою, в морозильній камері при температурі мінус 15–20 °C і подальше відтавання у воді кімнатної температури. Після певної кількості циклів заморожування та відтавання визначають зміна міцності матеріалу при стисненні:

$$\Delta R = \frac{R_{\text{Мрз.}} - R_{\text{нас.}}}{R_{\text{нас.}}} 100 \quad (2.3)$$

і його маси:

$$\Delta m = \frac{m_{\text{Мрз.}} - m_{\text{нас.}}}{m_{\text{нас.}}} 100, \quad (2.4)$$

де $R_{\text{Мрз.}}$ і $m_{\text{Мрз.}}$ – міцність і маса зразків, які пройшли n циклів поперемінного заморожування та відтавання; $R_{\text{нас.}}$ і $m_{\text{нас.}}$ – міцність і маса зразків водонасичених зразків до заморожування.

Під час роботи **пористого матеріалу** в атмосферних умовах (у наземних конструкціях) водою заповнюються переважно мікрокапіляри за рахунок сорбції водяної пари з навколишнього повітря; великі ж пори й макрокапіляри є резервними, і в них віджимається вода при заморожуванні.

Отже, **морозостійкість** пористих матеріалів з однією й тією самою інтегральною (відкритою) пористістю визначається характером структурної пористості й умовами експлуатації конструкцій. **Морозостійкість** пористих матеріалів тим вище, чим *менше їх водопоглинання і чим більша міцність при розтягуванні*.

Термічні властивості матеріалу виявляються під впливом температурного чинника. До них належать **теплопровідність, теплоємність, термічна стійкість, жаростійкість, вогнестійкість, вогнетривкість**.

Теплопровідність – це здатність матеріалу передавати теплоту від однієї поверхні до іншої за наявності різниці температур на цих поверхнях.

Така здатність характеризується **коефіцієнтом теплопровідності**, який визначають за формулою:

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{(t_1 - t_2) \cdot F \cdot \tau}, \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)} \quad (2.5)$$

де: Q – кількість тепла, Дж; δ – товщина зразка, м; $(t_1 - t_2)$ – різниця температур поверхонь, К; F – площа зразка, м²; τ – час, с.

Коефіцієнт теплопровідності λ – кількість тепла, яке проходить через зразок матеріалу товщиною 1 м, площею 1 м² за 1 с при різниці температур на протилежних сторонах зразка в один градус. Значення теплопровідності

залежать від ступеня пористості та характеру пір, структури, вологості, температури, а також від виду матеріалу.

Найбільший вплив на теплопровідність має пористість. З теплопровідністю пов'язана така важлива характеристика матеріалів, які використовують для зовнішніх огорожувальних конструкцій, як термічний опір R_δ , який є величиною, зворотною λ :

$$R_\delta = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2.6)$$

де: R_δ – термічний опір одношарової огорожувальної конструкції, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$; δ – товщина матеріалу стіни, м; λ – теплопровідність матеріалу стіни, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

Теплоємність – це здатність матеріалу при нагріванні поглинати теплоту.

Вона характеризується питомою теплотеплоти, необхідної для нагрівання одиниці маси на 1 градус, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$:ємністю (коефіцієнтом теплоємності), тобто кількістю:

$$C = \frac{Q}{(t_2 - t_1)m}, \quad (2.7)$$

де Q – кількість теплоти, необхідної для нагрівання матеріалу, Дж; m – маса матеріалу, кг; t_2 , t_1 – відповідно кінцева і початкова температури нагрівання, К.

Теплоємність матеріалів має велике значення в тих випадках, коли потрібно враховувати акумуляцію теплоти огорожувальними конструкціями з метою збереження температури без різких коливань у приміщенні або в тепловому промисловому агрегаті при зміні теплового режиму. **Зі зволоженням** питома теплоємність матеріалу збільшується, оскільки теплоємність води велика та становить $4,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

Теплостійкість – це здатність матеріалу витримувати нагрівання до певної температури (нижче температури плавлення) без переходу в пластичний стан.

Теплоємність матеріалів має велике значення в тих випадках, коли потрібно враховувати акумуляцію теплоти огорожувальними конструкціями з метою збереження температури без різких коливань у приміщенні або в тепловому промисловому агрегаті при зміні теплового режиму. **Зі зволоженням** питома

теплоємність матеріалу збільшується, оскільки теплоємність води велика та становить 4,2 кДж/(кг·К).

Теплостійкість – це здатність матеріалу витримувати нагрівання до певної температури (нижче температури плавлення) без переходу в пластичний стан.

До термічно стійких матеріалів належать такі, як *шамот, динас, базальт, клінкер*. До термічно нестійких – кварц, граніт, скло.

Жаростійкість – це здатність матеріалу за умови тривалої дії температур у заданому інтервалі зберігати або незначно змінювати свої фізичні й механічні властивості.

Наприклад, для жаростійких бетонів цей інтервал температур становить 300–1 800 °С. До жаростійких матеріалів належать жаростійкий бетон, різні види вогнетривів.

Вогнестійкість – це здатність матеріалу витримувати без руйнування дію високих температур або вогню та води (під час пожежі).

За ступенем вогнестійкості будівельні матеріали поділяють на три групи: вогнетривкі, вогнестійкі й такі, що згоряють.

Вогнетривкі – це матеріали, які під дією вогню або високих температур не горять, не тліють і не обвуглюються. Однак деякі вогнетривкі матеріали можуть значно деформуватися (сталь) або руйнуватися при розтріскуванні (кварцит, граніт та інші породи, які містять кварц).

В останньому випадку руйнування відбувається в наслідок модифікаційних перетворень кварцу. До групи **негорючих належать** мінеральні матеріали.

Важкоспалимі – це матеріали, які під дією вогню або високих температур злегка спалахують, тліють або обвуглюються, а при усуненні джерела вогню ці процеси припиняються.

В останньому випадку руйнування відбувається в наслідок модифікаційних перетворень кварцу. До групи **негорючих належать** мінеральні матеріали.

Важкоспалимі – це матеріали, які під дією вогню або високих температур злегка спалахують, тліють або обвуглюються, а при усуненні джерела вогню ці процеси припиняються.

До вогнестійких матеріалів належать композити, які поєднують у собі мінеральні та органічні компоненти (гідроізол, фіброліт, асфальтобетон).

Спалими – це матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують або тліють, і цей процес триває після усунення джерела вогню. Зазвичай, це матеріали органічного походження, не просочені спеціальними захисними речовинами (деревина, бітуми, полімерні матеріали).

Вогнетривкість – це властивість матеріалу протистояти, чи не розплавляється, дії високих температур.

Акустичні властивості характеризують здатність матеріалу у визначений спосіб реагувати на вплив звукових хвиль різної частоти й сили.

Акустичними називають будівельні матеріали, здатні поглинати звукову енергію, а також знижувати рівень сили й гучності звуків. Їх поділяють на звукопоглинальні та звукоізоляційні.

Звукопоглинальні матеріали здебільшого призначені для гасіння повітряного шуму, а звукоізоляційні – для послаблення ударного шуму при проходженні звукових хвиль крізь конструкцію.

Для екологічної оцінки якості будівельних матеріалів використовують **гранично допустимі концентрації** (далі ГДК) речовин, що забруднюють навколишнє середовище. Прийнято вважати, що якщо концентрації токсичних речовин, що виділяються матеріалом, **не перевищують значень ГДК**, то він **є екологічно чистим**.

Радіоактивність будівельних матеріалів обумовлена природними довгоживучими радіонуклідами, переважно радієм-226, торієм-232 і калієм-40.

Ці радіоактивні елементи присутні практично у всіх гірських породах, які використовуються як мінеральна сировина для виготовлення більшості неорганічних будівельних матеріалів.

Головною характеристикою радіоактивності будівельних матеріалів є ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів ($A_{\text{еф}}$).

За величиною сумарної питомої активності $A_{\text{еф}}$ будівельні матеріали поділяють на класи, за якими визначають можливі сфери їх використання.

Таблиця 2.2

Класифікація будівельних матеріалів за величиною A

Клас	A _{эф} , Бк/кг	Сфери використання
I	Не більше 370	Для всіх видів будівництва без обмеження
II	370–740	Для об'єктів дорожнього та промислового будівництва
III	740–1350	Для об'єктів промислового призначення, де виключено перебування людей; дорожнього призначення за межами та в межах населених пунктів за умови покриття їх шаром ґрунту або іншого матеріалу завтовшки не менше 0,5 м

Будівельні об'єкти поділяють на дві категорії: обов'язкового і рекомендованого радіаційного контролю.

Обов'язковому радіаційному контролю підлягають деякі види матеріалів: природного походження (пісок, глина, гравій, крейда, сланці, технічна вода) і штучного (наповнювачі всіх видів, зокрема щебінь; в'язучі речовини), арматура й конструкційна сталь; відходи промислового виробництва (зола, шлак, порожня порода тощо).

До об'єктів *рекомендованого радіаційного контролю* належать будівельні вироби й конструкції, оздоблювальні матеріали та вироби.

Таблиця 2.3

Середня радіоактивність будматеріалів

Будматеріал	Радіоактивність, Бк/кг
Деревина	1–3
Пісок, гіпс, гравій	20–35
Портландцемент	40–50
Граніт	100–200
Зола	300–400
Фосфогіпс	500–600
Металургійні шлаки	2 000 і більше
БЕР – біологічний еквівалент рентгена, тобто в берах вимірюється потужність випромінювання: один Бер – це випромінювання в 1 Дж на 1 кг живої тканини. Нижній рівень розвитку легкої форми променевої хвороби виникає при еквівалентній дозі опромінення приблизно 100 Бер.	

АЛЕ!!! Найбільший вплив на організм людини надає не матеріал, а радон у повітрі будівель, особливо в підвалах і перших поверхах.

Естетичні властивості характеризують рівень художньої виразності матеріалу. Для більшості будівельних матеріалів *естетичні властивості*

оцінюють за показниками їхньої декоративності, серед яких виокремлюють *форму, колір, фактуру, малюнок, текстуру тощо*.

Форма будівельного матеріалу та його лицьової поверхні характеризується геометричними параметрами та пропорціями. *Форма може бути представлена кубом, циліндром тощо, а в разі формоутворення в площині – квадратом, прямокутником, трикутником, колом тощо*.

Колір матеріалу – зорове відчуття, що виникає під дією на сітківку ока людини електромагнітних коливань, відбитих від лицьової поверхні внаслідок дії світла.

Кольори поділяють на дві групи: ахроматичні (білі, чорні й сірі всіх відтінків) і хроматичні (червоні, помаранчеві, жовті, зелені, блакитні, сині, фіолетові з усіма проміжними відтінками). **Фактура будівельних матеріалів** – видима будова поверхні, яку можна створити або змінити.

Фактура визначається характером рельєфу та блиском. За характером рельєфу розрізняють гладкі, шорсткі (висота рельєфу до 5 мм) і рельєфні (висота рельєфу перевищує 5 мм) поверхні.

За ступенем блиску розрізняють *блискучі й матові* фактури. При виборі фактури враховується комплекс чинників, зокрема колір матеріалу, його освітленість, відстань, з якого вона розглядається та ін.

Малюнок характеризує взаємне розташування елементів на лицьовій поверхні матеріалу. Малюнок може бути обумовлений природою будівельного матеріалу або штучно створеним людиною.

Якщо згадані елементи *створила природа*, то малюнок **називають текстурою** (особливості природної будови поверхні). *Штучно створений малюнок* включає фарбування поверхні, створення орнаменту, візерунка тощо.

Орнамент може бути геометричний, рослинний, слабо або чітко виражений, великий або дрібномасштабний. **Малюнок (текстура)**, як і інші естетичні характеристики, **впливає на своєрідність зовнішнього та внутрішнього оздоблення будівель** і споруд та на формоутворення архітектурного середовища.

Найчастіше естетичні властивості оцінюють візуально, зазвичай шляхом порівняння зразків досліджуваного матеріалу з затвердженими зразками.

Технологічні властивості характеризують здатність матеріалів до сприйняття певних технологічних операцій, що виконуються з метою зміни їхньої форми, розмірів, характеру поверхні, щільності і тощо. Ці властивості

проявляються в процесі виробництва та експлуатації матеріалів і виробів на їх основі.

Технологічні властивості будівельних матеріалів оцінюють візуально або за допомогою спеціальних приладів і методів випробувань. До них належать здатність до формування, подрібнення, розпилювання, полірування, проходження цвяхів крізь матеріал та їх утримання при особливих умовах видалення тощо.

Здатність до формування характеризує можливості матеріалу приймати певну форму внаслідок різних механічних впливів (вібрація, пресування, видавлювання, прокатування).

Подрібнюваність – здатність матеріалу до диспергації внаслідок механічної дії переважно ударних навантажень, що призводять до утворення зернистого матеріалу у вигляді щебеню та піску.

Розпилювання – здатність матеріалу розпилюватися без істотного порушення структури. Прикладами матеріалів, які розпилюються, є деревина й вироби з неї, м'які гірські породи і тощо.

Поліруємість – здатність матеріалу при обробці абразивами набувати гладку блискучу поверхню, що значно покращує його декоративні властивості. Найчастіше поліруються природні кам'яні матеріали (мармур, граніт, кварцит тощо) при виготовленні виробів для оздоблення.

2.2. Стандартизація та оцінка якості матеріалів.

Основні вимоги до якості матеріалів і виробів масового застосування встановлюються Державними стандартами.

(ДСТУ), галузевими стандартами (ГСТ), стандартами підприємств (СТП), технічними умовами (ТУ). В цих нормативних документах можуть знаходитися терміни і визначення, короткий опис матеріалів і способи їхнього виготовлення, вимоги до якості, правила транспортування, приймання і збереження, а також методи випробувань.

Поряд з національними в українській системі стандартизації знаходять застосування - Європейські норми (ЄН).

Вказівки про застосування будівельних матеріалів і вимоги до їх властивостей приведені також у будівельних нормах і правилах, де

регламентуються основні положення будівельного проектування і виробництва.

Нормативні вимоги до ведучих властивостей матеріалів, що визначають їхнє застосування, виражені у виді *марок* або *класів*.

Контрольні питання до лекції 2

1. Дайте визначення поняттю «*властивість*».
2. Назвіть фізичні властивості будівельних матеріалів.
3. Дайте визначення поняттю *акустичні властивості* будівельних матеріалів.
4. Для чого потрібні *звукопоглинальні* матеріали?
5. Що характеризують технологічні властивості матеріалів.
6. Що характеризує фактура будівельного матеріалу?
7. Що характеризує здатність до формоутворення?
8. Розкрийте питання стандартизації та оцінки якості матеріалів.

Лекція 3. Сучасні уявлення про структуру та композиційну побудову будівельних матеріалів.

План лекції

3.1. Основні визначення щодо композиційної побудови будівельного матеріалу.

3.2. Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення.

3.1. Основні визначення щодо композиційної побудови будівельного матеріалу.

Композиційні матеріали (лат. composio) – багатокомпонентні матеріали, що утворені об'ємним сполученням хімічно різнорідних компонентів з чіткою границею поділу між ними і характеризується властивостями, які відрізняються від властивостей вихідних компонентів.

Композиційний матеріал містить **два основних елементи**: *зв'язуючий* (матрицю) та *армувальний* (наповнювач, заповнювач, волокна).

Матриця – компонент, що забезпечує міцність зчеплення з наповнювачем, передає навантаження окремим частинкам наповнювача і сприймає напруження в напрямку, який відрізняється від напрямку орієнтування армувальних компонентів.

У композиційних будівельних матеріалах матриця представлена гіпсовими, вапняними, цементними в'язучими речовинами, випаленою глиною, склом, бітумом, полімерами.

Роль матриці в армованій композиції полягає у наданні виробам необхідної форми та створенні монолітного матеріалу. Поєднуючи в одне ціле окремі складові армувального компонента, матриця забезпечує підвищення опору різним зовнішнім навантаженням: розтягу, стиску, згину, зсуву, сприяє зростанню несучої здатності композиції, а також виконує функцію захисного покриття, що запобігає руйнуванню армувального компонента від механічних пошкоджень та дії агресивного середовища.

Армувальний компонент – дискретний елемент певного розміру та форми, який сприймає основні експлуатаційні навантаження і надає композиційному матеріалу заданих властивостей.

Речовини бувають різної дисперсності та форми (порошки, зерна, волокна, стержні, пластини). Залежно від цього, композиційні матеріали можуть бути дисперснозміцненими, волокнистими, шаруватими, скелетними.

Отже, **армувальний компонент** (наповнювач), як правило, визначає міцність, жорсткість та здатність композита до деформування, а матриця забезпечує його монолітність, перерозподіл напружень та стійкість до впливу різних середовищ.

Характеристичні ознаки композиційних матеріалів:

- гетерогенність та багатозфазність;
- багатокомпонентність;
- існування поверхонь поділу між окремими компонентами або фазами;
- відмінність фізико-технічних властивостей композиційних матеріалів від властивостей складників.

Номенклатура композиційних будівельних матеріалів є різноманітною і представлена бетонами та розчинами, мастиками, клеями, керамікою, склом, полімерами, тощо (табл.1.1).

Табл. 3.1.

Приклади композиційної побудови деяких матеріалів будівельного призначення

Будівельний матеріал	Матриця	Армувальний компонент
Матеріали на основі неорганічних в'язучих речовин		
Залізобетон	Неорганічні в'язучі матеріали	Металева арматура
Фібробетон		Полімерні, металеві, скляні волокна

Продовження табл. 3.1

Будівельний матеріал	Матриця	Армувальний компонент
Скло та матеріали на основі мінеральних розплавів		
Ситали, шлакоситали	Скло (склоподібна фаза)	Кристалічні включення
Армоване (безпечне) скло		Металева сітка
Триплекс (багатошарове скло)		Полімерна плівка

Будівельний матеріал	Матриця	Армувальний компонент
Матеріали на основі деревини		
Фанера, клеєні дерев'яні конструкції	Неорганічні в'язучі матеріали	Шпон
Деревностружкові плити		Деревна стружка
Деревноволокнисті плити		Деревні волокна

Структура композиційних матеріалів

Логічний ланцюг отримання матеріалів з напередзаданими властивостями: «**склад-технологія-структура-властивості**».

Структура композиційних матеріалів може бути окреслена як визначене розташування у просторі окремих структурних елементів (кристалів багатоутворень, пор, наповнювачів та заповнювачів) з урахуванням їхнього кількісного співвідношення та характеру зв'язку між ними.

3.2. Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення.

Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення

Загальну класифікацію КБМ можна зробити за *походженням, призначенням, складом (з урахуванням виду в'язучої речовини, розмірів та виду армування компонентів), технологіями отримання та способами твердіння:*

- *за походженням*: композити природні та композити синтезовані людиною;
- *за призначенням*: конструкційні, ізоляційні, оздоблювальні та композити, що мають спеціальні фізичні й хімічні властивості (наприклад, підвищену зносо- або корозійну стійкість);
- *за типом матриці*: неметалеві (полімерні, керамічні, скляні), металеві, напівпровідникові;
- *за формою та розміром компонентів*, що використовуються для армування: порошки, частинки, гранули (дисперсне армування); волокна, пластини; тримірні каркаси;
- *за видом армувального компонента* композиційні матеріали можуть бути: макродисперсними - фарби, конгломерантними - будівельні розчини, бетони; волокнистими – вироби на основі мінеральної вати, армоцементи, фібробетони; шаруватими (пластинчатими) – фанера; скелетними – залізобетонні вироби.
- *за структурою та розташуванням армувальних компонентів* можна виділити макроскопічно ізотропні (дисперснозміцнені матеріали), хаотично-армовані короткими (дискретними) частинками голчастої форми, анізотропні матеріали, в яких волокна орієнтовані у визначеному напрямку;
- *за методами отримання* (технологічними прийомами, що забезпечують кінцеву форму матеріалу): рідко- та твердофазні.

Додатково композити на основі матриць, утворених за рахунок застосування різних видів в'язучих систем, можна класифікувати як матеріали, отримані на основі органічних та неорганічних в'язучих систем і відповідно розглядати як портландцементні, полімерцементні, полімерні. Використання цементу як матриці в композиційних матеріалах (бетонах, розчинах) надає їм ряд переваг, серед яких: низька енергоємність виробництва (порівняно з металами); можливість набувати будь-яких форм (за рахунок віброформування, пресування або лиття бетонної суміші);

технологічність (тобто простота виготовлення та можливість твердіння за нормальних умов або в умовах тепловологої обробки і сушіння).

Незважаючи на зазначені переваги, ці матриці мають недоліки, пов'язані з їхніми фізико-хімічними характеристиками, в тому числі низьку міцність при розтягу та згині, крихкість.

Серед композиційних будівельних матеріалів останнього покоління найбільшу увагу фахівців привертають системи сухого будівництва на основі гіпсокартону, бетони, отримані з використанням мікронаповнювачів, полімерно-цементні композити, бетонні полімерні композити та фібробетони.

Контрольні питання до лекції 3

1. Дайте визначення поняттю «композиційний матеріал»
2. Дайте визначення поняттю «матриця».
3. Дайте визначення поняттю «армувальний компонент».
4. Назвіть загальну класифікацію композиційних матеріалів будівельного призначення.
5. Назвіть переваги та недоліки композиційних будівельних матеріалів.

Лекція 4. Природні кам'яні матеріали

План лекції

- 4.1. Загальні відомості про гірські породи.
- 4.2. **Характеристика породотвірних мінералів.**
- 4.3. **Характеристика основних гірських порід, які застосовуються у будівництві.**
- 4.4. **Метаморфічні породи.**

4.1. Загальні відомості про гірські породи.

Природні кам'яні матеріали є одними із найдавніших, і не дивно, що вони дали назву тривалому культурно-історичному періоду розвитку людства (кам'яний вік). Секрет популярності природного каменю полягає в поєднанні його декоративності, естетичності, високих експлуатаційних властивостей та довговічності.

Завдяки поширеності, значним запасам сировини, високим експлуатаційним характеристикам (міцності, морозостійкості, естетичним властивостям тощо) майстри Стародавнього світу, Середньовіччя, Відродження створювали з природного каменю величні архітектурні споруди та ансамблі.

Протягом тисячоліть основними будівлями з природних кам'яних матеріалів були монументальні культові, в яких об'єм конструкцій переважав об'єм внутрішнього простору. Культові споруди цивілізацій майя, народів Індії (піраміди, храми, ступи) мали на поверхні кам'яних матеріалів різноманітне різьблення.

Із природного каменю механічною обробкою отримують стінові та фундаментні блоки для зведенні різних за призначенням споруд, облицювальні плити для внутрішнього і зовнішнього оздоблення будівель, бор- дюрний камінь для доріг. Облицювання із природних кам'яних матеріалів підвищує термін експлуатації будівель і не потребує ремонту протягом тривалого часу.

Сучасне виготовлення виробів із природного каменю здійснюється за допомогою прогресивних технологій із комп'ютерним керуванням роботою обладнання. Якісну поверхню виробів отримують, використовуючи алмазний інструмент, різноманітні абразиви, високотехнологічні водо- шліфувальні верстати, ультразвукову та плазмову обробку. Це дозволяє не тільки виготовляти високоякісні вироби, але й перевести природні кам'яні матеріали до групи переважно облицювальних за рахунок зменшення товщини плиток при збереженні якості матеріалу, знизити масу конструкцій, зменшити трудомісткість облицювальних робіт, а також зберегти природні ресурси, які не можуть бути поновлені.

Природні кам'яні матеріали та вироби одержують механічною обробкою (подрібленням, розколюванням, розпилюванням) гірських порід, не змінюючи їхньої структури та властивостей.

Гірські породи – це природні мінеральні утворення, що виникають

внаслідок протікання геологічних процесів у земній корі, складаються із одного або декількох мінералів і мають відносно сталий мінералогічний склад, певну будову і властивості.

Мінерали - це природні утворення, що відрізняються постійним хімічним складом, структурою, властивостями.

За умовами утворення гірські породи поділяються на 3 основні групи: **вивержені** (магматичні або первинні), **осадові** (вторинні), **метаморфічні** (видозмінені).

Вивержені породи утворились внаслідок охолодження магми.

Осадові породи сформувались внаслідок протікання процесів вивітрювання при перетворенні продуктів руйнування первинних порід, морських

Осадові породи сформувались внаслідок протікання процесів вивітрювання при перетворенні продуктів руйнування первинних порід, морських і континентальних осадів.

Видозмінені породи утворились внаслідок метаморфізму (перетворення) вивержених і осадових порід під впливом одночасної дії тиску та температури, а також хімічних процесів.

Властивості гірських порід обумовлені хіміко-мінералогічним складом, структурою та умовами їх формування, причому домінантність проявлення того чи іншого фактору залежить від ступеня їхньої полімінеральності.

Властивості, що визначають *галузь застосування* природного каменю: міцність, пористість, водопоглинання, морозостійкість, корозійну стійкість, атмосферність, водостійкість, теплопровідність, стираність.

Властивості гірських порід обумовлені хіміко-мінералогічним складом, структурою та умовами їх формування, причому домінантність прояву того чи іншого фактора залежить від ступеня їх полімінеральності.

У *хімічному складі* вивержених гірських порід переважає кремнезем, вміст якого може змінюватись від 40% і вище, потім — глинозем, оксиди магнію, заліза та ін. Зі зменшенням у складі вивержених порід вмісту

кремнезему збільшується щільність порід, зменшується температура їх плавлення, змінюється забарвлення — від світлого до темного, полегшується обробка каменю.

Мінералогічний склад породи обумовлений видом та кількістю мінералів, які її складають. **Фазовий склад** речовини, з якої складаються гірські породи, може бути аморфним, кристалічним або змішаним, тобто містити в різному співвідношенні аморфну та кристалічну фази.

Структура гірської породи може бути представлена як набір показників, що характеризують внутрішнє розташування структурних елементів: розмір та форму зерен мінералів, спосіб їх зростання, ступінь кристалізації гірської породи.

Гірські породи характеризуються такими **основними типами структур**:

- кристалічною (зернисто-кристалічною) з кристалами (або зернами) певної форми і визначеного розміру (мікрокристалічна, дрібно-середньо- та крупнокристалічна); дрібно-, середньо- або крупнокристалічну структуру мають граніти, сієніти, а також кварцити, мармури; мікрокристалічна (прихованокристалічна) структура характерна для базальтів;

- порфіровою, яка характеризується наявністю крупних кристалів у дрібнозернистій або склоподібній речовині (порфіри);

- кластерною, що складається з окремих агрегатів; прикладами порід із такою структурою можуть бути уламкові породи — конгломерат, брекчія.

Гірські породи з вмістом аморфної скловидної фази 59...95% називаються склуватими (наприклад, базальти, перліти), а якщо вміст склоподібної фази складає більше 95%, то породи називають вулканічним склом (наприклад, обсидіани).

До властивостей, які визначають галузі застосування природного каменю, належать міцність, середня густина, пористість, водопоглинання, морозостійкість, корозійна стійкість, атмосферостійкість, водостійкість, теплопровідність, стираність.

Екологічні властивості гірських порід пов'язані з їх радіоактивністю та токсичністю. Більшість гірських порід, що використовуються як будівельні матеріали, є нетоксичними. Радіоактивність гірських порід обумовлена наявністю в їх складі таких рідкоземельних елементів та їх ізотопів, як церій та лантан. Відомо, що розпад радіонуклідів призводить до утворення радону, який шкідливо впливає на організм людини. Підвищеною радіоактивністю характеризуються кислі магматичні породи (вміст кремнезему більше 75%), наприклад, граніти. Породи, які містять меншу кількість кремнезему і зв'язаних з ним радіоактивних домішок, а також породи середньої твердості (вапняк, мармур, пісковики) є майже нерадіоактивними.

Естетичні властивості природного каменю мають особливе значення при оздобленні інтер'єрів та екстер'єрів будівель і споруд. Ці властивості оцінюють *кольоровою гамою, текстурою*, що обумовлена розміром включень мінералів (зернистість), пористістю, взаємним розташуванням фаз і мінералів, *блиском* (тьмянний — жирний, перламутровий, шовковий, матовий та яскравий — скляний) та *фактурою*, що зазвичай надається поверхні виробу під час обробки каменю.

4.2. Характеристика породотвірних мінералів

У природі знайдено більше 2-х тисяч мінералів, із яких поширеними є 450. За розповсюдженістю у земній корі мінерали поділяють на *породотвірні*, які складають гірські породи; *другорядні*, вміст яких у гірських породах не перебільшує 1% та *рідкісні* — дорогоцінне каміння, самородні метали. Кожен мінерал має комплекс характерних властивостей, що дозволяють його ідентифікувати: хімічний склад, структуру, твердість, міцність, хімічну стійкість, оптичні властивості (колір, блиск, прозорість тощо).

Мінерали вивержених порід. Кварц (SiO_2) — кристалічна форма діоксиду силіцію (кремнезему) — є одним із найпоширеніших мінералів земної кори. Міцний, твердий і стійкий мінерал. Кварц входить до складу гранітів, пісковиків, кварцитів, діоритів.



а



б



в

Рис 4.1. Кварц: а) аметист; б) цетрин; в) гірський криштал

Польові шпати — алюмосилікати калію, натрію, кальцію або їх суміші. Ці мінерали становлять близько 60% земної кори. Розрізняють ортоклаз — калієвий польовий шпат та плагіоклази — натрієві і кальцієві польові шпати, до яких належать альбіт та анортит. Входять до складу граніту, сієніту, гнейсу, лабрадориту, габро.

Слюди - це група водних алюмосилікатів шаруватої структури з досконалою спайністю в одній площині (легко розщеплюється на тонкі пластинки). Найпоширенішими є мусковіт, біотит, вермикуліт.



а)



б)

Рис.4.2. Слюди: а) мусковіт; б) біотит

Мусковіт — це прозора калієва слюда, досить стійка, тугоплавка, з істинною густиною $2,7...3,1 \text{ г/см}^3$. Зустрічається в граніті, сієніті, гнейсі.

Біотит — це чорна залізисто-магнезіальна слюда, з істинною густиною $2,8...3,2 \text{ г/см}^3$. Вивітрюється легше, ніж мусковіт. Зустрічається в андезиті, діориті, сієніті.

Найпоширенішими **темнозабарвленими мінералами** є авгіт, олівін, рогова обманка. Вони відрізняються високою істинною густиною — $3,2...3,6 \text{ г/см}^3$, твердістю — $5...7$, мають меншу крихкість.

Авгіт — складний залізисто-магнезіальний силікат темно-зеленого, чорно-бурого або чорного кольору зі скляним блиском, має твердість — $5...6$, істинну густина — $3,2...3,6 \text{ г/см}^3$. Зустрічається у базальті, габро.

Олівін — мінерал оливково-зеленого, жовтувато-зеленого, чорного кольору, має скляний блиск, твердість $6,5...7$, істинну густина — $3,3...4,4 \text{ г/см}^3$. Зустрічається у діориті, габро, сієніті, андезиті.

Рогова обманка представлена залізисто-магнезіальними алюмосилікатами темно-бурого, зеленого, чорного кольору зі скляним блиском, твердість — $5...6$, істинна густина — $3,1...3,4 \text{ г/см}^3$; входить до складу діориту, габро, сієніту, андезиту.

Мінерали осадових порід. Мінерали групи кварцу. *Опал* ($8\text{SiO}_2 \cdot \text{nH}_2\text{O}$) — це гідратований аморфний кремнезем зі вмістом води $2... 12\%$. Істинна густина — $1,9...2,5 \text{ г/см}^3$, твердість — $5...6$, крихкий, колір білий, залежно від домішок — блакитний, бурий, зелений, чорний; блиск скляний. Опал менш міцний і хімічно стійкий, ніж кварц, має високу реакційну здатність відносно

гідроксиду кальцію. Цю властивість аморфного кремнезему широко використовують при виготовленні змішаних мінеральних в'язучих речовин (пуцоланових, композиційних). Зустрічається в діатомітах, опоках, мертелях, туфах, а також у пісках, пісковиках. Приховано-кристалічні безводні різновиди кремнезему відомі як *халцедони* (істинна густина $2,6 \text{ г/см}^3$, твердість $6,5\ldots7$). У хімічному складі халцедону переважає SiO_2 ($90\ldots99\%$), присутні домішки оксидів заліза, магнію, кальцію та алюмінію.

Смугастий різновид халцедону називається *агатом* (мінерал із блакитно-сірим, темно-сірим або білим забарвленням).

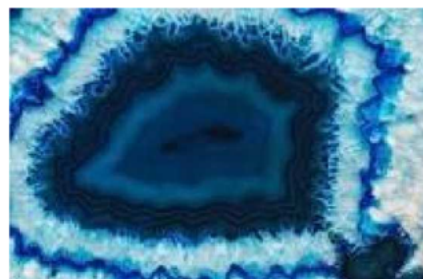
До групи кварцу належать також *яшма* (мінерал різнокольорового строкатого чи смугастого забарвлення) та *креміль* (халцедон, що має домішки піску та глини). Фізичні властивості агату, яшми та кременю подібні до властивостей халцедонів.



а)



б)



в)

Рис 4.3. Мінерали групи кварцу: а) опал; б) халцедон; в) агат

Мінерали групи глини ($\text{Al}_2\text{O}_3 \times m\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$) — найпоширеніші мінерали осадових порід, характеризуються високою дисперсністю. До них відносять *каолінит* (істинна густина $2,6 \text{ г/см}^3$, твердість $1\ldots2$, колір білий або буруватий), *іліт* та *монтморилоніт* — складні гідроалюмосилікати (істинна густина $2,0\ldots2,6 \text{ г/см}^3$, твердість $1\ldots2$, колір зеленуватий або світло-коричневий). Мінерали цієї групи зустрічаються у глинистих породах.

Мінерали групи карбонатів. *Кальцит*, або вапняковий шпат, CaCO_3 — один із найпоширеніших мінералів земної кори. Зустрічається у вигляді

кристалів різної форми; безбарвний або молочно-білого кольору з різними відтінками, має скляний блиск; істинну густину — $2,7 \text{ г/см}^3$; твердість — 3, легко розкладається кислотами. Породи, що містять кальцит, швидко руйнуються при контакті з водою, що містить карбонатну кислоту. Зустрічається у вапняку, крейді, доломіті, мармурі.

Магнезит MgCO_3 — це кристалічний мінерал, за структурою і формою кристалів схожий на кальцит, але більш важкий і твердий та менш хімічно активний. Має істинну густину $2,9\ldots 3,1 \text{ г/см}^3$, твердість — $4\ldots 4,5$, колір — білий із жовтуватим чи сіруватим відтінком; блиск — скляний, реагує з хлоридною кислотою лише у подрібненому вигляді при кип'ятінні. Зустрічається у магнезиті.

Доломіт $\text{CaCO}_3\cdot\text{MgCO}_3$ за властивостями займає проміжне положення між кальцитом і магнезитом, колір — сірувато-білий із різними відтінками, блиск — скляний, істинна густина — $2,8\ldots 2,9 \text{ г/см}^3$, твердість — $3,5\ldots 4$. Зустрічається у доломіті.



а)



б)

Рис 4.4. Мінерали групи кварцу: а) кальцит; б) магнезит

Мінерали групи сульфатів. *Гіпс* $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — це кристалічний мінерал пластинчастої, волокнистої або зернистої будови з істинною густиною $2,3 \text{ г/см}^3$, твердість — 2, у чистому вигляді прозорий, але частіше завдяки домішкам має світло-сірий, жовтуватий або рожевий колір. Блиск — скляний, добре розчиняється у воді.

Ангідрит CaSO_4 — це безводний різновид гіпсу. Він важчий і твердіший за гіпс; істинна густина становить $2,8\ldots 3,0 \text{ г/см}^3$, твердість —

3,0...3,5; колір — світло-сірий, сіро-блакитний, блиск — скляний. При тривалій дії води переходить у гіпс, збільшуючись в об'ємі до 30%. Зустрічається в ангідриті, гіпсі.

Барит BaSO₄ (важкий шпат) — це кристалічний мінерал білого чи сірого кольору зі скляним блиском, досить важкий (істинна густина становить 4,3...4,7 г/см³), але твердість його невисока і становить 3...3,5. Відрізняється здатністю не пропускати рентгенівські промені. Зустрічається у бариті.

Мінералогічний склад метаморфічних порід визначається складом вихідної породи (магматичної або осадової) та умовами її перетворення (метаморфізації).

4.3. Характеристика основних гірських порід, які застосовуються у будівництві.

Вивержені породи. *Глибинним гірським породам* притаманні високі показники міцності, середньої густини, незначна пористість, з якою пов'язані низьке водопоглинання, висока теплопровідність і морозостійкість, низька стираність. Представниками цих порід є граніт, сієніт, діорит, габро, лабрадорит.

Граніти — найбільш розповсюджені глибинні породи зернисто-кристалічної структури щільної текстури. Граніти складаються з польових шпатів (40...60%), кварцу (20...40%), а також незначної кількості слюди і темнозабарвлених мінералів (5... 10%). З підвищенням вмісту кварцу збільшується твердість і крихкість граніту; темнозабарвлені мінерали збільшують в'язкість, але полегшують вивітрювання породи; наявність слюди покращує декоративні властивості каменю, але зменшує його морозостійкість та погіршує здатність до обробки.

Граніти добре шліфуються і поліруються, оброблюються полум'ям, а також завдяки анізотропним властивостям (здатності розколюватись в обох напрямках) є придатними для отримання фактури «скеля».

Завдяки високим експлуатаційним і декоративним властивостям граніти

знаходять широке використання для зовнішнього облицювання будівель і споруд, у дорожньому і гідротехнічному будівництві, а також як заповнювач (щебінь для бетонів). Граніти використовують для масивних споруд, до яких висуваються підвищені вимоги щодо довговічності; фундаментів, нижніх поверхів великих багатоповерхових споруд, громадських будівель, монументів, мостів, гаваней, крім того для брукування вулиць. В інтер'єрі граніти використовують для облицювання стін, влаштування підлог, сходів, для отримання колон, порталів камінів.



Рис.4.5. Граніти

Андезити — вулканічна ефузивна гірська порода дрібнозернистої структури, що містить кремнезем (кварц) в кількості 52...65%, плагіоклаз, вкраплення польових шпатів, рогової обманки, біотиту. Текстура переважно щільна, інколи пориста. Колір темно-сірий, темно-коричневий, майже чорний, інколи рожевий, червонуватий, а також із рисунком у вигляді папороті.

Сієніти — глибинні зернисто-кристалічні породи, які відрізняються від гранітів відсутністю вільного кварцу і тому краще підлягають обробці. Колір темно-сірий, сіро-блакитний, темно-рожевий. Структура середньозерниста кристалічна, текстура щільна, середня густина 2700 кг/м³, міцність до 220 МПа.

Діорити — глибинні зернисто-кристалічні породи, які складаються з плагіоклазу (до 75%) і рогової обманки. Колір — від сірого до темно-зеленого і чорного, середня густина — 2700...2900 кг/м³, міцність 150...300 МПа. Структура дрібно-, середньо- та крупнозерниста, текстура щільна. Діорити відрізняються значним опором удару та стиранню, а також стійкістю до вивітрювання. Ці властивості дозволяють використовувати діорити як

матеріали, що протидіють різним вібраційним впливам (підводні камені, фундаменти мостових споруд), а також застосовувати переважно для зовнішнього облицювання будівель, причому виробам надають фактуру скелі. Найбільш декоративними є темно-сірі діорити з інтенсивним зеленуватим відтінком.

Габро — глибинні зернисто-кристалічні породи, які складаються з плагіоклазу (до 70%), рогової обманки і біотиту. Колір — від темно-сіро-зеленого до чорного, середня густина — 2800...3100 кг/м³, міцність 200...300 МПа. Структура дрібно-, середньо- та крупнозерниста, текстура щільна. Габро відрізняється стійкістю до вивітрювання. Довговічність виробів із габро перевищує 1000 років. Використовують як облицювальний матеріал та у дорожньому будівництві.

Лабрадорити — глибинні зернисто-кристалічні породи, які генетично зв'язані з габро, їх головною складовою є плагіоклаз — лабрадор. Найбільш розповсюджені темні лабрадорити, середня густина становить 2900 кг/м³, міцність — 100...180 МПа. Структура крупнозерниста, текстура щільна. Особливу декоративність каменю надає ефект *іризації* — відбиття світових променів від внутрішніх площин спайності мінералів, завдяки чому камінь сірого або чорного забарвлення переливається синім або зеленим тоном. Використовують для зовнішнього або внутрішнього облицювання, покриття підлог, у монументальній архітектурі, головним чином у полірованій фактурі, рідше — в фактурах сколювання («скеля», точкова).



Рис.4.6. Застосування лабрадориту в архітектурі Києва

Цеоліти (каркасні алюмосилікати) – осадові породи, що мають пористу структуру, що містить активні іоннообмінні катіони. Використовуються у медицині та сільському господарстві, в будівництві при оформленні інтер'єрів. Мають неповторну кольорову гаму і властивості «очищувача простору», тому і прикрашають і покращують екологію приміщення.

Пісковики - використовують для зведення підпірних стінок, набережних, для влаштування сходів і тротуарів.

Вапняки – є паропроникними, звукоізоляційними, запобігають небажаному нагріванню будівлі, створюють комфортний мікроклімат у приміщенні, мають низький радіоактивний фон, є антисептиками та антиалергенами.

Гіпси – м'які породи, що використовуються для внутрішнього облицювання стін, виготовлення декоративних виробів.

Останнім часом при влаштуванні інтер'єрів широко застосовують *онікси*. Це мономінеральні породи тонковолокнистої структури. Онікси бувають кварцовими, мармуровими, халцедоновими, агатовими, сердоліковими, кальцитовими та арагонітовими. *Мармурові онікси* — щільні осадові породи, які складаються із кальциту або арагоніту, дрібнозернисті або крупнокристалічні. Колір їх може бути коричневим із білими та чорними

візерунками, червоним, коричневим, медовим, зеленим, білим із жовтуватими та рожевими прошарками. Для оніксів характерна строкатість (смуги можуть бути паралельними, хвилястими та концентричними). Деякі з різновидів пропускають світло на глибину 3...4 см. Онікси використовують для виготовлення декоративних виробів: плит, ваз, панно, підсвічників, мозаїки, інкрустацій для підлог.

4.4. Метаморфічні породи.

Найпоширенішими серед видозмінених вивержених порід є **гнейси**. За мінералогічним складом, середньою густиною та міцністю вони подібні до гранітів, з яких утворились в умовах метаморфізму, але мають шарувату будову. Така будова полегшує видобування і обробку каменю, але зменшує міцність уздовж шарів, знижує морозостійкість та стійкість проти вивітрювання. Застосовують їх для укладання фундаментів, бутової кладки, брукування доріг, в деяких випадках вони можуть бути використані для влаштування покрівель у вигляді «черепиці».

Кварцити — дрібнозернисті породи, які утворились при перекристалізації пісковиків і складаються переважно з кварцових зерен, зв'язаних аморфною кремнеземистою речовиною. Їх застосовують у відповідальних частинах споруд і конструкцій, наприклад, як підфермове каміння, для зовнішнього облицювання, як бутовий камінь та щебінь

Мармури — кристалічні щільні породи, які утворились внаслідок перекристалізації вапняків під дією високої температури та значного тиску. Вони складаються з кальциту, інколи, містять доломіт. Назва каменю вдало передає оптичний ефект просвічування, який виникає при проникненні променів світла у глибину каменю.

Мрамур має високі гігієнічні властивості, має здатність «дихати», тобто поглинати зайву вологу з атмосфери.

Недоліки — під впливом навколишнього середовища мрамур вивітрюється, втрачає блиск, змінює колір і тому його не використовують для

зовнішнього облицювання без спеціального захисту. Для захисту від руйнування мармур слід покривати спеціальними хімічними реагентами, а для запобігання утворенню тріщин – спеціальними мастиками. Застосування інноваційних технологій дає можливість надати блиску.



Рис. 4.7. Архітектурні пам'ятки побудовані з використанням мармуру: мавзолей-мечеть Тадж-Махал, м. Агра, Індія

Основні будівельні вироби з гірських порід

Природні кам'яні матеріали одержують механічною обробкою (подрібленням, розколюванням, розпилюванням) гірських порід, не змінюючи їхньої структури і властивостей. Ці матеріали вдало поєднують декоративність, естетичність, екологічність, високі експлуатаційні властивості та довговічність. Сучасне виготовлення виробів із природного каменю здійснюється за допомогою прогресивних технологій, що передбачають комп'ютерне керування роботою обладнання.

Основними будівельними виробами з гірських порід є блоки і каміння для зведення стін, будівель, плити для облицювання підлог, стін та сходів, вироби для дорожнього, гідротехнічного будівництва, а також архітектурні деталі (фасонні вироби) та малі архітектурні форми.

Характер поверхні виробів із природного каменю залежить від його твердості. До твердих порід відносять: граніт, гнейс, діорит, сієніт, габро,

лабрадорит, діабаз, кварцевий порфір, базальт; до порід середньої твердості – мармур, конгломерат, вапняк, пісковик, вулканічний туф, вапняковий туф, травертин, сланці; до м'яких порід – гіпс, діатоміт, трепел, опоку, глинисті породи.

При виготовленні облицювальних виробів природному каменю надають потрібну фактуру, використовуючи *ударну або абразивну обробку*. При використанні ударної обробки поверхні порід високої твердості отримують скельну, борозенчасту та точкову (ковану) фактури; а порід середньої твердості – скельну, бугристу, рифлену.

Абразивна обробка крім розпилювання передбачає також фрезерування, шліфування, полірування, що дозволяє отримати пиляні фактури, грубо- та тонкошліфовані, лощені, поліровані.

Полірована фактура яскраво виявляє природну красу текстури каменю. Підлоги, стіни, поверхні столів із полірованого каменю із дзеркальним блиском підкреслюють атмосферу свята, що добре пасує класичному інтер'єру приміщення.

Матова (шліфована, лощена) фактура більш практична і переважно використовується для інтер'єру в стилі кантрі і мінімалізму.

Фактуру «скеля» сучасні дизайнери використовують для рельєфного світлотіньового моделювання поверхні і надання інтер'єру особливої виразності. Часто такими плитами облицовують нижню (цокольну) частину стін і каміни.

Для надання певних декоративних ефектів використовують **травлені фактури** – з обробкою поверхні каменю кислотою; **термооброблені** (лущені), обпалені відкриті (очищені) – отримують ультразвуковою обробкою поверхні каменю у водному середовищі такі поверхні характеризуються матовою поверхнею з гарно виявленою текстурою. Забарвлення поверхні каменю змінюють також **фарбуванням**, з проникненням фарби на глибину 5...10 мм. На цей час популярними є штучно зістарені облицювальні вироби.

Вибір фактури залежить від **дизайнерського задуму та умов**

експлуатації.

Довговічність природних кам'яних матеріалів залежить від комплексу фізичних, механічних і хімічних властивостей гірської породи — її пористості, водопоглинання, морозостійкості, міцності, стираності, хімічної стійкості.

На довговічність природного каменю впливають кліматичні, механічні, хімічні та біологічні фактори. Негативний вплив *кліматичних факторів* обумовлений зволоженням атмосферними опадами, міграцією і випаровуванням вологи, різкими коливаннями температури. Внаслідок цього в структурі каменю руйнуються нестійкі мінерали, вимиваються розчинні сполуки, утворюються мікротріщини. Камінь втрачає блиск, міцність і поступово руйнується. Процеси корозії прогресують, якщо він містить неатмосферостійкі мінерали, має підвищену пористість і шорстку поверхню.

До *механічних факторів* належать фактори ударної та стираючої дії (на покриттях підлог, сходів, доріг), навантаження при стиску і особливо при згині (в тому числі при усадці споруд).

До *хімічних факторів* відносять відкладання солей, які проникають з ґрунтовою водою при недостатній гідроізоляції, наявність значних газових викидів у повітрі промислових міст, особливо сірчаного газу, який при зволоженні породи утворює сульфатну кислоту чи сульфатні солі. Тривала дія хімічних факторів може бути причиною утворення висолів і плям на поверхні каменю і навіть його руйнування.

Біологічні фактори є результатом життєдіяльності тваринних і рослинних мікро- і макроорганізмів: бактерій, дріжджів, плісневих грибів, мохів, кореневих систем рослин тощо.

Вивержені породи характеризуються високою водо- та морозостійкістю, кислото- і лугостійкістю. Причому дрібнозернисті породи менше піддаються корозії, ніж крупнозернисті. *Осадкові породи* не мають високої корозійної стійкості. Менш кислотостійкими є звичайні вапняки, повільніше руйнуються доломіти і магнезити, а також щільні кремнеземисті породи. Гіпсовий камінь

та ангідрит розчинні у воді, легко руйнуються під дією кислот, але краще чинять опір дії лугів. Корозійна стійкість пісковиків залежить від виду природної речовини, що зв'язує зерна кварцу. Стійкість мергелевих і глинистих пісковиків невисока.

Метаморфічні породи є досить стійкими проти корозії. Гнейси є стійкими при відсутності тріщинуватості, сланці також досить стійкі. Найбільш кислото- і лугостійкими є кварцити, найменш атмосферостійкими — мармури. Методи захисту від корозії природного каменю поділяють на *конструктивні* та *фізико-хімічні*. В основному вони спрямовані на захист від впливу води і підвищення поверхневої щільності каменю.

Конструктивні методи передбачають організацію стоку води, уникнення виступів, улаштування цоколів достатньої висоти, щоб запобігти підніманню по стінах ґрунтової вологи і дощової води, а також надання виробам гладкої (полірованої) поверхні, щоб вода не затримувалась на поверхні і не проникала у середину матеріалу.

Фізико-хімічні заходи полягають у створенні на лицьовій поверхні каменю щільного водонепроникного шару. Для ущільнення поверхневого шару виконують консервування каменю — послідовне просочування його двома розчинами, внаслідок реакції між якими утворюються нерозчинні речовини, що заповнюють пори і мікротріщини. До таких способів належать силікатування, флюатування (кремнефторизація), а також модифікування (просочування) полімерами. Останній метод є ефективнішим для пористих порід.

Для підвищення водонепроникності кам'яних матеріалів використовують ряд методів: нагріту поверхню каменю покривають оліфою, безбарвними лаками, мінеральними маслами, розчинами парафіну, стеарину, металевих мил у летких органічних розчинниках. Також гідрофобізують поверхню кремнійорганічними рідинами, що надає поверхні водовідштовхувальних властивостей, зменшує її забруднення, збільшує довговічність каменю, не порушуючи при цьому його повітро- і

паропроникність, колір, фактуру. Термін служби таких покриттів становить 3...5 років.

Матеріалів і виробів із природного каменю

Природні кам'яні матеріалами знаходять різноманітне застосування для зведення нових будівель і споруд, оформлення їх фасадів та інтер'єрів, створення архітектурного середовища у вигляді малих архітектурних форм і паркових ансамблів.

Залежно від ступеня обробки розрізняють грубооброблені вироби неправильної форми та вироби і профільовані деталі. До *грубооброблених* відносять бутовий камінь, щебінь, гравій, пісок. **Бутовий камінь** (бут) використовують при зведенні гідротехнічних споруд, підпірних стінок, фундаментів, його також переробляють на щебінь. Щебінь, гравій і пісок застосовують як заповнювачі для бетонів і будівельних розчинів, а також як декоративні засипки.

До *виробів із природного каменю правильної форми* відносяться колоті та пиляні вироби для зведення і облицювання стін, влаштування підлог, дорожніх покриттів, гідротехнічних споруд.

Камені та блоки для зведення стін залежно від технології обробки випускають колоті, пиляні: застосовують для фундаментів, зовнішніх стін, перегородок та інших частин будівель і споруд. Великі стінові блоки отримують з м'яких гірських порід (пористих, опок, туфів).

Камені і плити для облицювання гідротехнічних споруд, набережних, мостів, цокольної частини монументальних споруд виготовляють із вивержених порід, які відрізняються міцністю, морозо- та атмосферостійкістю. Каміння для гідротехнічних споруд правильної форми (особливо для зон з перемінним рівнем води) виготовляють зі щільних вивержених порід.

Камені для плити для зовнішнього облицювання отримують із щільних порід (гранітів, сієнтів, габро, мармурових вапняків).

Камені для внутрішнього облицювання стін виготовляють із порід

середньої твердості (мармуру, пористого вапняку-черепашника, травертину, а також вулканічного туфу).

Плити для підлог і внутрішніх кам'яних сходів виготовляють із твердих щільних порід (граніт, сієніт, лабрадорит) поверхню їх шліфують.

Вироби для дорожнього будівництва виготовляють із щільних, міцних, зносостійких порід (*габро, діорит, базальт, граніт*).

Архітектурно-будівельні вироби призначені для зовнішнього та внутрішнього облицювання, влаштування сходів, парапетів майданчиків, огорож. До цієї групи виробів відносяться плити: цокольні, накривні, підвіконні; парапети прямокутні і криволінійні колони, балясини, портали, деталі карнизів, пояси, кулі декоративні. Балясини для огороження сходів, терас, балконів виготовляють із мармуру. Деталі карнизу для захисту від води, що стікає з покрівлі, виготовляють із вивержених міцних порід. Кулі (повнотілі, частіше складені з окремих елементів) виготовляють із граніту і використовують при оформленні фасадів будівель, фонтанів та в ландшафтній архітектурі.

Тротуарні плита виготовляють переважно із шаруватих порід (часто із гнейсів). Вони мають форму прямокутної чи квадратної плити зі стороною 200...800 мм, товщину 40...150 мм і рівну поверхню.

Хімічно стійкі та жаростійкі вироби, які виготовлені з гірських порід у вигляді плит, цегли, брусків та виробів складної конфігурації, використовують для футерування різних резервуарів, установок, апаратів. Для захисту від дії кислот застосовують граніт, сієніт, базальт, андезит, кварцит, а від дії лугів — карбонатні породи — щільні вапняки, доломіти, магнезити, мармури. Для жаростійкого облицювання застосовують базальти, діабазы та вулканічні туфи.

Різьба по каменю передбачає надання йому необхідної форми і зовнішнього оздоблення за допомогою токарної обробки, свердління, шліфування, полірування, операцій доводки (травлення, парафінування тощо), гравіювання (різцем, ультразвуком).

Для оздоблювальних робіт застосовують *кам'яну мозаїку*, яка дозволяє створювати рисунок із різнокольорових кам'яних елементів приблизно однакового розміру (у вигляді пластинок, кубиків або стовпчиків), що укріплюють на поверхні за допомогою цементу, воску, мастики або клею.

Залежно від вихідних форм і конфігурації кам'яної «сировини» мозаїка на площині поділяється на два види — *набірну* і *пластинчасту*. Пластинчаста (штучна) мозаїка створюється з тонких, вирізаних за шаблоном пластинок каменю. Різновидом цієї мозаїки є *флорентійська*, художній ефект якої базується на ретельному підборі відтінків каменів з використанням їх природного рисунка. Пластинки каменю викладають на поверхню і щільно поєднують між собою без утворення зазорів. Її особливістю є створення враження картини, написаної пензлем. Такий вид мозаїки застосовують в основному для оздоблення стін.

ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ ВИРОБІВ ІЗ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ



Рис.4.8. Елементи ландшафтного дизайну при створенні італійського саду з використанням природного каміння

Цегла



Декоративна обробка і оформлення



Рис.4.9. Підпірні стінки з використанням природного каміння



Рис. 4.10. Оформлення доріжок з використанням бруківки



Рис. 4.11. Фасад, покритий світлою, теплою штукатуркою в поєднанні з круглим каменем «брудного» відтінку

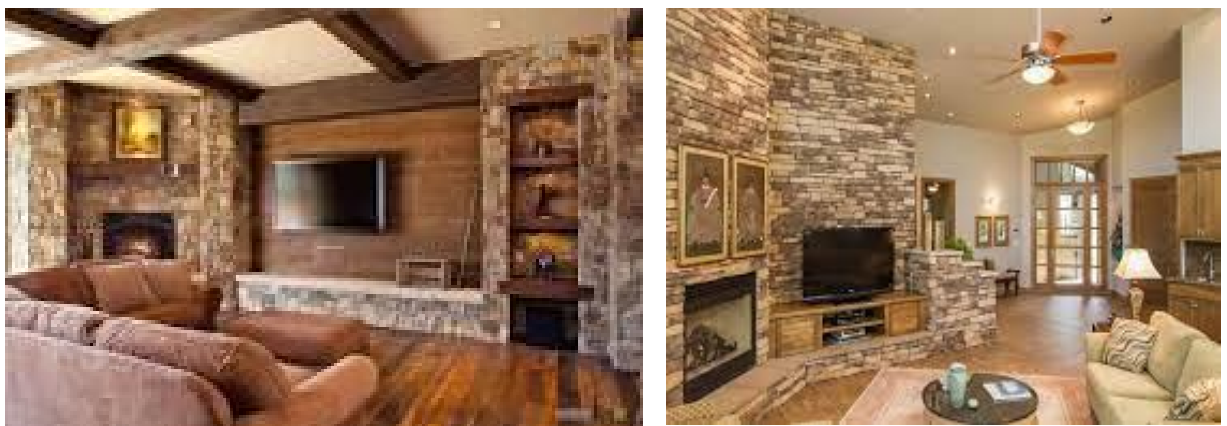


Рис. 4.12. Елементи з природного каменю у дизайні інтер'єрів житлових приміщень

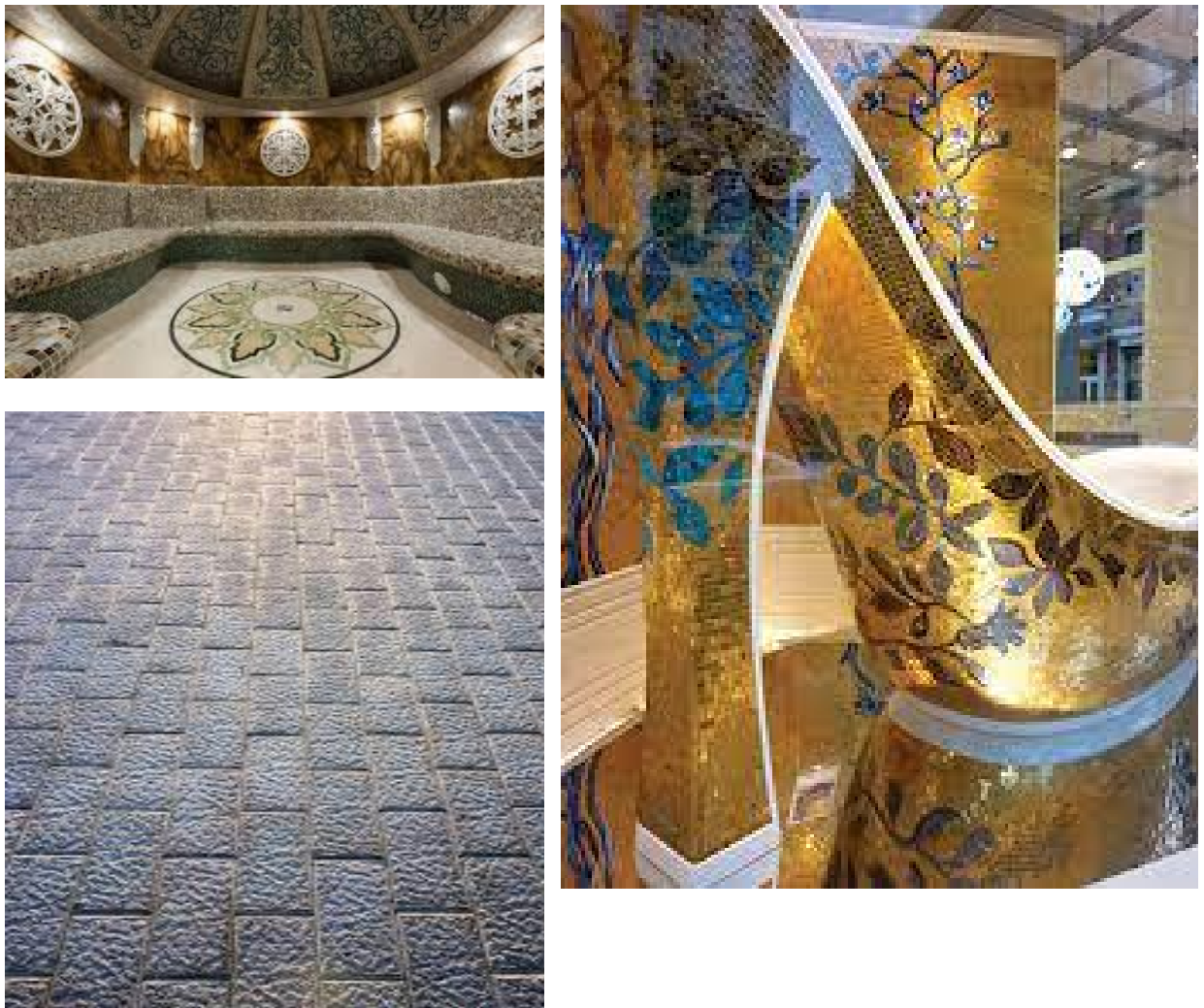


Рис. 4.13. Сучасна кам'яна мозаїка

ВИСНОВКИ

При виборі природного каменю як будівельного матеріалу для створення архітектурного середовища слід враховувати його високу середню густину, складність добування, обробки та монтажу, а також неможливість поновлення такого природного ресурсу.

Для формування *архітектурного середовища* слід враховувати: *унікальність, неповторність, довговічність, екологічність.*

Переваги та недоліки виробів із природного каміння

1. *Різноманітність.* Природний камінь — це унікальне творіння

природи, а не типовий продукт серійного промислового виробництва, властивості його є дуже індивідуальними. Естетичні властивості, обумовлені певними кольором, текстурою та рисунком дозволяють архітекторам і дизайнерам створювати будь-які архітектурні форми. Природний камінь використовують для фасадів та інтер'єрів як палаців, храмів, садиб, так і звичайних будинків.

2. *Неповторність*, яка досягається різноманіттям художньої виразності каміння та можливістю створення форм при варіюванні розмірів і різних видів фактур. Крім плит, із каменю можна виготовляти будь-які об'ємні фігури.

3. *Довговічність*. Висока міцність при стиску, атмосферо-, морозо-, зносостійкість багатьох видів природного каменю дозволяють назвати його «вічним» матеріалом. При тривалому використанні більшість будівельних матеріалів руйнується і втрачає привабливість, але природне каміння з часом набуває благородної платини, яка надає йому певної шляхетності.

4. *Теплофізичні властивості*. Щільний природний камінь добре проводить теплоту і здатний утримувати її тривалий час. Витрати на опалювання та кондиціонування висотних будинків з кам'яними фасадами є значно нижчими, ніж для скляних фасадів.

5. *Екологічність*. Більшість гірських порід не містить шкідливих для людини складових, завдяки чому кам'яні матеріали можна використовувати в інтер'єрах громадських приміщень (навчально-виховних закладів, закладів охорони здоров'я, відпочинку та спорту, громадського харчування). Вони є вогнестійкими та у випадку контакту з вогнем не виділяють шкідливих речовин.

Контрольні питання до лекції №4

1. Дайте визначення поняттю «гірські породи».
2. Дайте визначення поняттю «мінерали».
3. Назвіть 3 основні групи гірських порід за умовами утворення.
4. Як утворюються вивержені, видозмінні, осадові породи?

5. Назвіть основні типи структур гірських порід.
6. Розкажіть про екологічні властивості природного каміння.
7. Розкажіть про естетичні властивості природного каміння.
8. Охарактеризуйте основні гірські породи, які застосовують в будівництві.
9. Назвіть основні будівельні вироби з природного каміння.

Лекція 5. Загальні відомості та класифікація керамічних матеріалів

План лекції

- 5.1. Загальні відомості про керамічні матеріали.
- 5.2. Класифікація будівельних керамічних матеріалів та виробів.
- 5.3. Стінові керамічні матеріали: керамічна цегла і каміння, їх різновиди.

5.1. Загальні відомості про керамічні матеріали.

Керамічні матеріали — найстародавніші з усіх штучних кам'яних матеріалів, вік яких понад 5000 років. Одним із перших різновидів стінового матеріалу була саманна цегла, яку формували з суміші глини із соломою та сушили на сонці. Таку цеглу використовували в сухому кліматі

Стародавнього Єгипту, центральної Америки, Середньої Азії. Глинобитне житло, випалене ззовні вогнищами, відоме з IV ст. до н.е. Саме такі будівлі разом із побутовими виробами з кераміки знайдені на території України (Трипільська культура).

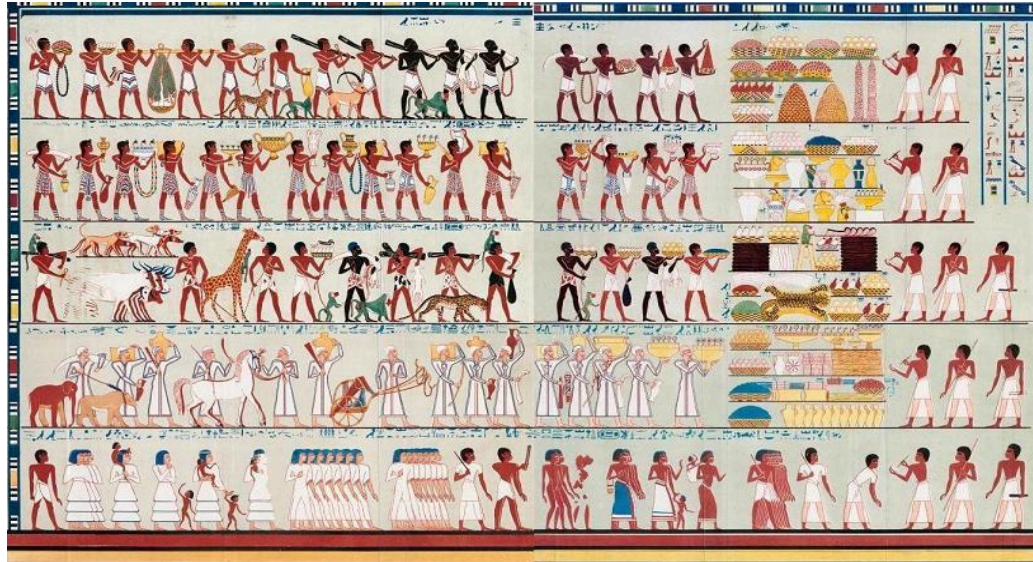


Рис.5.1. Настінний розпис гробниці візира Рехміра, що відображає процес виготовлення цегли та її використання у будівництві, м.Фіви, Єгипет

Керамічними називають матеріали й вироби, які одержують формуванням, сушінням і випалюванням глинистої або інших видів мінеральної сировини з різними добавками або без них.

Сучасну кераміку поділяють на **конструкційну** (цегла, камені), **декоративну** (облицювальні вироби – плити та плитки для зовнішнього та внутрішнього оздоблення) та **функціональну** (спеціальні керамічні матеріали з електричними, магнітними, оптичними і теплофізичними властивостями).

Керамічна цегла є найстародавнішим матеріалом після деревини і природнього каменю.

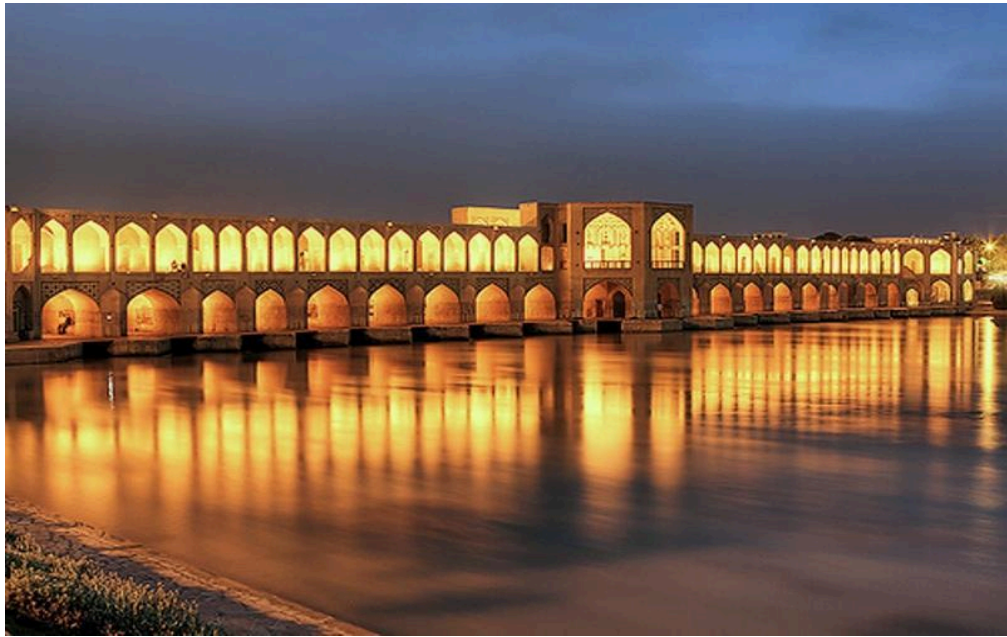


Рис. 5.2. Будівля з керамічних матеріалів,
м. Ісфахан, Іран:
міст Хаджу через ріку Заянде (23 арки), 1650 р.



Рис. 5.3. Споруда, побудована з
використанням керамічних виробів:
купол собору
Санта-Марія-дель-Фльорі, арх. Ф.
Брунеллескі,
м. Флоренція, Італія



Рис. 5.4. Споруда, побудована з
використанням керамічних виробів:
орденський замок. Марієнбург, м.
Мальборк, Польща, XIII ст.

5.2. Класифікація будівельних керамічних матеріалів та виробів.

Головними критеріями класифікації будівельних керамічних матеріалів та виробів є характер макро- та мікроструктури черепка, а також спосіб формування і призначення керамічних виробів.

За *макроструктурою* черепка керамічні матеріали поділяють на дві групи: пористі та щільні. До *пористих* умовно належать матеріали і вироби з

водопоглинанням більше 5% за масою. Такими матеріалами є стінові вироби, черепиця, облицювальні плитки для стін, заповнювачі для легких бетонів, теплоізоляційні вироби, фаянсові санітарно-технічні вироби, в середньому їх водопоглинання за масою становить 8...20 %, на зломі вони мають землистий вигляд, шорстку поверхню, непрозорі, при ударі дають глухий звук. *Щільними* матеріалами вважаються ті, що мають водопоглинання за масою менше 5 %. До таких матеріалів відносять плитки для підлог, клінкерну цеглу, фарфорові санітарно-технічні вироби. Вони мають блискучий злом, гладеньку поверхню, при ударі дають чистий дзвінкий звук.

Мікроструктура керамічних матеріалів визначається співвідношенням між кристалічною та скловидної фазами. У грубокерамічних виробках, випалених в інтервалі температур 950... 1050°C, кількість склофази становить лише 8... 10%. У спеченому фарфоровому черепку вона є основною (45...85%). У фаянсовому черепку переважає кристалічна фаза, а склоподібна розподілена у вигляді найтонших прошарків між кристалами, зв'язуючи їх між собою. Наявність склофази знижує термостійкість виробів і підвищує їх крихкість.

Будівельну кераміку *залежно від технології*, тобто складу глинистих мас, режимів випалювання та прийомів декорування, і, відповідно, типу отриманого матеріалу поділяють на *теракоту, майоліку, шамот, клінкер, фаянс, фарфор*.

Теракота — однотонний пористий неглазурований природно пофарбований керамічний матеріал або виріб, що характеризується кольором від світло-кремового до червоно-коричневого (лицьова цегла, облицювальна плитка, кахлі тощо).

Майоліка — пористий керамічний матеріал, отриманий із використанням білої глини, покритий непрозорою глазур'ю (малі архітектурні форми, кахлі, плитки облицювальні).

Шамотні вироби — керамічні матеріали шорсткої зернистої текстури, які складаються з вогнетривкої глини та шамотного порошку (зернистий

матеріал крупністю 0,16...2,5 мм, який отримують подрібненням попередньо випаленої до спікання глини). Після випалювання вироби мають кольорову гаму від світло-жовтого до світло-коричневого, їх можна декорувати глазурями. Шамотні вироби (облицювальна плитка, малі архітектурні форми та елементи декору) є досить міцними, вогнетривкими, довговічними.

Клінкер — матеріал, отриманий на основі вогнетривкої глини, випаленої при високій температурі до спікання з утворенням щільного, міцного, морозостійкого, довговічного черепка (цегла для облицювання цоколів і фасадів, дорожня цегла, сходи, облицювальна фасадна плитка, плитка для підлог).

Фаянс (від італійського міста Фаєнца) — пористий (водопоглинання до 12%) керамічний матеріал білого кольору, вкритий шаром прозорої глазури; шихта складається з білої глини, кварцу, польового шпату (глазурована біла та кольорова плитка, санітарно-технічні вироби).

Фарфор — щільний спечений керамічний матеріал, прозорий у тонкому шарі, що відрізняється низьким водопоглинанням (до 1%), високою міцністю, термо- і хімічною стійкістю. Різновид фарфору без шару глазури називають *бісквітним фарфором*. Також розрізняють м'який і твердий фарфор (облицювальна плитка, санітарно-технічні вироби). *Напівфарфор* — спечений білий керамічний матеріал із водопоглинанням до 5%.

За призначенням керамічні матеріали та вироби поділяють на такі види: стінові (цегла, порожнисті камені); покрівельні (черепиця); елементи перекриттів; вироби для облицювання фасадів (лицьові цегла та камені, плитки фасадні; архітектурно-художні деталі); вироби для внутрішнього облицювання (глазуровані плитки та фасонні деталі до них); заповнювачі для бетонів (керамзит, аглопорит); теплоізоляційні вироби (діатомітові, трепельні, ніздрювата кераміка); вироби для підлог і дорожніх покриттів (плитки, дорожня (клінкерна), цегла); санітарно-технічні вироби (умивальники, унітази, ванни); кислототривкі та вогнетривкі вироби.

Сировина та особливості отримання керамічних матеріалів

Основною сировиною для виробництва будівельної кераміки є глинисті породи (глини, суглинки, глинисті сланці, аргіліти, леси), які забезпечують одержання пластичної, здатної до формування маси, після випалювання якої утворюється міцний водостійкий черепок.

Глини — полімінеральні осадові породи. Вони представлені природними гідроалюмо-силікатами, здатними при замішуванні з водою утворювати пластичне тісто, яке після випалювання переходить у каменеподібний стан.

Властивості сировини визначаються, мінералогічним, хімічним та гранулометричним складом. Основними мінералами глин є *каолінит*

Білі глини представлені переважно каолінітом. Після випалювання черепок має білий або кремовий колір, червоні глини містять монтморилоніт та гідроксиди (після випалювання черепок стає червоним).

Гранулометричний склад глин тісно пов'язаний із мінералогічним та хімічним складом і суттєво впливає на їх технологічні властивості — пластичність, зв'язуючу здатність, повітряну та вогневу усадки, здатність до спікання, вогнетривкість.

Основними технологічними властивостями глини є:

- **пластичність** — здатність у зволоженому стані приймати будь-яку форму,
- **зв'язуюча здатність** — здатність зв'язувати частинки керамічної маси,
- **усадка (повітряна та вогнева)** — зменшення розмірів та об'єму відформованих виробів у процесі сушіння та випалювання.

Для покращення технологічних властивостей формувальної суміші (полегшення сушіння, зменшення усадки, зниження температури випалювання) і надання готовим виробам потрібних властивостей застосовують добавки (спіснювальні, плавні, поротвірні, пластифікуючі).

Спіснювальні добавки додають до керамічної маси, щоб знизити

пластичність і зменшити повітряну та вогневу усадки. Для цього використовують шамот, дегідратовану (випалену при температурі 700...750°C із наступним подрібненням) глину, кварцовий пісок, гранульований шлак, золу ТЕС.

Плавні знижують температуру випалювання та спікання глини, підвищують щільність виробів. Як плавні використовують польові шпати, залізну руду, доломіт.

Поротвірні добавки додають до керамічної маси для зменшення середньої густини виробів та підвищення їх пористості.

Пластифікуючі добавки сприяють підвищенню пластичності маси і поліпшенню її здатності до формування при отриманні виробів. До них належать високопластичні глини, бентоніти, а також поверхнево-активні речовини.

Незважаючи на різноманітність сировинних матеріалів та широкий асортимент керамічних виробів, основні етапи їх виготовлення залишаються спільними: добування сировинних матеріалів, підготовка керамічної маси (шихти), формування виробів (сирцю), сушіння, випалювання та пакування.

Сировину видобувають на кар'єрах відкритим способом — екскаваторами, доставляють до заводу, де готують керамічну масу. Приготування керамічної маси включає подрібнення сировини, введення спеціальних добавок, зволоження, змішування компонентів до одержання однорідної маси, придатної для формування.

Формування виробів, залежно від виду та властивостей вихідної сировини, здійснюється *пластичним, напівсухим або шлікерним (литтьовим) способами*.

Проміжною операцією технологічного процесу виробництва керамічних виробів є *сушіння*, яке необхідне для надання сирцю потрібної міцності й підготовки його до випалювання.

Випалювання є завершальною стадією виготовлення керамічних виробів.

Можливе *подвійне випалювання* виробів – спочатку випалюють основу, а потім на поверхню випаленого виробу наносять глазур і проводять повторне випалювання.

Існує також декоративне випалювання.

5.3. Стінові керамічні матеріали: керамічна цегла і каміння, їх різновиди.

Керамічні цегла, камінь або блоки — це конструкційні елементи, з яких можна зводити стіни будинків і споруд різного призначення.

За українським стандартом цеглу та керамічні камені рядові і лицьові виготовляють способом напівсухого пресування або пластичного формування глинистих та кремнеземистих (трепел, діатоміт) осадових порід із мінеральними й органічними добавками або без них.

Умовні позначення стінових керамічних виробів згідно з ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ).

<u>X</u>	<u>X</u>	<u>X – Y/</u>	<u>Y/</u>	<u>Y/</u>	<u>Y</u>	
						матеріал (К – керамічний)
						вид виробів (Р – рядові, Л – лицьові)
						порожнистість цегли (Пв – повнотіла, Пр – порожниста)
						тип виробів (згідно таблиць ДСТУ)
						марка за міцністю
						середня густина
						марка за морозостійкістю

Цегла КРПв – 1/100/1650/15 ДСТУ Б В.2.7-61-97 – цегла керамічна рядова повнотіла марки за міцністю 100, густиною 1650 кг/м³, марки за морозостійкістю F15.

За призначенням вироби поділяють на *рядові та лицьові*.

Рядові вироби використовують для мурування зовнішніх і внутрішніх стін та інших елементів будинків і споруд, для виготовлення стінових панелей

та блоків, а також для мурування фундаментів. Крупноформатні вироби виготовляють тільки рядові.

Лицьові вироби використовують для мурування і одночасного облицювання стін та інших елементів будинків і споруд.

Керамічну цеглу виготовляють повнотілою або порожнистою, камінь — тільки порожнистим. Порожнини у виробах можуть розташовуватись як вертикально, так і горизонтально. Лицьову порожнисту цеглу виготовляють із порожнистістю не більше 48%.

Цеглу керамічну нормального формату одинарну виготовляють розмірами 250x120x65 мм (коефіцієнт перерахунку на умовну цеглу НФ дорівнює 1,0), цеглу модульних розмірів одинарну — 288x138x65 мм (коефіцієнт перерахунку 1,32), цеглу потовщену — 250x120x88 мм (коефіцієнт перерахунку 1,35), камінь звичайних розмірів 250x120x138 мм (коефіцієнт перерахунку 2,12) модульних розмірів — 288x138x138 мм (коефіцієнт перерахунку 2,81), камінь укрупнений — 250x250x120 мм (коефіцієнт перерахунку 4,42), камінь крупноформатний із максимальними розмірами 510x250x219 мм (коефіцієнт перерахунку 14,31).

Залежно від границі міцності при стиску, цеглу та камінь виготовляють марок 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, крупноформатні камені — марок 50...300, цеглу та камені з горизонтально розташованими пустотами — марок 35, 50, 75, 100.

За морозостійкістю вироби характеризуються марками Е15, Е25, Е35, Р50, Р75, Р100. Цеглу марки Р15 використовують для внутрішніх конструкцій та для самонесучих огорожувальних конструкцій, які захищені від зовнішнього впливу. Лицьові вироби повинні мати марку за морозостійкістю не нижче Р50.

Водопоглинання повинно бути для рядових виробів не менше 8%, порожнистих — не менше 6%, лицьових повнотілих та порожнистих виробів — не менше 6% за масою.

За показником середньої густини вироби поділяють на п'ять класів: 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 2,0. За теплотехнічними властивостями вироби залежно від класу середньої густини поділяють на п'ять груп.

Таблиця 6.1.

**Класифікація керамічних виробів
за теплотехнічними властивостями**

Назва групи виробів	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(мхК)	Клас середньої густини	Середня густина виробів, кг/м³
Високої ефективності	<0,24	0,8	<800
Збільшеної ефективності	0,24...0,36	1,0	801...1000
Ефективні	0,36...0,46	1,2	1001...1400
Умовно ефективні	0,46...0,58	1,4	1401...1600
Малоефективні	>0,58	2,0	>1600

У різних країнах випускають стінові матеріали, які відрізняються між собою за номенклатурою, типорозмірами та марками. Так, марка цегли в країнах Європи становить 125...600, причому переважають вироби марки 400. Наприклад, за німецькими стандартами, передбачено випуск 14 типів звичайної керамічної цегли та каменів марок від М40 до М280, 13 типорозмірів легких порожнистих виробів марок М20 до М280 та високоміцних виробів марок М360, М480, М600.

Звичайну повнотілу керамічну цеглу використовують для мурування зовнішніх і внутрішніх стін, фундаментів, мурування печей і димових труб у зонах, де температура не перевищує температуру випалювання цегли, а також у стовпах, колонах, склепіннях. Цеглу напівсухого пресування не дозволяється застосовувати для укладання цоколів та фундаментів нижче гідроізоляційного шару.

У сучасних несучих стінових конструкціях основне навантаження припадає на бетонний каркас, а ефективну цеглу використовують для

заповнення простору між бетонними елементами. Порожнисту цеглу не можна застосовувати для мурування перших п'яти цокольних рядів для запобігання проникненню вологи у стіну.

Застосування порожнистих керамічних виробів дає змогу зменшити товщину зовнішніх стін і знизити матеріаломісткість огорожувальних конструкцій на 20...30%, скоротити транспортні витрати та навантаження на фундамент. Стіни з ефективної цегли характеризуються й покращеними звукоізоляційними властивостями. Екологія стін із порожнистої цегли також покращується внаслідок того, що шари повітря зупиняють проникнення шкідливих речовин у приміщення.

Для кращого теплозахисту будівлі використовують поризовану цеглу із $18...0,22 \text{ Вт/(мК)}$. Для утворення дрібних замкнутих пор під час випалювання цегли до складу глин додають органічні вигоряючі добавки, наприклад, деревну стружку.

Останнім часом виготовляють також поризовані вироби, використовуючи як добавку, що вигорає, пінополістирольні кульки. Це дає змогу знизити коефіцієнт теплопровідності до $0,15 \text{ Вт/(мК)}$ при збереженні міцності цегли, що відповідає М50.

Сучасними конструкційними елементами пазово-гребеневої конструкції для мурування стін товщиною 120, 250, 380, 510 мм є крупноформатні камені, марка за міцністю яких може бути М100...М150.

Перевагами такого матеріалу є високі теплоізоляційні властивості (коефіцієнт теплопровідності $0,29...0,34 \text{ Вт/(мК)}$) та можливість використання при зведенні одношарової конструкції зовнішньої стіни (для блоків товщиною 380...510 мм) без додаткового утеплення; висока паропроникність, стійкість до ультрафіолету, кислот і лугів, добра звукоізоляція, екологічна чистота, швидкість зведення стін (у 4 рази швидше, ніж мурування зі звичайної цегли), не вимагає розчину у вертикальних швах завдяки сполученню «паз-гребінь» (більше ніж у 4 рази зменшується витрата розчину порівняно з муруванням зі звичайної цегли), сумісність із різними видами

оздоблювальних матеріалів, зменшення витрати розчинів (штукатурки, клею) за рахунок отримання рівної поверхні стіни.

Загальні вимоги до керамічних виробів для *зовнішнього облицювання* визначаються естетичними міркуваннями та умовами експлуатації. Ці вироби повинні мати правильну форму, рівномірне забарвлення та не змінювати його з часом під дією вологи й газів, що містяться у повітрі, легко відчищатися від пилу та бруду; не пропускати вологу до основного матеріалу стіни, а також бути вогне- та морозостійкими.

Для оздоблення фасадів використовують лицьову цеглу та камені, клінкерну цеглу, килимову кераміку, плитки та плити різних розмірів, а також архітектурно-художню кераміку.

Деякі з указаних матеріалів можуть бути використані для ландшафтного дизайну при влаштуванні під'їздів, доріжок, оформленні садово-паркової зони (фонтани, клумби, малі архітектурні форми).

Лицьова цегла та камені призначені для мурування й одночасного облицювання зовнішніх стін будівель і споруд, вони можуть мати дві лицьові поверхні — поперечикову і довжилову.

Форму та розміри цегли, каменів і блоків слід розглядати як формотвірні елементи, які визначають масштаб і композицію будівель. З однієї і тієї ж стандартної цегли отримують не тільки стіни та їх облицювання, але й різні конструкції (арки, склепіння, куполи) та створюють архітектурні деталі (карнизи, пілястри), а також орнаменти, використовуючи різні види мурування, в тому числі «руський», фламандський, американський.

Оригінальне архітектурно-художнє оздоблення фасадів будівель здійснюється за рахунок використання різнокольорової гами виробів та офактурювання лицьової поверхні, широкого асортименту форм фасонних виробів (радіальна, кругла, арочна) для створення рельєфного оздоблення фасадів у вигляді виступів, впадин, карнизів, склепінь тощо.

Колористика цегли складається з трьох базових кольорів — жовтого, червоного і коричневого, в разі необхідності можна надати будь-який колір і

відтінок. При цьому вимогою є однотонність забарвлення лицьової цегли, призначеної для однієї будови. Лицьову цеглу виготовляють із червоних тугоплавких глин. Добираючи склад керамічних мас (шляхом використання шамоту та відповідних добавок) і регулюючи режим випалювання, можна виготовляти цеглу білого, кремового та інших кольорів.

Лицьові поверхні можуть бути гладкими, рифленими або офактуреними. Колір цегли або відповідає кольору нормально випаленого черепка, або визначається видом домішок, введених до складу сировини. Лицьові поверхні офактурених облицювальних виробів можуть бути одержані торкнуттям мінеральним дрібняком, ангобуванням, глазуруванням, двошаровим формуванням.

Розрізняють такі види лицьової цегли:

- *двошарову* — з рівномірно випаленим шаром кольорової глини (3...5 мм завтовшки), попередньо нанесеним на сирець;
- *ангобовану* — з матовим декоративним тонким шаром із кольорової глини;
- *глазуровану* — зі склоподібним блискучим кольоровим шаром; таку цеглу застосовують як декоративні вставки для надання фасаду будівлі архітектурної виразності.

Марка за міцністю лицьової цегли та каменів повинна бути М100 та вище, а для виробів із горизонтальним розташуванням порожнин — не менше М50. Водопоглинання лицьових виробів має бути не менше 6% за масою, але не більше 28 мас.% (залежно від виду використаної сировини), марка за морозостійкістю не менше Р25.

Клінкерна цегла — щільний керамічний виріб, виготовлений шляхом формування (пресування) шихти на основі тугоплавких глин із наступним випалюванням до повного спікання. Марки цегли за міцністю М400...М1000; за морозостійкістю не менше Р50, пористість не більше 5%, коефіцієнт теплопровідності 1,16 Вт/(мК), середня густина — 1900...2100 кг/м³, колір — від жовтого до темно-червоного. Її застосовують для облицювання цоколів та

фасадів, брукування доріг і тротуарів, влаштування підлог промислових будівель. Фасад, оздоблений кlinkерною цеглою, тривалий час не потребує ремонту, а можливість варіації різних кольорів та форм дозволяє створювати цікаві архітектурні композиції.

Кlinkерну плитку виготовляють екструзією (або термопресуванням) маси із глинистої сировини з добавками флюсів (для покращення спікання), шамоту (в тому числі і крупнозернистого), фарбувальних оксидів з випалюванням до спікання (температура може досягати 1360°C). Інколи плитку виготовляють глазурованою, але найчастіше — кольоровою неглазурованою. Основними перевагами кlinkерної плитки є висока морозостійкість, стійкість до дії агресивного середовища та механічних пошкоджень, зносостійкість, міцність, мінімальне водопоглинання, гігієнічність (легкість очищення від пилу та бруду), екологічність і декоративність. Кlinkерну плитку за сучасними технологіями випускають завдовжки 120...440 мм, завширшки 65...200, товщиною 7...9 мм.

Кlinkерна плитка «під цеглу» є економічно вигідним матеріалом, оскільки більш дешева, ніж облицювальна цегла, та довговічна. Її випускають прямокутною та квадратною розмірами 115x240, 240x240, 300x300 мм, товщиною 14 мм, але можна отримати і складніші форми, в тому числі кутові елементи, які дозволяють досягти повного імітування цегляного мурування. Кольорова гама кlinkерної плитки дуже різноманітна. Кlinkерна плитка відрізняється такими властивостями: міцність при згині — 25 МПа, при стиску — до 200 МПа, водопоглинання — менше 4 мас.%, морозостійкість — 25...50 циклів, маса 1 м² покриття — 1400...1900 кг, коефіцієнт теплопровідності змінюється від 0,45 до 0,9 Вт/(м К), стираність — 0,12 г/см². Кlinkерну плитку використовують під час проведення ремонтно-реставраційних робіт, оздоблення фасадів, цоколів, терас, балконів, басейнів, доріжок, елементів ландшафтного дизайну.

Плитки керамічні фасадні використовують для зовнішнього облицювання стін, стінових панелей, цоколів будинків і споруд.

Виготовляють їх прямокутними чи квадратними (від 50х50 до 300х150 мм, завтовшки 7 і 9 мм) з різними *координаційними розмірами*.

Цокольні глазуровані плитки відрізняються спеченим черепком із водопоглинанням не більше 5%. Технологія виготовлення передбачає покриття їх після сушіння прозорою або глухою глазур'ю. Використовують такі плитки для облицювання цоколів будівель і підземних переходів.

Крупнорозмірні керамічні плитки та плити виготовляють зі щільним черепком (водопоглинання менше 1 мас. %) розмірами до 1000х1000 мм, завтовшки 6... 10 мм. На фасаді ці плити кріплять за допомогою металевих розкладок. Такі вироби виготовляють як із традиційних керамічних мас, так і з мас із додаванням спеціальних пігментів.

Для оздоблення фасаду також застосовують *керамогранітні плитки* та великоформатні плити, які можуть мати товщину до 14 мм.

Ефективною сферою застосування керамограніту є оздоблення вентильованих фасадів.

Як деталь декоративного оформлення фасадів будівель різного призначення застосовується *килимово-мозайчна плитка*.

Архітектурна-художня кераміка призначена для художнього оздоблення будівель, інтер'єрів, переходів тощо. Залежно від призначення вироби бувають неглазурованими, глазурованими і ангобованими.

Керамічну черепицю застосовують для влаштування скатних покрівель громадських та житлових будівель завдяки вогнестійкості, стійкості до агресивних середовищ, екологічності та високим декоративним властивостям.

Черепиця за умови **формування** поділяється на **види**: штампована, пластичного формування та напівсухого формування та напівсухого пресування, а за конфігурацією – на типи, а саме: штампована-пазова, марсельська, голландська, S-подібна, мунк-нун, гребенева та гребенево-укрупнена; пластичного формування – стрічкова пазова, стрічкова плоска, стрічкова S-подібна, стрічкова-хвильова та стрічкова-гребенева; напівсухого пресування – плоска типу «бобровий хвіст».

Недоліки черепиці: велика маса, крихкість, значна трудомісткість влаштування покрівлі і необхідність підготовки міцної кроквяної системи з великим нахилом для швидкого стікання води (більше 30°). У випадку використання додаткової гідроізоляції кут нахилу даху може становити 22°.

ПРИКЛАДИ СТІНОВИХ КЕРАМІЧНИХ ВИРОБІВ



Рис. 5.5. Використання лицьової цегли для оздоблення фасаду



Рис. 5.6. Фасади оздоблені клінкерною плиткою

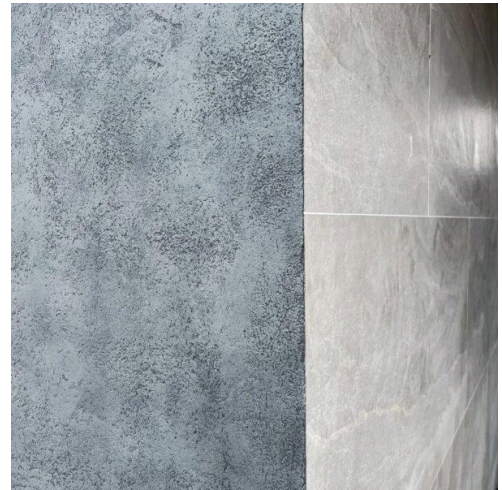


Рис. 5.7. Декорування фасаду керамогранітною плиткою



Рис. 5.8. Навісний вентиляований фасад із керамограніту та композитних панелей

ВИСНОВКИ

Керамічні матеріали й вироби — це матеріали, які одержують формуванням, сушінням і випалюванням глинистої або інших видів мінеральної сировини з різними добавками або без них.

Сучасну кераміку поділяють на *конструкційну* (цегла, камені), *декоративну* (облицювальні вироби — плити та плитки для зовнішнього та

внутрішнього оздоблення) та **функціональну** (спеціальні керамічні матеріали з електричними, магнітними, оптичними і теплофізичними властивостями).

Керамічні облицювальні матеріали в теперішній час надають респектабельний вигляд архітектурному об'єкту і є своєрідною альтернативою природним кам'яним матеріалам, що пов'язано не тільки з більш низькою вартістю, але й з меншою товщиною облицювальних виробів, що дозволяє влаштовувати навісні фасади, особливо при реконструкції існуючих будівель.

Стіни будинків з керамічних матеріалів є *паропроникними* (шкідливі речовини легко видаляються за рахунок фільтрації крізь стіни), мають відносно низький коефіцієнт теплопровідності та високу теплоємність взимку цегляні будівлі швидко прогріваються і добре зберігають тепло, а влітку чинять опір проникненню теплоти у приміщення.

Використовуючи ефективні теплоізоляційні матеріали, можна досягти комфортного мікроклімату і значно знизити втрати тепла та витрати на опалення.

Контрольні питання до лекції №5

1. Дайте визначення поняттю «кераміка».
2. Назвіть головні критерії, за якими класифікують керамічні матеріали.
3. Назвіть поділ кераміки за призначенням.
4. Назвіть основну сировину для виробництва керамічних виробів.
5. Назвіть основну технологічну властивість глини
6. Дайте визначення поняттю ***керамічні цегла, камінь, блоки***
7. Назвіть класифікацію керамічних виробів за теплотехнічними властивостями.
8. Де використовують рядові керамічні вироби, а де – лицьові.
9. Назвіть види лицьової цегли.

Лекція 6. Скло і вироби із мінеральних розплавів

План лекції

- 6.1. Загальні відомості про скло і вироби із мінеральних розплавів.
- 6.2. Властивості скла.
- 6.3. Сучасні світлопрозорі конструкції.

6.1. Загальні відомості про скло і вироби із мінеральних розплавів.

Матеріали цієї групи отримують шляхом швидкого охолодження силікатних розплавів. Характерною особливістю мінеральних розплавів є їх здатність при охолодженні переходити в *склоподібний стан* (аморфний різновид твердого стану), причому цей перехід є зворотним.

Скло – універсальний матеріал, який може бути *прозорим і непрозорим*, виконувати різні функції, в тому числі конструкційні та декоративні.

Головними критеріями класифікації будівельних матеріалів та виробів із мінеральних розплавів є вид сировини, її хімічний склад, характер макро-, мікроструктури, а також спосіб формування та призначення матеріалів і виробів.

Вміст, роль і сировинне джерело головних оксидів скла

Хімічний склад скла	Вміст оксиду, %	Призначення оксиду	Основна сировина
SiO ₂	71,6...72,5	Утворює каркас скла	Пісок, пісковик, кварц, кварцит
Na ₂ O	13...15	Прискорює процес скло утворення	Кальцинована сода, сульфат натрію
CaO	6,5...9	Підвищує хімічну і термічну стійкість	Вапняк, доломіт, крейда, мармур
MgO	3,8...4,3	Те саме	Доломіт, вапняк, крейда, мармур
Al ₂ O ₃	1,5...2,5	Підвищує міцність, хімічну і термічну стійкість, збільшує теплопровідність	Глинозем, польовий шпат, каолін

Д о п о м і ж н і сировинні матеріали вводять для поліпшення реологічних характеристик скломаси, прискорення її варіння й змінювання

властивостей скла: *окислювачі* (нітрати, сульфат натрію, селітра, миш'як, оксид марганцю), *відновлювачі* (кокс, тирса, вугілля, оксид олова), *прискорювачі* (фтористі сполуки, оксиди бору, барію), *барвники* (сполуки марганцю, кобальту, хрому, нікелю, міді, заліза), *освітлювачі* (селітра, оксид миш'яку, хлорид і сульфат натрію), *глушники* (сполуки фтору, фосфору, олова, сурми, цирконію).

Мінеральні розплави залежно від *виду вихідної сировини* поділяють на *скляні, шлакові, кам'яні*.

За *характером мікроструктури* матеріали поділяють на *аморфні* (що не містять чітко вираженої кристалічної фази, наприклад скло віконне та вітринне); *склокристалічні з вмістом кристалічної фази до 30 %* (представлені переважно декоративними облицювальними виробами, до яких відносять марблін, авантюринове скло, смальту, скляну крихту, склокристаліт) та *склокристалічні з вмістом кристалічної фази більше 30 %* (будівельний ситал, шлакоситал, петроситал, сигран, неопар'є).

За *характером макроструктури* матеріали на основі мінеральних розплавів поділяють на *щільні* (скло віконне марблін), *волокнисті* (вироби на основі мінеральної вати) та *ніздрюваті* (газо та піноскло).

За *оптичними властивостями* скло поділяють на *світлопрозоре та непрозоре (глушене)*.

За *технологією формування* розрізняють скло, отримане витягуванням, прокатуванням, литтям, пресуванням, а також флюат-способом.

За *призначенням* вироби з мінеральних розплавів класифікують як **конструкційні** (звичайне, листове, вітринне, безпечне скло), **конструкційно-теплоізоляційні** (склобок, склопакет, склопрофіліт), **теплоізоляційні** (скловата, мінераловатні вироби, газоскло), **архітектурно-декоративні** (вітраж, візерункове скло, дверні полотна з кольорового скла), в тому числі **облицювальні** (плитки з марбліту) та **спеціальні** (теплопоглинальне, термостійке скло).

*Сировиною для силікатних розплавів є поширені гірські породи (піски, базальти, діабазы, граніти, гнейси, сієніти, сланці, серпентини тощо), відходи промисловості (металургійні шлаки, золи та шлаки ТЕС, склобой). Сировинні матеріали для виробництва скла умовно поділяють на *основні й допоміжні*.*

Основні вихідні матеріали представлені кварцовим піском, вапняком (крейдою), польовими шпатами та содою.

Допоміжні матеріали вводять для покращення реологічних характеристик скломаси, прискорення її варіння, забарвлення, освітлювання й сприяння кристалізації.

Технологія виготовлення скла та виробів на його основі передбачає такі операції: підготовку сировинних матеріалів, приготування скляної шихти, скловаріння при температурі приблизно 725...1600°C, формування зі скломаси виробів та наступну механічну, термічну або хімічну обробку їх для підвищення експлуатаційних властивостей.

Формування виробів виконують різними методами: вертикальним та горизонтальним витягуванням, прокатуванням, пресуванням, видуванням, способом плаваючої стрічки (флюат-спосіб) тощо.

Найефективнішим способом формування листового скла є флюат спосіб, особливість його полягає в тому, що процес формування скла протікає на поверхні розплавленого олова.

Для покращення властивостей скла застосовують додатково термічну, механічну, хімічну або комплексну обробку. *Термічна* обробка передбачає гартування, *механічна* – полірування поверхні та нанесення м'яких або твердих покриттів, а *хімічна* – травлення, електрохімічну обробку поверхні або мікрокристалізацію.

Гартування застосовують для підвищення фізико-механічних характеристик скла і здійснюють нагріванням скла до пластичного стану з подальшим швидким охолодженням його поверхні.

6.2. Властивості скла.

Оптичні властивості скла характеризуються прозорістю, світлопропусканням, світлопоглинанням, світловідбиттям, світлорозсіюванням.

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

Головним недоліком скла є його крихкість: чим вона більша, тим при меншій деформації напруження відбувається руйнування матеріалу.

Густина скла змінюється в межах 2,45...2,55 г/см³

Термічна стійкість скла залежить як від хімічного складу, температурного коефіцієнта лінійного розширення.

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 складу.

Декоративні властивості скла обумовлені його оптичними властивостями – здатністю пропускати і поглинати світло, а також кольором, текстурою та фактурою поверхні.

Основні види скляних будівельних та спеціальних матеріалів

За призначенням будівельне скло може бути *конструкційним матеріалом* (для створення прозорих огорожувальних конструкцій), в тому числі *безпечним* (армоване, загартоване, багатошарове ламіноване), *декоративним* (кольорове та художнє, візерункове, дзеркальне) та *спеціальним* (теплопоглинальне, тепловідбивне, теплозахисне).

Таблиця 6.1

Основні марки і види листового скла

Марка скла	Товщина, мм	Вид скла	Рекомендована галузь застосування
M ₀	2...6	Дзеркальне поліроване	Виготовлення високоякісних дзеркал, вітрового скла легкових автомобілів
M _I	2...6	Дзеркальне	Виготовлення дзеркал загального призначення, безпечного скла транспортних засобів
2	2...6	Технічне поліроване	Виготовлення декоративних дзеркал, безпечного скла транспортних засобів
M ₃	2...6	Віконне поліроване	Високоякісне скління світлопрозорих конструкцій
M ₄	2...6	Віконне неpolіроване	Скління світлопрозорих конструкцій, безпечного скла для сільськогосподарських машин
M ₅	2...6	те саме	Скління світлопрозорих конструкцій
M ₆	6,5...12	Вітринне поліроване	Високоякісне скління вітрин, вітражів
M ₇	6,5...12	Вітринне неpolіроване	Скління вітрин, вітражів, кіхборів

Листове скло призначене для створення світлопрозорих будівельних городжувальних конструкцій, засобів транспорту, меблів, а також виготовлення скла з покриттям, дзеркал, скла загартованого скла багат шарового, склопакетів та інших виробів будвельного технічного і побутового призначення. Має закінчену, оброблену у заводських умовах лицьову поверхню та одночасно є оздоблювальним матеріалом.

Віконне скло - неpolіроване або polіроване прозоре листове скло завтовшки до 6 мм, що призначене для скління світлопрозорих конструкцій.

Вітринне скло – неpolіроване або polіроване прозоре скло завтовшки від 6 до 12 мм.

Безпечне скло – використовують у багатолюдних місцях, до нього відносять армоване, загартоване та багатошарове (триплекс).

Армоване кольорове та безбарвне скло – листове скло, яке виготовляють методом безперервного прокатування з одночасним армуванням металевою сіткою.

Загартоване плоске скло у 10 разів міцніше за звичайне.

Багатошарове ламіноване скло – складається з декількох листів, склеєних прозорою еластичною плівкою.

Різновидом такого скла є *захисне*, що не руйнується під дією навантажень.

До групи *захисних* також відносять протипожежне скло, яке захищає від вогню, диму і високої температури.

Різновидом багатошарового скла є *моліруване (гнутое) скло*. Використовується для виготовлення декоративних елементів при оздобленні приміщень.

Термічно polіроване скло випускають двох видів: *дзеркальне* – для виготовлення виробів, до яких висувають підвищенні вимоги щодо оптичних показників: дзеркала, спеціальні вироби; *технічне* – для скління засобів транспорту, меблів, будівельних споруд.

Декоративне (кольорове та художнє) скло виготовляють із кольорової скломаси. Його отримують додаванням барвників безпосередньо до скломаси у процесі виробництва.

Кольорове прозоре скло використовують для декоративного скління, торгових та громадських споруд, дверних фільонок і перегородок, а також для скління веранд, бесідок, при виготовленні вітражів.

Тоноване, кольорове, дзеркальне скло отримують нанесенням відповідних типів плівок.

Візерункове кольорове або безбарвне скло виготовляють методом безперервного прокатування.

Різновидами візерункового скла є стекла типу *«Мороз»* та *«Заметіль»*. Скло *«Заметіль»* має на поверхні хвилеподібний візерунок з матовими виступаючими проміжками. Скло *«Мороз»* має на одній поверхні візерунок, що не повторюється і нагадує морозні малюнки.

Кришталь – особливий вид декоративного скла.

Богемське скло - дуте скло, яке виготовляється в Чехії вручну.

До **спеціальних** видів відносять: листове скло, що пропускає або вбирає ультрафіолетові промені, тепловбирне, тепловідбивне, скло з напівпрозорим дзеркальним покриттям, теплозахисне, теплопровідне термічно поліроване, зміцнене тощо.

Скло теплопоглинальне належить до групи сонцезахисних і відрізняється зменшеним світлопропусканням видимої частини спектру, особливо інфрачервоних променів, що сприяє зменшенню сорнячної радіації.

Сонцезахисні стекла мають високу здатність до поглинання інфрачервоних променів. Використовуються у будинках із кондиціонерами і підвищеними вимогами до захисту об'єктів та устаткування всередині приміщень від інфрачервоних променів (музеї, виставкові зали, бібліотеки тощо).

Теплозахисні та теловідбивні стекла – це поліровані стекла, відомі як низькоемісійні, з плівковими оптичними покриттями на основі ксидів металів.

Низдрюваті та волокнисті матеріали зі скла використовують переважно для тепло- та звукоізоляції будівель і промислового обладнання.

Ніздрювате скло – штучний силікатний матеріал із рівномірно розміщеними порами, розділеними тонкими перегородками зі склоподібної речовини. За технологією отримання розрізняють *піно-* та *газоскло*.

Волокнисті матеріали та вироби. Виробництво *скляного волокна* та *вати* ґрунтується на здатності розм'якшеної скломаси витягуватися в тонкі нитки. Залежно від виду вихідної сировини отримують *шлакове, скляне, мінеральне волокно*.

Скловолокно використовують для виготовлення *рулонних або гнучких матеріалів*.

Скловата – це волокнистий утеплювач, який має низьку теплопровідність, високу вібростійкість і високу стискуваність.

На основі скловати виготовляють м'які вироби, які використовують для конструкцій, що працюють без навантажень.

Плити зі скловати використовують для ізоляції будівельних конструкцій, покрівлі, зовнішніх стін, цокольних і підвальних приміщень, внутрішніх конструкцій.

Скляні оптичні волокна – виготовляють із оптично прозорого матеріалу (кварцевого скла).

Використання - використання ниток із торцевим ефектом освітлення, є створення з багатьох сяючих яскравих крапок різнокольорового поля, що динамічно змінюється, - «зоряного неба».

Скляні паркани є новим видом огорож, який має не лише візуальну крихкість, але є досить надійною системою з високими декоративними і функціональними властивостями і складається із загартованого скла або скла типу триплекс.

Конструкція паркану складається з фундаменту, полотна скла певного розміру і несучої частини у вигляді стовпів, колон тощо. Скляні паркани використовують для огороження заміського будинку, котеджу, території ресторану, відкритих літніх майданчиків. Скляні огороження зазвичай мають висоту не більше 1300 мм і не вимагають влаштування масивного фундаменту.

Останнім часом також поширюються художньо-просторові та архітектурно-конструктивні прийоми використання виробів зі скла при формоутворенні всіляких навісів, альтанок та міських меблів.

Використання скла при створенні світлопрозорих фасадів відіграє значну роль у формуванні екстер'єру громадських, промислових житлових будівель і споруд. Скляні поверхні в будівлях виконують одразу дві функції - забезпечують освітлення приміщень та беруть участь у формуванні їхнього архітектурного вигляду.

До світлопрозорих конструкцій відносять усі види оздоблення фасадів і покрівлі, виконані з прозорих матеріалів, в тому числі зимові сади, світлопрозорі ліхтарі та купола.

Скляні куполи - світлопрозорі елементи у конструкціях даху, які використовують для створення природного освітлення великорозмірних приміщень, громадсько-адміністративних будівель, культурних і розважальних центрів.

Зенітні ліхтарі також відносять до скляних куполів - це скляний дах для пропускання сонячного світла у приміщення, що обмежено внутрішніми стінами.

Склопакети – елементи, виготовлені з 2-х або 3-х листів скла, з'єднаних по периметру так, що між ними утворюється герметично замкнена порожнина (їх називають, відповідно, одно- або двокамерними - за кількістю порожнин між склом).

Скляна черепиця призначена для прихильників великих світлих приміщень. Можна застосовувати, наприклад, для створення козирків, а також покрівель мансард, альтанок. Деякі виробники пропонують при створенні даху з такої черепиці застосовувати альтернативну систему нагрівання з використанням сонячної енергії. Покрівля має гарний вигляд, є довговічною, істотно підвищує освітлення кімнат та горища, а для надання додаткового декоративного ефекту можна застосовувати світлодіодне освітлення.

Системи скління. Постійне зростання вимог щодо огорожувальних конструкцій привело до появи нових конструктивних рішень. Сьогодні фасади виконують деякі додаткові функції, що передбачають використання сонячної енергії світла, а також участь у системі природної вентиляції та енергозбереження. Останнє спонукало до створення рухомих фасадних елементів, здатних змінювати ступінь впливу шкідливих факторів зовнішнього середовища на об'єкти, що споруджуються. Використання склопакетів дозволило істотно розширити сферу використання скла внаслідок зменшення шумового впливу довкілля та підвищення рівня теплоізоляції.

6.3. Сучасні світлопрозорі конструкції.

Сучасні світлопрозорі конструкції (або системи) можна поділити на три типи:

- **стояково-ригельна система** - добре відома конструкція, що складається з вертикальних і горизонтальних алюмінієвих профілів із видимими зі сторони фасаду будови притискувальними планками товщиною 50...60 мм, призначеними для механічної фіксації склопакетів;

- **напівструктурна система**, що наближається до попередньої, але дозволяє відмовитися від одного типу притискувальних планок (горизонтального або вертикального); шви між склопакетами, що не закриті планками, герметизують силіконовою мастикою;

- **система структурного скління** включає несучу раму, зібрану з алюмінієвих стояків і ригелів, до якої з зовнішньої сторони приклеюють склопакети.

Сучасні інноваційні архітектурні рішення з урахуванням балансу між збереженням енергії та комфортом споживачів передбачають використання навісних та інтелектуальних фасадів, а також фасадів із подвійним склінням.

Подвійне скління фасадів передбачає наявність повітряного прошарку, що використовується як буферна зона. Таким чином досягається ізоляція між зовнішньою та внутрішньою частинами конструкції, що забезпечує

теплоізоляцію взимку і захист від сонця влітку. Згідно з проведеними дослідженнями, будівлі з подвійним склінням здатні зменшити витрату енергії на 65% і скоротити емісію CO₂ на 50%.

До переваг фасадів з подвійним склінням можна віднести природну вентиляцію, вікнами, забезпечується внутрішніми відкриваються незалежно від вітрових навантажень навіть на верхніх поверхах хмарочосів. Також такі фасади мають високі акустичні характеристики. Навісні фасади це системи планарного скління (з точковим кріпленням скла), або «спайдер»-системи.

конструкції, що забезпечує теплоізоляцію взимку і захист від сонця влітку. Згідно з проведеними дослідженнями, будівлі з подвійним склінням здатні зменшити витрату енергії на 65% і скоротити емісію CO₂ на 50%.

Для відтворення фасадів використовують скло з високим світлопропусканням і мінімальним світловідбиттям.

Спайдер-системи придатні не тільки як навісні фасади, але й для влаштування козирків, для поділу внутрішніх об'ємів будівлі та оформлення інтер'єрів.

Інтелектуальні фасади - це фасади з «розумним склом», відомим як смарт-скло. Смарт-скло - композиційний матеріал, що складається з шарів скла різного складу і застосовується в архітектурі для виготовлення світлопрозорих конструкцій (вікон, перегородок, дверей).

Для відтворення фасадів використовують скло з високим світлопропусканням і мінімальним світловідбиттям.

Спайдер-системи придатні не тільки як навісні фасади, але й для влаштування козирків, для поділу внутрішніх об'ємів будівлі та оформлення інтер'єрів.

Інтелектуальні фасади - це фасади з «розумним склом», відомим як смарт-скло. Смарт-скло - композиційний матеріал, що складається з шарів скла різного складу і застосовується в архітектурі для виготовлення світлопрозорих конструкцій (вікон, перегородок, дверей).

При оформленні інтер'єру використовують як *конструкційні, так і облицювальні* скляні матеріали та вироби, причому деякі матеріали, що були розглянуті при опорядженні фасадів, можуть бути використані також і в інтер'єрі.

Скляні порожнисті блоки (склоблоки) - це вироби з герметично закритою порожниною, утвореною внаслідок поєднання двох відпресованих скляних пластин. Кожна половина зроблена зі скла товщиною 6..9 мм. Повітря, що знаходиться в середині склоблока, надає матеріалу покращених теплозберігаючих та звукоізоляційних властивостей.

Перевагами склоблоків є те, що вони довговічні, гігієнічні, пропускають світло, мають багату кольорову палітру, не горять, є вогнестійкими (у випадку пожежі стіни зі склоблоків залишаються непошкодженими 60 хв), не вицвітають на сонці, є теплозберігаючими та звукоізоляційними.

Істотними недоліками склоблоків є *складність влаштування конструкцій з них та неможливість прокладання в них комунікацій*. Зазвичай для укладання склоблоків використовують спеціальні сухі будівельні суміші на основі білого або звичайного портландцементу.

Скляні конструкції. До скляних конструкцій відносять перегородки, дверні полотна, огороження сходів та сходи, скляні підлоги, стелі, а також деталі інтер'єру (наприклад, крупнорозмірні акваріуми).

Скляні перегородки встановлюють у офісах і банках, використовують для оформлення входу у будівлю, на виробничих дільницях, при влаштуванні блоків-секцій в приміщеннях для адміністрації, служби охорони. Їх поділяють на стаціонарні та мобільні.

Нові матеріали, отримані за інноваційними технологіями

Скло – хамелеон, сонцезахисне скло, скло з нанесеною \гель-плівкою, скло з нанесеним рисунком, с і спеціальних чорнил, скло з нанесеним рисунком за допомогою цифрового друку, антиблікове скло, скло, що світиться у темряві, технологія «moving colors», листове декоративне скло

«Домаско», плавлене декоративне скло, дзеркальна мозаїка, лазерне 3D гравірування.

ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ СКЛА В ДИЗАЙНІ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА



Рис. 6.1. Безрамне скління балконів



Рис. 6.2. Безрамне скління - паркани

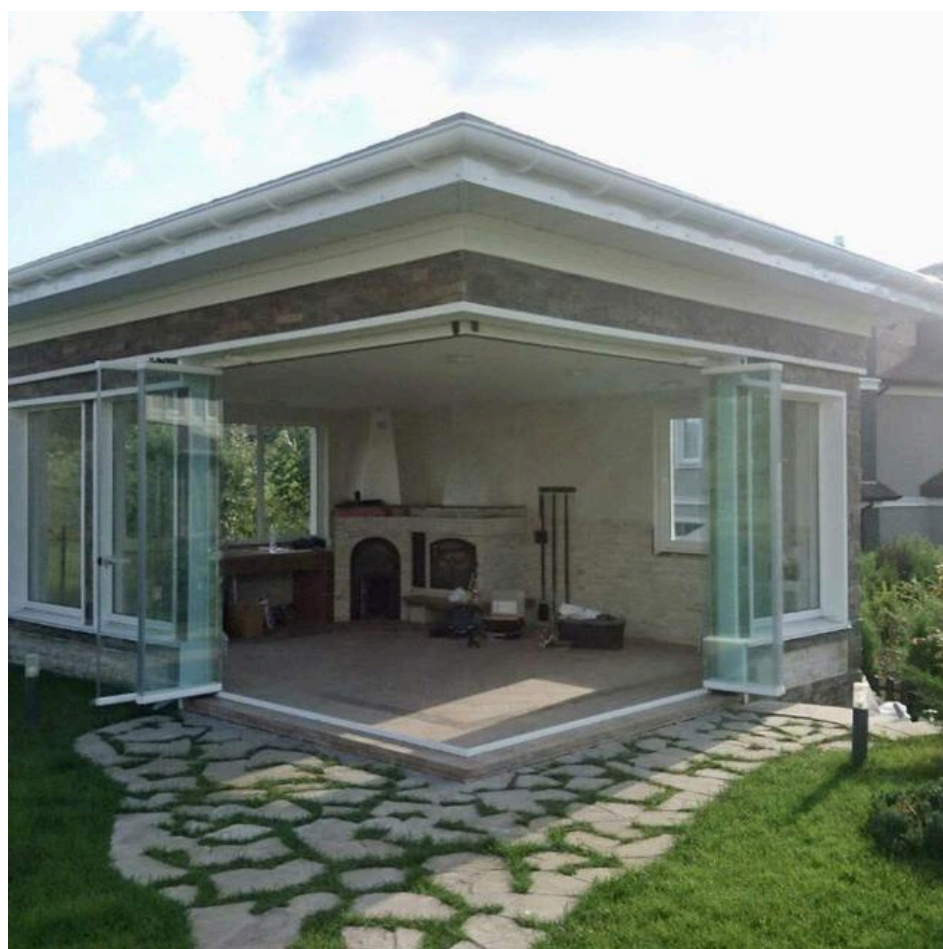


Рис. 6.3. Скління тераси



Рис. 6.4. Світлопрозорі конструкції,
використані для зимових садів



Рис. 6.5. Склопрофіліт



Рис. 6.6. Дах зі скляної черепиці



Рис. 6.7 (а). Склоблоки в інтер'єрі



Рис. 6.8 (б). Склоблоки в інтер'єрі



Рис. 6.9. Скляні поли



Рис. 6.10. Бульбашковий водоспад

ВИСНОВКИ

Таким чином, при застосуванні скляних матеріалів та виробів у проектуванні архітектурного середовища слід враховувати наступне:

- Скло відрізняється багатофункціональністю, оскільки є конструкційним та оздоблювальним матеріалом з покращеними декоративними властивостями. Унікальною властивістю скла є **прозорість і висока щільність**, що забезпечує візуальний зв'язок людини з архітектурним середовищем і надає можливість природного освітлення приміщень.

- Скло та матеріали й вироби на його основі при певних умовах експлуатації характеризуються **атмосферостійкістю, біостійкістю, стійкістю** до впливу перепадів температур, вологи та сонячної радіації.

- Огороджувальні та оздоблювальні вироби зі скла (склопакети, склопрофіліт, скляні порожнисті блоки) мають **низьку теплопровідність, високу міцність і вогнестійкість**.

За показниками тепло- та звукоізоляції скляні фасади не поступаються керамічним. Скляним матеріалам при створенні конструкцій можна надавати додаткові функції, наприклад, участь у системі природної вентиляції та енергозбереження, що сприяє зменшенню ступеня впливу шкідливих факторів зовнішнього середовища на споруджувані об'єкти.

- **Світлопрозорість скла** у поєднанні з відносно високими **тепло- і звукоізоляційними властивостями** розширює сфери його застосування. **Теплоізоляційні матеріали** на основі скла (мінеральна вата та вироби на її основі, ніздрювате скло) характеризуються високими теплоізоляційними та акустичними властивостями, що дозволяє вирішити питання енергетичної ефективності будівель, створити акустичний комфорт, забезпечити пожежну безпеку та здоровий мікроклімат у приміщенні.

- **Скляні матеріали** в основному є нетоксичними, негорючими та пожежобезпечними, але звичайне скло починає руйнуватись при температурі приблизно 80°C. Слід зауважити, що деякі мінераловатні вироби з вмістом полімерної зв'язуючої речовини можуть виділяти токсичні речовини під час

виготовлення та використання, особливо під впливом підвищених температур.

З використанням скла та виробів на його основі розширюються можливості *створення унікального інтер'єру та екстер'єру* за рахунок застосування оптичних ефектів, що досягаються сполученням матових і гляансових поверхонь, зміни блиску й кольору залежно від освітлення, сполученням прозорих і непрозорих елементів, розширенням простору при використанні дзеркального скла. Сучасне скло, або смарт-скло, не тільки є багатофункціональним, а й чутливим до зовнішніх умов: освітленості (фотохромізм), температуру.

Слід також враховувати такі особливості скляних матеріалів та виробів, як висока енергоємність процесу отримання, складність технологічного процесу, крихкість більшості матеріалів, обмежена термостійкість.

Контрольні питання до лекції 6

1. Дайте визначення поняттю «скло».
2. Назвіть основні властивості скла.
3. Назвіть унікальні властивості скла.
4. Охарактеризуйте волокнисті матеріали та вироби.
5. Наведіть приклади використання скляних конструкцій.
6. Нові матеріали, отримані за інноваційними технологіями.

Лекція 7. Загальні відомості та класифікація металів і сплавів

План лекції

- 7.1. Загальні відомості металів і сплавів.
- 7.2. Класифікація металів і сплавів.
- 7.3. **Основні властивості металів.**
- 7.4. Вироби з металів.

7.1. Загальні відомості металів і сплавів.

Чавун — це сплав заліза з вуглецем, вміст якого становить понад 2,14%. Його виплавляють у доменних печах. Принцип одержання чавуну в доменній печі полягає у відновленні заліза, насиченні його вуглецем та іншими домішками — манганом, сульфуром, фосфором тощо.

У процесі доменної плавки можна одержати: переробний (білий) чавун, який використовують переважно для виробництва сталі; ливарний (сірий) чавун, з якого виробляють чавунні відливки, феросплави з підвищеним вмістом мангану та силіцію, в тому числі феросиліцій із вмістом силіцію понад 9%; феромарганець із вмістом мангану понад 70%; дзеркальний чавун із вмістом до 25% мангану і до 2% силіцію, які використовують як домішки при виробництві сталі.

Залежно від вмісту та структурної форми графіту чавун поділяють на *білий (не містить графіт), сірий (містить графіт у вигляді пластин), ковкий (графіт у формі пластівців), високоміцний (містить графіт у вигляді сфероїдів)*.

Білі чавуни — це сплави, в яких практично весь вуглець перебуває у зв'язаному стані — у вигляді цементиту. Ці чавуни мають високу твердість та крихкість і практично не обробляються ні різанням, ні тиском.

Сірі чавуни характеризуються наявністю в структурі вуглецю у вільному стані — у вигляді графіту пластинчастої форми. Вміст вуглецю становить 2,4...3,8%; чим більше вуглецю, тим більше у сірому чавуні утворюється графіту і тим нижчі його механічні властивості.

Сірі чавуни поділяють *на власне сірі, високоміцні, леговані та ковкі*. Незважаючи на низькі механічні властивості, сірі чавуни мають ряд позитивних властивостей, а саме: високі ливарні якості, добрі антифрикційні властивості (за рахунок дії графіту як твердого мастила), високу жаро-корозійну стійкість. Із сірих чавунів виготовляють елементи будівельних конструкцій, у тому числі і таких відповідальних, як опорні частини залізобетонних балок, ферм, тунелі метрополітену та башмаки під колони.

Чавун із вермикулярним графітом (ЧВГ) — це «наймолодший» з усіх видів чавуну. Він поєднує в собі високі ливарні, механічні та теплофізичні властивості, отже, придатний для виливання деталей складної конфігурації, в тому числі тонкостінних, що витримують значні силові і теплові навантаження.

Сталь — ковкий сплав заліза з вуглецем (та іншими елементами), вміст вуглецю в сталі становить не більше 2,14% і не менше 0,022%, а вміст заліза повинен становити не менше 45%. Вуглець надає сплавам заліза міцності, твердості, знижуючи пластичність і в'язкість.

Вуглецеві сталі — це сталі, що не містять легуючих елементів. Залежно від вмісту вуглецю, сталі поділяють на низьковуглецеві (до 0,25%), середньовуглецеві (0,25...0,6%) та високовуглецеві (більше 0,6%).

Сталі поділяють *на конструкційні* (містять до 0,8% вуглецю), *інструментальні* (приблизно до 2% вуглецю), *нержавіючі* (леговані хромом), *жаростійкі та високоміцні*.

Жаростійка (окадиностійка) сталь є стійкою до корозії у газових середовищах при температурах вище 550°C.

Високоміцна сталь — сталь із границею міцності не нижче 1800...2000 МПа. Для досягнення високої міцності сталь повинна мати також і високий опір крихкому руйнуванню.

Нержавіюча сталь — складнолегована сталь, стійка до корозії в атмосферних умовах та при дії агресивних середовищ, яка містить, крім хрому, домішки N1, Мп, Ті, N6, Со, Мо. Опір корозії нержавіючої сталі

залежить від вмісту хрому: при його вмісті 13% і вище сплави не іржавіють у звичайних умовах і слабоагресивних середовищах, більше 17% — є корозійностійкими і у більш агресивних середовищах, наприклад, в нітратній кислоті! концентрацією до 50%. Для сплавів, що працюють у кислотах (сульфатній, хлорній, фосфатній) використовують складнолеговані сплави з високим вмістом Мі і присадками Мо, Си, 8і.

Інструментальна вуглецева сталь — сталь із вмістом вуглецю від 0,7% і вище, характеризується високою твердістю та міцністю, використовується для виготовлення інструмента. Інструментальна вуглецева сталь поді-

ляється на якісну та високоякісну. Вміст сульфуру і фосфору в якісній інструментальній сталі — 0,03% и 0,035%, у високоякісній — 0,02% і 0,03% відповідно.

Конструкційна сталь використовується для виготовлення різних деталей, механізмів та конструкцій у машинобудуванні та будівництві і має визначені механічні, фізичні та хімічні властивості. Конструкційні сталі залежно від вмісту шкідливих домішок сульфуру та фосфору поділяють на декілька підгруп:

- *звичайної якості* (S 0,05%, P 0,04%);
- якісні* (S 0,04%, P 0,35...0,04%);
- *високоякісні* (S 0,02%, P 0,03%).

Вуглецеві сталі, повністю розкислені після плавлення, називають *спокійними* (СП), розкислені частково — *напівспокійними* (НС) і *киплячими* (КП). Спокійні сталі твердіють без помітного виділення газів. Порівняно із напівспокійними та киплячими сталями, їм притаманні кращі міцнісні властивості, але водночас менший вихід металу при прокатуванні і вища вартість.

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

Конструкційні сталі використовують для виготовлення деталей, вузлів машин та механізмів. Для будівельних конструкцій застосовують переважно *конструкційну вуглецеву сталь*, що містить 0,65...0,70% вуглецю.

З інструментальної сталі виготовляють різальний, штампувальний та вимірювальний інструмент.

Істотним недоліком вуглецевих сплавів є зменшення їх пластичності та в'язкості із підвищенням вмісту вуглецю. Для покращення властивостей вуглецевих сталей до їх складу вводять спеціальні легуючі елементи (домішки).

Легована сталь містить спеціальні домішки, які покращують її технологічні та експлуатаційні властивості. Залежно від вмісту цих домішок, розрізняють сталі: низько- (до 2,5%), середньо- (2,5... 10%) та високолеговані (більше 10%). Додавання легуючих елементів приводить до покращення механічних, фізичних та хімічних властивостей. Наприклад, додавання хрому сприяє підвищенню міцності та зносостійкості, мангану — твердості, міцності, силіцію — твердості, пружності, міцності, купруму — корозійної стійкості.

Кольорові метали, на відміну від чорних, мають вищу пластичність при нормальних температурах, є більш тепло- і електропровідними, корозій-нестійкими, мають нижчу температуру плавлення. У будівництві кольорові метали використовують у вигляді сплавів.

Алюміній і його сплави. З усіх кольорових металів у будівництві найпоширенішим є алюміній. Його масова частка у земній корі становить 8,8%, густина — 2,7 г/см³, температура плавлення — 660°C. Алюмінієвими рудами є боксити, нефеліни, апатити й алуніти. Для виробництва алюмінієвих сплавів, фольги, кабельних і струмопровідних виробів використовують алюміній технічної чистоти, який містить 0,15... 1 % домішок.

Сплави з алюмінію поділяють на дві групи: *сплави, що деформуються*, з яких прокатуванням, пресуванням, волочінням отримують різноманітні вироби, та *ливарні*, призначені для виготовлення відливок. Найтиповіші алюмінієві сплави, що деформуються (типу дюралюмінію), містять 2,2...5,2%

Си; до 1,75% Мґ; до 1 % Зі; до 1 % Ре та до 1 % Мп.

Ливарні алюмінієві сплави містять підвищену кількість силіцію, купруму, магнію, цинку. Серед ливарних алюмінієвих сплавів найпоширеніші силуміни — сплави алюмінію із силіцієм (в кількості 4... 13%). Ці сплави мають високі ливарні якості, малу усадку та пористість, вони тверді і міцні. Ливарні сплави застосовують для виготовлення виробів і деталей, які несуть високі та середні статичні або ударні навантаження і працюють в умовах контакту з корозійними середовищами.

Для будівельних конструкцій використовують сплави з магнієм (магналії), які відрізняються здатністю до зварювання та високою корозійною стійкістю; сплави з магнієм та силіцієм (авіалії); сплави з купрумом та магнієм (дюралюміні), що мають високу міцність, але меншу корозійну стійкість порівняно з магналіями. Сплави алюмінію використовують для виготовлення зварних деталей, трубопроводів, бункерів та інших деталей і виробів.

Мідь — це метал густиною 8,94 г/м³; температура плавлення якого становить 1083°C, міцність у відпаленому стані — $\sigma_b = 250$ МПа, твердість — 45 НВ, пластичність — 45%. Як конструкційний метал чисту мідь у машинобудуванні використовують рідко. Частіше її застосовують для утворення сплавів, у тому числі латуні, бронзи, мельхіору, нікеліну.

Латунями називають сплави міді з цинком. Цинк із міддю у кількості до 39% утворює твердий розчин α -латунь. При більшому вмісті цинку в сплавах утворюється β -твердий розчин. Двофазні латуні називають ($\alpha + \beta$) — латунями. Наявність у структурі міцнішої та твердішої β -фази сприяє підвищенню міцності латуні, проте знижує її пластичність. Однофазні латуні підлягають обробці тиском, а двофазні — різанням або для лиття.

Бронзи — це сплави міді з такими легуючими елементами, як олово, алюміній, берилій, силіцій. Серед бронз особливе місце займають берилієві, які містять близько 2% Ве. Після гартування при температурі 780°C і старіння при 300°C вони мають міцність $\sigma_b = 1300$ МПа, твердість 370 НВ, високу пружність і корозійну стійкість; застосовуються для виготовлення пружин, мембран, слюсарного інструмента тощо.

Титан належить до легких металів, його густина 4,5 г/см³; міцність

$\sigma_b = 300 \dots 500$ МПа; відносне видовження до 30%; твердість і 15...165 НВ; йому притаманна висока корозійна стійкість. Механічні властивості титану поліпшуються при легуванні його елементами Al, Cr, Mo тощо.

Нікель — це метал білого кольору густиною $8,9 \text{ г/см}^3$, температура плавлення становить 1455°C . Це один із важливих промислових металів. Чистий нікель має високу міцність ($\sigma_b = 400 \dots 500$ МПа), пластичність (видовження становить 50%), є хімічно стійким. Сплави на основі нікелю відрізняються підвищеною міцністю, жаро- та корозійною стійкістю, особливими електричними та магнітними властивостями.

Олово та свинець (істинна густина $7,3$ і $11,3 \text{ г/см}^3$ відповідно) мають низькі температури плавлення (232 і $327,4^\circ\text{C}$), малу міцність ($\sigma_b = 20$ і 18 МПа), але високу пластичність ($\epsilon = 40 \dots 50\%$). Технічне олово застосовують для лудіння металів і виготовлення фольги; свинець — для футерування електролітичних ванн, виготовлення фольги і кабельних оболонок. Сплави олова та свинцю з іншими елементами використовують як антифрикційні матеріали та легкоплавкі припої.

Тугоплавкі метали та їх сплави використовують в авіаційній, космічній і ядерній техніці, приладобудівній та хімічній промисловості. Значна кількість цих металів витрачається для легування залізобетонних сплавів (сталей і чавунів) та деяких кольорових металів.

Спечені порошкові матеріали поділяють на конструкційні, інструментальні та електротехнічні.

Конструкційні порошкові матеріали — це насамперед антифрикційні та фрикційні матеріали, пористі матеріали для фільтрів.

Антифрикційні матеріали — композиції, які отримують пресуванням та спіканням порошків заліза або бронзи з $2 \dots 5\%$ графіту. Умови пресування та спікання вибирають такими, щоб пористість матеріалів становила близько $15 \dots 30\%$. Після спікання матеріали просочують мінеральним маслом. Своєрідна структура (графіт і заповнені маслом пори) забезпечують цим матеріалам малий коефіцієнт тертя, високу стійкість до спрацювання та здатність працювати у багатьох випадках без додаткового змащування.

Фрикційні матеріали мають високий коефіцієнт тертя, тому їх застосовують для виготовлення деталей гальмівних пристроїв, дисків зчеплення тощо. Виготовляють ці матеріали на залізній та мідній основах із домішками свинцю, графіту або азбесту. Матеріали на залізній основі призначені для роботи в умовах сухого тертя, а на мідній — у масляному середовищі.

Інструментальні порошкові матеріали — це тверді сплави. Виготовляють їх із порошків карбідів WC , TiC і TaC з додаванням порошку кобальту. Ці матеріали відрізняються твердістю, стійкістю до спрацювання, міцністю, теплостійкістю, що сягає $900\ldots 1000^\circ\text{C}$. За своїми різальними властивостями інструменти, оснащені твердими сплавами, значно кращі, ніж інструменти з легованих інструментальних сталей.

Тверді сплави поділяють на три групи: вольфрамові ВК, титановольфрамові і титанотанталовольфрамові.

7.3. Основні властивості металів

Особливості структури металів обумовлюють їх 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 ($22,5\text{ г/см}^3$). Метали з густиною до 5 г/см^3 відносять до легких, а з густиною більше 5 г/см^3 — до важких. Більшість металів є важкими.

Висока електро- та *теплопровідність* металів обумовлюються більшою рухливістю вільних електронів, а висока *пластичність* — періодичністю їх атомної будови та відсутністю спрямованості металевого зв'язку.

При пластичній деформації (кування, прокатування) металу зв'язок між іонами не порушується. Метали відрізняються температурами плавлення (ртуть — 39°C , а вольфрам — 3370°C), твердістю (найм'якіший — свинець, можна подряпати навіть нігтем, найтвердіший — хром). Деякі метали мають магнітні властивості і тому називаються феромагнітними (ферум, кобальт,

нікель). При нагріванні до певної температури ці метали втрачають магнітні властивості, наприклад, ферум змінює свої характеристики при $t=770^{\circ}\text{C}$, кобальт при $t = 1100^{\circ}\text{C}$, нікель при $t = 350^{\circ}\text{C}$. Основні властивості металів, що використовують у будівництві, наведені у таблиці 8.1.

Кольорові метали, на відміну від чорних, мають вищу пластичність при нормальних температурах, більшу стійкість проти корозії, більш тепло- і електропровідні, мають нижчу температуру плавлення.

Таблиця 8.1.

Хімічний елемент	Істинна густина, г/см ³	Теплоємність, Дж/кг·К	Температура плавлення, °C	Твердість, НВ	Міцність при стиску, МПа	Відносне видовження, %	Питомий електричний опір, Ом·м·10 ⁻⁶
Al	2,7	0,88	660,0	280	90	40	0,026
Fe	7,87	0,45	1539,0	800	170...210	40	0,106
Cu	8,96	0,38	1083,0	45	250	45 (60)	0,045
Zn	7,13	0,12	419,5	360	80	12	0,057
Ni	8,9	0,38	1453,0	350	400...500	50	0,017
Pb	11,3	0,23	327,4	50	18	40	0,015
W	19,3	0,13	3410,0	2900	1100	—	0,050

7.4. Вироби зі сталі

Стальні конструкції виготовляють із прокатних виробів, а також із гнутих та зварних профілів. Найчастіше використовують прокатні вироби, які поділяють на чотири групи: сортовий металопрокат (сортovu сталь), листовий прокат (листову сталь), фасонний металопрокат (спеціальні види прокату), труби. З прокатних профілів складають найрізноманітніші гратчасті та суцільні конструкції: колони, балки, бункери, щогли, башти, трубопроводи, резервуари тощо.

Сортovий металопрокат включає арматуру, балки, катанку, квадрат, смуги, рельси тощо. До *фасонного металопрокату* належать швелер, кутик, до *листового* — лист гарячекатаний, лист холоднокатаний, лист оцинкований, профнастил.

Арматура — основний вид спеціального прокату для армування

залізобетонних конструкцій.

Арматуру за умовами використання в залізобетонних конструкціях поділяють на ненапружену й попередньо напружену; за способом виготовлення — на стержневу (клас А), дротяну (клас Б) та дротяні вироби, наприклад канати (клас К).

Одним із перспективних матеріалів у будівництві є *профільований настил* (профнастил — профіль сталевий гнутий із гофрами), який виготовляють зазвичай із рулонної оцинкованої та холоднокатаної сталі (товщиною 0,5...1,5 мм), також з алюмоцинковим покриттям.

Профнастил завдяки легкій і жорсткій конструкції доцільно застосовувати для будівництва гаражів, тентів-черепашок, зупинок громадського транспорту, торгових кіосків, павільйонів, складів та ангарів.

Одним із видів *сучасних матеріалів* широкого спектра використання є *перфорований металевий лист*, який виготовляють із гарячо- та холоднокатаної, оцинкованої та неіржавіючої сталі, а також із сплавів алюмінію. Стандартний лист має товщину 0,7...6 мм залежно від типу вихідного матеріалу і призначення перфорації. Його габаритні розміри — (1000...2000)х(1250...2500) мм. Отвори можуть бути круглими, квадратними, щілиноподібними, а перфорація розташована прямими рядами, в шаховому порядку, по діагоналі, а також мати різну міжцентрову відстань (крок).

Перфорований металевий лист є довговічним і міцним, легким в обробці, має гарне співвідношення ціни і якості. Вироби із перфорованого листа поєднують практичність, комфорт і ефектний дизайн та використовуються у будівництві промислових будівель, житлових будинків та офісів.

Перфорований лист придатний для інтер'єрного і ландшафтного дизайну, виготовлення меблів та торгово-виставкового обладнання, створення малих архітектурних форм, а також для надання закінченого вигляду системам освітлення і зовнішньої реклами.

Металочерепиця — це багатошаровий виріб, який застосовують для

влаштування покрівель. Виготовляється з гарячеоцинкованої холоднокатаної листової сталі (прокату) товщиною 0,5 мм, покритої після пасивації та ґрунтування шаром кольорового полімерного покриття, наприклад, *поліестером, матполіестром, пуралом, пластизолом*. Довжина панелі може бути від 500 до 8000 мм, а крок (або довжина модуля) — 275...450 мм.

Стальні ванни виготовляють із цільного листа товщиною 3,5 мм. Внутрішню поверхню ванни покривають емаллю. Сталь є пластичним матеріалом, і тому дизайн ванн може бути дуже різноманітним.

Чавунні ванни переважно мають розміри 170x70x(75...80) см. їх отримують виливанням у форми чавунного розплаву, відливок шліфують, покривають емаллю та випалюють при температурі вище 1000°С. Емаль наносять у декілька шарів — спочатку в рідкому, потім у порошковому стані, що сприяє отриманню яскравого блиску покриття, певного кольору, міцності та гладкості фактури. Позитивними властивостями таких виробів є здатність поглинати звуки, вібростійкість, міцність, надійність, довговічність, теплоізоляційні властивості. Недоліками є висока маса і певні труднощі при монтажі.

Використання металевих виробів і конструкцій

Металеві конструкції раціонально застосовувати у всіх інженерних спорудах, що відрізняються висотою, великими прогонами і значними навантаженнями. Стальні профілі є основними матеріалами для каркасів багатоповерхових будівель (30...40 і більше поверхів).

Залежно від форми та призначення, конструкції поділяють на види:

- ✓ промислові будівлі — цільнометалеві або зі змішаним каркасом (колони із залізобетону); цільнометалеві використовують у будівлях із великим прогоном та висотою;
- ✓ каркаси багатоповерхових будівель в умовах щільної забудови великих міст;
- ✓ великопрогонні покриття будівель (прогони до 100... 150 м) — спортивні споруди, ринки, виставкові павільйони, театри, ангари;

- ✓ мости, естакади — мости на залізничних та автодорожніх магістралях;
- ✓ листові конструкції — резервуари, газгольдери, бункери, трубопроводи;
- ✓ башти та щогли — радіо та телебачення, в геодезичній службі, опори ліній електропередач, нафтові вишки;
- ✓ кранові та інші рухомі конструкції — мостові, баштові, козлові крани, конструкції екскаваторів;
- ✓ конструкції атомних реакторів, радіотелескопів для космічного та радіозв'язку, платформи для розвідування та добування нафти і газу у морі;
- ✓ багатоваріантні конструкції, що трансформуються, — для створення динамічних архітектурних форм.

При застосуванні металеві конструкції мають ряд переваг: надійність, легкість, міцність та непроникність для газів і рідин внаслідок високої щільності, індустріальність (виготовлення і монтаж металевих конструкцій виконують спеціалізовані підприємства із використанням високопродуктивної техніки).

Недоліками металевих сталевих конструкцій є:

- ✓ корозія під дією вологого середовища, атмосфери, забрудненої агресивними газами; для попередження корозії до складу сталі вводять спеціальні легуючі добавки, покривають їх захисними плівками (лаки, фарби);
- ✓ незначна вогнестійкість (у сталі при температурі 200°C зменшується модуль пружності, а при 600°C сталь повністю переходить у пластичний стан; алюмінієві сплави переходять у пластичний стан при 300°C; порівнюючи наведені дані, стає зрозумілим, чому металеві конструкції захищають вогнестійкими матеріалами (бетон, кераміка, спеціальні покриття);
- ✓ висока вартість;
- ✓ складність транспортування внаслідок великих габаритних

розмірів.

Покращення якості металевих конструкцій досягається використанням низьколегованих і міцних сталей, прокатних та гнутих профілів, впровадження у будівництво просторових, попередньо напружених, трубчастих та інших конструкцій. Прогресивною є розробка типових рішень конструкційних елементів, які часто повторюються — колон, ферм, підкранових балок, радіовеж, башт, опор ЛЕП, резервуарів.

Останнім часом розповсюдження набувають *легкі металеві конструкції* багатоповерхових будинків, отриманих із використанням збірного металевого каркасу при застосуванні різьбових з'єднань. Дах при цьому виготовляють також із металопрофілю. Ці конструкції є сейсмостійкими, екологічними і надійними. Їх можна використовувати при будівництві спортивних об'єктів, багатоповерхових паркінгів, а також при створенні інфраструктури міста.

Легкі сталеві конструкції доцільно застосовувати як комплексну систему для зведення малоповерхових будівель до 4-х поверхів, котеджів, будівництва таун-хаузів, а також малоповерхових будівель житлового та громадського призначення; для створення швидкозбірних модульних будинків, при реконструкції будівель і влаштування горищ, що експлуатуються, при поновленні та утепленні покрівельних покриттів і фасадів. Такі конструкції є досить ефективними: маса 1 м² несучого сталевих каркасу становить 20...25 кг, а маса 1 м³ готової будівлі — приблизно 150 кг.

При створенні інфраструктури міста металеві матеріали та вироби використовуються для зведення інженерних споруд у вигляді конструкцій ферм, арок, рам, куполів, каркасів, башт; а також легких сталевих тонкостінних конструкцій, що швидко монтуються; влаштування покрівель (мідних, алюмінієвих, цинково-титанових у вигляді металочерепиці і профнастилу), систем водостоків, каркасів сходових площадок, павільйонів, будівель, фасадів (із використанням гладких, гофрованих, структурних листів, панелей, касет із алюмінію та сталі), малих архітектурних форм, світильників, вуличних меблів, парканів тощо.

Вдалим прикладом використання металевих конструкцій можна вважати «Відблиск-фасад» (Piage Pasaбе), який також називають *кінетичною мембраною*, що відбиває навколишній світ . Фасад складається із блоків складної форми, кожна поверхня якого є дзеркалом із полірованої сталі.

Кожний блок встановлений на осі і за допомогою пневматичного приводу може відхилятися на незначний кут. Керування блоками здійснює комп'ютер. Завдяки цьому досягається можливість створення різноманітних зображень на фасаді, які постійно змінюються. Ця система дозволяє змінити вигляд фасаду будівлі, де повністю відсутні вікна.



Рис.7.1. «Відблиск-фасад», Берлін, Німеччина

В інтер'єрах металевими виробами облаштовують сходи, поруччя, каміни, з них також виготовляють люстри, меблі, посуду, інструменти. Крім того, декоративний метал придатний для облицювання арок, колон, пілонів, стін, перегородок (у вигляді профільованих та гладких листів із сталі й алюмінію), а також підвісних стель (із алюмінієвих гофрованих листів, анодованих у різні кольори).

Алюмінієві решітки для стель характеризуються низькою масою та

різноманіттям кольорів і форм. Подібні елементи є економічними та практичними для холів, залів засідань тощо. Відмітними особливостями решіток для стель є наявність ефекту розсіювання відблисків та шумопоглинання (за рахунок заломлення акустичних хвиль). Крім того, ці решітки сприяють вентиляції конструкцій при провітрюванні або кондиціюванні. Вони не збирають пил, не накопичують статичний заряд і є пожежобезпечними.

Сучасний інтер'єр передбачає широке використання металевих конструкцій для створення дверних та віконних систем.

Конструкція входної двері складається із дверного сталюого каркаса, на спеціальних петлях якого прикріплене полотно двері у вигляді двох сталюих листів товщиною до 3 мм, простір між якими заповнено звуко- і теплоізоляційними матеріалами (наприклад, мінеральною ватою).

Алюмінієві двері використовують для внутрішнього оздоблення приміщень, наприклад, в офісах та адміністративних будівлях. Рамну конструкцію виготовляють із екструзійних алюмінієвих профілів, а полотна дверей можуть мати різну кольорову палітру. Значна площа скління забезпечує природне освітлення і комфорт приміщень.

Віконні блоки представлені зазвичай світлопрозорими конструкціями та містять, крім вікон, також коробку, елементи стулок, жалюзі, ставні, ролети, виготовлені з алюмінієвих сплавів. У сучасному будівництві поширеним елементом декорування будівель є вітраж, для створення якого використовують оправу із міді, свинцю, латуні та інших металів, але сучасним рішенням є вітражі із використанням алюмінієвого профілю.

Слід також враховувати широке використання металевої фурнітури і допоміжних елементів декору, наприклад, ручки на дверях та вікнах, метизи, карнизи для штор, утримувачі світильників, бра на кронштейнах, торшери, підсвічники.

Металеві деталі та фурнітуру для створення інтер'єру виготовляють із міді, бронзи, латуні та алюмінію. Із металу також роблять сучасні витвори художнього кування і художнього литва. В інтер'єрах та екстер'єрах громадських та житлових будівель художні вироби з металу використовують

у вигляді огорож балконів, лоджій, сходів, камінів, а також художніх металевих решіток.

ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

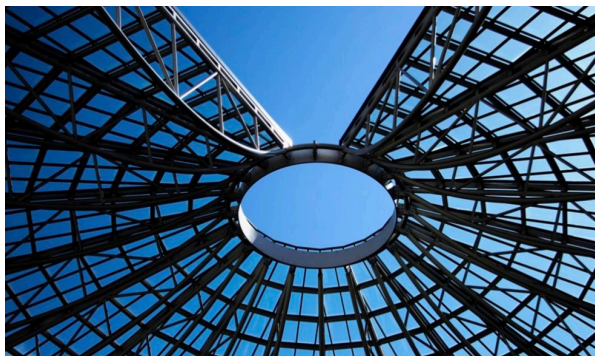


Рис.7.2. Інженерні конструкції з металу



Рис.7.3. Інженерні конструкції з металу



Рис.7.4. Малі архітектурні форми з металу

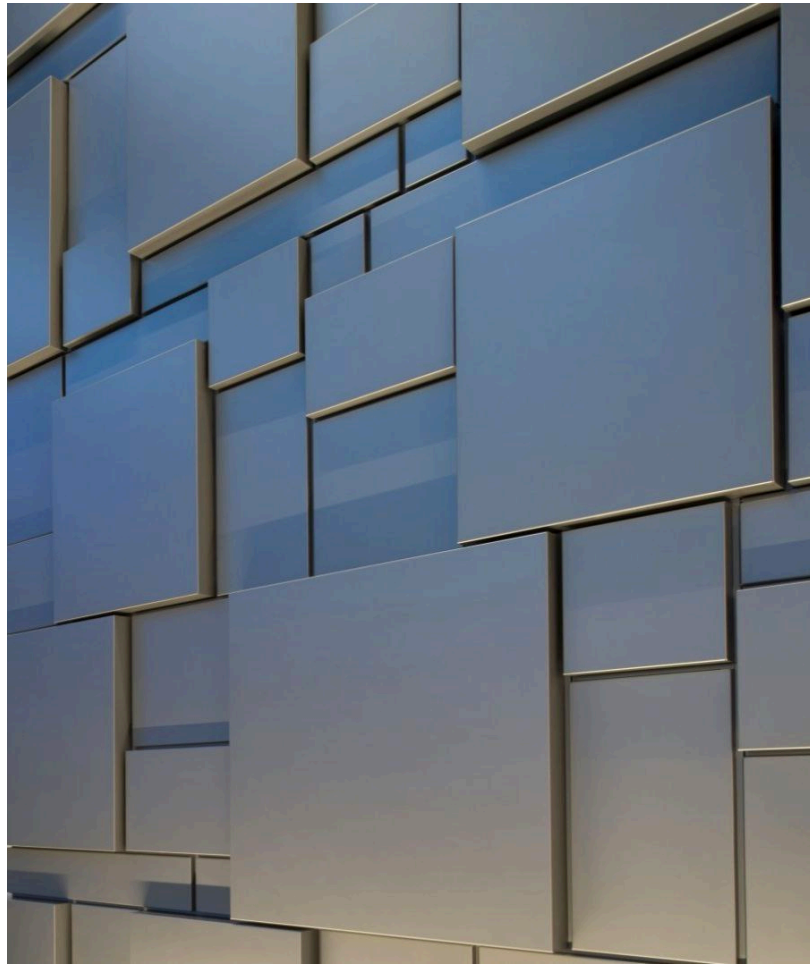


Рис.7.5. Фасади з металу

ВИСНОВКИ

Переваги та недоліки металевих конструкцій

Переваги:

1. Металеві сплави та вироби на їх основі відрізняються *твердістю, тугоплавкістю і пластичністю (здатністю до кування)*. Внаслідок однорідності структури такі матеріали придатні для виготовлення високонадійних несучих конструкцій для будівель та споруд, у тому числі складної конфігурації — ферм, арок, рам, склепіння, куполів, каркасів, башт, а також легких огорожувальних конструкцій.

2. *Легке формоутворення і декоративність* (характерний блиск і певна фактура) дозволяють використовувати метали для отримання різноманітних малих архітектурних форм, фонтанів, скульптур, світильників, вуличних меблів, парканів тощо.

3. Сплави кольорових металів мідних, алюмінієвих,

цинково-титанових) *не піддаються корозії, мають підвищену пластичність і* тому їх застосовують у вигляді металочерепиці та профнастилу для влаштування покрівель і систем водостоків.

4. *Екологічність*: усі матеріали, які використовують при виготовленні металевих конструкцій та виробів, не створюють загрози навколишньому середовищу. Такі матеріали можна застосовувати багаторазово, переробляючи на кожному етапі в інші різновиди. Вони не поглинають хімічні і не виділяють небезпечні речовини в атмосферу; є гіпоалергенними, а повітря в приміщеннях, де використовують металеві вироби, безпечно для людей, що хворіють на астму та мають алергію на хімікати.

5. Металеві матеріали і вироби характеризуються високою *тепло- та електропровідністю*. Такі властивості можуть бути використані при організації систем електропостачання й опалення будівель. Крім того, блискуча поверхня металевих виробів використовується для влаштування відбивної теплоізоляції будівель при зведенні жорстких та довговічних огорожувальних конструкцій.

6. *Індустріальність і технологічність*: виготовлення та монтаж металевих конструкцій здійснюється спеціальними підприємствами із використанням високопотужної техніки. Висока швидкість монтажу досягається завдяки простоті з'єднання елементів.

Недоліки: більшості металевих матеріалів є *низька вогнестійкість та термостійкість* та *здатність до корозії*, що вимагає спеціальних засобів для їх захисту (введення легуючих елементів, покриття захисними плівками (лаки, фарби тощо).

Контрольні питання до лекції 7

1. Дайте визначення поняттю «металеві конструкції».
2. Назвіть основні властивості металів.
3. Назвіть види металевих конструкцій в залежності від форм та призначення.
4. Назвіть основні вироби зі сталі.
5. Назвіть переваги та недоліки металевих конструкцій.

Лекція 8. Мінеральні в'язучі речовини

План лекції

- 8.1. Загальні відомості про мінеральні в'язучі речовини.

- 8.2. Класифікація мінеральних в'язучих речовин.
- 8.3. Повітряні в'язучі матеріали та вироби на їх основі.
- 8.4. Магнезіальні в'язучі речовини.
- 8.5. Гідравлічні в'язучі матеріали.
- 8.6. Спеціальні цементи.

8.1. Загальні відомості про мінеральні в'язучі речовини.

Залізобетон – це будівельний матеріал, в якому поєднані бетон і сталева арматура, які різняться своїми властивостями і працюють в конструкції спільно. Бетон чинить удесятеро більший опір стиску, ніж розтягу, а сталь добре працює на розтяг. Тому арматуру розміщують у тих зонах виробу, які розраховані на сприйняття розтягу вальних зусиль.

Бетон і арматура міцно зчіплюються між собою під час твердіння бетону, мають однаковий коефіцієнт лінійного розширення при зміні температури.

Бетон захищає арматуру від корозії, і це все забезпечує високу міцність залізобетону.

Сьогодні залізобетон - один з найбільш важливих будівельних матеріалів. Його потенціал вважається практично невичерпним, крім того, постійно з'являються інноваційні способи застосування, які роблять його важливим матеріалом для використання у нових архітектурних концепціях.

Широке застосування має фактурний бетон, який отримують з використанням пігментів мінеральних добавок, заповнювачів та нових технологій обробки поверхні. Такий бетон застосовується для облицювання фасадів, влаштування підлог, меблів.

Значних успіхів досягла практика зведення монолітних залізобетонних споруд у пересувній та переставній опалубці. Побудовані покриття з прогонами 160 м, вежі висотою більше 500 м, створені різноманітні конструктивні системи будівель. Сучасна будівельна хімія зробила бетон досить популярним необхідним матеріалом для застосування у різноманітних галузях. Крім традиційного використання у будівництві (житлові та

промислові будинки, мости, дороги, аеропорти тощо) бетон сьогодні залучають до оздоблення інтер'єрів (імітація скель, прозорий бетон, антивандальний архітектурний декор), створення меблів та кухонних гарнітурів.

Бетон також використовується у ландшафтному дизайні та при отриманні малих архітектурних форм.

Серед найбільш видатних досягнень у технології бетону кінця XX ст. слід відзначити бетон «нульової енергії», здатний до самоушільнення, *прозорий бетон, що містить оптичні волокна; бетон, що змінює колір у часі та бетон, здатний до самоочищення й очищення повітря, бетон, здатний до самовідновлення.* Слід зазначити, що удосконалення бетону йде не тільки шляхом зміни його рецептури, використання новітніх добавок і технологій, а також широкого залучення комп'ютерних технологій як на стадії виготовлення виробів та конструкцій, так і на стадії експлуатації споруджених об'єктів.



Рис.8.1. Ересунський міст-тунель із Данії в Швецію



Рис.10.4. Ересунський міст-тунель із Данії в Швецію

8.2. Класифікація мінеральних в'язучих речовин.

Головною складовою будь-якого бетону є **в'язучі речовини**.

До **в'язучих матеріалів** відносять речовини, що здатні зв'язувати різnorodні компоненти у штучні композиційні матеріали (композити). Будівельні в'язучі матеріали залежно від складу хімічних сполук, що входять до них поділяють на мінеральні (неорганічні) і органічні. Найбільш широко застосовують в будівництві мінеральні в'язучі матеріали, на основі яких виготовляють розчини і бетони, різноманітні будівельні вироби і конструкції.

До **неорганічних в'язучих речовин** належать переважно порошкоподібні матеріали, що утворюють при змішуванні з водою або іншою рідиною (наприклад, розчинами солей, лугів та кислот) пластичне тісто, яке внаслідок певних фізико-хімічних процесів перетворюється у штучний камінь.

Процес твердіння в'язучих речовин починається з процесу тужавіння (переходу цементного тіста з пластичного стану в твердий без набору

міцності) з наступним протіканням процесів твердіння, що пов'язані з набором міцності каменю у часі за рахунок синтезу та перекристалізації гідратних новоутворень.

Мінеральні в'язучі можуть тверднути за гідратаційним, контактно-конденсаційним, поліконденсаційним або коагуляційним механізмом.

Для більшості мінеральних в'язучих характерні при замішуванні водою або водними розчинами реакції гідратації та гідролітичної дисоціації. Тому їх можна віднести до групи *гідратаційних*.

При пресуванні деяких гідратованих продуктів в результаті поверхневих явищ між макрочастками речовин аморфної або нестабільної кристалічної структури при виникненні їх контактів відбувається конденсація і утворення міцного водостійкого каменю (*контактно-конденсаційний механізм*). Здатність до контактного тверднення виявляють доменні та електротермофосфорні шлаки, білітові шлаки-відходи глиноземистого виробництва, високоосновні паливні золи, деякі глини, слюди та ін.

Тверднення деяких мінеральних в'язучих відбувається в результаті реакцій *поліконденсації*. До в'язучих цього класу відносяться рідке скло і в'язучі на його основі, фосфатні в'язучі, сірчані цементи.

Коагуляційний механізм тверднення характерний при видаленні з деяких високодисперсних речовин таких як глини вільної води з утворенням каменеподібного матеріалу під впливом капілярних сил.

За хімічною природою мінеральні в'язучі матеріали поділяють на *лужноземельні, лужні, лужно-лужноземельні, алюмосилікатні, кислотно-основні, елементні*. **Найбільшою** є група *лужноземельних мінеральних в'язучих*, в яку входять гіпсові і вапняні в'язучі, портландцементи, алюмінатні цементи.

За вмістом інгредієнтів виділяють *чисті і змішані мінеральні в'язучі матеріали*. Останні, крім основного компоненту, що обумовлює головним

чином їх в'яжучі властивості, включають активні мінеральні добавки і наповнювачі.

За стандартизованою класифікацією (ДСТУ БВ.2.7-91-99) мінеральні в'яжучі матеріали поділяють залежно від визначальних фізико-механічних властивостей, умов і механізму тверднення, фізичної природи основних сполук та вмістом компонентів.

Залежно від конкретного призначення визначальними властивостями в'яжучих можуть бути швидкість тверднення і тужавлення, міцність, об'ємні деформації, тепловиділення, декоративність та ін.

Зокрема, залежно від міцності на стиск мінеральні в'яжучі класифікують на маломіцні (до 10 МПа), пониженої (10...30 МПа) і середньої міцності (30...50 МПа), високоміцні (50... 100 МПа) і надміцні (понад 100 МПа).

Від тривалості початку тужавлення їх поділяють на повільно - (не раніше 2 год), нормально - (45хв...2 год), швидко - (15...45хв) і надшвидко тужавіючі (не пізніше 15 хв).

Найбільше визнання у світі має найпростіша **класифікація**, що передбачає поділ **неорганічних в'яжучих** речовин *залежно від умов твердіння та зміни міцності у часі: на повітряні, гідравлічні та автоклавні.*

Повітряні в'яжучі речовини можуть твердіти та набирати міцності у повітряно-сухих умовах. До них належать *гіпсо-ангідритові в'яжучі речовини, повітряне вапно та його різновиди, магнезіальні в'яжучі речовини та рідинне скло.*

Гідравлічні в'яжучі речовини тужавіють і твердіють в повітряно-сухих умовах та підвищують (або зберігають) міцність при наступному витримуванні у воді. До них належать гідравлічне вапно, романцемент, портландцемент та його різновиди, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент, композиційний цемент, глиноземистий, високоглиноземистий цементи; лужні в'яжучі системи, в тому числі шлаколужні.

В'яжучі речовини автоклавного твердіння здатні твердіти й утворювати міцний камінь в автоклавах (в умовах дії підвищених температур, тиску і вологості). До таких в'яжучих речовин належать вапняно-кремнеземисті, вапняно-шлакові та вапняно-зольні.

8.3. Повітряні в'яжучі матеріали та вироби на їх основі.

Гіпсові в'яжучі матеріали складаються переважно з напівводного гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ або ангідриту CaSO_4 , їх отримують внаслідок теплової обробки вихідної сировини та її розмелювання.

Як вихідну сировину для виготовлення гіпсових в'яжучих речовин використовують гірські породи - природний гіпс (гіпсовий камінь), що складається з мінералу гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, та ангідриту CaSO_4 .

Твердіння гіпсових в'яжучих речовин відбувається за відповідною реакцією.

Залежно від параметрів теплової обробки гіпсові в'яжучі речовини поділяють на дві групи: *низько- та високовипалювальні*.

Гіпс є екологічно безпечним, негорючим та вогнестійким матеріалом.

При твердінні гіпс збільшується в об'ємі, що дозволяє використовувати його без заповнювачів.

За міцністю стиску передбачено **12 марок** гіпсових в'яжучих - від Г-2 до Г-25, де цифра означає нормовану границю міцності при стиску в МПа.

В'яжучі речовини марок Г-2...Г-25 використовують для штукатурних робіт, заповнення швів, виготовлення сухих сумішей і проведення спеціальних будівельних робіт, а Г-4...Г-7 - для отримання будівельних виробів і декоративних деталей.

Види гіпсу: високоміцний гіпс, опоряджувальний гіпсовий цемент, високовипалювальний гіпс, гіпсоцементнопуцоланові в'яжучі.

Вироби на основні гіпсових в'яжучих речовин характеризуються високими тепло- та звукоізоляційними властивостями, є неспалимими, корозійно- та біостійкими, завдяки пористості здатні змінювати відносну

вологість Вироби, що отримані на основі звичайних та змішаних гіпсових в'язучих речовин за призначенням поділяють на конструкційні (стінові камені, плити й панелі для перегородок, перекриттів), облицювальні (гіпсокартонні листи або «суха штукатурка»), теплоізоляційні вироби (цегла, плити, сегменти для ізоляції трубопроводів); акустичні вироби (плити, армовані скловолокном із наскрізною перфорацією); архітектурно-декоративні деталі (колони, капітелі, карнизи, балясини, ніші, арки, фризи).

Для будівельного гіпсу зниження водогіпсового відношення (В/Г) з 0,7 до 0,4 дає можливість збільшити міцність в 2...2,5 рази..

Найбільш істотне зниження водогіпсового відношення досягається при використанні суперпластифікаторів, що дають можливість при низьких значеннях В/Г забезпечити високу текучість гіпсового тіста і виготовляти вироби за литтєвою технологією.

Гіпсові в'язучі матеріали на основі напівгідрату сульфату кальцію і ангідриду належать до неводостійких матеріалів.

Найменший коефіцієнт розм'якшення (Кр) має будівельний гіпс в зразках і виробих литої консистенції. Він складає 0,35...0,4 і дещо підвищується при отриманні виробів з жорстких сумішей, а також при використанні високоміцного гіпсу. У цих випадках Кр може збільшуватися до 0,40...0,45.

Підвищення водостійкості гіпсових виробів може бути досягнуте завдяки добавкам, що зменшують розчинність у воді сульфату кальцію, введенню невеликої кількості синтетичних смол, просоченню виробів різними речовинами, що перешкоджають проникненню в них вологи, застосуванню інтенсивних способів ущільнення.

Певне зменшення розчинності гіпсу досягається при додаванні вапна, а також інших речовин, що мають загальний іон з сульфатом кальцію.

Найбільш радикальне рішення з підвищення водостійкості гіпсових в'язучих було досягнуте при отриманні гіпсоцементноцукляних і

гіпсоцементношлакових в'язучих (ГЦПВ і ГЦПВ), а також запропонованих останніми роками композиційних гіпсових в'язучих низької водопотреби (КГВ). Змінюючи склад цих в'язучих можна отримувати матеріали з коефіцієнтом розм'якшення 0,6...0,8 і вище.

Повітряне будівельне вапно - продукт випалювання не до спікання при температурі 1000...1200°C кальцієво-магнієвих гірських порід (вапняку, крейди, вапняку-черепашника, доломітизованого вапняку), що містять не більше 6% глинистих домішок.

Види повітряного вапна: *негашене грудкове CaO (вапно-кипілька); негашене мелене; гідратне (гашене) вапно Ca(OH)_2 .*

Використання: використовують для отримання мурувальних розчинів, а також для виготовлення штучних бетонних виробів, силікатної цегли та інших вапняно-піщаних виробів автоклавного твердіння, змішаних гідравлічних в'язучих (вапняно-шлакових, вапняно-зольних, вапняно-пуцоланових цементів) і речовин мінеральних фарб.

Технічні показники вапна нормуються згідно [ДСТУ Б В.2.7-316:2016](#). Якість негашеного вапна залежить від вмісту в ньому вільних активних оксидів кальцію та магнію (активності) та структури. Залежно від активності негашене вапно поділяють на три сорти.

8.4. Магnezіальні в'язучі

Магnezіальні в'язучі поділяють на каустичний магнезит і каустичний доломіт. Це дисперсні порошки, що складаються з оксиду магнію, але замішуються не водою, а водними розчинами солей сульфату або хлориду магнію.

Матеріали та вироби на основі магнезіальних в'язучих виготовляють змішуванням та формуванням суміші каустичного магнезиту чи доломіту, заповнювача та розчину хлориду чи сульфату магнію. Як органічні заповнювачі використовують відходи переробки деревини, стружку, тирсу чи деревну вовну.

Завдяки невеликій густині органічних заповнювачів, матеріали та вироби на основі **магнезіальних в'язучих** мають **високі тепло- та звукоізоляційні властивості**. Найпоширенішими матеріалами цієї групи є *фіброліт та ксилоліт*, які є основою для отримання конструкційних, теплоізоляційних та акустичних виробів.

Розчинне (рідинне) скло - це технічний продукт, що містить силікати лужних металів і його склад може бути представлений відповідною формулою. За фізичним станом розчинне скло поділяють на силікат-брилу, що складається з твердих кусків різних розмірів та водний розчин силікат-брили - рідинне скло.

Використання: рідинне скло використовують як самостійну в'язучу речовину та як складову частину багатокомпонентних цементів.

8.5. Гідравлічні в'язучі матеріали.

Гідравлічне вапно – отримують випалюванням при температурі 900...1150°C вапняків, що містять 6...20 % глинистих або високодисперсних кремнеземистих домішок.

Використання: застосовують для приготування будівельних розчинів підвищеної водостійкості, мурувальних та штукатурних розчинів, для виробництва вапняно-пуцоланових цементів, легких бетонів, для стабілізації ґрунтів при будівництві доріг із малою інтенсивністю руху.

Ця речовина входить до складу сухих будівельних сумішей та придатна для виготовлення шпаклівок, замазок і фарб. Гідравлічне вапно можна застосовувати як основу під фресковий живопис (нанесення розбавленими у воді мінеральними фарбами малюнків на свіжу штукатурку).

Портландцемент — гідравлічна в'язуча речовина, яку отримують спільним помелом клінкеру з гіпсом або іншими добавками. *Портландцементний клінкер* – продукт випалювання до спікання (при температурі 1450°C сировинної суміші, що містить приблизно 75% карбонатних порід і 25% алюмосилікатних (глини).

Як карбонатні породи використовують вапняки, крейду, вапняки-черепашники, вапнякові туфи. Для регулювання строків тужавлення й підвищення міцності до складу портландцементу вводять двоводний гіпс.

Внаслідок змішування цементу з водою відбувається його гідратація, яка приводить до тужавіння та твердіння цементного тіста з утворенням штучного (цементного) каменю.

Марка цементу - значення активності, визначене на 28 добу (в кгс/см²), округлене у бік зменшення. Згідно зі стандартом України встановлено такі марки портландцементу: М300, М400, М500.

За речовинним складом та міцністю при стиску (на 28 добу) цементи **загальнобудівельного призначення** поділяють на 5 типів.

8.6. Спеціальні цементи.

В'язучі речовини низької водопотреби (ВНВ) отримують спеціальним помелом портландцементу і суперпластифікатора.

Види спеціальних цементів:

- ☐ **сульфатостійкий портландцемент** — цемент, який утворює камінь, стійкий до дії водний сульфатомістких середовищ;
- ☐ **білий портландцемент** — отримують із сировинних матеріалів, що містять обмежену кількість барвників. Основною вимогою є ступінь білизни;
- ☐ **кольоровий портландцемент** — отримують одночасним помелом білого клінкеру з відповідними мінеральними пігментами.

Білий та кольорові портландцементи не мають достатньо високої морозо- та корозійної стійкості, відрізняються підвищеними деформаціями усадки, що зумовлено мінералогічним складом. Ці цементи застосовують для архітектурно-оздоблювальних робіт, виготовлення облицювального шару стінових панелей і блоків, штучного мармуру, скульптурних робіт.

✓ **Пуцолановий цемент** виготовляють спільним помелом клінкеру, до одного гіпсу (3...5%) та активних мінеральних добавок (21...55%), які під час гідратації цементу здатні зв'язувати гідроксид кальцію у практично нерозчинні гідросилікати кальцію, що істотно підвищують стійкість цементу до корозії. Застосовують їх при масивному будівництві, в тому числі гідротехнічному, бетонуванні підводних і підземних частин споруд особливо якщо потрібна підвищена стійкість проти дії м'яких і сульфатних вод, а також водонепроникність.

□ **Глиноземистий цемент** виготовляють спіканням бокситу та вапняку при температурі 1150...1250°C. Головною перевагою глиноземистого цементу є швидке нарощування міцності: цемент марки М400 через 24 години характеризується міцністю не менше 23 МПа, через 3 доби -40 МПа. Глиноземистий цемент має підвищену стійкість проти дії м'якої, морської та мінералізованих вод, його використовують при проведенні аварійних ремонтів гребель, доріг, мостів, при терміновому спорудженні фундаментів й оборонних об'єктів. Також його можна використовувати при отриманні жаростійких бетонів із температурою експлуатації до 1300°C.

□ **Лужні цемент** - це системи, що є поєднанням силікатів (або алюмініатів) природного чи техногенного походження та сполук лужних металів, які дають у водному середовищі лужну реакцію.

□ **Геоцементи** (геополімери) застосовують як вогне- жаро- і кислото-стійкі матеріали, як матрицю при іммобілізації токсичних відходів, що містять елементи важких металів, радіоактивні нукліди, як клеї для бетону, скла, кераміки, металу, дерева, як гідроізоляційні мастики, як зв'язуючу речовину для отримання тепло-, звукоізоляційних, декоративних і конструкційних матеріалів, в тому числі на органічних заповнювачах.

□ **Шлакопортландцемент** одержують змішуванням попередньо мелених компонентів або спільним помелом портландцементного клінкеру, гіпсу (до 5%) та гранульованого доменного шлаку у кількості 36...95%. Шлакопортландцемент відрізняється від пуцоланового помірною водопотребою, вищою повітро- і морозостійкістю, а тому *може застосовуватися для зведення наземних, підземних і підводних частин споруд.*

Найбільшого поширення у світі набули **шлаколужні** цемент, які одержують змішуванням мелених гранульованих металургійних шлаків із розчинами сполук металів (калію, натрію) або спільним помелом шлаків зі сполуками цих металів.

Контрольні питання до лекції 8

1. Дайте визначення поняттю «в'язучі матеріали».
2. Назвіть гідравлічні в'язучі матеріали.
3. Назвіть повітряні в'язучі матеріали та вироби на їх основі.
4. Де використовуються гідравлічні в'язучі матеріали?

5. Назвіть види спеціальних цементів.

Лекція 9. Цементні бетони

План лекції

- 9.1. Загальні відомості про бетон та бетонну суміш.
- 9.2. Важкі бетони. Матеріали для важких бетонів.
- 9.3. Спеціальні бетони.
- 9.4. Декоративні бетони.

9.1. Загальні відомості про бетон та бетонну суміш.

Бетон – це штучний каменеподібний матеріал, результат тверднення раціонально дібраної суміші в'язучого, заповнювачів, води і, у разі потреби, спеціальних добавок. До затвердіння цю суміш називають бетонною.

Змінюючи склад бетонної суміші, можна в період формування надавати виробам і конструкціям практично будь – якої конфігурації та розмірів, а після затвердіння одержувати задані в широкому діапазоні властивості щодо міцності, щільності, теплопровідності. Ці можливості тепер значно зростають завдяки науковим успіхам у пошуку різного роду добавок.

Серед усіх матеріалів, які застосовують у будівництві, тільки бетон має унікальну, неоціненну властивість – його міцність та інші фізико-механічні властивості протягом багатьох десятиріч, тобто за весь час експлуатації в конструкціях не знижується, як це характерно для переважної більшості будівельних матеріалів, а навпаки – підвищуються, його структура постійно удосконалюється.

У зв'язку з численністю видів, складів і властивостей бетонів їх **класифікують за такими ознаками:**

- **за основним призначенням** – *конструкційні; спеціальні (жаро- та хімічно стійкі, дорожні, гідротехнічні, декоративні, радіаційно-захисні, теплоізоляційні тощо);*
- **за видом в'язучого** – *цементні, вапняні, гіпсові, шлакові, спеціальні;*
- **за структурою** – *щільні, поризовані, ніздрюваті, крупно пористі;*
- **за середньою щільністю в сухому стані:**
 - *особливо важкий* середньою щільністю понад 2500 кг/м³. Такий бетон на заповнювачах із звичайних щільних гірських порід одержати не вдається, тому використовують барит, залізні руди, сталеві ошурки, стружки;
 - *важкий (звичайний)* середньою щільністю 2200...2500 кг/м³ на заповнювачах із щільних гірських порід (щебінь, гравій, пісок). Це найпоширеніший різновид бетону; полегшений середньою щільністю 2000...2200 кг/м³ на заповнювачах зниженої щільності (вапняк-черепашник, цегельний бій);
 - *легкий* середньою щільністю 500...2000 кг/м³ на природних і штучних пористих заповнювачах (вулканічні та вапнякові туфи, пемза, керамзит, шлакова пемза, аглопорит);
 - *особливо легкий* середньою щільністю до 500 кг/м³; це насамперед ніздрюваті бетони та бетони на особливо легких заповнювачах (перліт і вермикуліт);
- **за розмірами заповнювача:** *крупнозернистий* – із заповнювачем найбільшою крупністю від 10 до 150 мм; *дрібнозернистий* – із заповнювачем найбільшою крупністю 10 мм. Різновидом його є цементно-піщаний бетон з крупністю піску до 5 мм, який відрізняється від розчину вищими вимогами щодо піску, меншою рухливістю суміші і більшим вмістом цементу.

9.2. Важкі бетони. Матеріали для важких бетонів.

Важкі бетони використовують при виготовленні конструкцій масового виробництва для збірного та монолітного будівництва.

Для формування бетону заданих властивостей потрібно до вихідних матеріалів поставити певні вимоги. Вибір цементу залежить від умов експлуатації конструкції та заданої міцності бетону. Марку цементу вибирають так, щоб витрата його була раціональна. Така умова виконуватиметься, коли марка цементу в 1,1...1,5 рази більша за марку бетону.

Із зменшенням відношення марок цементу і бетону збільшується витрата цементу, зростає можливість усадочних деформацій, знижується тріщиностійкість виробів. У разі збільшення цього відношення знижується щільність бетону, підвищується можливість розшарування бетонної суміші.

Вода для приготування бетонної суміші, промивання заповнювачів та зволоження бетону повинна бути без шкідливих домішок, які перешкоджають нормальному твердінню цементу і можуть викликати корозію цементного каменю. Тому без попередньої перевірки для бетону придатна лише питна вода.

Річкову, озерну та воду із штучних водойм перевіряють хімічним аналізом та порівняльним випробуванням зразків бетонів, виготовлених на такій та питній воді.

Заповнювачі важкого бетону – це сипкі суміші мінеральних частинок природного чи штучного походження певного гранулометричного складу. **За розмірами частинок** заповнювачі поділяють *на дрібні* (піски) крупністю від 0.16 до 5 мм та *крупкі* (щебінь, гравій) розміром від 5 до 70 мм. Іноді для бетонування особливо масивних конструкцій застосовують крупний заповнювач розміром до 150 мм і більше.

За мінеральним складом розрізняють *кварцові, польово-шпатні та карбонатні піски*. За походженням природні піски бувають *ярові* (гірські), *річкові та морські*.

Гравій – сипкий матеріал округлої, обкатаної форми, який утворився внаслідок природного руйнування (вивітрювання) гірських порід. За походженням природний гравій розрізняють так само, як і пісок.

Щебінь – сипкий матеріал, який здобувають подрібненням гірських порід. Щебінь має кутасту форму, шорстку поверхню, тому його міцність зчеплення з цементним каменем вища, ніж гравію.

Добавки необхідні для регулювання властивостей бетону та економії цементу. За функціональним призначенням та основним ефектом дії розрізняють добавки, що регулюють властивості бетонних і розчинових сумішей, в тому числі пластифікуючі, стабілізуючі, водоутримуючі; добавки, що поліпшують перекачування сумішей; добавки поризуючі (повітровтягувальні, піно- та газоутворювачі); добавки, що регулюють процеси тужавіння і твердіння (сповільнюють або прискорюють) та добавки, які змінюють характер процесів структуроутворення бетону та надають йому спеціальних властивостей (наприклад, протиморозні).

Загальні властивості важкого бетону. Важкий бетон за своїм головним призначенням є конструкційним матеріалом і тому характеризується міцністю, відповідними деформаційними характеристиками та стійкістю в умовах експлуатації, тобто морозо- та корозійною стійкістю, водонепроникністю, тріщиностійкістю.

Міцність - це здатність бетону чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією навантажень або інших факторів. Основним показником якості бетону за міцністю, що подається в нормативних документах, є його клас.

Клас бетону за міцністю на стиск, згин і осьовий розтяг визначають за величиною *характеристичної міцності бетону* f_{ctd} (МПа).

Фізичні властивості бетону. Середня щільність важкого бетону залежить від щільності упакування заповнювачів, водоцементного відношення, способу ущільнення бетонної суміші. **Чим вища середня щільність, тим вища міцність, водонепроникність, морозо- і корозостійкість** тощо. Максимально щільний важкий бетон має пористість 2...3 %. **Водонепроникність** характеризується найменшим тиском води, при

якому вона ще не просочується крізь зразок. **Клас за водонепроникністю** – W2... W12.

Морозостійкість характеризується кількістю циклів заморожування і відтавання.

На показник морозостійкості важкого бетону істотно впливають макропори (розміром понад 10^{-5} см); котрі утворюються надлишками води, яка не бере участь у гідратації цементу. Для підвищення морозостійкості бетону застосовують цементи без тонкомелених добавок та з обмеженням до 8 % вмістом С3А, а також заповнювачі з підвищеною морозостійкістю. Крім того, підвищенню морозостійкості сприяють зниження В/Ц бетонної суміші, уведення до суміші гідрофобно-пластифікуючих добавок, інтенсивне ущільнення бетонної суміші. **Класи за морозостійкістю** для важких бетонів: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500; F600; F800; F1000.

Усадка при твердінні бетону незначна, але в масових конструкціях може викликати появу тріщин, які знижують міцність. Для запобігання збільшенню усадки необхідно правильно визначити склад бетону і забезпечити певний режим твердіння.

Теплофізичні властивості бетону оцінюються визначенням *теплопровідності, теплоємності та лінійним коефіцієнтом температурного розширення.*

Бетони називають **легкими**, якщо у сухому стані їх середня щільність не перевищує 2000 кг/м^3 . Зниження їхньої маси досягають в основному за рахунок полегшення заповнювача, іноді поризацією в'язучої частини.

Конструкції з легких бетонів дають можливість поліпшити теплотехнічні та акустичні властивості будівель, значно знизити їхню масу, розв'язувати проблеми об'ємного та багатоповерхового будівництва, а також будівництва у сейсмічних районах. Використання легких бетонів сприяє зменшенню вартості будівництва на 10...20 %, зниженню затрат праці до 50 %, зростанню продуктивності праці на 20 %.

За призначенням та технічними властивостями легкі бетони поділяють на *конструкційні*, що застосовують для конструкцій, які несуть навантаження (стіни, перекриття та ін.); *теплоізоляційні*, що застосовують в огорожуючих шарових конструкціях як утеплювач, тощо; *конструкційно-теплоізоляційні* для огорожувальних конструкцій.

За м і ц н і с т ю на стиск конструкційні легкі бетони поділяють на класи C2...C40 (марки M20...M400). Теплоізоляційні бетони мають класи C 0,35...C1, а конструкційно-теплоізоляційні C2,5...C10. За середньою щільністю в сухому стані легкі бетони мають класи D200...D2000, за морозостійкістю F25...F500, за водонепроникністю конструкційні легкі бетони мають ті самі класи, що і важкі бетони.

На відміну від звичайного **крупнопористий бетон** не має у своєму складі дрібного заповнювача, і міжзерновий простір у ньому лише частково заповнений тістом в'язучої речовини.

Із крупнопористого бетону виготовляють конструкції і матеріали, розраховані для роботи на стиск: блоки та панелі стін, плити теплоізоляції стін і покриттів, стіновий камінь, монолітні бетонні стіни. Ці вироби і конструкції мають відкриту та наскрізну пористість, і тому їх обов'язково треба обштукатурювати.

Крупнопористий бетон належить до високоекономічних, тому що у порівнянні із звичайним легким має значно меншу витрату в'язучої речовини (70...150 кг/м³).

Економічна доцільність його виробництва і застосування особливо зростає у місцевостях, де немає дрібного заповнювача.

Ніздрюватий бетон – це штучний матеріал, який складається із затверділої в'язучої речовини і рівномірно розподілених у ній пор розміром 1...2 мм, які займають до 85 % загального об'єму. Ніздрюватий бетон за способом пороутворення поділяють на *піно-* і *газобетон*.

Пінобетон одержують змішуванням цементного тіста або цементного розчину з піною. Піну готують окремо перемішуванням піноутворювача з

водою. Піноутворювачі – рідкі суміші каніфольного мила і тваринного клею, водний розчин сапоніну (витяг із рослинного мильного кореня), препарат ГК (гідролізована кров). Готують пінобетонну суміш у пінобетонозмішувачі, який складається з трьох барабанів. В один барабан завантажують цемент з водою і молотим піском (кремнеземистий компонент), у другий – піну, а в третьому змішують піну і розчин. Приготовлену суміш розливають у металеві форми і пропарюють у камерах. Якщо в'язучим є вапно, то пінобетон твердне в автоклавах.

Газобетон готують із суміші цементу, вапна, кремнеземистої компонента, води та газоутворювача – алюмінієвої пудри або водного розчину перекису водню H_2O_2 .

Внаслідок взаємодії алюмінію з гідроксидом кальцію виділяється водень, який спучує тісто. Газобетонну суміш виливають у металеву форму на 3/4 об'єму, де вона спучується і повністю заповнює форму. Потім газобетон твердне в автоклавах або пропарювальних камерах.

Ніздрюваті бетони, як і бетони на пористих заповнювачах, поділяють на теплоізоляційні ($\rho_m < 500$), конструкційно-теплоізоляційні ($\rho_m = 500...900$ кг/м³) і конструкційні ($\rho_m = 900...1200$ кг/м³).

За середньою щільністю ніздрюваті бетони мають класи Д300...Д1200. Класи – С1...С15. Морозостійкість – понад 25 циклів, теплопровідність 0,08...0,25 Вт/(м·К), усадка – 0,1...0,4 мм/м.

Використання: з ніздрюватих бетонів виготовляють стінові блоки та панелі і теплоізоляційні вироби. Високі теплоізоляційні властивості ніздрюватих бетонів дають змогу зменшувати товщину стін будинків у 2,5 рази.

9.3. Спеціальні бетони.

Розширення галузей застосування будівельних композитів (при одночасному зростанні вимог споживачів щодо їхньої якості) сприяє створенню широкої гами бетонів зі спеціальними властивостями, в тому числі високоміцних, дорожніх, декоративних, жаростійких,

корозійностійких, бетон для захисту від радіації, бетон здатний до самоущільнення, бетон «нульової енергії», прозорий бетон, бетон, здатний до відновлення, «надувний бетон», бетон, армований текстилем (текстиль-бетон), технологія 3d-друку з бетонної суміші з використанням принтеру, що містить робот-маніпулятор, бетони, які можуть бути використані замість дефіцитних керамічних, металевих, кам'яних та інших матеріалів.

9.4. Декоративні бетони.

«Архітектурний бетон» — це високотехнологічний будівельний матеріал, з якого можна створити ексклюзивні архітектурні об'єкти.

Основні напрямки застосування архітектурного бетону:

- створення конструкцій, об'єктів та основ (монолітних, залізобетонних тощо);
- оздоблення вже готових поверхонь, створення об'ємних художніх об'єктів (поєднання конструкційних та декоративних властивостей бетону, тобто форми, текстури і фактури).

Змінюючи склад бетонної суміші, можна отримати бетони з необхідними конструкційними та декоративними властивостями. За допомогою знімної опалубки різних конфігурацій можна створити конструкцію певної геометричної форми з достатньою міцністю і надійністю (так званий *«геометричний бетон»*).

До бетону для оздоблення та декорування готових поверхонь висувають переважно естетичні вимоги (*декоративний бетон*); для створення об'ємних художньо-декоративних скульптур, барельєфів бажано поєднання конструкційних та декоративних властивостей (*скульптурний бетон*).

При створенні крупних художніх архітектурних об'єктів спочатку зварюють металевий каркас або виготовляють залізобетонну основу певної геометричної форми, її обтягують сіткою, на яку наносять шар бетонної

суміші з підвищеною життєздатністю. Після досягнення бетоном потрібної пластичної міцності, скульптор виліплює або вирізає необхідну форму, а за допомогою спеціальних інструментів створює на поверхні певну фактуру. Такий спосіб дозволяє отримувати будь-які криволінійні форми і фактури.

До бетону для оздоблення та декорування готових поверхонь висувають переважно естетичні вимоги (*декоративний бетон*); для створення об'ємних художньо-декоративних скульптур, барельєфів бажано поєднання конструкційних та декоративних властивостей (*скульптурний бетон*).

При створенні крупних художніх архітектурних об'єктів спочатку зварюють металевий каркас або виготовляють залізобетонну основу певної геометричної форми, її обтягують сіткою, на яку наносять шар бетонної суміші з підвищеною життєздатністю. Після досягнення бетоном потрібної пластичної міцності, скульптор виліплює або вирізає необхідну форму, а за допомогою спеціальних інструментів створює на поверхні певну фактуру. Такий спосіб дозволяє отримувати будь-які криволінійні форми і фактури.

Декоративний бетон застосовують для надання художньої виразності фасадам та інтер'єрам будівель, в тому числі при облицюванні стін і підлог. **Ці бетони виготовляють на основі білого та кольорових цементів, а також спеціально підібраних заповнювачів.**

Традиційні технології декоративного бетону передбачають зміну кольору, фактури поверхні та форми виробу і можуть бути реалізовані:

- ✓ застосуванням білого, кольорового цементів, а також звичайного сірого разом із пігментами (дисперсність їх повинна бути дуже високою); двошарова технологія кольорових бетонів передбачає забарвлення тільки верхнього шару або використання об'ємного «інтегрованого» забарвлення;

- ✓ застосуванням заповнювачів із обмеженою крупністю (до 10, а часто до 5 мм) певної форми зерен як природного (мармур, граніт, туф, вапняк, доломіт), так й штучного походження (фарфор, клінкер, скляна крихта). Технологія «відмитого» бетону передбачає відкриття заповнювача

введенням добавок для поверхневого уповільнення твердіння бетону з наступним змиванням крихкого шару;

✓ застосуванням «мокрої» (до затвердіння) та «сухої» (після затвердіння) обробки поверхні бетону; на стадії твердіння підвищити гладкість поверхні можна формуванням виробів на склі, полімерних плівках (формах), на полірованих металевих основах; ось чому набуло розвитку застосування полімерних форм жорстких (твердий ПВХ пластик) і еластичних та гнучких (ПВХ, поліуретан, АБС-пластик), які не потребують змащення, є хімічно стійкими та стійкими до стирання.

Для створення шорстких фактур можливі наступні види обробки поверхні бетону у твердому стані:

- *насічка* - виконується фрезою за допомогою насадженого на вал комплекту металевих зіркоподібних кілець (або металевих щіток), що обертаються з певною швидкістю;

- *нарізка* - за допомогою абразивних дисків, послідовно насаджених на обертовий вал, глибина нарізки - 2...3 мм.

- *наковка* - за допомогою пневмо- і електромолотків зі змінними насадками;

- *шліфування* за допомогою шліфувальних машин (для террацових виробів).

Для отримання фактурної поверхні бетону у пластичному стані використовують наступні способи:

- *напівсуха набивка* - заповнення форми декоративним бетоном напівсухої консистенції;

- *відкриття декоративних зерен заповнювача* шляхом вимивання тонкого шару затверділого цементного тіста водяним струменем (деактивація) або хімічним травленням - промивання поверхні 5%-ним розчином хлоридної кислоти з наступним змиванням водою;

- піскоструминна обробка - для видалення з поверхні плівки затверділого цементного тіста і оголення зерен заповнювача. Інколи для цього використовують лазерну обробку.

- *посипка декоративним заповнювачем* крупністю 2,5 мм лицьової поверхні щойно відформованих виробів із пластичного дрібнозернистого бетону (розмір заповнювача до 5 мм) з наступним прикочуванням валиком;

надання певної форми і рельєфної фактури за допомогою матриць (способом «лицьовою поверхнею вниз»), для виготовлення піддону форми використовують листову сталь, гуму та інші матеріали. Після затвердіння поверхню виробу піддають піскоструминній обробці.

Види сучасних технологій декоративного бетону

- ☐ Штампований (друкований, пресований) бетон
- ☐ Трафаретний бетон
- ☐ «Напилений» бетон
- ☐ «Структурний» бетон
- ☐ Декоративний полімер бетон (арт-бетон)
- ☐ Кислотне фарбування бетону
- ☐ Створення тривимірного ефекту на бетонній підлозі шляхом нанесення малюнку різними способами
- ☐ Фотографія і фотогравюра

Види спеціального покриття декоративного бетону

- ✓ Полімерні фарби
- ✓ Лаки

Спеціальні покриття використовують для покращення експлуатаційних властивостей та підвищення терміну експлуатації.

ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ БЕТОНУ В ДИЗАЙНІ АРХІТЕКТУРНОГО СЕРЕДОВИЩА



Рис.11.1. Декоративний штампований бетон



Рис.11.2. Перфорована оболонка фасаду зі склофібробетонних плит



Рис.11.3. Структурний бетон в інтер'єрі

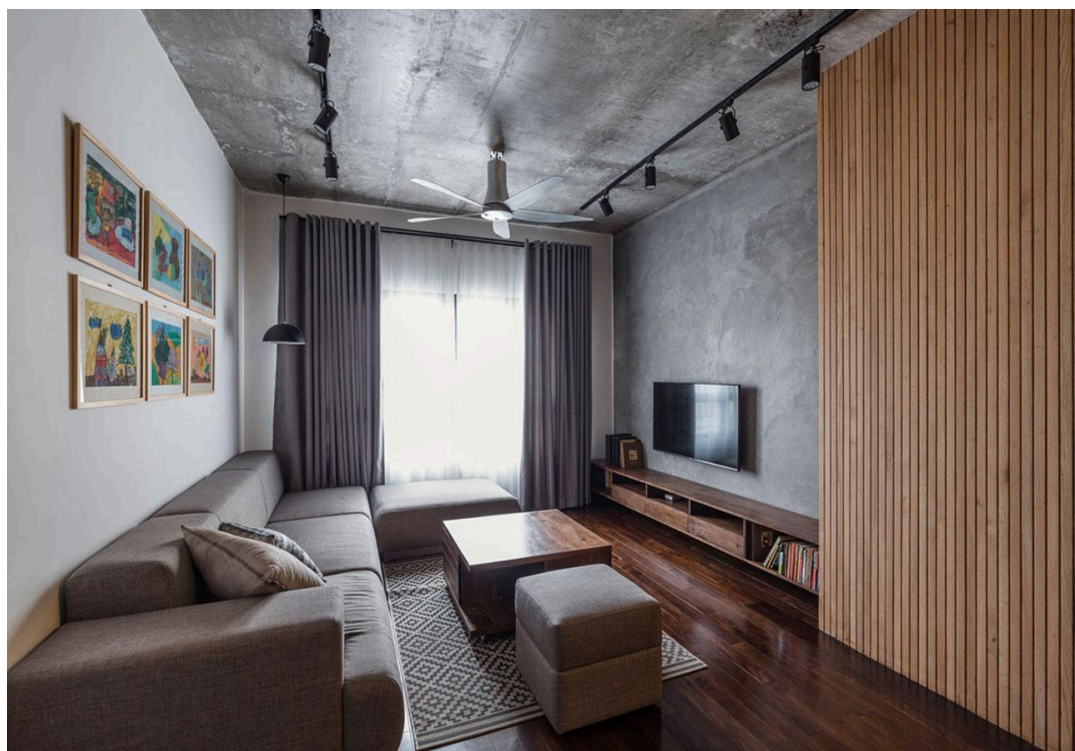


Рис.11.4. Поєднання бетону та дерева



Рис.11.5. Поєднання бетону та цегли



Рис.11.6. Поєднання бетону та сталі



Рис.11.7. Фасадні бетонні панелі



Рис.11.8. Фасадні бетонні панелі



Рис.11.9. Бетонна тривимірна плитка



Рис.11.9. Фотобетон, отриманий за допомогою фотогравірування

Для отримання бетонної *фотогравюри* спочатку розробляють комп'ютерну векторну програму і під її керуванням на фрезерному верстаті виготовляють модель (наприклад, з МДФ), за допомогою якої створюють точну форму для виливання, в яку укладають склофібробетонну суміш. Інший спосіб передбачає наступні етапи: з використанням комп'ютерних програм переносять зображення з фотографії шляхом фрезерування на плоску модель-позитив, за допомогою якої потім штампують зображення на щойно укладеному бетоні.

Технологія виробництва «фотобетонних» панелей є достатньо складною, оскільки потребує застосування спеціальних матеріалів для виготовлення матриць та розробки особливої рецептури склофібробетону або полімербетону.

Контрольні питання до лекції 9

1. Дайте визначення поняттю «бетон».
2. Назвіть загальні властивості бетону.
3. Що таке клас бетону?
4. Назвіть фізичні властивості бетону.
5. Дайте визначення поняттю «легкі» бетони.
6. Класифікуйте легкі бетони за призначенням.
7. Дайте визначення поняттю «архітектурний» бетон.
8. Назвіть спеціальні види бетонів.
9. Назвіть способи для отримання фактурної поверхні бетону у пластичному стані.
10. Назвіть сучасні технології декоративного бетону.

Лекція 10. Бетони на нецементних в'язучих

План лекції

- 10.1. Силікатні бетони.
- 10.2. Шлакові і зольні бетони.
- 10.3. Гіпсобетон.

10.1. Силікатні бетони.

Бетони на нецементних (неклінкерних) в'язучих, які отримують зазвичай з місцевої, часто техногенної сировини, є в багатьох випадках ефективними замінниками портландцементних бетонів. Їх вигідно відрізняють менша енергоємність, кращі техніко-економічні показники, простота технології та ряд будівельно-технічних властивостей.

Силікатні бетони *на відміну від звичайних* отримують на основі вапняно-кремнеземистих в'язучих автоклавного тверднення. Для

силікатних бетонів прийнятна та ж класифікація, що і для звичайних – за структурними ознаками і призначенню.

Основними вихідними матеріалами силікатних бетонів є повітряне вапно і кварцовий пісок. Якісні показники сировинних матеріалів повинні забезпечувати їх високу реакційну здатність. Вирішальний вплив на швидкість реакцій і кінетику формування структури силікатного бетону надає розчинність компонентів вапняно-піщаної суміші, обумовлена їх хімічним і мінералогічним складом, а також дисперсністю.

Можливе застосування двох основних схем виробництва силікатного бетону - "гідратної" і "кипілочної", що відрізняються умовами гідратації вапна. При гідратній схемі вапно гаситься після змішування з піском в гасильному барабані або в силосах. При "кипілочній" схемі реалізується гідратаційне тверднення вапняно-піщаної суміші. Ця схема передбачає спільне тонке подрібнення негашеного вапна з частиною кварцового піску і подальше змішування цього тонкодисперсного автоклавного в'язучого з природним піском- заповнювачем і водою для отримання пластичної легкоукладаємої вапняно-піщаної суміші. Гідроксид кальцію, що утворюється при гашенні в умовах "кипілочної" схеми, характеризується більш високою дисперсністю. Міцність, щільність і довговічність силікатного бетону в умовах "кипілочної" схеми вище, ніж при застосуванні попередньо загашеного вапна ("гідратна" схема).

Для виготовлення силікатних бетонів застосовують кварцові піски, які містять не менше 75 ... 80% SiO_2 . Більшість домішок в піску є інертними включеннями і не беруть участь в утворенні гідросилікатного зв'язку. Небажані домішки в піску карбонатів і слюди. Є дані, що за наявності в піску 2,5% слюди міцність силікатного бетону падає майже на 30%, а при 5% слюди - на 50%.

Тверднення силікатних бетонів відбувається при тепловій обробці в автоклавах насиченою парою під тиском 0,9... 1,6 МПа, що відповідає

температурам 174,5 ... 200° С.

Міцність силікатних бетонів змінюється в широких межах: від 5 ... 10 МПа для легких і до 80 ... 100 МПа для високоміцних важких бетонів.

Міцність дрібнозернистого силікатного бетону змінюється залежно від витрати вапняно-кремнеземистого в'язучого та крупності заповнювача.

Вміст активного оксиду кальцію в силікатобетонних суміші змінюється залежно від необхідної міцності бетону з урахуванням виду і крупності піску.

В результаті участі піску в реакції утворення гідросилікатів кальцію витрата вапна в силікатному бетоні приблизно на 30% менше, ніж витрата цементу для звичайних цементних бетонів такої ж міцності.

На міцність силікатного бетону, як і звичайного, істотно впливають не тільки якісні показники в'язучого та вяжуще-водне відношення, але і однорідність суміші, ступінь її ущільнення, водовміст та ін.

Водостійкість силікатних матеріалів автоклавного тверднення вимірюється в значних межах. Міцність силікатної цегли у воді може знижуватися до 30%, що пояснюється його підвищеною відкритою пористістю, можливим вмістом деякої кількості вільного гідратного вапна. Коефіцієнт розм'якшення силікатних бетонів у воді коливається звичайно в інтервалі 0,8 ... 0,9. Найбільш водостійкими є щільні силікатні бетони.

Морозостійкість силікатних бетонів з використанням негашеного вапна, як правило, вище, ніж бетонів, виготовлених за гідратною схемою виробництва. Останні відрізняються підвищеною водопотребою і більш низькою щільністю. Так само як і для цементних бетонів морозостійкість силікатних бетонів можна істотно підвищити, вводячи повітрявтягувальні добавки.

Область застосування в будівництві силікатних бетонів досить обширна. Це стінові, облицювальні, конструктивні, теплоізоляційні вироби, вироби спеціального призначення – шпали, тюбінги, пресовані

покрівельні вироби та ін.

10.2. Шлакові і зольні бетони.

До бетонів даної групи можна віднести бетони на основі вапняношлакових і вапнянозольних в'язучих, гіпсошлакових, сульфатношлакових. У самотійну групу можна виділити шлаколужні бетони.

Шлаки і золи займають одне з перших місць серед промислових відходів. Вони утворюються при високотемпературних процесах (1300 ... 1700° С) в результаті взаємодії палива, руди і плавнів при отриманні металів (металургійні шлаки) або при спалюванні твердих видів палива на теплових електростанціях (паливні шлаки і золи).

При оцінці шлаків як сировини для будівельних матеріалів важливою характеристикою їх хімічного складу є процентне співвідношення в них основних і кислотних оксидів - *модуль основності*:

$$M_o = (CaO + MgO)/(SiO_2 + Al_2O_3), \quad (10.1)$$

при $M_o > 1$ шлаки відносяться до основних, $M_o < 1$ - до кислих.

З усіх видів металургійних шлаків у виробництві будівельних матеріалів, в тому числі в'язучих і бетонів, найбільш широко застосовуються доменні шлаки, що зумовлено їх провідним становищем в загальному балансі шлаків, а також здатністю при швидкому охолодженні набувати гідравлічну активність.

Хімічна активність шлаку визначається *коефіцієнтом якості K*.

Зола-винесення являє собою тонкодисперсний матеріал, що складається в основному з частинок розміром 5 ... 100 мкм. Її хіміко-мінералогічний склад відповідає складу мінеральної частини палива, що спалюється. Наприклад, при згорянні кам'яного вугілля зола являє собою випалену глинисту речовину із включенням дисперсних частинок кварцового піску, при згорянні сланців - мергель з домішками гіпсу і піску. При випалюванні мінеральної частини палива можливе утворення низькоосновних алюмінатів і силікатів кальцію.

Основним компонентом золи-винесення є склоподібна алюмосілікатна фаза, що складає 40 ... 65% всієї маси і має вигляд частинок сферичної форми розміром до 100 мкм.

Золи підрозділяються на *висококальцієві* ($\text{CaO} > 20\%$) і *низькокальцієві* ($\text{CaO} < 20\%$). Для перших переважаючими є кристалічні фази, для других - скло і аморфізована глиниста речовина. Висококальцієві золи, у свою чергу, ділять на *низькосульфатні* ($\text{SO}_3 < 5\%$), одержувані при спалюванні вугілля і торфу, і *сульфатні* ($\text{SO}_3 > 5\%$) - при спалюванні сланців.

Інтегральною характеристикою хімічного складу зол служить модуль основності M_o , який для основних зол становить $M_o > 0,9$; кислих - $0,6 \dots 0,9$; надкислих - $M_o < 0,6$. В основних золах сумарний вміст $\text{CaO} + \text{MgO}$ досягає 5%, в надкислих - 12. Останні є більш поширеними.

Шлаки і золи набувають здатність тверднути при лужній, вапняної, сульфатної і змішаних видах активізації. Залежно від їх мінералогічного і хімічного складу, дисперсності, виду і концентрації активізатора шлакові і зольні матеріали з різною інтенсивністю тверднуть в нормальних умовах і при тепловологісній обробці. В'яжучі властивості більшості мінералів, що входять до шлаку і золи, в найбільшій мірі проявляються при тепловологісній обробці в автоклаві при тиску водяної пари не менше 0,8 МПа.

Із застосуванням шлакових і зольних в'яжучих виготовляють ніздрюваті, дрібнозернисті, легкі і важкі бетони.

10.3. Гіпсобетони.

До гіпсових відносять бетони, приготовані з використанням гіпсових в'яжучих. З гіпсобетону виготовляють стінові камені, блоки, панелі, призначені, в основному, для облаштування внутрішніх стін і перегородок.

Номенклатура виробів з гіпсобетону значно розширюється за рахунок використання в якості в'яжучих композицій, що містять

портландцемент і гідравлічно активні добавки. Вироби на основі таких змішаних в'язучих можуть застосовуватися також для панелей несучих стін, санітарно-технічних кабін, великорозмірних блоків, безнапірних труб та ін.

Головною перевагою в'язучих на основі напівводного гіпсу, що дозволяє організувати виробництво виробів за конвеєрною схемою і без витримування у формах і значних витрат тепла, є здатність їх схоплюватися і набирати міцність протягом короткого часу. За необхідності строки тужавлення гіпсових в'язучих при виготовленні бетонних виробів можна регулювати за допомогою сповільнювачів різного типу в значних межах (від 10 ... 20 хв. до 2 ... 3 годин). Тверднення гіпсобетону на будівельному гіпсі протягом 1 ... 2 годин дозволяє забезпечити 35 ... 40% кінцевої міцності, яка досягається в природних умовах через 5 ... 7 діб. Застосування сушіння прискорює набір кінцевої міцності до 6 ... 10 годин. Завдяки такій швидкості тверднення готові вироби можуть вилучатись із форм через 20 ... 40 хв.

Отримання гіпсобетону з більш високою міцністю і водостійкістю можливе при застосуванні високоміцного гіпсу, ест-ріх-гіпсу, ангідритових в'язучих. Найбільш перспективні для отримання гіпсобетонів, здатних тверднути як у повітряно-сухих, так і повітряно-вологих умовах, *гіпсоцементноуццоланові* (ГЦПВ) та *гіпсошлакоцементноуццоланові* (ХШЩІВ) в'язучі.

У гіпсобетонах застосовують заповнювачі неорганічного й органічного походження. Для отримання конструкційних гіпсобетонних виробів краще використовувати мінеральні заповнювачі, оскільки органічні не здатні створювати досить жорсткий каркас для сприйняття усадочних напружень при висиханні виробів.

Поширені гіпсобетони на легких пористих заповнювачах (природних або штучних). В якості природних заповнювачів застосовують пемзу, туфи, горілі породи, вапняк-черепашник, зі штучних найбільш

поширеними є гранульовані доменні, а також паливні шлаки, використовують також керамзит, аглопорит та ін.

За умови застосування в'язучого одного виду і активності, а також заповнювачів певної якості, міцність гіпсових бетонів визначається водогіпсовим (або гіпсоводним відношенням).

Збільшення водогіпсового відношення разом із зростанням пористості і зниженням міцності бетонних виробів вимагає підвищених витрат тепла на сушіння виробів.

Інтенсивність твердіння гіпсобетонів залежить, в основному, від швидкості твердіння в'язучого. Вона визначається також вологістю навколишнього середовища та інтенсивністю вологовіддачі. За нормальних умов зростання міцності найбільш інтенсивно відбувається на початковому періоді (1 ... 1,5 год. від моменту замішування), протягом якого вироби набирають до 35 ... 40% кінцевої міцності; за наступні 20 ... 24 год. міцність підвищується незначною мірою, збільшення міцності до 60% відбувається після досягнення вологості 2 ... 3% (рис. 9.8). Максимальна міцність гіпсобетонів спостерігається при досягненні повітряно-сухого стану, при цьому найефективнішим є застосування штучного висушування.



Рис. 10.1. Зміна міцності гіпсобетону залежно від його вологості і тривалості тверднення: 1, 2 за даними різних авторів

На основі будівельного гіпсу отримують бетони з міцністю 5... 10 МПа. Використання високоміцного гіпсу, ангідритового в'язучого та естріх-гіпсу дозволяє підвищити міцність до 20 МПа. Міцність бетонів при використанні

змішаних гіпсоцементнопуццоланових і гіпсошлакоцементнопуццоланових в'язучих на основі будівельного гіпсу - 7,5...20 МПа, високоміцного гіпсу - 15...40 МПа.

Гіпсобетони на легких заповнювачах характеризуються середньою густиною від 1200 до 1700 кг/м³, при використанні перліту густина значно нижча - 400 ... 650 кг/м³. Залежно від сировини, яка застосовується, гіпсобетони на органічних заповнювачах мають середню густину від 400 ... 500 (паперове волокно, костриця) до 1100 ... 1300 кг/м³ (тирса, очерет). Міцність таких матеріалів 2,5 ... 7,5 МПа при використанні будівельного гіпсу і ангідритового в'язучого та 3,5 ... 10 МПа - на основі ГЦПВ.

Довговічність гіпсобетонів підвищується при збільшенні щільності і застосуванні гідрофобізуючих добавок. Підвищення щільності бетонів можливе при ретельному підборі суміші заповнювачів і зниженні водогіпсового відношення, застосуванні мінеральних наповнювачів, в якості яких можуть бути використані зола-виносення, мелені пісок, шлак та ін.

Застосування сталевій арматури для армування гіпсових виробів ускладнене внаслідок суттєвої різниці коефіцієнтів термічного розширення сталі та гіпсу, високої пористості гіпсового каменю і недостатньої його пасивуючої здібності. Гіпсовий камінь утворює при твердінні середовище, яке наближається до нейтрального, що не захищає сталеву арматуру від корозії. В якості арматури гіпсобетонних виробів перспективні мінеральні та полімерні волокнисті матеріали. У бетонах на ГЦПВ і ГШЦПВ арматура кородує менше, проте при використанні і цих в'язучих необхідно застосовувати захисне покриття арматурної сталі.

Контрольні питання до лекції 10

1. Охарактеризуйте силікатні бетони.
2. Охарактеризуйте шлакові і зольні бетони.
3. Охарактеризуйте гіпсобетони.

Лекція 11. Будівельні розчини та їх використання

План лекції

- 11.1. Загальна характеристика та види будівельних розчинів.
- 11.2. Сухі будівельні суміші.
- 11.3. Клей, затиральні суміші, шпаклювальні суміші, сухі фарбові суміші.

11.1. Загальна характеристика та види будівельних розчинів.

Будівельний розчин - це штучний камінь, отриманий при твердінні раціонально підібраної розчинової суміші, що складається з мінеральної в'язучої речовини, дрібного заповнювача (піску), води та добавок. Відсутність крупного заповнювача надає розчиновим сумішам підвищеної пластичності порівняно з бетонними, і дозволяє укладати їх без спеціального (механічного) ущільнення. **Будівельними розчинами нового покоління** є матеріали на основі *сухих будівельних сумішей*, використання яких відкриває нові можливості створення матеріалів із високими експлуатаційними властивостями.

Класифікація будівельних розчинів: *за призначенням, середньою густиною та видом в'язучої речовини.*

За призначенням будівельні розчини поділяють на розчини для кам'яних кладок, монтажу будівельних конструкцій; облицювальних і штукатурних робіт та спеціальні (акустичні, теплоізоляційні, радіаційнозахисні, хімічностійкі, жаростійкі).

За середньою густиною у сухому стані розчини поділяють на важкі з густиною 1500 кг/м^3 і більше та легкі, що мають густину менше 1500 кг/м^3 .

За видом в'язучої речовини будівельні розчини поділяють на прості - з використанням одного виду в'язучої речовини (цементні, вапняні, гіпсові тощо) та складні - на базі змішаних в'язучих речовин (цементно-вапняні, вапняно-зольні, вапняно-гіпсові).

Матеріали для виготовлення будівельних розчинів. Крім в'язучих речовин застосовують заповнювач - переважно пісок природний або продукт подрібнення різних гірських порід визначеного гранулометричного складу.

Для декоративних розчинів придатні миті піски, подрібнені гірські породи (мармур, граніт) та керамічний, вугільний або пластмасовий дрібняк.

Для прискорення зростання міцності та надання розчинам спеціальних властивостей (підвищення водонепроникності, морозостійкості, корозійної стійкості) використовують спеціальні види добавок, повітровтягувальні, протиморозні, пластифікуючі, прискорювачі та сповільнювачі тужавіння.

Міцність при стиску будівельного розчину визначають у термін, зазначений стандартом на даний вид розчину. Встановлені такі марки: М4, М10, М25, М50, М75, М150, М200.

Для розчинів, що експлуатуються в умовах наперемінного заморожування та відтавання у конструкціях будівель і споруд, існує поділ на марки за морозостійкістю: F35, F50, F75.

Види та характеристика будівельних розчинів. Будівельні розчини використовують для проведення монтажних, опоряджувальних та ремонтних робіт. Розчини для кам'яних кладок і монтажу будівельних виробів виготовляють з використанням: портландцементу та шлакопортландцементу (для монтажу стін із панелей великих бетонних і цегляних блоків, для звичайної кладки в разі застосування розчинів високих марок); вапна, вапняно-шлакових та вапняно-пуцоланових в'язучих (для малоповерхового будівництва); пуцоланових та сульфатостійких портландцементів (для конструкцій, що експлуатуються в умовах впливу агресивних середовищ).

Цементні розчини використовують в основному при зведенні фундаментів та інших конструкцій стиків панелей, плит покриттів, а також конструкцій, що розташовані нижче рівня ґрунтових вод, а також для заповнення швів і фриттів у збірних залізобетонних будівлях влаштування стяжок для м'яких покрівель та підлог.

Монтажні розчини для замонолічування стиків елементів збірних залізобетонних конструкцій виготовляють на основі портландцементу, розширеного та безусадкового цементів. Марка таких розчинів повинна бути не нижче М100.

Спеціальні розчини - це розчини для заповнення швів, ін'єкційні, гідроізоляційні, акустичні й рентгенозахисні.

Опоряджувальні розчини поділяють на звичайні, штукатурні та декоративні. За способом нанесення розрізняють «суху» та «мокру» штукатурку. Штукатурка – це суміш компонентів, якою покривають поверхні будівель (частіше стін) з метою їх захисту та підвищення декоративності.

«Суха» штукатурка - це заздалегідь виготовлені на заводі тонкі плити, що прикріплюються до основної конструкції.

«Мокру» штукатурку наносять декількома шарами на спеціально підготовлену поверхню. Перший шар називають *обрізком*, другий - *грунтом*, третій - *накривкою*.

Залежно від призначення розрізняють традиційні штукатурки зовнішні (товщина 20 мм) і внутрішні (товщина 15 мм).

Зовнішня штукатурка виконує функцію оздоблення і захищає основу від вологи. Вона повинна гарантувати достатній вологообмін між оштукатуреними будівельними елементами і зовнішнім середовищем, бути стійкою до дії морозу та зміни температур.

Внутрішня штукатурка обумовлює мікроклімат у приміщенні і виконується, як правило, в один шар із розчинів на основі вапна, гіпсу та портландцементу.

11.2. Сухі будівельні суміші.

Сухі будівельні суміші — це порошкоподібні композиції, що складаються з мінеральної в'язучої речовини, наповнювачів, заповнювачів та добавок, які виготовляють у заводських умовах.

Сухі будівельні суміші класифікують за призначенням на такі, що застосовуються для вирівнювання стін та стель (штукатурні декоративні розчини, розчини для монтажу гіпсокартону), штукатурні захисно-оздоблювальні (для зовнішнього та внутрішнього декоративного оздоблення), для влаштування підлог (основи під покриття, несучі підлоги),

для укладання плитки (розчини, затирки для швів), для малярних робіт (грунтовки, шпаклівки, фарби), для мурування, гідроізоляції (штукатурна й обмазувальна гідроізоляція) та влаштування теплоізоляційного шару (клей, розчин для вирівнювання та оздоблення).

Сухі будівельні суміші різного призначення. Гідроізоляційні сухі суміші використовують у вигляді фарб або штукатурки. Фарбова гідроізоляція виготовляється з пластичних або рідких сумішей на основі бітумно-полімерних мастик, які створюють багатшарове покриття. Штукатурна гідроізоляція – це покриття товщиною 5...20 мм із полімерцементних композицій, яке наноситься пошарово.

Переваги: екологічна безпека матеріалів, висока адгезія до різних поверхонь, можливість нанесення у середині приміщень на вологі та мокрі поверхні, довговічність, надійність, зручність і висока продуктивність праці при виконанні робіт.

Недоліки сухих будівельних сумішей - невисока еластичність. Застосовують гідроізоляційні сухі суміші на основі цементу - для стін фундаментів і підвалів, резервуарів для води, плавальних басейнів, поверхонь терас і балконів, а також для захисту будівельних конструкцій від дії агресивного середовища.

11.3. Клей, затиральні суміші, шпаклювальні суміші, сухі фарбові суміші.

Клей для облицювальних робіт - це адгезиви для приклеювання плитки до поверхонь будівель і споруд.

Затиральні суміші – це декоративні кольорові композиції, що застосовують для зовнішніх і внутрішніх робіт при заповненні швів між між плитками та вертикальних і горизонтальних поверхнях з метою надання закінченого декоративного вигляду облицюванню.

Шпаклювальні суміші застосовують для вирівнювання конструкцій, причому наносять їх на підготовлені поверхні при температурі навколишнього середовища +10...+35 С і відносної вологості не нижче 60%. Можливість застосування розчинів для зовнішніх або внутрішніх робіт визначається видом використаних в'язучих речовин.

Сухі фарбові суміші - це вискодисперсні композиції ($S. = 10.100 \text{ м}^2/\text{г}$), що складаються з полімерів, наповнювачів, пігментів і спеціальних добавок. Основною сировиною є термопластичні полімери (поліетилен, полівінілхлорид, поліаміди) та реактопласти (епоксидні, поліефірні, поліуретанові смоли).

Контрольні питання до лекції 11

1. Дайте визначення поняттю «будівельні розчини».
2. Які розчини називають «будівельними розчинами нового покоління»?
3. Назвіть види та характеристики будівельних розчинів.
4. Назвіть переваги та недоліки сухих будівельних сумішей.
5. Класифікуйте будівельні суміші за призначенням.

Лекція 12. Армовані композиційні матеріали

План лекції

- 12.1. Характеристика залізобетону та його різновиди.
- 12.2. Основні конструкції цивільного будівництва із залізобетону.
- 12.3. Дисперсноармований бетон або фібробетон.

12.1. Характеристика залізобетону та його різновиди.

Залізобетон – це будівельний матеріал, в якому поєднані бетон і сталева арматура, які різняться своїми властивостями і працюють в конструкції спільно. Бетон чинить удесятеро більший опір стиску, ніж розтягу, а сталь добре працює на розтяг. Тому арматуру розміщують у тих зонах виробу, які розраховані на сприйняття розтягу вальних зусиль.

Залізобетон є одним з основних конструкційних матеріалів у сучасному будівництві завдяки хорошим механічним властивостям, довговічності, вогнестійкості, технологічності, доступності сировинної бази, можливості створення різноманітних форм.

За способом виготовлення залізобетонні конструкції поділяють на:

- монолітні (зводять на будівельному майданчику);
- збірні (виготовляють на заводах).

За видом армування конструкції із залізобетону бувають із:

- звичайним армуванням (в процесі експлуатації можливі появи тріщин в розтягнутій зоні);
- попередньо напруженим армуванням (збільшує тріщиностійкість конструкцій).

За внутрішньою будовою залізобетонні вироби можуть бути:

- суцільні;
- порожнисті;
- комбіновані.

За способом виготовлення залізобетонні конструкції поділяють на:

- монолітні (зводять на будівельному майданчику);
- збірні (виготовляють на заводах).

За видом армування конструкції із залізобетону бувають із:

- звичайним армуванням (в процесі експлуатації можливі появи тріщин в розтягнутій зоні);
- попередньо напруженим армуванням (збільшує тріщиностійкість конструкцій).

За внутрішньою будовою залізобетонні вироби можуть бути:

- суцільні;
- порожнисті;
- комбіновані.

Виготовлення залізобетонних виробів складається з таких технологічних процесів: приготування бетонної суміші, заготовка арматури, укладання арматури, укладання і ущільнення бетонної суміші, тепловологісна обробка, опоряджування лицьової поверхні виробів.

Бетонну суміш готують за технологією звичайного бетону, але іноді з обмеженням розмірів крупного заповнювача для густо-армованих конструкцій і кількості хімічних добавок, які можуть викликати корозію арматури. Арматуру виготовляють в арматурному цеху. Там її ріжуть на заготовки заданої довжини, потім надають потрібної форми, зварюють у сітки і каркаси. Готові каркаси і сітки транспортують на пост формування, де укладають у підготовлену форму.

Арматуру **для попередньо напружених виробів** натягують за допомогою гідравлічних домкратів, електротермічним та іншими способами. За допомогою фіксаторів, які забезпечують утворення захисного шару бетону, арматуру укладають у форму, завчасно очищену, зібрану і змазану.

Після цього бетоноукладчиком у форму з арматурою подають бетонну суміш, ущільнюючи її вібруванням, вакуумуванням, пресуванням, прокаткою, трамбуванням тощо.

Контроль якості складається з перевірки зовнішнього вигляду, форми, лінійних розмірів, товщини захисного шару, розташування арматури і закладних деталей, фактичної міцності бетону та її відповідності проектній. Якщо виріб відповідає вимогам стандарту, його маркують фарбою, яка не змивається.

Тенденцією останніх часів є зменшення маси залізобетонних конструкцій. Це може бути досягнуто за рахунок застосування **композиційної арматури** у вигляді неметалевих стержнів зі скляних (АСП), базальтових (АБП), вуглецевих (АУП) або арамідних (поліамідних) волокон, просочених полімерною зв'язуючою речовиною з наступним її твердінням.

Неметалеву арматуру застосовують у громадських спорудах, у бетонних конструкціях при зведенні промислових та громадських споруд, у малоповерховому будівництві, для пошарового мурування стін з гнучкими зв'язками, для ремонту поверхонь залізобетонних та цегляних конструкцій, а також при роботах узимку, коли застосовують протиморозні добавки, що викликають корозію сталевих арматур.

Нові тенденції щодо розширення застосування залізобетону пов'язані не тільки із зменшенням його маси, але й наданням декоративності його поверхні (за рахунок застосування білого та кольорового цементів для оздоблення поверхні, утворення фактури підбором виду та гранулометрії заповнювача, застосування механічної обробки поверхні).

12.2. Основні конструкції цивільного будівництва із залізобетону.

Основними конструкціями цивільного будівництва є:

- фундаментні блоки з важкого бетону класу **C 8/10**, які мають лише монтажну арматуру;
- суцільні і порожнисті блоки стін підвалів із важкого бетону класу **C 8/10**;
- вироби для каркасів будівель - колони та горизонтальні елементи - ригелі та прогони, якими з'єднують між собою колони, виготовлені з важкого бетону класів **C12/15 ... C32/40**;

- панелі для зовнішніх стін неопалюваних будівель із важких і легких бетонів класу **C12/15** та вище, а також для опалюваних будівель - одношарові з легких або ніздрюватих бетонів і шаруваті з важкого бетону з теплоізоляційним прошарком (тришарові панелі з внутрішнім теплоізоляційним шаром пінополістиролу, мінеральної вати, ніздрюватого бетону);
- панелі для внутрішніх стін виготовлені з важкого чи легкого бетону класу **C 8/10** та вище: панелі перегородок, армовані та неармовані – з різних видів бетону;
- стінові блоки суцільні та з внутрішніми пустотами з легкого бетону середньою густиною до 1200 кг/м³, які мають конструктивну та монтажну арматуру й застосовуються для зовнішніх і внутрішніх стін;
- конструкції для міжповерхових перекриттів - панелі та плити (вироби шириною на всю кімнату називають панелями, а вузькі - плитами), виготовляють порожнистими та суцільними ребристими з важкого бетону класів **C12/15 ... C20/25** зі звичайним та попередньо напруженим армуванням;
- об'ємні елементи – блоки з окремих плоских елементів або монолітні для санітарно-технічних кабін і шахт ліфтів.

12.3. Дисперсноармований бетон або фібробетон.

Дисперсноармований бетон або фібробетон - альтернатива залізобетону, особливо в разі його застосування для тонкостінних конструкцій.

Види дисперсноармованого бетону: сталеві фібробетон, склофібробетон, азбестоцемент.

Фібробетон – композиційний матеріал, в якому як армувальний компонент використовують фібри (короткі або перервні волокна), що рівномірно розподіляються в об'ємі бетонної матриці. Для дисперсного армування придатні різні види металевих та неметалевих волокон

мінерального й органічного походження. Армування може здійснюватись як одним видом фібр, так й їхньою сумішшю (різної довжини і різного складу).

Склофібробетон (СФБ) - композиційний матеріал, який складається з суміші високомарочного цементу, піску і лугостійкого скловолокна (фібри). Він має гарні архітектурно-декоративні, експлуатаційні і конструкційні властивості, є негорючим, корозійностійким. Тому його використовують у будівництві як конструкційний, декоративно-оздоблювальний і захисний матеріал.

Переваги: матеріал має високу пластичність, тобто здатність до формоутворення - з нього можна виготовити не тільки конструкційні, але й декоративні дрібноштучні та крупнорозмірні вироби будь-якої геометричної форми, фактури і кольору, а також елементи декорування будівель у вигляді ліпнини. Склофібробетон має відносно низьку вартість, високу довговічність порівняно з традиційним архітектурним бетоном.



а)



б)

Рис.12.1. Архітектурні деталі зі склофібробетону

Азбестоцемент - це композиційний матеріал, утворений внаслідок твердіння суміші цементу, азбесту і води. При виробництві азбестоцементних виробів застосовують азбестові волокна в кількості 10,25% за масою, як в'язучий компонент використовують портландцемент марок М400 і М500.

Переваги: отриманий матеріал характеризується підвищеними фізико-механічними характеристиками: високою міцністю при стиску (60...80 МПа), розтягу (10 ... 25 МПа), згині (10 ...42 МПа), коефіцієнтом теплопровідності, морозостійкістю – 25 ... 100 циклів. Азбестоцемент є вогнестійким, низько електропровідним, водонепроникним.

Недоліки: крихкість та короблення при зміні вологості.

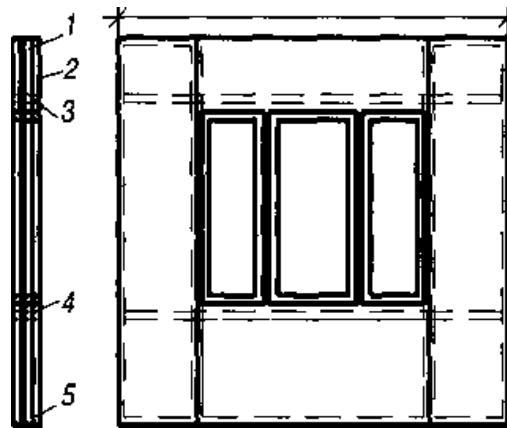
Номенклатура *азбестоцементних виробів та конструкцій* включає профільовані листи (хвилясті та напівхвилясті для покрівель і облицювання стін); панелі покрівельні та стінові з теплоізоляційним шаром для опалюваних і неопалюваних будівель; труби напірні й безнапірні та вироби спеціального призначення. Найчастіше використовують хвилясті та плоскі азбестоцементні листи для влаштування покрівель і облицювання будівельних конструкцій, азбестоцементні труби для напірних та безнапірних трубопроводів та як компонент багат шарових панелей типу «сендвіч», призначених для влаштування стінових огорож.

Хвилясті азбестоцементні листи виготовляють різного профілю. Освоєно виробництво великорозмірних хвилястих листів для перекриття прогонів до 9 м. Ці листи призначені для покрівель промислових та сільськогосподарських будівель і споруд. Їх постачають комплексно з деталями, які застосовують для влаштування гребнів, обрамлення торцевих покриттів та кутів стін, переходу від схилу до вертикальної поверхні, влаштування деформаційних швів.

Покрівлі із хвилястих азбестоцементних листів відрізняються легкістю, простотою монтажу, не потребують влаштування суцільної жорсткої основи, укладаються по дерев'яній обрешітці або по залізобетонних та сталевих прогонах.

Плоскі листи виготовляють пресованими та непресованими. Номінальна довжина листів: 3600, 3000, 2500 мм; ширина - 1500, 1200 мм; товщина - 10, 8, 6 мм. Пресування сприяє покращенню міцнісних властивостей виробів. Границя міцності на згин пресованих листів не менше 23 МПа, середня густина не менше 1800 кг/м³, непресованих відповідно 18 МПа та 1600 кг/м³.

Плоскі листи призначені головним чином для збірних конструкцій стінових панелей, плит покриттів, перегородок, санітарно-технічних кабін, а також для влаштування підвісних стель, вентиляційних шахт і т.ін.



*Рис. 12.2. Азбестоцементна стінова панель:
1 - азбестоцементний лист; 2 – устлювач; 3 - бруски;
4 - підвіконня і злив*

Контрольні питання до лекції 12

1. Дайте визначення поняттю «залізобетон».
2. Назвіть основні властивості залізобетону.
3. Назвіть за якими ознаками поділяють залізобетон.
4. Дайте визначення поняттю «дисперсноармований» бетон.
5. Дайте визначення поняттю «склофібробетон». Назвіть переваги матеріалу.
6. Дайте визначення поняттю «азбестоцемент». Назвіть переваги та недоліки матеріалу.

Лекція 13. Загальні відомості про деревину

План лекції

- 13.1. Характеристика деревини як будівельного матеріалу.
- 13.2. Полімермодифікована та термомодифікована деревина.
- 13.3. Конструкційні матеріали та вироби з деревини.
- 13.4. Вироби з деревини для облицювання стін та стелі.

Деревина - будівельний матеріал рослинного походження, який широко застосовують у будівництві завдяки високим будівельно-технологічним властивостям: значній міцності при розтягу та стиску, невеликій густині, низькій теплопровідності, корозійній стійкості у деяких агресивних середовищах, технологічності при обробці.

Деревина є екологічним матеріалом, який позитивно впливає на мікроклімат у приміщенні та створює умови, сприятливі для імунної системи людини.

Дерево складається з коріння, стовбура та крони. Стовбур - основна частина дерева, з якого одержують 60...90% деревини. Верхня частина стовбура - вершина, нижня — окоренок.

Деревину можна вважати природним органічним композиційним матеріалом, в якому матриця представлена просторовою сіткою з лігніну, а армувальний компонент-волокнами у вигляді целюлози. Характер структури деревини, в тому числі її кори, визначає експлуатаційні властивості та довговічність отриманих матеріалів і виробів.

У макроструктурі деревини розрізняють кору, камбій, заболонь, ядро, стрижень, стрижневі промені та річні шари, які помітні на поперечному розрізі стовбура.

Достатньо повне уявлення про макроскопічну структуру деревини можна отримати при вивченні стовбура деревини за трьома напрямками: торцевий, або поперечний перпендикулярний до осі стовбура, радіальний - уздовж стовбура і такий, що проходить через стрижень, тангенціальний-паралельний осі стовбура.

Історичні споруди із деревини



Рис.13.1. Михайлівська церква у м. Комарне Городоцького р-ну Львівської обл. 1609 р. (реконструйована 1754 р.)



Рис.13.2. Миколаївська церква у с. Городище Менського р-ну
Чернігівської обл. 1722 р.
Сучасні споруди із деревини



Рис.13.3 (а). Літній будинок, Бургенланд

Архітектор Джудіт Бенцер поєднала в цьому проекті традиційну форму – коробочка з двосхилим дахом – і оригінальну техніку. Крім цокольного бетонного поверху, будинок повністю побудований з дерева. Він оббитий

модриновими дошками нахрест в два шари (горизонтально ззовні і вертикально всередині).



Рис.13.3 (б). Літній будинок, Бургенланд

Стіни плавно переходять в дах, віконниці і двері зроблені урівень з таких же дошок. Коли все наглухо закрито, будинок здається непроникним. Така монолітність фасадів продиктована не тільки прагненням до візуальної єдності, а й практичними міркуваннями: більшу частину року будинок пустує, тому було потрібно його якомога краще захистити.

Уродженець канадського Фого архітектор Тодд Сондерс віддає перевагу чорному та білому як символи полярних ночі та дня.



Рис.13.4. Арт-студії, острів Фого, Канада



Рис.13.5. Арт-студії, острів Фого, Канада

Дизайнерський підхід - *закривати решіткою з дерев'яних рейок фасади* (хоч скляні, хоч бетонні).

Цей проект Framework Architects і Studio Prototype цікавий тим, що решітка не проста. Рейки складені де тісно, де рідко – виходить орнамент, одночасно декоративний та функціональний.

Решітка різної щільності регулює проникнення сонячного світла в різні приміщення і утворює красиву світлотінь.



Рис.13.6. Вілла на воді, Амстердам

Експериментальний павільйон, що з'явився в Барселонському порту Олімпік цього літа, повинен показати, що дерево й сучасні технології цілком сумісні. Архітектурне бюро IaaC спільно з іспанською електроенергетичною компанією Endesa придумали максимально ефективну будівлю, керуючись принципом "форма слідує за енергією". Будинок, як рослина, прямує своїми пелюстками до сонця.



Рис.13.7. Павільйон Endesa, Барселона

Форма і нахил виступаючих модулів розраховані так, щоб сонячні батареї вловлювали максимум сонячної енергії. До уваги прийнятий не тільки рух сонця протягом дня, а й зміна сезонів, тому фасади асиметричні, одні схожі на закритий бутон, інші – на розквітлу квітку. Не те щоб це дуже красиво. Але є привід задуматися про потенціал дерев'яної архітектури.

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ДЕРЕВИНИ

Деревина як будівельний матеріал характеризується неоднорідністю будови та анізотропією властивостей, а також має достатню *гігроскопічність*, *займистість*, *здатність до гниття*. Ці недоліки можна подолати технічними заходами. Виготовлення клеєних дерев'яних конструкцій зменшує або повністю усуває усихання й короблення деревини, підвищує гниlostійкість і зменшує займистість.

Вологість значною мірою зумовлює якість деревини. Вологість деревини, що дорівнює 12%, умовно вважається стандартною. За європейськими нормами стандартною є вологість, що дорівнює 6.8 %.

Усихання, розбухання, короблення деревини відбуваються зі зміною вологості. При висушуванні деревини до межі гігроскопічної вологості її лінійні розміри не змінюються.

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.

У сучасному будівництві деревину використовують для зведення всіх типів будинків; вона широко застосовується в дизайні архітектурного середовища, особливо для оформлення інтер'єру.

До фізичних властивостей деревини відносять істинну й середню густину, вологість, усихання, розбухання, короблення, теплопровідність, пористість та інші.

Теплопровідність деревини залежить від її породи, напряму волокон та вологості. Так, наприклад, при вологості 15% теплопровідність дуба уздовж волокон дорівнює 0,45 Вт/(м·К), сосни – 0,35 Вт/(м·К), впоперек волокон відповідно 0,22 і 0,17 Вт/(м·К).

До фізико-механічних властивостей деревини відносять: міцність при стиску і розтягу, при згині та сколюванні, статичну твердість, пружність.

Міцність деревини залежить від породи, середньої густини, вологості, наявності вад тощо. Міцність деревини при стиску уздовж волокон у 4...6 разів більша за її міцність впоперек волокон. Міцність при розтягу деревини вздовж волокон у 2,3 рази більша за міцність при стиску й у 20...30 разів вища за міцність при розтягу впоперек волокон. Для окремих порід границя міцності при розтягу досягає 100...200 МПа. Міцність при статичному згині деревини становить для різних порід 50...100 МПа. Міцність при сколюванні деревини вздовж волокон становить 3...13 МПа, а міцність при сколюванні впоперек волокон у 3...4 рази вища за міцність при сколюванні вздовж волокон.

За твердістю по торцю деревину поділяють на три групи: м'яка з твердістю 35...50 МПа (сосна, ялина, ялиця, вільха); тверда - 50...100 МПа (дуб, граб, ясен, клен, каштан, береза); дуже тверда-понад 100 МПа (самшит, кизил).

Декоративність деревини визначається її кольором, блиском і текстурою.

Колір деревини залежить від наявності дубильних, смолистих і фарбувальних речовин у клітинах; кліматичних умов; віку дерева; ураження деревини різними видами грибків тощо.

Колірні відтінки порід деревини можна класифікувати за основними групами, де переважаючим буде один колір деревини: жовтий (береза, ялина, липа, осика, клен, ясен, барбарис, шовковиця, карельська береза); бурий (кедр, тополя, бук, модрина, вільха, каштан, горобина, груша, слива, акація); коричневий (черешня, яблуня, абрикос); червоний (тис, червоне дерево); рожевий (вишня, чинара); чорний (морений дуб); зеленуватий (хурма, фісташка).

Екзотичні породи відрізняються яскравими насиченими кольорами: яскраво-жовтий і жовто-помаранчеві кольори має лимонне дерево, пурпурно-коричневий, рожевий – червоне дерево, палево-жовтий з шовковистим блиском — атласне дерево.

Блиск - властивість деревини відбивати світловий потік. Блиск є характерним для бука, клена, чинари, білої акації; матовий (сатиновий) блиск мають тополя, липа, осика, тик; шовковистий – верба, в'яз, ясен, черемха; золотистий - черешня; сріблястий – сибірський кедр; муаровий - береза, сірий - клен, вишня. Блиск істотно впливає на декоративні властивості деревини і його враховують при складанні мозаїчних виробів.

Текстура залежить від структури деревини, а саме розташування річних кілець і променів на зрізі (радіальному, тангенціальному, торцевому). Текстура особливо проявляється на обробленій поверхні і може бути підкреслена відповідним оздобленням.

Структура деревини залежить від будови самого стовбуру та його мікроструктури; переплетення, форми і розташування серцевинних променів та річних кілець впливають на текстуру деревини. Чим менше рівномірно розташовані волокна, чим більше та виразніше промені, тим яскравіше текстура. Бук, платан, клен, ільм, горіх, груша мають красиву текстуру в радіальному розрізу, граб - у поперечному, кедр-у тангенціальному, дуб, ясен – у всіх розрізах.

Вади деревини - недоліки окремих її ділянок, які знижують якість і обмежують можливості використання. Вади деревини можуть бути пов'язані з відхиленнями від нормальної будови, пошкодженнями та захворюваннями в період росту дерева або його зберігання та експлуатації.

Їх поділяють на такі групи: тріщини, сучки, хімічні забарвлення, пошкодження комахами, грибами, трухлявини, дефекти форми стовбура, вади будови деревини, рани, ненормальні відкладення у середині деревини.

Вади будови деревини включають *нахил волокон, завитькуватість, завиток, крен, засмолок, сухобокість*. До групи вад форми стовбура належать збіжистість, закомелистість, овальність, нарости та кривизна.

Структури стінок клітин без зміни їхнього хімічного складу просочування деревини гаручими рослинними оліями (шляхом створення надлишкового тиску та вакууму) або меламіновими смолами, що блокують хімічну взаємодію між клітинами деревини та водою; ацетилювання - хімічний процес, в результаті якого відбувається заміщення гідроксильних груп у деревині.

13.2. Полімермодифікована та термомодифікована деревина.

Полімермодифікована деревина - композиційний матеріал, який отримують об'ємним просоченням малоцінних порід деревини (вільха, тополя, осика, береза) рідкими мономерами або олігомерами з подальшою полімеризацією під впливом зовнішнього джерела енергії.

Для модифікації застосовують **полімери**: фенолформальдегідні, резорцин-формальдегідні, сечовино-формальдегідні, кремнійорганічні,

фуранові, ненасичені полієфіри, поліакрили та мономері: стирол, метилметакрилат, акрилонітрил.

Спеціально розроблені барвники та добавки, які вводять до складу мономеру, дозволяють отримувати імітацію деревини різних кольорів і відтінків: червоно-коричневий (сандал, палісандр), темно-коричневий (горіх), мідно-червоний (червоне дерево), чорний (морений дуб).

Полімермодифіковану деревину використовують для виготовлення високоякісного паркету, віконних рам, дверних блоків; меблів та обладнання для офісів; корабельного оснащення та оздоблення яхт, обладнання лазень, спортивних залів; реставрації архітектурних пам'яток і предметів старовини, крім того при отриманні облицювальних панелей; елементів будівельних конструкцій; конструкцій для сільськогосподарських та хімічних виробництв; виробів, що працюють у суворих кліматичних умовах і агресивних середовищах.

Термомодифіковану деревину отримують за спеціальною технологією термічної обробки таких порід, як береза, бук, дуб, ялина, липа, сосна.

Відомі **чотири способи термічної обробки деревини**: одностадійна обробка водяною парою за температури 185..230° С (вміст кисню у повітрі до 3,5%); багатостадійна обробка насиченою парою або водою (процес варіння) за температури 150-200° С; обробка у гарячій олії та нагрівання до температури 180...220° С; обробка у середовищі інертних газів (замість водяної пари або олії деревину обробляють у середовищі азоту з вмістом кисню до 2% при підвищеному тиску).

Відмінною рисою всіх вищенаведених способів є кінцеве поступове охолодження та насичення матеріалу водою до вологості, при якій здійснюється експлуатація матеріалу.

Термомодифікована деревина є відносно екологічно чистим матеріалом і має порівняно зі звичайною деревиною низьку вологість (3...5%), стійкість до гниття, стабільність розмірів при експлуатації незалежно від температури і вологості, можливість використання дешевих сортів деревини для імітації

екзотичних порід і зістареної деревини; можливість фарбування деревини у кольори від світло-жовтого до чорного незалежно від породи деревини.

Такий вид деревини використовують при будівництві і облицюванні будинків виготовленні меблів, для оздоблення саун, бань, басейнів, ванних кімнат, причалів та інших об'єктів, які мають контакт з водою, для влаштування підлог (паркет, паркетна дошка, фриз, дошка для підлог), в тому числі теплих, для виготовлення дверей, рам для вікон, конструкційних елементів, де необхідна стабільність геометрії виробів, а також при проведенні реставраційних робіт.

Незважаючи на певні конструкційні переваги кам'яних та бетонних матеріалів в обробці поверхні землі, застосування деревини у вигляді горизонтальних і вертикальних конструкційних елементів має певні художньо-образні переваги в організації ландшафтного дизайну.

Такі види деревини, як дуб, граб, бук можуть тривалий час використовуватись як несучі елементи конструкцій, що стійкі до впливів атмосфери і води. Деревина не отримала широкого використання в організації ландшафтних композицій, але існує її вибіркове застосування у модифікованому вигляді в певних елементах облаштування.



Рис.13.8. Влаштування рутарію в ландшафтному дизайні



Рис. 13.9. Дерев'яні вуличні скульптури

13.3. Конструкційні матеріали та вироби з деревини.

Дерев'яні котеджі отримали значне поширення завдяки таким перевагам, як міцність, легкість (за рахунок відсутності масивного фундаменту), високі теплоізоляційні властивості та паропроникність, що забезпечує комфортне самопочуття людини.

Дерев'яні будинки відповідно до особливостей конструкції, способів зведення стін і матеріалів, що використовуються, можна поділити на кілька основних типів: каркасні будинки, які виготовляють за різними технологіями, в тому числі канадською, фінською; будинки зі звичайного бруса; збірні будинки заводського виготовлення, які випускають брусовими,

каркасно-щитовими та каркасно-обшивними одно- і двоповерховими; будинки з оциліндрованих колод. Зведення будинків ручної рубки з оциліндрованих колод в наш час майже відсутнє, оскільки відрізняється значною трудомісткістю та тривалістю.

При зведенні каркасно-щитових будинків (канадські будинки) заповнення каркаса здійснюється фібролітовими або деревно-волокнистими плитами. *При спорудженні каркасно-обшивного будинку* каркас збирається з брусів (вертикальних стійок, нижньої та верхньої обв'язки). Зовнішні та внутрішні стіни дерев'яних будинків облицьовують під натуральну деревину, обшивають обрізними дошками, сайдингом, ДСП, ОСП.

На думку архітекторів деревина – найбільш мобільний матеріал, дивна комбінаторіка якого дозволяє використовувати його у всіх стилях, а новітні технології обробки - у всіх приміщеннях будинку та квартири.

Головна його перевага - естетична привабливість і різноманіття фактур.

Крім того, дерево відмінно поєднується з іншими матеріалами, що дозволяє експериментувати з комбінаціями. Камінь, метал, скло, пластик гармонійно виглядають поряд з дерев'яними фактурами.

Різноманіття дерев'яних поверхонь змінюється від важких масивів до прозорих прооліфлених шпонів. Гнуті, фігурні, прямолінійні, різьблені, ажурні, гладенькі і зістарені сучасне дизайнерське різноманіття, здатне пропонувати будь-який варіант поверхні залежно від творчого задуму.

Колір, текстура, міцність та гнучкість, якість звуку різних порід деревини – основні показники, на які звертають увагу художники, архітектори, дизайнерів.

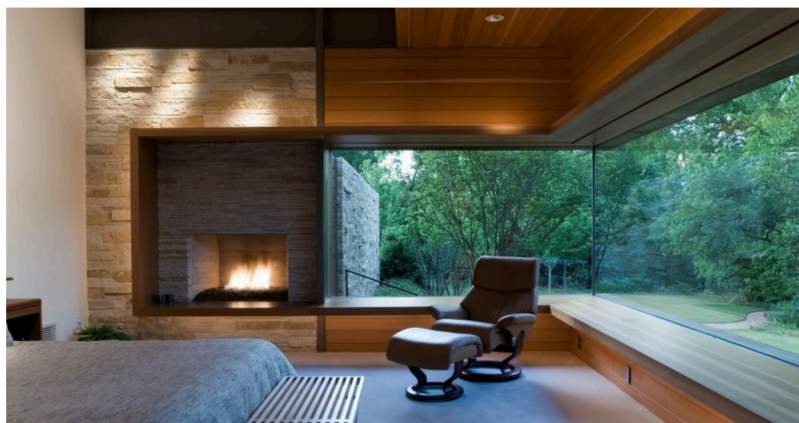


Рис. 13.10. Хай-тек із деревом в інтер'єрі



Рис. 13.11 (а). Дерево в сучасному інтер'єрі



Рис. 13.11 (б). Дерево в сучасному інтер'єрі

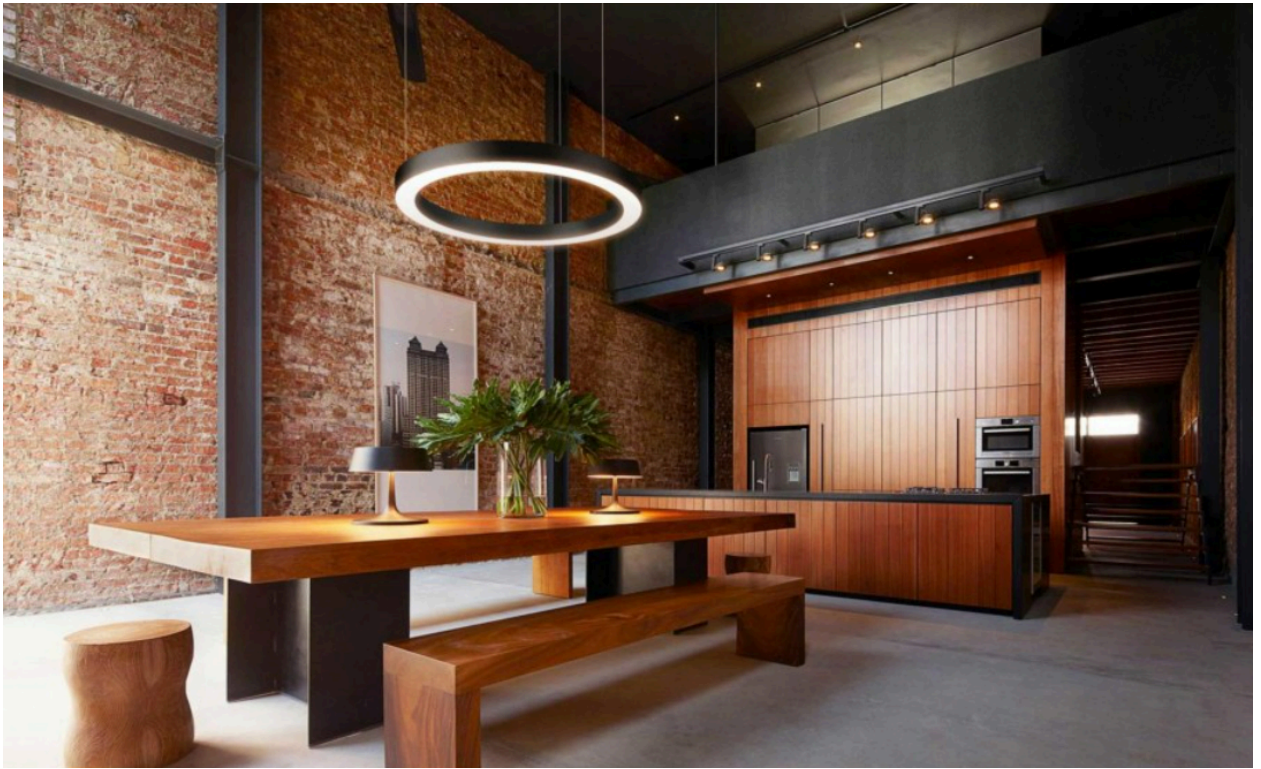


Рис. 13.12. Мебель лофт у сучасному інтер'єрі

13.4. Вироби з деревини для облицювання стін та стелі.

Фанера (звичайна та з покращеними експлуатаційними властивостями), стільниковий матеріал «Дендралайт», пробкові (коркові) покриття для стін (пробкові панелі, пробкові шпалери, технічна пробка, пробкові рулонні матеріали, пробкове напilenня), 3D-стінові панелі, деревношаруваті пластики, деревноволокнисті плити, декоративний паперово-шаруватий пластик, плити високої щільності, плити середньої щільності, плити низької щільності, деревностружкові плити, орієнтовано-стружкові плити, цементно-стружкові плити, арболітові плити.

Для створення конструкцій складних форм та виконання облицювальних робіт застосовують **фанеру** як звичайну, так і з покращеними експлуатаційними властивостями.

Залежно від водостійкості застосованого клею розрізняють **фанеру підвищеної, середньої та обмеженої водостійкості**.

Декоративну фанеру отримують з наступним склеюванням листів шпону облицюванням плівковими покриттями, виготовленими на основі синтетичних смол у сполученні з декоративним папером або без нього під час гарячого пресування.



Рис. 13.13. Фанера в дитячих кімнатах



Рис. 13.14. Сучасні меблі із фанери панелей

Коркове покриття все частіше використовується для оформлення стін в квартирах, будинках, офісах. Сировиною для його виготовлення є кора коркового дуба, подрібнена і оброблена без застосування хімічних речовин. Унікальні властивості, якими наділила її природа, зберігаються і в настінному покритті.

Переваги використання коркового покриття на стінах

Крім найголовніших властивостей – екологічності та безпеки для здоров'я людини, такий вид матеріалу має наступні позитивні якості:

- довговічність – термін експлуатації, в залежності від виду покриття може складати до десяти років і більше;
- антистатичність – не притягає до себе пил, бруд, не електризується;
- пожежобезпечність – при впливі на покриття не загорається, а тліє, не виділяючи токсичних речовин в повітря;
- стійкість по відношенню до цвілі – пробка на стіну не є проникаючою для газів, рідин, тому не придатна для життя різних мікроорганізмів;
- пружність – покриття здатне відновлювати свою первинну форму після тиску на неї;
- стійкість до механічних пошкоджень і дії прямих сонячних променів (збільшується ще більше при обробці спеціальним клейовим складом);
- теплоізоляцією – допомагає зберегти сприятливий клімат і спекотним літом, і в морозну зиму;
- шумоізоляцією – здатна приглушати гучні звуки;
- легкістю і універсальністю – пробкові панелі підійдуть і для самих тонких стін;
- простотою монтажу – здійснюється за допомогою звичайних інструментів і не вимагає спеціальної підготовки;
- декоративністю – різноманіттям кольорових відтінків і текстур.



Рис. 13.15. Використання настінного корка в кухні



Рис. 13.16. Використання настінного корка в дитячій кімнаті

ВИСНОВКИ ЗА МАТЕРІАЛОМ

При застосуванні деревини та виробів на її основі для формування архітектурного середовища слід враховувати наступне. Деревина як будівельний матеріал характеризується *порівняно високою міцністю при розтягу і стиску, невеликою середньою густиною, достатньою пружністю, здатністю до поглинання ударних навантажень і гашення вібрацій, звуко- тепло- та електроізоляційними властивостями, гарним зовнішнім виглядом*. Високий коефіцієнт конструктивної якості, стійкість в агресивних середовищах, технологічність і декоративність забезпечили конструкціям і виробам з деревини широке використання у будівництві.

Деревина відрізняється екологічністю: всі вироби та конструкції, які отримані з використанням деревини, не становлять загрози навколишньому середовищу. Деревина створює у будинку сприятливий для життєдіяльності людини мікроклімат, в тому числі завдяки постійному повітрообміну, що забезпечує у приміщенні оптимальну для організму людини вологість (45...55%). При підвищеній вологості стіни активно поглинають виділяють у атмосферу приміщення, реалізуючи природний клімат-контроль, який у кам'яних будинках здійснюється за допомогою спеціальних приладів і додаткового енергоспоживання. Дерев'яні дома «дихають». Деревина є технологічним матеріалом: досить легко піддається склеюванню, без особливих зусиль з'єднується цвяхами, шурупами, добре обробляється.

Головними перевагами деревини поряд з екологічністю, довговічністю і технологічністю обробки є її *природна привабливість, різноманіття текстури, тонів і відтінків, можливості сполучення її з іншими елементами інтер'єру*.

В сприятливих умовах дерев'яні споруди мають досить тривалий термін експлуатації (кілька сотень років). Універсальність властивостей і великий асортимент відкривають широкі можливості використання деревини

при виробництві різноманітних виробів і споруд, для декорування інтер'єрів та екстер'єрів.

Недоліки: *анізотропність* – неоднорідність будови, яка обумовлює різні показники міцності та теплопровідності вздовж і впоперек волокон; *гігроскопічність* – здатність поглинати та віддавати вологу

в досить значній кількості при зміні вологості й температури навколишнього повітря, що призводить до набухання або усихання деревини зі зміною її об'єму; *гниття* – здатність деревини руйнуватися під дією мікроорганізмів; *легка займистість*, якщо не вжити спеціальних заходів для захисту її від загоряння.

Сучасна технологія обробки деревини дозволяє суттєво знизити зазначені недоліки. Для запобігання загнивання деревину просочують антисептиками, для підвищення вогнестійкості — антипіренами, а для покращення експлуатаційних властивостей і зовнішнього вигляду – полімерами або здійснюють термічну обробку деревини. **Полімермодифікована** деревина відрізняється підвищеною міцністю, твердістю, водостійкістю, біологічною та хімічною стійкістю.

Контрольні запитання до лекції №13

1. Дайте визначення поняттю «дерево» як будівельному матеріалу.
2. Назвіть основні властивості деревини.
3. Назвіть фізичні та фізико-механічні властивості деревини.
4. Назвіть конструкційні матеріали та вироби із деревини.
5. Назвіть вироби для облицювання стін та стелі.
6. Назвіть переваги та недоліки виробів із деревини.

Лекція 14. Загальні відомості про полімерні матеріали

План лекції

- 14.1. Класифікація та загальна характеристика полімерних речовин.
- 14.2. Основні властивості полімерних матеріалів.
- 14.3. Будівельні матеріали із пластмас.
- 14.4. Сучасні матеріали на основі пластмас.

14.1. Класифікація та загальна характеристика полімерних речовин.

Широке застосування полімерних матеріалів дозволяє істотно знизити масу конструкцій та зробити їх більш надійними, при цьому процес будівництва стає більш технологічним, в ньому починають переважати монтажні операції та майже відсутні «мокрі» процеси.

Поєднання властивостей таких традиційних будівельних матеріалів як скло, деревина, бетон істотно розширює галузі їх використання і покращує міцнісні, теплоізоляційні, акустичні, хімічні властивості, які є важливими для будівельників, архітекторів та дизайнерів.

Класифікація та загальна характеристика полімерних речовин

Полімерними речовинами називають високомолекулярні сполуки, які складаються з елементарних (мономерних) ланок, об'єднаних у макромолекули різної будови.

Полімерні речовини виробляють із хімічних речовин, які отримують із доступної сировини: газоподібних продуктів переробки нафти, природного газу, кам'яновугільного дьогтю, а також із відходів сільськогосподарського виробництва.

Полімерні речовини можуть перебувати у рідкому або твердому станах. Для твердих полімерів характерна аморфна чи кристалічна структура.

Головними критеріями класифікації полімерних речовин є хімічна природа, походження, спосіб синтезу та твердіння, склад основного ланцюга

макромолекул та характер їхньої будови, здатність до пластичних деформацій при циклічній дії температурного фактора.

За хімічною природою полімерні речовини поділяють на органічні та неорганічні. У складі неорганічних високомолекулярних сполук (полімерів) атоми карбону відсутні, а в органічних макромолекули складаються переважно з цих атомів.

За походженням розрізняють полімерні матеріали природні (біополімери, наприклад, білки, нуклеїнові кислоти) та штучні.

До *природніх полімерів* відносять складові деревини (лігнін та целюлозу), а також бавовну, вовну, шкіру, каучук тощо.

Штучні полімерні матеріали отримують синтезом із простих низькомолекулярних мономерів: до них відносять поліетилен, поліпропілен, фенолформальдегідні смоли.

За характером просторової структури полімерні матеріали поділяють на лінійні, розгалужені та просторові.

За способом синтезу та твердіння органічні штучні полімерні речовини поділяють на *полімеризаційні* та *поліконденсаційні*.

При реакції *полімеризації* процес сполучення молекул мономеру відбувається без зміни хімічного складу і виділення побічних речовин. *Прикладами* таких полімерів є полівінілхлорид, полістирол, поліетилен, поліакрилати, синтетичний каучук.

При реакції *поліконденсації* утворюються високомолекулярні сполуки з виділенням побічних продуктів реакції, хімічний склад таких полімерів відрізняється від вихідних речовин.

Прикладами є поліефіри, поліуретани, а також фенолоальдегідні, карбамідні, епоксидні полімери.

За здатністю до пластичних деформацій при дії температурного фактора органічні полімери поділяють на *термопластичні* та *термореактивні*.

Сучасна промисловість випускає значну кількість термопластичних полімерів: поліолефінів (РО), найбільш важливими серед яких є групи

поліетиленів (PE) і поліпропіленів (PP); багаточисельні типи матеріалів представлені у групах стирольних пластиків (PS), поліамідів (PA), складних полієфірів. Традиційно виділяють групи полімерів на основі целюлози або фторопластів.

До **полімеризаційних полімерів**, які застосовують для виготовлення будівельних пластмас, належать поліетилен, поліпропілен, поліізобутилен, полівінілхлорид, полівінілацетат, полістирол, поліакрилати.

Поліетилен використовують як основу для виготовлення труб, фітингів, плівок, матеріалів для тепло- та шумоізоляції, в тому числі пінопласти, елементи благоустрою дитячих майданчиків.

Поліпропілен є прозорим, не має запаху, не поступається перед поліетиленом за водо- та хімічною стійкістю, переважає його за теплостійкістю і механічними властивостями. Застосовують для виготовлення плівок, листових і плиткових облицювальних матеріалів, волокон для килимових матеріалів, пінопластів, погонажних та санітарно-технічних виробів.

Поліізобутилен – еластичний каучуковий матеріал. Застосовують у складі герметиків для ущільнення швів у панельних будівлях. Із *поліізобутилену* виготовляють гідроізоляційні матеріали та клеї.

Полівінілхлорид використовують для виготовлення лінолеумів, гідроізоляційних та теплоізоляційних матеріалів.

Полістирол – твердий, пружний, безбарвний і прозорий полімер. Із полістиролу виготовляють пінопласти, облицювальні плити тощо.

Поліконденсаційні полімери застосовують у будівництві як конструкційні та облицювальні пластмаси, ефективні теплоізоляційні матеріали, композиції для влаштування монолітних покриттів підлог, гідрофобізації тощо.

Різновиди поліконденсаційних полімерів: фенолальдегідні полімери, аміноальдегідні, епоксидні полімери, поліуретани, поліефіри, кремнійорганічні полімери.

Поліорганосилоксани характеризуються стійкістю до термічної та термоокислювальної деструкції. Органічні бокові радикали, зв'язані з атомами силіцію у поліорганосилоксанах, надають останнім водостійкості, еластичності.

Найбільш розповсюдженим типом силікону є лінійний *полідиметилсилоксан*, а також силіконові смоли. Силікони використовують в будівництві та реставрації. **Добавки силіконів** до бетонної суміші виконують функції пластифікатора і покращують структуру бетону.

Кремнійорганічні каучуки застосовують для отримання ущільнювальних мастик та герметиків, які є стійкими до старіння, здатні до роботи в інтервалі температур від -70 до $+250^{\circ}\text{C}$, мають адгезію до бетону.

Кремнійорганічні полімери характеризуються високою теплостійкістю, водостійкістю, гідрофобністю, хімічною стійкістю та морозостійкістю. **Недоліками** їх є невисока міцність і слабка адгезія до інших матеріалів.

Полімери, побудовані з однакових мономерів називають *гомополімерами*, з різних сополімерами Кремнійорганічні каучуки застосовують для отримання ущільнювальних мастик та герметиків, які є стійкими до старіння, здатні до роботи в інтервалі температур від -70 до $+250^{\circ}\text{C}$, мають адгезію до бетону.

Кремнійорганічні полімери характеризуються високою теплостійкістю, водостійкістю, гідрофобністю, хімічною стійкістю та морозостійкістю. **Недоліками** їх є невисока міцність і слабка адгезія до інших матеріалів.

Полімери, побудовані з однакових мономерів називають *гомополімерами*, з різних *сополімерами*.

Перспективним є застосування сополімерів тетрафторетилену (Ф-40, Ф-42 та ін.) при отриманні оздоблювальних матеріалів для фасадів та

інтер'єрів будівель і споруд. Вони не піддаються забрудненню, легко миються водою і не вицвітають з часом. Плівки та панелі з достатньою довговічністю, їх використанням таких полімерів характеризуються застосовують переважно для житлових будинків та котеджів. Ці матеріали застосовують також як плівки замість скла при облаштуванні колекторів сонячних батарей, парників та оранжерей. Фторопластові покриття застосовують для оздоблення хмарочосів, антикорозійного захисту мостів, які відрізняються не тільки стійкістю до навколишнього середовища, але й зберігають привабливий зовнішній вигляд.

Полімерні матеріали

Полімерні матеріали, або пластичні маси, виготовляють на основі високомолекулярних сполук – полімерів.

Якщо пластмаса виготовлена з одного полімеру, її називають простою. Складні пластмаси – це такі, у яких крім полімеру є інші компоненти: наповнювачі, отверджувачі, стабілізатори, пластифікатори, барвники, пороутворювачі тощо. Полімерні матеріали та вироби класифікують за основним полімером, що входить до їхнього складу; за методом виробництва; за галуззю застосування у будівництві.

За структурою пластмаси бувають щільні, ніздрюваті, крутшопористі, волокнисті, шаруваті; за фактурою поверхні - гладкі, рифлені, тиснені; за кольором - одно- та багатокольорові.

Розрізняють пластичні маси прості, що складаються лише з полімерної речовини, і складні, до складу яких, крім полімеру, входять: наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, барвники та інші добавки для надання спеціальних властивостей.

14.2. Основні властивості полімерних матеріалів.

Порівняно з відомими традиційними будівельними матеріалами (кераміка, деревина, метали), полімери почали застосовувати відносно недавно (початок XX ст.), але вони міцно зайняли провідні позиції завдяки високій економічності та технологічності.

Загальні властивості полімерних матеріалів залежать від багатьох факторів: хімічного складу, будови, типу добавок (наповнювачів, пластифікаторів, барвників), технології виготовлення.

Позитивною характеристикою багатьох матеріалів на основі полімерів є низька стираність, тому їх широко використовують для влаштування підлог.

Деякі пластмаси відрізняються високим опором удару.

Важливими властивостями пластмас є висока прозорість, безбарвність, здатність пропускати ультрафіолетові промені, що дає змогу застосовувати їх у світлопрозорих огорожувальних конструкціях будівель, наприклад, у куполах верхнього світла, огорожах теплиць, оранжерей, лікувальних закладів.

Полімерним матеріалам можна надавати будь-якої форми не тільки за рахунок способу формування, але й шляхом їх механічної обробки (пиляння, свердління, фрезерування).

Пластмаси добре склеюються як між собою, так і з іншими матеріалами (металом, деревиною), тому з них виготовляють різні комбіновані клеєні будівельні вироби і конструкції.

Пластмаси мають високі декоративні властивості і це дає змогу використовувати їх для опорядження стін, стель, покрівель, створення архітектурних елементів декору та покриття підлог. Введенням до складу вихідної композицій пігментів можна одержати матеріал будь-якого забарвлення та відтінку, у тому числі багатоколірні імітації природного каменю та цінних порід деревини.

Поряд із комплексом позитивних властивостей полімерні матеріали мають і ряд **негативних**. Для більшості з них характерна низька теплостійкість, полімерні матеріали є горючими, вони виділяють отруйні гази при горінні, легко спалахують.

При переробці пластмас та експлуатації їх - нерідко виділяються токсичні речовини, тому застосування полімерних матеріалів можливе лише після встановлення ступеня їхньої токсичності. Полімерні матеріали мають

обмежений термін використання порівняно з іншими будівельними матеріалами, тому їх не застосовують у відповідальних конструкціях.

Полімери поділяються **на природні та штучні**. **Природні** – це каучук, білки; штучні одержують із кам'яного вугілля, нафти, природного газу тощо.

За способом виготовлення полімери поділяють на класи: А – полімеризаційні, Б – поліконденсаційні, В – одержані модифікацією природних полімерів, Г – утворені в природних умовах і здобуті перегонкою органічних речовин.

У виробництві пластмас використовують полімери груп А і В.

Полімеризацією одержують поліетилен, поліпропілен, поліізобутилен, полівінілхлорид, полістирол. **Полімеризація** – це процес об'єднання молекул низькомолекулярної речовини (мономеру) без виділення побічних продуктів.

Поліконденсацією здобувають фенолальдегідні, аміноальдегідні, епоксидні, кремнійорганічні, поліефірні полімери. **Поліконденсація** – це процес одержання високомолекулярних сполук з одночасним відщепленням низькомолекулярних продуктів реакції (води, хлороводню, аміаку тощо).

Залежно від характеру перетворень при нагріванні розрізняють полімери **термопластичні і термореактивні**.

Термопластичні полімери здатні при нагріванні розм'якшуватися, а при охолодженні переходити у твердий стан. Розм'якшуватися і тверднути вони здатні багато разів (полімеризаційні полімери). Термореактивні полімери твердіють при першому нагріванні, не можуть розм'якшуватися при повторному нагріванні (поліконденсаційні полімери).

Наповнювачі знижують витрату полімеру, поліпшують міцність, твердість, зносо- і теплостійкість. Це крейда, тальк, деревне борошно, пісок, азбестові, деревні і скляні волокна, папір, тканина, деревний і скляний шпон тощо.

Пластифікатори поліпшують умови переробки полімерних композицій і деформативні властивості виробів. Це камфора, олеїнова кислота, дибутилфталат та ін.

Стабілізатори вводять для тривалого збереження властивостей пластмас під час експлуатації, вони підвищують довговічність виробів. Це, наприклад, стеарат кальцію та барію.

Отверджувачі прискорюють процес твердіння полімерів та утворення просторової тривимірної структури. Це ангідриди кислот, аміни, поліспирти, ізоціаніти тощо.

Антипірени підвищують стійкість до займання. Це борна кислота та ефірофосфорна бура, фосфорнокислий і сірчаноокислий амоній, рідке скло, хлорпарафін.

Барвники надають пластмасам кольору (вохра, сурик, мумія, умбра та ін.).

Для одержання ніздрюватих пластмас до їхнього складу вводять *пороутворювачі* (порофори), що спінюють масу.

Від інших будівельних матеріалів пластмаси відрізняються низькою щільністю, високою хімічною стійкістю, водостійкістю, тепло- і електроізоляційними властивостями. Пластмаси легко перероблюються, мають відносно високу міцність. Але у пластмас багато і недоліків: низькі теплостійкість та твердість, високий коефіцієнт температурного розширення, токсичність, займистість, старіння, холодноламкість, повзучість.

Застосування їх дає змогу знизити матеріаломісткість будівництва, з успіхом замінити деякі дефіцитні мінеральні та органічні матеріали.

14.3. Будівельні матеріали із пластмас.

Для несучих, огорожувальних конструкцій застосовують матеріали, що наведені нижче.

Деревношаруваті пластики – це листові матеріали, виготовлені гарячим пресуванням пакетів із декількох шарів деревного шпону, просоченого синтетичними смолами.

Склопластики складаються із в'язучого полімеру і наповнювачів із скловолокнистих матеріалів. За видом скловолокнистого наповнювача

розрізняють: СВМ – скловолокнистий анізотропний матеріал склопластик на основі рубленого волокна, склотекстоліт.

СВМ виготовляють гарячим пресуванням листів склошпону – тонких полотен спеціально орієнтованих волокон, які склеєні епоксидно-фенольними смолами.

Склотекстоліт одержують гарячим пресуванням полотен склотканини, просоченої фенолформальдегідними смолами.

ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПОКРИТТЯ ПІДЛОГ

Полімерні матеріали легші, ніж деревні та керамічні, міцні, біостійкі, гігієнічні, тепло- та звукоізоляційні.

Найпоширеніший матеріал для покриття підлоги – лінолеум, який випускають з основою і без неї. Каландровим способом виготовляють безосновний лінолеум; змішують компоненти; пластифікують масу на вальцах при температурі 130...150 °С і отримують полотно на каландрах.

Різновиди лінолеумів: **п о л і в і н і л х л о р и д н и й**, гліфталевий (алкідний), колоксиліновий (нітроцелюлозний) лінолеум, гумовий лінолеум (релін).

Синтетичні ворсові килими на спінений латексній основі мають підвищені акустичні і теплоізоляційні властивості. Товщина – 3...8 мм, довжина – до 12 м, ширина – від 1000 до 4000 мм. Застосовують у читальних залах, номерах готелів тощо.

Різновиди синтетичних ворсових килимів – ворсолін і ворсоніт.

В о р с о л і н – нетканий рулонний матеріал з двох шарів: верхній шар – петельний ворс із пропіленової пряжі, нижній шар – полівінілхлоридна плівка. Довжина полотна – 12...20 м, ширина – 1000, товщина – 4...6 мм.

В о р с о н і т виготовляють із поліефірної чи поліамідної тканини. Верхній шар – синтетична тканина з капроновим ворсом, а нижній – спінений латекс (пінолатекс). Довжина – до 12 м, ширина – 1...4 м, товщина – до 8 мм.

Плитки для підлог виготовляють з полівінілхлориду, кумарону, каучуку, гуми. Плитки легко кріпити до основи, замінювати іншими під час ремонту. З

них можна створювати малюнок підлоги, але вони менш гігієнічні, ніж рулонні матеріали. Розміри п о л і в і н і л х л о р і д н и х плиток – 300×300, 200×200 мм, товщина 1,5...3 мм; водостійкі, добре чинять опір стиранню, пружні. К у м а р о н о в і плитки мають такі ж розміри при товщині 3...4 мм. Розміри гумових плиток 300×300, 500×500 мм, товщина – 3,5...10 мм.

Крім рулонних та плиткових для підлог застосовують мастикові безшовні матеріали на основі карбамідних, поліефірних, полівінілацетатних полімерів. Безшовні підлоги бувають полівінілацетатні, полімерцементні, епоксидні.

Полівінілацетатні покриття складаються з полівінілацетатної емульсії (1 частина), мінерального порошку (0,8...1,5 частини), мінеральних пігментів (0,12...0,25 частини) і води (0,3...0,5 частини), їх наносять на сухий шар цементно-піщаного розчину марки 150 з полівінілацетатною емульсією пістолетом-розпилювачем у два шари, загальна товщина яких 2...3 мм.

Полімерцементні покриття виготовляють ретельним перемішуванням полівінілацетатної емульсії з водою, пігментами, цементом, піском, щебенем.

Склад **полівінілацетатного бетону** за масою: цемент марки не нижче 400 – 1 частина; полівінілацетатна емульсія – 0,3; вода – 0,25; пігменти – 1,4; щебінь – 2,6 частини.

Епоксидні підлоги складаються з суміші епоксидної смоли (1 частина), отверджувача (2 частини), піску (3,7 частини). Товщина покриття – 2...3 мм.

Уводячи до складу мастикових безшовних матеріалів спеціальні добавки, можна створювати електричні, бактерицидні, пилевідштовхуючі та інші спеціальні покриття підлог промислових та цивільних будівель.

ОПОРЯДЖУВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Найширша група полімерних матеріалів—матеріали для опорядження стін, їх випускають у вигляді листів, рулонних, плиткових, профільно-погонажних матеріалів.

ПОГОНАЖНІ ТА САНТЕХНІЧНІ ВИРОБИ І ТРУБИ З ПЛАСТМАС. ПОЛІМЕРНІ КЛЕЇ

Погонажні вироби – це плінтуси, поручні для сходів, балконів, накладки, розкладки, наличники тощо. Їх виготовляють екструзійним способом із полівінілхлориду. Розміри дуже різні. Випускають у вигляді відрізків до 3,5 м завдовжки або в бухтах по 12...17 м.

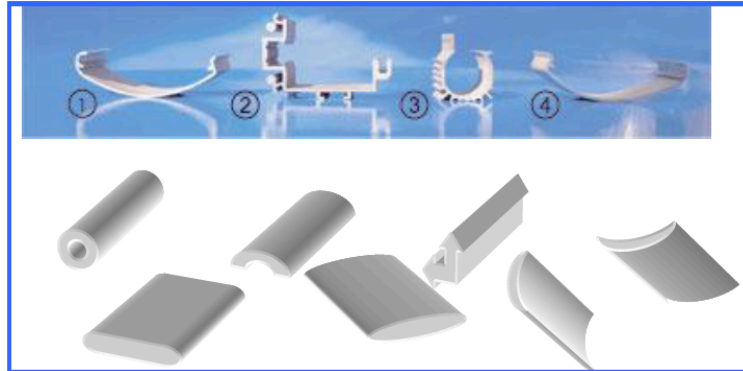


Рис. 14.1. Погонажні вироби із пластмас

Полімерні клеї. У будівництві застосовують синтетичні клеї, завдяки чому знижуються витрати традиційних матеріалів, затрати на будівництво, підвищуються техніко-економічні показники. Синтетичні клеї – це розчини, розплави чи дисперсії полімерів, які здатні прилипати до поверхонь різних матеріалів і, отверджуючись, з'єднувати ці матеріали.

На основі *термопластичних полімерів* виготовляють полівінілацетатні, поліамідні, поліакрилові, каучукові клеї. Їх використовують для кріплення опоряджувальних матеріалів, склеювання піно- та поропластів.

Для більш міцних з'єднань застосовують клеї на основі *термореактивних полімерів*: епоксидної, фенолформальдегідної, карбамідної, поліефірної та поліуретанової смол. Ці клеї мають високу склеювальну здатність, водо- і теплостійкість, стійкість до вібраційних навантажень.

Ними склеюють алюміній, сталь та інші метали, кераміку, скло, бетон, деревину. Основним недоліком синтетичних клеїв є висока токсичність під час виготовлення та склеювання.

14.4. Сучасні матеріали на основі пластмас.

Полімерні рулонні матеріали для покрівлі. Новий етап у розвитку технологій рулонних матеріалів, так звані – ПВХ – мембрани. Основними відмінностями ПВХ – мембран від полімерно-бітумних є: матеріал

укладається в один шар без застосування відкритого полум'я (монтаж покрівлі з його застосуванням менш трудомісткий і витратний), легкий (1,6 кг/м²), еластичний (володіє високою деформаційною здатністю), міцний на прокол, всесезонний (укладання може здійснюватися при температурі до -20 °С), забезпечує ефект „дихаючої покрівлі”, що запобігає скопченню конденсату в підпокрівельному просторі, має широку колірну гаму, термін служби не менше 20 років. Недоліком даних матеріалів є висока ціна. Дані матеріали на даний момент є слабо розповсюдженими.

Покрівельний матеріал "Біолайн" – це екологічно чистий жорсткий покрівельний матеріал, який не вміщує азбест, бітум, феноли і інші канцерогенні речовини. „Біолайн” призначений для обладнання дахів в житловому, громадському і промисловому будівництві.



Рис. 14.2. Погонажні вироби із пластмас

Властивості матеріалу: глянцева поверхня, насичений колір, широка кольорова гамма (вісім основних кольорів) „Біолайн” не боїться механічних пошкоджень, наділений звуко- і теплоізоляцією. Шар „Біолайну” товщиною 5 мм відповідає по теплопровідності шару деревини товщиною 10 мм. Основні

фізико-механічні характеристики хвилястих листів „Біолайн”: границя міцності при вигині не менше 18...20 МПа; ударна в'язкість не менше 8...13 КДж/м²; морозостійкість не менше 100 циклів, для порівняння: ударна в'язкість азбестоцементного листа – всього 1,5 КДж/м², а його морозостійкість – до 25 циклів. Температурний діапазон експлуатації „Біолайну” від -40 °С до +80 °С. Унікальною особливістю „Біолайну” являється його стійкість до різних кліматичних умов і агресивним середовищам.

Декоративні панелі із полістиролу (рис. 15.3) використовують для опорядкування стін, стель приміщень культурні побутового й адміністративного призначення



Рис. 14.3. Погонажні вироби із пластмас

Декоративний полістирол ідеально підходить для виготовлення перегородок в середині приміщення, застелення. Екструдований полістирол виготовляється у вигляді прозорих, звичайних молочних, кольорових листів, а також декоративних листів з різноманітною фактурою.

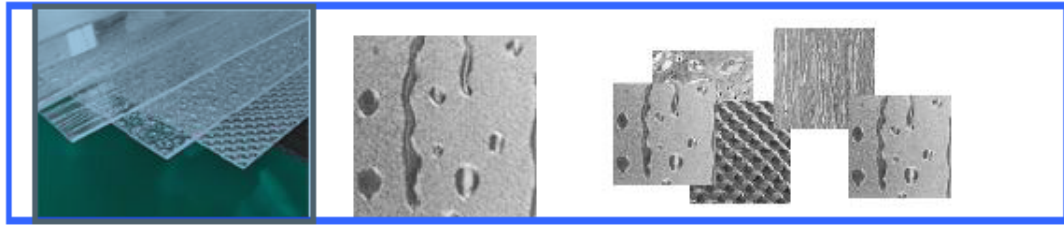


Рис. 14.4. Екструдований полістирол



Рис. 14.5. Дзеркальний полістирол як матеріал для декорацій

Виготовлення перил, козирків, заскління дверей, виготовлення фонарної частини куполів, а також плафонів світильників громадського і індивідуального призначення. Можливості застосування практично необмежені дякуючи різноманіттю видів полістиролу: він може бути пожежо-, погодостійкий, антистатичний, теплостійкий, стійкий перед УФ-випромінюванню, оброблений коронним розрядом і т.п.

Полікарбонатні панелі виготовляють із полікарбонатного стільникового пластику. Прозорий і напівпрозорий матеріал, з теплоізоляційними, акустичними властивостями, прозорість становить 73...83 %, в 250 раз міцніший ніж скло.

Температура використання від -40 °С до +120 °С. Товщина панелей – 4...10 мм (2х стінні); 16 мм (4х стінні); 16...40 мм (ХР-структурні); розміри – 2,1×6 м. Використовується для заскління дахів, стін і вітражів, теплиць, оранжерей, спортивних споруд, автовокзалів, внутрішніх перегородок.

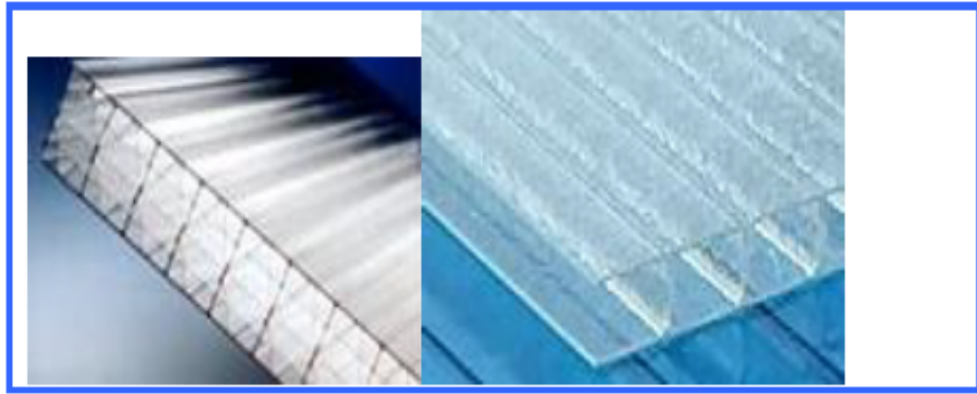


Рис.14.7. Полікарбонатні стільникові панелі

Штучний мармур – сучасний матеріал для створення різноманітних поверхонь і облицювання стін. Оформлені за допомогою штучного мармуру приміщення приймають вишуканий вигляд. Функціональність поєднується з витонченою естетикою. Основні переваги цього матеріалу – його міцність, довговічність, проста обробка і догляд, універсальність. Зовні він схожий на мармур або граніт, але при дотику він теплий і приємний на дотик. Крім цього, матеріал має над стійкість до плям і хімічним речовинам, не всмоктує воду.



Рис. 14.8. Штучний мармур

Сайдинг за популярністю займає лідируючу позицію. На українському ринку пропонується сайдинг з алюмінію, сталі, відходів переробки деревини,

фіброцементний, вініловий. Різнобарв'я кольорів, фактур, розмірів дають можливість архітекторам реалізувати найсміливіші рішення.

Найбільш використовується вініловий сайдинг, дякуючи своїй механічній і корозійній стійкості, а також технологічності. Вініловий сайдинг – це пофарбовані в масі і відформовані із полівінілхлориду методом екструзії панелі, які імітують дощату обшивку. Довжина панелей від 300 – 400 см, ширина від 20 до 25 см.

Натяжні стелі – система, яка складається із ексклюзивної вінілової плівки, яка натягується на спеціальний профільний каркас в високотемпературному режимі. Стеля антистатична, водонепроникна, вогнестійка. Фактура стелі різноманітна: лакова, бархатна, металік.



Рис.14.9. Натяжні стелі у поєднанні з гіпсокартоном

Шовкова штукатурка – порошок із шовкового кокону і обробленого шовку з синтетичним водорозчинним клеєм. Широка гама кольорів. Має тепло, звукоізоляційні властивості, багаторазове використання для штукатурки внутрішніх стін.

Коутекс – безшовне покриття підлоги (ТУ У 229422530. 001-96) Герметичний, хімічностійкий, пожежостійкий, радіаційностійкий, естетичний, екологічно чистий матеріал для влаштування підлоги в хімічній, електронній, електротехнічній, харчовій, нафтопереробній, фармацевтичній промисловості.



Рис.14.10. Шовкова штукатурка в інтер'єрі



Рис.14.11. Безшовне покриття Коутекс

ВИСНОВОК

При застосуванні полімерних матеріалів та виробів при формуванні архітектурного середовища слід враховувати такі їх особливості:

□ **Ефективність застосування** полімерних матеріалів у будівництві пов'язана з їх низькою середньою густиною і високим коефіцієнтом конструктивної якості порівняно з іншими будівельними матеріалами, в тому числі конструкційними.

□ **Густина щільних пластмас** у два рази менше, ніж алюмінію і в 5...8 разів менше густини сталі, свинцю, міді. Навіть часткова заміна металів, а також силікатних матеріалів пластмасами сприяє значному зниженню маси споруди у випадках, коли пластмаси використовують як конструкційні матеріали, а також для заповнення каркасів будівель і як матеріал міжповерхових перекриттів.

□ **Високий коефіцієнт конструктивної якості** (для деяких конструкційних полімерних матеріалів 200...250 МПа) дозволяє створювати ефективні (легкі та міцні) конструкції з пластмас.

□ **Низькі тепло- й електропровідність, а також звукопоглинальні властивості** дозволяють використовувати пористі полімери як тепло-, звукоізоляційні та діелектричні матеріали.

□ **Коефіцієнт теплопровідності пластмас** становить 0,23...07, а **газонаповнених** не перевищує 0,03 Вт/(м·К), тобто є близьким до теплопровідності повітря.

□ **Низьке водопоглинання та хімічна стійкість** щільних полімерних матеріалів до розчинів солей, лугів, кислот й інших агресивних середовищ (крім органічних розчинників) сприяє високій непроникності полімерних плівкових і рулонних матеріалів та дозволяє застосовувати їх для створення захисних покриттів, гідроізоляції будівель та споруд, влаштування покрівель, трубопроводів.

□ **Прозорість, здатність пропускати ультрафіолетові промені** при низькій середній густині та безпечності монтажу й експлуатації деяких полімерних матеріалів дають змогу застосовувати їх у світлопрозорих огорожувальних конструкціях будівель і споруд, наприклад, у куполах, огорожах теплиць, оранжерей, лікувальних закладів.

□ **Високі декоративні властивості** та можливість надання будь-якої форми, кольору, фактури, текстури сприяють використанню пластмас для опорядження стін, стель, покриття підлог, створення малих архітектурних форм і елементів декору.

□ Особливе значення має **можливість програмування і регулювання властивостей полімерних матеріалів** у широкому діапазоні за рахунок зміни складу та структури при використанні різноманітних технологічних процесів, що дозволяє створювати широку гаму матеріалів різного призначення з наперед заданими властивостями.

□ До переваг полімерних матеріалів можна віднести **наявність сировинної бази, технологічність і здатність приймати будь-яку форму** (при застосуванні відповідних технологій), можливість отримання різноманітних за призначенням багатофункціональних матеріалів із відносно низькою вартістю.

□ Основними **негативними властивостями** пластмас є їх низька теплостійкість, а також горючість, деякі пластмаси при горінні утворюють токсичні продукти, що обмежує їх використання. Під час

□ виготовлення пластмас і в умовах їх експлуатації у середині приміщень **можуть виділятися токсичні речовини**, тому застосування багатьох полімерних матеріалів є можливим лише після встановлення ступеня їхньої токсичності. Слід також враховувати, що **окремі види**

□ полімерних матеріалів **схильні до старіння** під впливом теплоти, світла, кисню, що призводить до втрати еластичності, виникнення крихкості та загальної деструкції. Також до **негативних властивостей** пластмас відносять **низький термін експлуатації та складність рециклінгу й утилізації**.

□ **Всі недоліки можна частково** подолати за рахунок чіткого дотримання технологічного процесу, а також використання новітніх технологій.

Контрольні питання до лекції 14

1. Дайте визначення поняттю «полімерні матеріали».
2. Назвіть основні властивості полімерних матеріалів.
3. Назвіть головні критерії класифікації полімерних матеріалів.
4. Назвіть сучасні будівельні матеріали на основі пластмас.
5. Назвіть опоряджувальні полімерні матеріали.
6. Назвіть полімерні матеріали для покриття підлог.

Лекція 15. Бітумні і дьогтеві матеріали

План лекції

15.1. Загальна характеристика бітумних і дьогтевих матеріалів.

15.2. Бітумні матеріали, що застосовують в будівництві.

15.1. Загальна характеристика бітумних і дьогтевих матеріалів.

Матеріали цієї групи (*асфальтові матеріали*) об'єднують велику кількість дорожніх покрівельних, гідроізоляційних та інших матеріалів, які одержують на основі бітумних та дьогтьових в'язучих. Їх застосовують у вигляді емульсій, паст, мастик, розчинів і бетонів, рулонних і штучних виробів, характерними особливостями яких є високі водо- і хімічна стійкість, непроникність, адгезійна здатність.

Найбільш значна кількість бітумних і дьогтьових в'язучих йде на виробництво асфальтових бетонів. Асфальтобетонні покриття застосовують на автомобільних дорогах будь-якої вантажності. Вони характеризуються достатньою механічною міцністю, необхідними пружними і пластичними деформаціями, добрим зчепленням з автомобільними шинами, легко ремонтуються. Асфальтобетонні покриття широко застосовують в аеродромному будівництві. Асфальтові матеріали застосовують також для гідроізоляції, протифільтраційного покриття та антикорозійного захисту котлованів, труб, водосховищ.

Бітумні і дьогтеві лаки і фарби використовують для гідроізоляції бетонних, дерев'яних і металевих конструкцій, гарячі і холодні асфальтові мастики і розчини - для штукатурної, а рулонні матеріали для обклеювальної гідроізоляції.

Значна частина покрівель цивільних і промислових споруд виконується із застосуванням бітумних рулонних і мастичних покрівельних матеріалів. До ефективних і довговічних покрівельних матеріалів відносяться: склоруберойд, руберойд, що наплавляється, руберойд з кольоровою посипкою та ін. Властивості асфальтових матеріалів суттєво покращуються при введенні полімерних добавок.

Бітуми та дьогтеві в'язучі

Бітуми та дьогті поряд з синтетичними полімерами є органічними в'язучими і являють собою суміші високомолекулярних вуглеводнів і їх неметалевих похідних.

Бітуми та дьогті отримують з різних матеріалів і різними способами, однак їх об'єднує ряд загальних властивостей, зумовлених відносною близькістю складу і структури. Найважливішими компонентами як бітумів, так і дьогтів є масла та смоли, що являють собою рідке середовище, в якому дисперговані тверді фази: для бітуму в основному асфальтени, а дьогтю - вільний вуглець.

Асфальтени - високомолекулярні сполуки з молекулярною масою 900 - 6000, що вміщують переважно сполуки вуглецю з киснем, сіркою і азотом. Модифікаціями асфальтенів, які утворюються при більш глибокому окисленні, є *карбени* і *карбоїди*.

Смоли мають молекулярну масу від 500 до 2000, консистенція їх міняється від тягучої липкої до твердої аморфної маси.

Бітуми та дьогті характеризуються міцелярною структурою.

Головними якісними показниками бітумів і дьогтів є в'язкість, деформативність і теплоємність. Ці властивості залежать в основному від їх складу. Із збільшенням вмісту масел знижується в'язкість, зростає деформаційна здатність та зменшується температура розм'якшення. Смоли обумовлюють в'язучі властивості бітумів і дьогтів, надають їм пластичність, збільшують клеючу (адгезійну) здатність. Асфальтени в бітумах і вільний вуглець в дьогтях підвищують температуру розм'якшення і твердість.

В'язкість дьогтів і рідких бітумів визначається віскозиметрами по часу витікання проби через отвір діаметром 5 чи 10 мм при постійній температурі.

В'язкість напівтвердих і твердих бітумів умовно оцінюється по *пенетрації* - глибині проникнення голки певного діаметру при температурі 25° С в десятих долях міліметра (градусах пенетрації). З підвищенням температури в'язкість

дьюгтів понижується швидше, ніж бітумів, що пояснюється незначною стійкістю дьюгтьових міцел.

Здатність до пластичних деформацій визначається для бітумів. Для твердого дьюгтьового продукту (*пеку*) вона незначна. Деформативність бітумів характеризується розтягом (*дуктильністю*) - здатністю витягуватися в нитку. Чим більший розтяг, тим вищою буде і пластичність. Тверді бітуми і дьюгтеві матеріали, як і інші речовини аморфної будови, не мають певної температури плавлення, а характеризуються температурою розм'якшення, яка визначається на стандартному приладі «кільце та куля». Під *температурою розм'якшення* розуміють температуру, при якій бітум чи твердий залишок після розгонки дьюгтю (пек), залиті в кільце, під дією сталевोї кульки витискуються на певну глибину. Крім вказаних, при необхідності визначаються і інші властивості - температура спалаху, крихкості, розчинність та ін.

Оскільки основні властивості бітумів і дьюгтів в кінцевому рахунку визначаються груповим хімічним складом, вони взаємопов'язані. Так, із збільшенням пенетрації зростає розтяг і знижується температура розм'якшення, а із зменшенням - навпаки.

Бітумні і дьюгтеві в'язучі є гідрофобними матеріалами, які не змочуються водою і не розчинні у воді.

Бітуми і дьюгті добре розчинюються в органічних розчинниках, особливо неполярного типу (дихлоретані, бензолі, хлороформі, уайт-спириті тощо).

Бітуми на відміну від дьюгтів в умовах вологого середовища, забрудненого мікроорганізмами, не оберігають органічні матеріали від загнивання. Дьюгті цілком біостійкі, тому дьюгтьовим матеріалам віддають перевагу в умовах прихованої гідроізоляції. Крім цього, дьюгті мають більш високу адгезійну здатність, ніж бітуми, що викликано підвищеним вмістом в них поверхнево-активних речовин (феноли, карбазол та ін.).

Як бітуми, так і дьюгті (причому останні більшою мірою) здатні до старіння, тобто погіршення якісних показників і зниження довговічності при дії атмосферних факторів. Суть процесу старіння полягає в послідовному

окисленні компонентів, що повільно протікає при звичайних температурах. Зниження з часом в бітумних та дьогтьових матеріалах частки масел і смол приводить до падіння їх пластичності та збільшення крихкості.

Види бітумів і дьогтів. Бітуми поділяються на природні та штучні - нафтові.

Природні бітуми - продукти природного окислення нафти, що протікає в земній корі протягом багатьох століть. В чистому вигляді вони зустрічаються рідко, переважно просочують пористі гірські породи - пісковики, вапняки, доломіти. Ці бітумізовані породи називають асфальтовими. З них, при вмісті не менше 10 - 15 % бітуми дістають за допомогою органічних розчинників шляхом "екстрагування". Природні бітуми вміщують невелику кількість шкідливих домішок - парафінів і характеризуються підвищеною довговічністю. Частіше асфальтові породи подрібнюють і використовують в якості наповнювачів мастик і асфальтових бетонів.

15.2. Бітумні матеріали, що застосовують в будівництві.

В будівельній практиці застосовують, головним чином, штучні нафтові бітуми. *Нафтові бітуми* отримують як кінцеві продукти прямої перегонки чи крекінгу нафти.

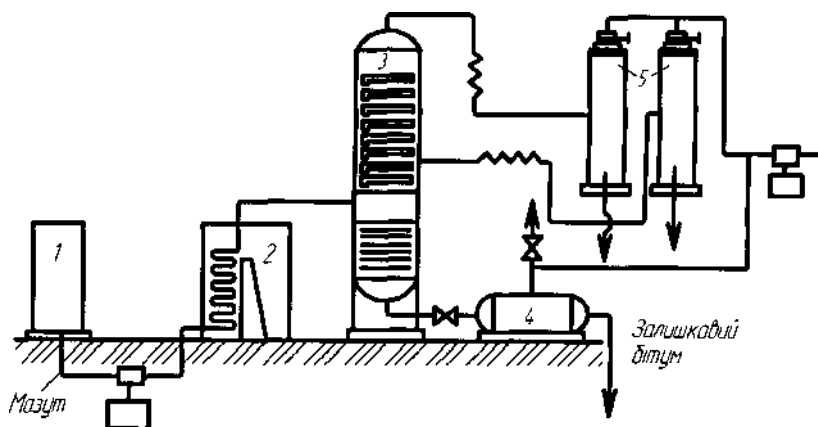


Рис. 15.1. Технологічна схема виробництва залишкового бітуму:
1 - мірник для сировини; 2 - трубчаста піч; 3 - вакуумна колона;
4 - бітумний бак; 5 - конденсатори

Залежно від способу одержання розрізняють два основних види

нафтового бітуму - залишковий і окислений (рис. 15.1). Залишковий бітум утворюється як залишок після відгонки масел з мазутів та гудронів. Вихід залишкового бітуму при перегонці ароматичних нафт може досягати 15%. Залишкові бітуми вміщують асфальтени в невеликій кількості, тому мають в'язку консистенцію і відносяться до найбільш м'яких сортів.

Залежно від призначення розрізняють дорожні, будівельні, покрівельні і спеціальні бітуми. Основні стандартні вимоги до дорожніх та будівельних нафтових бітумів приведені в табл. 15.1.

Таблиця 1

Основні властивості нафтових бітумів

Тип і марка бітуму	Температура розм'якшення не нижча, °С	Пенетрація в 0,1 мм		Розтягуваність при 25°С не менше,
		при 25°С	при 0°С	
Дорожні				
БНД 200/300	35	201 - 300	45	-
БНД 130/200	40	131-200	35	65
БНД 90/130	45	91 - 130	28	60
БНД 60/90	48	61 -90	20	50
БНД 40/60	52	40-60	13	40
Будівельні				
БН 50/50	50	41 -60	-	40
БН 70/30	70	21 -40	-	3
БН 90/10	90	5-20	-	1

Для використання асфальтових матеріалів поряд із в'язкими бітумами застосовують і рідкі бітуми трьох класів: ШГ - бітуми, що швидко гуснуть; СГ - що гуснуть з середньою швидкістю і ПГ - що гуснуть повільно. Рідкі бітуми можна виробляти з в'язких бітумів за допомогою розчинників.

Дьогті як будівельні в'язучі використовують в значно меншій мірі, ніж

бітуми. Це викликано рядом причин, з яких головними є вузький інтервал термостабільності, підвищена здатність до старіння під впливом атмосферних факторів, дефіцитність дьогтевих продуктів, що використовують як цінну хімічну сировину, токсичність.

До дьогтів відносять конденсовані продукти деструктивної (без доступу повітря) перегонки твердого палива і нафти. Найбільше розповсюджені кам'яновугільні дьогті. При переробці кам'яного вугілля одержують кокс, коксовий газ, бензол, аміак і кам'яновугільну смолу - «сирий дьоготь». При розробці сирого дьогтю дістають аміачну воду, масла і твердий залишок - пек. В будівництві застосовують переважно відігнані чи складені кам'яновугільні дьогті. Відігнані дьогті одержують очисткою сирого дьогтю від води та інших летких речовин, складені при з'єднанні пеків з дьогтьовими маслами.

Контрольні запитання до лекції 15

1. Дайте визначення бітумам та дьогтям.
2. Де використовують асфальтобетонні покриття?
3. Де використовують бітумні і дьогтеві лаки і фарби?
4. Дайте класифікацію бітумам за призначенням.
5. Назвіть, де використовують дьогті як будівельні в'язучі?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Будівельне матеріалознавство: Підручник / Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б., Кочевих М.О., Гасан Ю.Г., Констатинівський Б.Я., Ракша В.О. – К.: «Ліра-К», 2004; 2006; 2010; 2012. – 624 с.
2. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції: за ред. К.К.Пушкарьової. Науково-практичний довідник. — Асоціація «ВСВБМВ», 2012. 664 с.
3. Опоряджувальні будівельні матеріали. Навчальний посібник / Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. - Рівне: НУВГП, 2011. – 291 с.
4. Виконання оздоблювальних робіт матеріалами «Тіккуріла» / Пушкарьова К.К., Барановський В.Б., Кочевих М.О. – Харків: Золоті сторінки, 2010. - 280 с.
5. Будівельне матеріалознавство: Навчальний посібник для студентів буд. спец. вузів /Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. – Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL», 2004. – 677 с.
6. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: Підручник. / Рунова Р.Ф., Шейнич Л.О., Гелевера О.Г., Гоц В.І. – К.: КНУБА, 2002. – 365 с.
7. Пахолук А.П. Основи матеріалознавства і конструкційні матеріали: посібник / А.П. Пахолук - Львів : Світ, 2005.
8. Дворкін Л. Й. Будівельне матеріалознавство: навч. посіб. / Л. Й. Дворкін. - Рівне: РДТУ, 2000. - 477 с.
9. Будівельне матеріалознавство. Курс лекцій і практикум: навч. посіб. / За ред. Л. Дворкіна- Рівне: УДУВГП, 2002. - 366 с.
10. В'язучі речовини: / підручник./ Р. Ф. Рунова, Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін, Ю. Л. Носовський. - К.: Основа, 2012.-448 с.

Допоміжні джерела інформації

- 11.ДСТУ Б В.2.7-101-2000 «Будівельні матеріали. Матеріали рулонні покрівельні та гідроізоляційні. Загальні технічні умови». Держкоммістобудування України. Київ 2000.
- 12.ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016. Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей.

- 13.ДСТУ Б В.2.6-34:2008. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Класифікація і загальні технічні вимоги. Мінрегіонбуд України, 2009.
- 14.ДБН В.2.6-31:2021. «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». Вид. офіц. Київ: 2021.
- 15.ДБН В.1.2-11:2021. Основні вимоги до булівель і споруд «Пожежна безпека». Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2022.
- 16.ДБН А.2.2-1:2021. «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)». Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2022.
- 17.ДБН В.2.2-15:2019. «Житлові будинки. Основні положення». Розд. 9. Безпека та доступність у використанні. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд та житлово-комунального господарства України, 2022,
- 18.ДСТУ 1.7:2015. Національна стандартизація. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів (ISO/SEC Guide 21-1:2005,NEQ; ISO/IEC Guide 21-2:2005, NEQ). [На заміну ДСТУ 1.7:2001, чинний з 2015-12-20]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015.
- 19.ДСТУ Б А.1.2-1:2007. Система ліцензування та сертифікації у будівництві. Оцінювання відповідності у будівництві згідно з технічним регламентом будівельних виробів, будівель і споруд. Основні положення. [Уведено вперше, чинний з 2008-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2008.
- 20.Binggeli C. Materials for Interior Environments. New York: John Wiley & Sons, 2013. 400 p.
- 21.Postell J., Gesimondo N. Materiality and Interior Construction. New York: John Wiley & Sons, 2011. 432 p.
- 22.Wilson A. Green Building Products: The GreenSpec® Guide to Residential Building Materials: 3rd Ed. New Society Publishers, 2008. 390 p.
- 23.<http://library.knuba.edu.ua/>
- 24.Національна бібліотека України імені В.В. Вернадського
<http://www.nbuv.gov.ua/>