

72
М 34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

К.К. Пушкарьова, М.О. Кочевих,
О.А. Гончар, О.П. Бондаренко

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

(для архітекторів та дизайнерів)

*За редакцією доктора технічних наук,
професора К. К. Пушкарьової*

Підручник

435072

Київський національний університет
будівництва і архітектури.
Бібліотека



Київ 2012

УДК 72.023(075.8)
ББК 38.3:85.11я73
П91

Рецензенти:

В. А. Абизов — заслужений архітектор України, доктор архітектури, професор, завідувач кафедри дизайну архітектурного середовища Київського національного університету культури і мистецтв;

Л. Й. Дворкін — заслужений діяч науки і техніки України, академік Академії будівництва України, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельного матеріалознавства Національного університету водного господарства і природокористування;

В. Ю. Тимкович — кандидат технічних наук, головний інженер Інституту «Укр-проектреставрація»

Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як підручник для студентів напряму підготовки 6.060102 «Архітектура» вищих навчальних закладів (лист № 1.11-7541 від 10.08.11)

Пушкарьова К.К., Кочевих М.О., Гончар О.А., Бондаренко О.П.

П91 **Матеріалознавство (для архітекторів та дизайнерів): Підручник / За редакцією д.т.н., проф. К.К. Пушкарьової. — К.: Видавництво Ліра-К, 2012. — 592 с.**
ISBN 978-966-2609-06-6

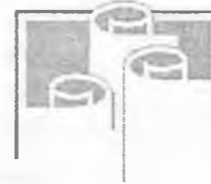
У підручнику представлені основні положення сучасного матеріалознавства, що базуються на принципах композиційної побудови будівельних матеріалів. Розглянуто втілення будівельних матеріалів в архітектурні рішення минулого, а також вплив матеріалів та нових технологій на архітектуру майбутнього. Наведено основні види будівельних матеріалів і виробів, їх склад, структуру, властивості, особливості отримання та застосування в екстер'єрі та інтер'єрі будівель і споруд. Особлива увага приділена будівельним матеріалам різного функціонального призначення — конструкційним, теплоізоляційним, покрівельним та гідроізоляційним, оздоблювальним, акустичним, а також матеріалам для проведення ремонтних і реставраційних робіт з урахуванням їх переваг та недоліків.

Призначений для студентів, які навчаються за напрямом 6.060102 — «Архітектура» за спеціальностями «Архітектура будівель і споруд», «Містобудування» та «Дизайн архітектурного середовища» вищих навчальних закладів, а також спеціалістів, які працюють у галузі будівництва та архітектури.

УДК 72.023(075.8)
ББК 38.3:85.11я73

ISBN 978-966-2609-06-6

© К.К. Пушкарьова, М.О. Кочевих,
О.А. Гончар, О.П. Бондаренко, 2012
© «Видавництво Ліра-К», 2012



ЗМІСТ

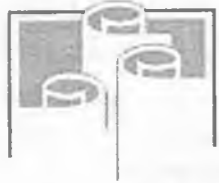
Вступ	8
Розділ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА	10
Глава 1. БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВТІЛЕННЯ ЇХ В АРХІТЕКТУРІ	10
1.1. Будівельні матеріали в архітектурі минулого	10
1.2. Еволюція будівельних матеріалів та архітектурних конструкцій	20
1.3. Вплив нових матеріалів і технологій будівництва на архітектуру майбутнього	24
Глава 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА	30
2.1. Термінологія дисципліни. Загальна класифікація будівельних матеріалів	30
2.2. Сучасні уявлення про структуру та композиційну побудову будівельних матеріалів	33
2.3. Стандартизація будівельних матеріалів (уніфікація та типізація)	38
2.4. Основні властивості будівельних матеріалів	41
2.4.1. Фізичні властивості	42
2.4.2. Механічні властивості	47
2.4.3. Експлуатаційні (спеціальні) та технологічні властивості	52
Розділ II. БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ: СКЛАД, СТРУКТУРА, ВЛАСТИВОСТІ	64
Глава 3. ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ	64
3.1. Особливості утворення та класифікація гірських порід	65
3.2. Характеристика породотвірних мінералів	68
3.3. Характеристика основних гірських порід, які застосовуються у будівництві	71
3.4. Особливості отримання, обробки та захисту природних кам'яних матеріалів	81

3.5. Характеристика матеріалів і виробів із природного каменю	86
3.6. Матеріали з природного каменю в екстер'єрі	90
3.7. Матеріали з природного каменю в інтер'єрі	93
3.8. Переваги та недоліки матеріалів із природного каменю	95
Глава 4. КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ	97
4.1. Загальні відомості та класифікація керамічних матеріалів	100
4.2. Сировина та особливості отримання керамічних матеріалів	102
4.3. Види декорування керамічних матеріалів	105
4.4. Конструкційні керамічні вироби	108
4.5. Керамічні вироби в екстер'єрі	111
4.6. Керамічні вироби в інтер'єрі	119
4.7. Керамічні вироби спеціального призначення	124
4.8. Переваги та недоліки керамічних матеріалів	126
Глава 5. СКЛО ТА ІНШІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ З МІНЕРАЛЬНИХ РОЗПЛАВІВ	129
5.1. Класифікація матеріалів із мінеральних розплавів	130
5.2. Сировина, особливості отримання та властивості скла	131
5.3. Види декорування скла	134
5.4. Матеріали та вироби зі скла для огорожувальних конструкцій і зовнішнього опорядження будівель	135
5.5. Матеріали та вироби зі скла в інтер'єрі	151
5.6. Матеріали та вироби спеціального призначення з мінеральних розплавів	163
5.7. Переваги та недоліки матеріалів із мінеральних розплавів	172
Глава 6. МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ	174
6.1. Загальна характеристика металів	175
6.2. Класифікація та характеристика чавунів, вуглецевих сталей, кольорових металів і сплавів	176
6.3. Основні властивості металів	181
6.4. Особливості отримання чорних металів та сплавів на їх основі	182
6.5. Види декорування металевих матеріалів	184
6.6. Вироби зі сталі	188
6.7. Вироби з кольорових металів	193
6.8. Використання металевих виробів і конструкцій в екстер'єрі інтер'єрі	196
6.9. Переваги та недоліки металевих матеріалів і виробів	202

Глава 7. НЕОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ, БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ ТА БЕТОНИ	204
7.1. Неорганічні в'язучі матеріали: класифікація, основні властивості	205
7.2. Будівельні розчини. Сухі будівельні суміші	217
7.3. Бетони: склад, структура, властивості	224
7.4. Залізобетонні вироби та конструкції	241
7.5. Будівельні розчини та бетони в екстер'єрі	248
7.6. Будівельні розчини та бетони в інтер'єрі	258
7.7. Переваги та недоліки матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин	272
Глава 8. МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ З ДЕРЕВИНИ	274
8.1. Деревина: склад, структура, властивості	277
8.2. Способи декорування деревини	285
8.3. Характеристика матеріалів і виробів із деревини	288
8.4. Конструкційні матеріали та вироби з деревини	307
8.5. Матеріали та вироби з деревини в екстер'єрі	311
8.6. Матеріали та вироби з деревини в інтер'єрі	314
8.7. Переваги та недоліки матеріалів із деревини	318
Глава 9. БІТУМНІ І ДЬОГТЬОВІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ І МАТЕРІАЛИ НА ЇХ ОСНОВІ	320
9.1. Загальні поняття та класифікація	320
9.2. Бітумні в'язучі речовини	321
9.3. Дьогтьові в'язучі речовини	324
9.4. Характеристика матеріалів на основі бітумних і дьогтьових в'язучих речовин	325
9.5. Способи підвищення архітектурної виразності матеріалів на основі бітумів і дьогтів	340
9.6. Переваги та недоліки матеріалів на основі бітумів і дьогтів	342
Глава 10. ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ	343
10.1. Загальні поняття та класифікація полімерних матеріалів	344
10.2. Характеристика сировини та технологія виготовлення полімерних матеріалів	346
10.3. Способи декорування полімерних матеріалів і виробів	350
10.4. Основні властивості полімерних матеріалів	352
10.5. Полімерні матеріали для огорожувальних конструкцій і зовнішнього опорядження будівель	355
10.6. Полімерні матеріали та вироби в інтер'єрі	363

10.7. Матеріали та вироби спеціального призначення	375
10.8. Переваги та недоліки полімерних матеріалів	381
Розділ III. БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ РІЗНОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	383
Глава 11. КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СТІН	383
11.1. Загальні відомості та класифікація	383
11.2. Стінові матеріали та вироби	384
11.3. Конструкції з монолітного бетону	392
11.4. Світлопрозорі огорожувальні конструкції	392
Глава 12. ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ	397
12.1. Загальні відомості та технічні вимоги	397
12.2. Загальні принципи влаштування теплоізоляції	408
12.3. Порівняння ефективності застосування теплоізоляційних матеріалів	413
Глава 13. АКУСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ	416
13.1. Загальні відомості та класифікація	416
13.2. Звукопоглинальні матеріали	418
13.3. Звукоізоляційні матеріали	428
Глава 14. ПОКРІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ	435
14.1. Загальні відомості та класифікація	435
14.2. Рулонні покрівельні матеріали	436
14.3. Мастичні покрівельні матеріали	438
14.4. Штучні покрівельні матеріали	439
14.5. Загальні принципи вибору покрівельного матеріалу	440
Глава 15. ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ	444
15.1. Загальні відомості та класифікація	444
15.2. Характеристика гідроізоляційних матеріалів	445
15.3. Способи влаштування та вибір типу гідроізоляції	448
15.4. Види та характеристика герметизуючих матеріалів	452
Глава 16. ОЗДОБЛЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ	456
16.1. Загальні відомості та класифікація	456
16.2. Лакофарбові матеріали	457
16.3. Оздоблювальні матеріали в екстер'єрі	464
16.4. Оздоблювальні матеріали в інтер'єрі	470

Глава 17. МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РЕСТАВРАЦІЙНИХ ТА РЕМОНТНИХ РОБІТ	494
17.1. Загальні положення	494
17.2. Проведення реставраційних і ремонтних робіт	496
17.3. Особливості використання сучасних будівельних матеріалів для реставрації та ремонту	502
Література	511
Предметний покажчик	515
Додатки	528
Додаток 1	528
Додаток 2	529
Додаток 3	530
Додаток 4	531
Додаток 5	533
Додаток 6	537
Додаток 7	539
Додаток 8	540
Додаток 9	541
Додаток 10	542
Додаток 11	545
Додаток 12	550
Додаток 13	557
Додаток 14	560
Додаток 15	562
Додаток 16	566
Додаток 17	571
Додаток 18	579



ВСТУП

Слово «архітектура» походить від грецького «*arhitecton*», що значить майстер-будівельник. Майбутньому архітектору та дизайнеру необхідні не тільки знання номенклатури матеріалів, виробів та конструкцій, що випускаються промисловістю, але й всебічне розуміння їх властивостей, що обумовлюють якість продукції та її ефективні галузі використання. Тільки при повній відповідності властивостей використаних будівельних матеріалів вимогам, що пов'язані із конкретними умовами їх експлуатації, архітектор може бути впевненим, що побудовані за його проектами споруди будуть енергоощадними, функціональними, естетичними, економічними та довговічними. Зміна складу і структури, а також використання нових технологій дозволяють отримувати широку гаму будівельних матеріалів поліфункціонального призначення, а варіювання текстурою, фактурою і кольором відкриває нові можливості покращення їх декоративних властивостей.

Основним завданням цієї дисципліни є ознайомлення з номенклатурою, властивостями та доцільними галузями застосування будівельних матеріалів і виробів, з урахуванням їх взаємозамінності, енергоощадності, екологічності, економічності та декоративності.

У підручнику наведено основні види будівельних матеріалів та виробів, їх склад, структуру, властивості, особливості отримання та застосування в екстер'єрі та інтер'єрі будівель і споруд. Особлива увага приділена будівельним матеріалам різного функціонального призначення — конструкційним, теплоізоляційним, покрівельним і гідроізоляційним, оздоблювальним, акустичним, а також матеріалам для проведення ремонтних та реставраційних робіт із урахуванням їх переваг та недоліків. Автори вважали за доцільне розглянути основні положення сучасного матеріалознавства з урахуванням принципів композиційної побудови будівельних матеріалів, оскільки такий підхід дозволяє краще зрозуміти тенденцію розвитку сучасного матеріалознавства та нові технології, що покладені в основу отримання ефективних будівельних матеріалів. Враховуючи су-

часні вимоги до комфортності житла, звернуто увагу на те, що для підвищення якості будівництва використовують не окремі будівельні матеріали, а *системи*, що складаються із двох або більше матеріалів, які призначені для виконання певних функцій. У світовому будівництві зведено будівлі і навіть архітектурно-будівельні зони, що запроєктовані і побудовані на основі різних концепцій енергетично ефективних і екологічно чистих технологій. Найвідомішими є концепції, що передбачають спорудження будівель енергоефективних, пасивних, біокліматичних, «здорових», «розумних», «життєзберігаючих».

Текстова частина підручника супроводжується фотоілюстраціями, причому для кращого сприймання вони записані в кольоровому вигляді на магнітному носії CD-RW, який додається до підручника.

У підготовці рукопису підручника брали участь викладачі кафедри будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури: завідувач кафедри, доктор технічних наук, професор К.К. Пушкарьова (загальне редагування, глави 1, 2); кандидат технічних наук, доцент М.О. Кочевих (глави 3, 4, 5, 6, 7, 10, 17), кандидат технічних наук, доцент О.А. Гончар (глави 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17), кандидат технічних наук, доцент О.П. Бондаренко (глави 8, 9).

Автори висловлюють щире подяку рецензентам: заслуженому архітектору України, доктору архітектури, професору, завідувачу кафедри дизайну архітектурного середовища Київського національного університету культури і мистецтв В.А. Абизову; заслуженому діячу науки і техніки України, академіку Академії будівництва України, доктору технічних наук, професору, завідувачу кафедри будівельного матеріалознавства Національного університету водного господарства і природокористування Л.Й. Дворкіну; кандидату технічних наук, начальнику технологічного відділу інституту «Укрпроектреставрація» В.Ю. Тимковичу, а також доктору технічних наук, професору кафедри теорії архітектури Київського національного університету будівництва і архітектури В.В. Самойловичу та кандидату технічних наук, доценту кафедри будівельних матеріалів архітектури Київського національного університету будівництва і архітектури В.Б. Барановському за цінні поради та зауваження, які автори врахували при підготовці рукопису.

Розділ I

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА



БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВТІЛЕННЯ ЇХ В АРХІТЕКТУРІ

1.1. Будівельні матеріали в архітектурі минулого

Мистецтво створювати споруди за законами корисності, міцності та краси нерозривно пов'язане із вирішенням функціональних, конструкційних, естетичних та економічних проблем. Будівельні матеріали сприяють здійсненню творчого задуму архітектора, причому властивості матеріалів визначають не тільки характер будівлі та її естетичну виразність, але й економічну і функціональну доцільність зведення.

Деревина — один із найстаріших матеріалів для будівництва спочатку досить примітивного житла, а пізніше — справжніх пам'яток архітектури, в тому числі культових споруд. Вивчення історії застосування деревини дозволяє прослідити, як змінювались можливості застосування цього матеріалу залежно від рівня технічного розвитку суспільства. Із винаходом кам'яної сокири підвищилась якість обробки деревини і з'явилась можливість зрубувати не тільки жердини, але й товсті стовбури. Незважаючи на те, що перші конструкції стояково-балкової системи були досить примітивними, їх використовували надалі для спорудження кроквяних покрівель — одно- та двоскатних. Прикладом найстародавніших дерев'яних споруд стояково-балкової конструкції є будівлі секційного типу Трипільської культури (IV ст. до н.е.). Населення того часу опанувало різноманітні прийоми будівництва, що дозволяло створювати надійні для проживання та зручні для ведення господарства житлово-господарські комплекси, культові та оборонні споруди.

В стародавні часи східні слов'яни зводили стіни будівель із горизонтально розташованих колод, покладених одна на одну та з'єднаних у кутах зрубкою. Такі будівлі називали зрубками.

Деревина була основним будівельним матеріалом в Індії, південно-східній Азії, Китаї та Японії. Використання цього матеріалу разом зі спе-

цифікою соціальних та природних умов обумовило своєрідну архітектуру цих країн.

Природний камінь — основний матеріал багатьох стародавніх цивілізацій. У ті часи для спорудження культових будівель (гробниць, храмів) використовували переважно блоки із гірських порід, причому кожна із відомих стародавніх цивілізацій мала свої пріоритети.

Протягом тисячоліть монументальні культові споруди будували із природних кам'яних матеріалів, де маса будівлі була надзвичайно великою, а об'єм утвореного внутрішнього простору — незначним.

Найстародавніші споруди, що збереглися до наших днів, побудовані з природного каменю. Мегалітичні культові споруди — менгіри, що складаються з одного блока, та дольмени й кромлехи — були першими спорудами, що характеризуються більш складною будовою. Вони зустрічаються по всій планеті (крім Австралії) — від Франції і Англії до Кореї та Японії, причому з їх походженням пов'язано багато легенд.

Вважається, що менгіри були побудовані як місця для проведення релігійних церемоній, дольмени — для поховання членів роду, а кромлехи — вірогідно, як стародавні обсерваторії. Найчастіше для мегалітичних споруд використовували блоки з вапняку або пісковика. Відомий кромлех Стоунхендж (рис. 1.1) у Великій Британії у м. Солсбері побудований від 2900 до 2400 р. до н.е. із використанням базальту з різних куточків Англії. Кожен моноліт важить більше 50 т, а увесь ансамбль — декілька тисяч тонн.

Із 7 чудес світу — монументальних архітектурних пам'яток стародавнього світу залишилися тільки піраміди. У стародавньому Єгипті каменоломні містились уздовж усїєї долини Нілу. Тут добували граніт, діорит, базальт, порфіри, вапняк, пісковик, які використовували для будівництва. Цивілізація Єгипту по собі залишила піраміди, що були зведені за принципом «скромності та економічності» і для будівництва яких використовували блоки з вапняку. Конструкція та співвідношення всіх частин піраміди базуються на пропорціях «золотого перерізу». Для облицювання пірамід використовували дрібнозернистий вапняк із Тури та граніт із Асуана. Це були досить величні та монументальні споруди. Наприклад, піраміда Хеопса (рис. 1.2.) складається із 2 млн. 300 тис. вапнякових блоків, середньою масою 2,5 т кожний. Загальна маса піраміди становить 5 млн. 750 тис. тонн, а з її каміння можна було б побудувати сучасне місто з населенням 120 000 осіб.

Піраміда Хеопса висотою 146,6 м тривалий час залишалась найвищою спорудою у світі, поступившись першістю тільки у 1889 р. Ейфелевій башті у Парижі, висота якої досягає 300 м.



Рис. 1.1. Кромлех Стоунхендж,
Солсбері, Великобританія



Рис. 1.2. Піраміда Хеопса (Хуфу).
Комплекс у Гізі, Єгипет

Саме в Єгипті вперше почали використовувати *бітум* разом зі смолою хвойних дерев та бджолиним воском для бальзамування мумій. Вже потім бітум застосовували для гідроізоляції при будівництві різноманітних об'єктів в країнах Малої Азії; ним покривали сховища води та зерна, використовували для будівництва «Висячих садів» у Вавилоні і навіть ковчег Ноя, за Біблією, був просочений бітумом.

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 «дерев'яними спорудами з каменю». В Індії при спорудженні храмів із каменю відтворювали конструкції, вигляд яких нагадував дерев'яні (стовпи, балки, кесони).

Найчастіше спроби будувати з каменю як із дерева закінчувались трагічно, будівлі руйнувались як тільки прогін архітрава перевищував його шестикратну висоту. Основна проблема застосування каменю, як конструкційного матеріалу, пов'язана з анізотропією його властивостей: каменю притаманна 10...15-кратна різниця між міцністю при стиску та міцністю при розтягу. Існуюче протиріччя кам'яної архітектурної конструкції заважало отримати прогін більше 4 м, і воно було усунено з винаходом склепіння, в якому матеріал працює переважно на стиск.

Ось чому у більш пізній архітектурі Стародавньої Греції переважають храми, розміри та пропорції яких уже відповідали властивостям природного каменю (мармуру). Серед них відомий Афі́нський Акрополь (V ст. до н.е.) — комплекс будівель, що включав Парфенон (рис. 1.3.) — (храм Афіни Паллади), Ерехтейон (храм, присвячений Афіні та Посейдону), храм богині перемоги Ніки, Пропілеї (парадний вхід до Акрополю). Акрополь було побудовано досить швидко — всього за 5 років. Як на велике

досягнення греків слід вказати на створення «армованого мармуру», який підвищував міцність та довговічність конструкцій. При будівництві Акрополю замість балок довжиною 2,5 м були використані 6-тиметрові перекриття, в яких у спеціальних канавках були замуровані залізні стержні.

Із всесвітньо відомих мармурових споруд найбільш популярним є мавзолей Тадж Махал (1631...1648 рр.) в Індії (рис. 1.4). За дивовижну красу, втілену у білому мармурі, цей мавзолей, що розташований у Агрі (200 км від Делі), називають перлиною архітектури. Для його зведення використовували гірські породи, привезені із 12 країн.

Крім мармуру для зведення культових споруд використовували білий вапняк (Успенський собор у Володимирі, Церква Покрова Богородиці на Нерлі (рис. 1.5), Успенський Собор у Ростові Великому). Пізніше білий вапняк було використано для відбудови Москви після великої пожежі «всіх святих» у 1365 р. Навіть сьогодні білокам'яні споруди Московської Русі становлять гордість стародавньої архітектури, в тому числі Архангельський Собор (1505...1509 р.р.), який служив протягом 300 років усипальницею великих князів та царів, починаючи з Івана Калити.



Рис. 1.3. Храм богині Афіни,
Парфенон, м. Афіни, Греція



Рис. 1.4. Мавзолей-мечеть
Тадж Махал, м. Агра, Індія

Серед багатьох білокам'яних храмів у Росії є один, найцікавіший, не характерний для церковної архітектури. Це церква Різдва Богородиці (1754 р.), що знаходиться поблизу м. Серпухова (рис. 1.6). Храм має циліндричну форму, по фронту на однаковій відстані один від одного розташовані 16 фігур апостолів та євангелістів. Всі фігури вирізьблені із вапняку. Нічого подібного в Росії більше немає, оскільки у 1722 р. Священний синод заборонив прикрашати церкви будь-якими скульптурами.



Рис. 1.5. Церква Покрова Богородиці на р. Нерлі, Росія



Рис. 1.6. Церква Різдва Богородиці неподалік м. Серпухова, Росія

Вершиною архітектури недаремно вважається готика, розвиток якої супроводжувався створенням складних конструкцій та об'ємних рішень. Яскравими прикладами є Собор Паризької богородиці (Нотр-Дам-де-Парі) (1163...1257 рр.) (рис. 1.7) та Каплиця Сент-Шапель у Парижі (рис. 1.8.). Для зведення кам'яних споруд використано різні осадові породи, наприклад, відомий Кельнський кафедральний собор (Німеччина) побудовано із вапняку (рис. 1.9), а собор Мюнстер у Фрайбурзі XII...XVI ст. (рис. 1.10) з тонкою різною баштою висотою 116 м — із червоного пісковика.



Рис. 1.7. Собор Паризької богородиці, м. Париж, Франція



Рис. 1.8. Каплиця Сент-Шапель, м. Париж, Франція



Рис. 1.9. Кельнський кафедральний собор святих Петра і Марії, м. Кельн, Німеччина



Рис. 1.10. Кафедральний Собор Мюнстер, м. Фрайбург, Німеччина

Протягом тривалого періоду храми і навіть цілі міста споруджували у скелях. В Індостані збереглась більше 1000 культових споруд, що були вирізьблені у скелі. Культові споруди у скелі збереглися також в Ефіопії (м. Лалібеле), Каппадокії (Туреччина) та навіть в Україні (Чуфут-Кале). Восьмим дивом світу називають Петру (Йорданія) — столицю Арабської династії Набаттінів (3 ст. до н.е.). Це місто розташоване у глибокому каньйоні, й було вирізане з пісковика з багатою кольоровою гамою, що змінюється поступово від сірого до жовтого та червоного (фото 1).

Поряд із природним каменем стародавні цивілізації для будівництва використовували *керамічні матеріали*. Так ще за 12 тис. років до н.е. в Єгипті зводили глинобитні споруди з сирцевої цегли (чому сприяла наявність сухого клімату) та виготовляли керамічні вироби для облицювання. Як один із вдалих прикладів використання кераміки у будівництві слід назвати глинобитне житло Трипільської культури (IV...III ст. до н.е.).

У Месопотамії, у долинах річок Тигру та Євфрату, під час існування великої Ассирійської держави найбільш розповсюдженим матеріалом для будівництва була керамічна цегла, яку використовували для спорудження палаців, каналів, мостів та культових споруд — зіккуратів. Вважається що саме тут, вперше, було винайдено випалену глиняну цеглу. Цегла в Месопотамії була квадратною та плоскою; цю форму потім успадкувала архітектура Ірану, Візантії, Середньої Азії. На будівництво відомої Вавилонсь-

кої башти висотою 90 м було використано не менше 40 млн. шт. цегли. Крім того, додамо, що шумери розробили принципи пропорцій у будівництві, винайшли конструкції арки, купола, пілястрів, а також почали створювати мозаїчні стінові орнаменти. Конструкції арок мостів були відомі шумерам ще у 3200 р. до н.е. У стародавньому документі, що датується 2650 р. до н.е., згадується про міст, який був споруджений через Ніл. Найстародавнішим мостом арочної конструкції, що зберігся до наших днів, є міст у Туреччині через р. Мелес (м. Ізмір), що збудований у 850 р. до н.е.

Широко використовували керамічні матеріали також у Стародавній Індії. Археологічні розкопки показали, що за 3 тис. років до н.е. у Пенджабі будували дво- та триповерхові будинки із керамічної цегли.

Глазуровану фасадну цеглу використовували у Стародавньому Ірані та Єгипті. У Стародавній Греції та Стародавньому Римі виготовляли черепицю, керамічні труби, теракотові архітектурні деталі. У Римі також було розвинуте виробництво цегли для кладки арок, склепінь, мостів та акведуків.

У Стародавньому Китаї керамічні вироби виготовляли ще в період неоліту. Всесвітньо відомою пам'яткою 1 тисячоліття до н.е. є Великий Китайський мур (рис. 1.11). Його довжина становить до 5000 км, висота — до 10 м, ширина — до 6,5 м. Для будівництва муру використано 300 млн. м³ матеріалу, якого б вистачило для зведення 120 пірамід Хеопса. Пізніше Китайський мур був реставрований із використанням бетону.

В деяких країнах основним будівельним матеріалом стала плоска цегла — плінфа (розміром 35,5×35,5×5,1 см). Як приклад, що демонструє досягнення Візантії в архітектурі та будівництві, вважають храм святої Софії (532...537 рр. н.е.), який було побудовано всього за 5 років (рис. 1.12). Храм мав купол із діаметром перекриття 31,4 м, і хоч за розміром він менший, ніж купол Пантеону, але сама його конструкція свідчить про більш високий рівень інженерного мистецтва. Як найсуттєвіше досягнення візантійської архітектури слід вважати розробку системи спирання купола на окремо розташовані опори за допомогою парусного склепіння. Під час зведення споруд задля надання більшої міцності та водостійкості до вапняного розчину додавали бити випалену цеглу, яка сприяла також прискоренню тужавіння. Це дозволяло зводити склепіння та куполи без використання зайвої опалубки.

У часи існування Київської Русі було побудовано Софійський Собор (1017...1037 рр) (рис. 1.13). Стіни собору викладені візантійським муруванням — із плоскої цегли (плінфи) і каменю на вапняному розчині з добавкою товченої цегли (фото 2). Для оздоблення собору використане мармурове облицювання, мозаїка зі смальти, фрескові розписи.



Рис. 1.11. Великий Китайський мур, Китай

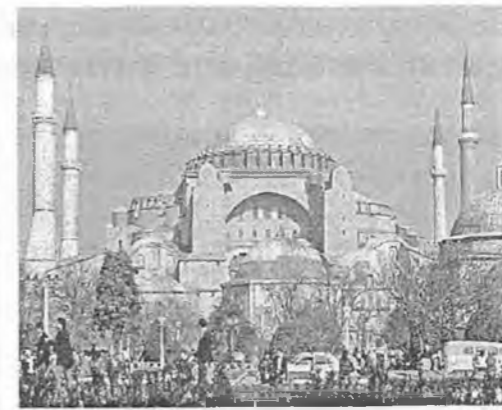


Рис. 1.12. Храм святої Софії, м. Стамбул, Туреччина

Виникнення *скла* пов'язують із розвитком кераміки. Виробництво непрозорого скла у Стародавньому Єгипті почалось у IV ст. до н.е. У Британському Музеї зберігається скляна ваза з ім'ям асирійського царя Саргона II, який жив у VIII ст. до н.е. Майстри Стародавнього Риму першими оволоділи методом видування скляних виробів. У VI ст. у Візантії виготовляли непрозоре скло та смальту. У середні віки у країнах Західної Європи набуло розквіту вітражне скло для облаштування соборів (фото 3, а, б).

Завдяки Стародавньому Риму почалось широке впровадження *будівельних розчинів та бетону*. Спочатку у IV ст. до н.е. почали використовувати розчин (для побутового мурування), а вже у II ст. до н.е. склалась нова технологія зведення монолітних стін та склепінь на основі вапняно-піщаного розчину та дрібного каміння (заповнювача). Штучний моноліт, який отримували змішуванням вапняного розчину з піском та щебенем, відомий як «римський бетон». Першою фундаментальною спорудою з бетону (габаритні розміри 487×60 м) був портик Емілієв (174 р. до н.е.). Починаючи із II ст. до н.е., бетон застосовували у будівництві фундаментів та стін житлових будинків, храмів та споруд утилітарного призначення, в тому числі й доріг. У 75...80 рр. н.е. у Римі було зведено амфітеатр Колізей на 50 тис. глядачів (рис. 1.14).

Назва театру пов'язана з колоною Нерона, яка стояла перед амфітеатром. Її висота була 40 м, а висота амфітеатру — 48,5 м. Не менш відомою спорудою є римський Пантеон — храм усіх богів, діаметр купола якого становив 43,2 м і який тривалий час залишався неперевершеним прикладом перекриття внутрішнього простору (рис. 1.15). Будівництво споруд із

діаметром купола більше 43 м стало можливим тільки через 18 століть, і для досягнення цієї мети було використано залізобетон.



Рис. 1.13. Собор святої Софії (Софійський собор), м. Київ, Україна



Рис. 1.14. Амфітеатр Колізей, м. Рим, Італія

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

Метали та металеві конструкції почали застосовувати досить пізно порівняно з деревиною та гірськими породами. Мідь та бронза (сплав міді з оловом) були першими металевими матеріалами, які навчилась отримувати людина. Плавлення міді, олова, свинцю було відоме ще у IV ст. до н.е., у III ст. до н.е. плавляли бронзу, а у II ст. до н.е. — залізо. Найстародавнішим виробом із заліза є колона у Делі (Індія, V ст. до н.е.).

Латунь (сплав міді з цинком) була відома ще у часи Стародавнього Риму. На основі міді виготовляли інструменти, цвяхи, а також покрівельні матеріали для дахів. Широкого розповсюдження у часи стародавнього Риму та Візантії набув свинець для виготовлення труб і резервуарів. Пізніше у середні віки та в епоху Відродження його застосовували для покрівлі дахів.

Тривалий час при зведенні споруд застосовували тільки малогабаритні металеві вироби. Масове використання металевих матеріалів почалося у XIX ст., і воно пов'язано з розвитком технології отримання сталі. Першою крупною спорудою з металу вважають арковий чавунний міст, відомий як залізний міст, побудований у Англії через р. Северн у 1779 р. (рис. 1.16). Прикладом вдалого застосування чавуну в несучих архітектурних конс-

трукціях будівель є бавовняно-паперова фабрика, що побудована у 1801 р. у Манчестері. Це була перша спроба створення єдиного внутрішнього каркаса з чавунних стояків та ригелів.



Рис. 1.15. Пантеон (Храм усіх богів), м. Рим, Італія



Рис. 1.16. «Залізний» міст через р. Северн, Англія

Початком впровадження у будівництво мартенівської сталі є спорудження у 1889 р. залізнично-дорожнього моста через р. Форт у Шотландії. Одним із перших підвісних мостів у Європі є Пантелеймонівський міст у Петербурзі (довжина — 54 м, прогін — 37 м), побудований у 1823 р. через р. Фонтанку (рис. 1.17). Значний прогрес в освоєнні металевих будівельних конструкцій пов'язаний із винаходом заклепувальних з'єднань, а потім і електрозварювання. Серед відомих металевих споруд слід назвати 300-метрову Ейфелеву башту (1889 р.) (рис. 1.18).



Рис. 1.17. Пантелеймонівський міст через р. Фонтанку, м. Петербург, Росія



Рис. 1.18. Ейфелева башта, м. Париж, Франція



Метали знайшли широке використання не тільки для отримання металевих конструкцій, але й як арматура у складі залізобетонних конструкцій. Ще у 470 р. до н.е. у Арагасі (Сицилія) при будівництві було застосовано залізні армувальні балки довжиною до 4,5 м, а у 437 р. при будівництві Пропілей Афінського Акрополя для армування архітравних балок було використано залізні стержні довжиною до 2 м, які були замуrowані у спеціально видовблені канавки у мармуровій конструкції.

У другій половині XVIII ст. запропоновано більш загальний підхід до проблеми армування: стержні закладали у розтягнуті зони цегляної кладки. Ця спроба виявилась невдалою, оскільки було зафіксовано корозію арматури. Уникнути корозії вдалось тільки в разі використання арматури в складі залізобетону. Спочатку з армоцементу був виготовлений човен (Ж. Ламбо, 1848р.), садові діжки, а потім перший резервуар для води (Ж. Моньє, 1848; 1872 рр).

Одним із найбільш значних етапів наступного розвитку залізобетону є виготовлення попередньо напружених виробів та конструкцій, в яких обидва компоненти працюють найкращим чином: бетон — завжди стиснутий, а сталеві арматура — розтягнута. До появи залізобетону великопрогонні бетонні конструкції тільки дублювали кам'яні аналоги, але не дозволяли перекивати прогони більшої довжини. Із розвитком попередньо напруженого залізобетону з'явилась можливість не тільки зведення багатоповерхових будівель, але й створення нових типів оболонки-перекрыттів.

Як свідчить досвід минулого, будівельні матеріали та вироби, їх експлуатаційні та естетичні властивості мають вагомий вплив на виникнення та становлення архітектурних форм, особливо в сучасних умовах розвитку науково-технічного прогресу.

1.2. Еволюція будівельних матеріалів та архітектурних конструкцій

Під впливом 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 із причин не тільки еволюційного перетворення традиційних архітектурних форм, але й виникнення сучасних конструкційних систем, поява яких була б неможливою без цих матеріалів. Поєднання окремих елементів залі-

зобетонних та сталевих конструкцій в одне ціле сприяло появі рам і просторових систем, а нові можливості армування пластмас та плівок — різноманітних статично невизначених оболонок.

Вид матеріалу, тип конструкції, методи їх зведення є одними із визначальних факторів, що враховуються при будівництві будинків та інженерних споруд.

Захоплення величезними монументальними об'єктами є стародавньою традицією. Таке ж ставлення до розмірів залишилось і сьогодні. Людство не припиняє спроб збільшити висоту будівель та перекрыти якомога більший простір.

За весь час використання деревини будівельники не змогли перевищити стометрову висоту споруд, у разі застосування каміння висота споруд досягла 150 м, а впровадження сталі та залізобетону дозволило зводити споруди висотою більше 500 м. Не заперечуючи певного впливу виду матеріалу на висоту будівель, все ж зазначимо, що в сучасних умовах висота будівлі визначається відповідністю комунікацій, а не технологією будівництва. На сьогодні найбільша висота збудованого хмарочосу Бурж Дубаї досягає 810 м (м. Дубай, Об'єднані Арабські Емірати) (рис. 1.19).

Відомі приклади показують обмежені можливості стояково-балкової конструкції споруд: так максимальний прогін, який перекрывається балкою із природного каменю, становить 3...4 м, а балкою із деревини — 10...12 м.

Винахід аркових склепін та купольних конструкцій споруд дав змогу у декілька разів збільшити прогін, що перекрывається. Наприклад, використання кам'яної арки дозволило перекрывати прогін у 50 м та більше.

У 123 р. до н.е. римляни побудували Пантеон прогоном 43 м. Це досягнення було неперевершеним протягом 1700 років. Тільки у XIX ст. (1889 р.) при використанні сталевих конструкцій була побудована «Галерея машин», яка мала прогін 113 м.

У XX ст. багатопогонні конструкції будували із залізобетону, що було деяким поверненням до кам'яних конструкцій, причому у 50-х роках величина прогону не перевищувала 100 м.

Із використанням сучасних технологій та нових матеріалів зменшилась матеріалоемність будівництва великопрогонних перекрыттів та по-



Рис. 1.19. Хмарочос-башта Бурж-Халіфа, м. Дубай, Об'єднані Арабські Емірати

крапилося відношення величини прогону до товщини конструкції. Щодо цього досить цікавим є аналіз розвитку конструкцій і типу використаних матеріалів при будівництві мостів.

Використання металевих арокних конструкцій дозволило значно збільшити прогін мостів: 165 м — віадук Гарабіт (1887 р.) (рис. 1.20, а); 298 м — Хельгетський міст у Нью Йорку (1917 р.); 503 м — міст через гавань у Сідней (рис. 1.20, б); 528 м — арокний міст у Нью Йорку; 1280 м — міст у Сан-Франциско (рис. 1.20, в). Також широко відомі проекти підвісних мостів із прогоном 2 км, наприклад, міст через протоку Акасі в Японії (рис. 1.20, г).

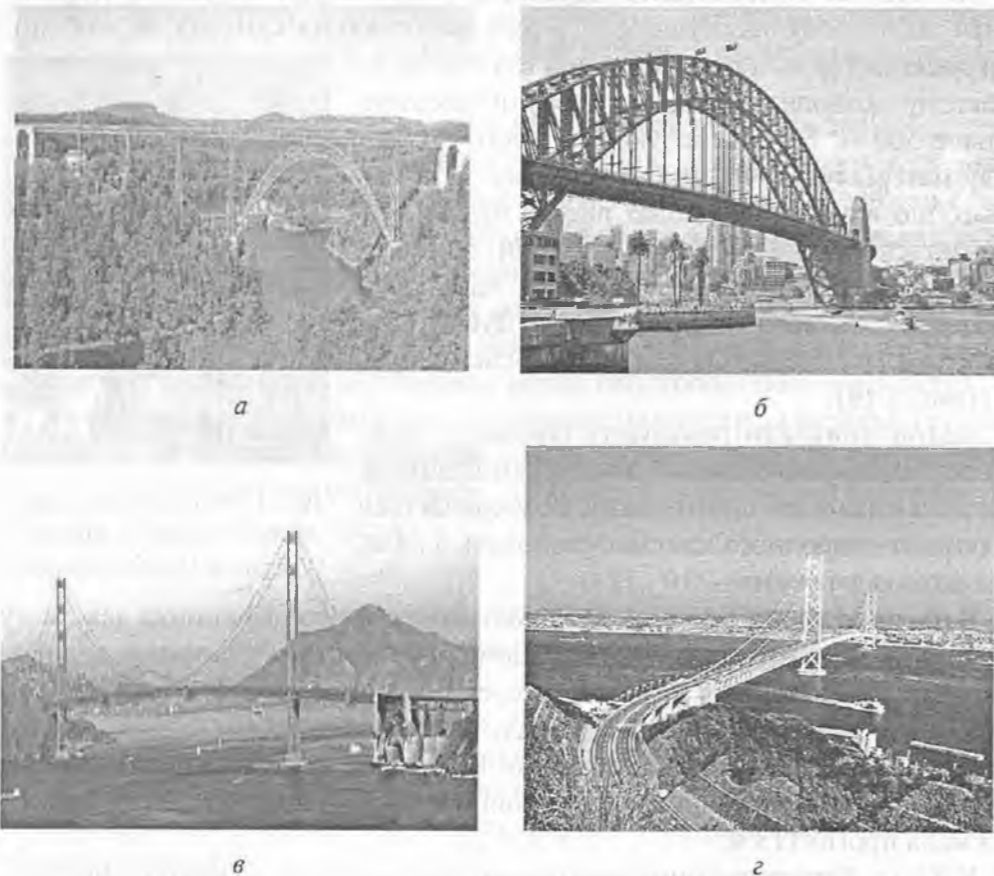


Рис. 1.20. а — віадук Гарабіт (Гарабі) — залізничний міст, Франція; б — міст Харбор-Брідж через гавань, м. Сідней, Австралія; в — міст Голден Гейт Брідж через протоку Золоті ворота, м. Сан-Франциско, США; г — міст Акасі-Кайке через протоку Акасі, Японія

Таким чином, починаючи із XVIII ст., різниця між максимальними прогонами мостів та будівель постійно збільшується. У Стародавньому Римі, у часи Середньовіччя та Відродження, максимальна величина прогону мостів не набагато перевищувала максимальний прогін будівель. У наш час максимальний прогін у будівлях становить 216 м, що становить 1/6 максимального прогону моста. Це співвідношення при використанні сучасних матеріалів буде зростати й надалі. Наведені приклади ілюструють значення впровадження нових будівельних матеріалів та їх вплив на розвиток нових конструкційних систем та архітектурних форм.

Історія світової архітектури свідчить, що при одних і тих же будівельних матеріалах можуть формуватись різні стилі в архітектурі. Набір матеріалів, що використовується у будівництві, досить обмежений: камінь, дерево, глина, цегла, бетон, але архітектурні рішення є різноманітними і визначаються естетичними смаками, традиціями та психологічними особливостями народів світу.

Архітектура завжди тісно пов'язана із 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 із вищенаведеним, слід назвати стрімкий розвиток технології отримання бетону і залізобетону, виготовлення композиційних матеріалів будівельного та спеціального призначення, широке застосування «сухого будівництва» із використанням гіпсокартону та впровадження 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 і зовнішній вигляд будівель: у дизайні споруд поряд із традиційними матеріалами — керамікою, деревиною, природним камінням — широко почали використовувати металеві конструкції, склопакети, різноманітні склопластики тощо.

Однією із принципових особливостей сучасної архітектури від архітектури минулого є її індустріальність і масове застосування виготовлених у промислових умовах будівельних виробів та конструкцій. Таким чином, будівельні матеріали безперечно мають значний вплив на створення і розвиток нових архітектурних форм, на конструктивні рішення будинків та споруд, визначають економічність, екологічність і загальний рівень

культури будівництва, а також впливають на якість витворів сучасної архітектури.

1.3. Вплив нових матеріалів та технологій будівництва на архітектуру майбутнього

Сьогодні, як і у стародавні часи, мистецтво зводити споруди нерозривно пов'язане із вирішенням функціональних, конструкційних, естетичних, економічних та екологічних проблем.

У зв'язку зі стрімким розвитком науки і техніки, використанням нових технологій проектування та дизайну, зростанням вимог до комфортності житла в архітектурі сучасності відмічаються такі тенденції:

- зниження маси об'єктів, що споруджуються: на початку ХХ ст. маса 1 м³ становила — 4,2 т, у 30-х роках ХХ ст. — 2,3 т, а наприкінці ХХ ст. — 1т;
- збільшення прогону перекриття простору за рахунок використання міцніших матеріалів та нових технологій;
- зростання висоти споруджуваних об'єктів (перехід від збірного залізобетону до монолітно-каркасного);
- підвищення рівня дизайнерських рішень за рахунок використання сучасних оздоблювальних матеріалів, у тому числі «сухого будівництва»;
- скорочення витрат енергії при будівництві та експлуатації споруд;
- підвищення рівня екологічності будівництва і використаних будівельних матеріалів.

При створенні будівельних матеріалів із використанням усіх технічних переваг, які дає наукова база теоретичного та комп'ютерного матеріалознавства, фахівці, які розробляють сучасні технології і технології майбутнього, дотримуються відомої концепції «рівномірного або сталого розвитку», яка була сформульована на конференції ООН в 1992 р. в Ріо-де-Жанейро і передбачала врахування економічних, екологічних, соціальних та ергономічних аспектів життєдіяльності людства та виробництва, а саме:

- забезпечення мінімальних витрат енергії на всіх етапах виготовлення та застосування;
- можливість рециркуляції і реновації (відновлення матеріалу);
- максимальне повторне використання компонентів, які входять до складу матеріалу;
- збереження навколишнього середовища;
- безпечність матеріалів та технологій їх виготовлення для здоров'я людини;
- комфортність застосування (що пов'язана з високою якістю матеріалу).

Дотримання цих принципів забезпечує постійний розвиток науки і технології, створює умови для вирішення екологічних проблем та є гарантом існування і прогресивного розвитку майбутніх поколінь.

Впровадження нових матеріалів та технологій будівництва мало суттєвий вплив на розвиток архітектури і проектування міст.

У свій час використання *залізобетонних конструкцій* дозволило реалізувати просторову концепцію в архітектурі. Їх особливістю, на відміну від кам'яних, є зв'язок елементів між собою.

Здатність залізобетону приймати будь-яку форму та утворювати цілісні (нерозрізні) конструкції дозволила створити нові конструктивні рішення та нові конструкційні принципи, що мали неабиякий вплив на розвиток архітектури. Ще на початку ХІХ ст. Ф. Еннебік проектував залізобетонні конструкції стояково-балковими, так само як і традиційні дерев'яні, але на початку ХХ ст. Р. Майяр та Е. Фрайсине створили більш специфічні для цього матеріалу форми. Вперше споруду трактували як єдине конструкційне ціле, а не як дещо, що складається з окремих деталей. До особливостей залізобетону, які мали вплив на естетику, належить його здатність приймати будь-яку форму, у зв'язку з чим набуло більш широке його використання при реалізації архітектурних та дизайнерських задумів.

Залізобетон досить міцний матеріал, що дозволяє споруджувати куполи із досить високими прогонами. Якщо форма купола залишається традиційною (сферичною), то розміри прогону є обмеженими. Нові шляхи збільшення прогону досягаються тоді, коли конструкції надається така форма, при якій маса матеріалу розподіляється не рівномірно, а накопичується у місцях найбільших внутрішніх зусиль, що виникають у конструкції. При раціональній формі залізобетонний купол товщиною 8...12 см може перекривати прогін у декілька десятків метрів. Розповсюдженню склепінь-оболонок сприяла не тільки їх конструктивна досконалість, але й зовнішня ефектність. Прикладом удалого використання склепінь-оболонок у архітектурі є театр у Сідней (архітектор Й. Утзон) (рис. 1.21), композиція якого складається з 10-ти віялоподібно розташованих оболонок, що підіймаються над площиною будівлі як вітрила над кораблем.

Нові перспективи створення цікавих архітектурних рішень виникли завдяки використанню методу підйому поверхів та зведення будівель із монолітного залізобетону у ковзкій або пересувній опалубці, а також будівництва з об'ємних блоків, що розширило композиційно-пластичні можливості житлової архітектури. У зв'язку із цим слід назвати відомий дім у м. Токіо архітектора К. Куракави з квартирами-капсулами, що закріплені на металевій башті (рис. 1.22).



Рис. 1.21. Оперний театр, м. Сідней, Австралія



Рис. 1.22. Житловий дім, м. Токіо, арх. К. Курокава

Наприкінці ХХ ст. широкого використання набули *металеві конструкції*: легкість та висока швидкість монтажу, відносна дешевизна, мінімальні фінансові та трудові затрати — все це дозволяє швидко споруджувати будівлі, які відповідають сучасним вимогам із точки зору функціональності, комфорту та естетики.

Також все частіше застосовують так звані «активні» просторові конструкції, в тому числі мембранні (тенти з попередньо напруженими мембранами з поверхнею взаємної гаусової кривизни); пневматичні (з повітроневагомим каркасом із замкнених елементів з високим тиском повітря всередині їх). Найбільш відомі у світі тентові споруди — це міжнародний аеропорт Джидда (Саудівська Аравія, 1982 р.) (рис. 1.23), спортивний комплекс у Массербергу (Німеччина, 1994р.), термінал аеропорту у Денвері, 1993 р. (рис. 1.24).



Рис. 1.23. Міжнародний аеропорт Джидда, Саудівська Аравія



Рис. 1.24. Термінал міжнародного аеропорту, м. Денвер, США

Сучасні матеріали та нові технології дозволяють змінити саме уявлення про архітектуру як про науку зведення статичних споруд. Зараз набуває розвитку так звана *динамічна архітектура*.

Одним із яскравих символів нового Лондона є 40-поверховий будинок із криволінійними поверхнями, відомий як «корнішон» (рис. 1.25). Архітектор цього творіння Норман Фостер називає його «першим екологічно прогресивним багатоповерховим будинком». Ця 180-метрова конструкція, побудована з використанням низькосмісного скла, має систему природної вентиляції, що протягом року дозволяє відключати більше 40% вентиляційної та охолоджувальної апаратури. Аеродинамічна форма будинку забезпечує формування позитивної «троянди» вітрів, що не спрямовані до поверхні землі і не створюють проблем пішоходам. Світові колодязі, розташовані на фасаді будинку, скорочують необхідність штучного освітлення.

За проектом Д. Фішера у Дубаї почалось зведення хмарочосу, відомого як «Башта да Вінчі» (рис. 1.26), що буде виробляти з вітру енергію для себе та для 10-ти інших будівель такого ж розміру.



Рис. 1.25. Хмарочос компанії Свіс Ре («Корнішон»), м. Лондон, Велика Британія

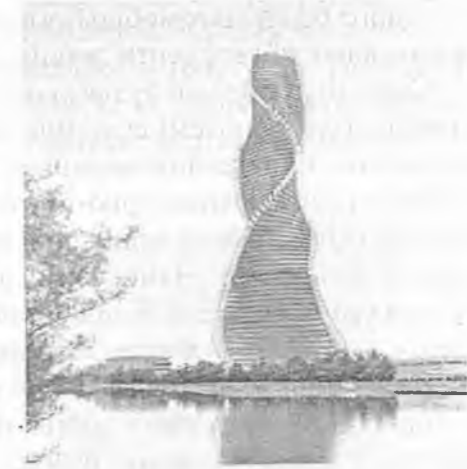


Рис. 1.26. «Башта да Вінчі», м. Дубаї, Об'єднані Арабські Емірати

Згідно із проектом поверхи нанизують на «стовбур» будівлі, який виступає як інженерна артерія. Між поверхами розташовують лопаті, які вловлюють вітер і обертаються, виробляючи енергію. Будівля не має чіткого фасаду, її пластика змінюється щохвилини, набуваючи дивовижної форми. Взагалі м. Дубаї відоме як місто архітектурних експериментів. Тут

вже є підводний готель, штучний лижний курорт та архіпелаг штучних островів, розташованих так, що разом згори вони мають вигляд карти світу. Реалізація цих дивовижних проєктів стала можливою не тільки завдяки надзвичайно цікавим інженерним рішенням, але й за рахунок використання сучасних матеріалів і технологій.

Всі звикли, що бетон — це непрозорий матеріал, але на сьогодні цей стереотип зруйновано, оскільки отримано «прозорий бетон», крізь стіну з якого видно силуети людей та обриси предметів (рис. 1.27). Крім звичайних компонентів, до складу бетону входять оптичні волокна різної товщини, які створюють ефект пропускання світла. Прозорий бетон має такі ж самі властивості, як і звичайний.

Ідея належить угорському архітектору А. Лошонці, який назвав свій винахід «LiTraCon» — скорочена назва виникла від «light transmitting concrete», що перекладається як світлопровідний бетон. На ринку будівельних матеріалів прозорий бетон поки ще не конкурент звичайному, оскільки він досить дорогий — 1000 доларів за 1 м². В той же час поєднання міцності та здатності проводити світло надає такому матеріалу певної легкості та дизайнерської привабливості, що і було використано при проєктуванні центрального офісу автомобільного заводу BMW в Лейпцигу. З прозорого бетону виконані елементи деяких споруд в Японії та країнах Європи.

Сьогодні в світовій будівельній та архітектурній практиці значна увага приділяється проблемі економії паливно-енергетичних ресурсів, які витрачаються на теплопостачання будівель. У світовому будівництві зведені будівлі і навіть архітектурно-будівельні зони, що запроєктовані і побудовані на основі різних концепцій енергетично ефективних та екологічно чистих технологій. Найбільш відомими є концепції, що передбачають спорудження будівель: *енергоєфективних, пасивних, біокліматичних, «здорових», «розумних», «життєзберігаючих»*.

Концепція *життєзберігаючої будівлі* включає вивчення можливості використання екологічно чистих поновлених джерел енергії, збереження водних ресурсів, рециклінг будівельних виробів і конструкцій, покращення якості мікроклімату.

Одним із шляхів створення *пасивних будівель* є використання систем сухого будівництва, що дозволяє не тільки здійснити будь-які архітектурно-дизайнерські рішення, але й зменшити навантаження, особливо на верхніх поверхах, скоротити строки будівництва, зменшити витрати на опалення за рахунок покращення теплоізоляції. Крім того системи сухого будівництва дозволяють вирішити проблеми звукоізоляції, теплоізоляції, акустики і вогнестійкості.

Біокліматична архітектура — один із напрямків архітектури у стилі хай-тек, що відрізняється широким використанням скління для огороження простору. Головний принцип біокліматичної архітектури — це гармонія з природою, бажання наблизити людське житло до природи. Однією із важливих проблем архітектури є створення оболонки будівлі, яка була б здатна пристосовуватись до змін погоди протягом дня, сезону або року.

Огороджувальні конструкції повинні регулювати подачу у приміщення тепла, світла, повітря так, щоб усередині будівлі був створений комфортний мікроклімат. Одним із цікавих рішень оболонки будівлі, яка здатна пристосовуватись до змін клімату, є конструкція подвійного світлопрозорого фасаду, що вентилюється. Його побудовано на принципі багатшаровості — тобто створення декількох оболонок і використання певних фізичних та естетичних властивостей окремих його шарів. Основним матеріалом таких фасадів є скло, яке завдяки естетичним і фізичним характеристикам забезпечує потрібний дизайн споруди та виконує необхідні функції огорожувальної конструкції.

Будинки з подвійним світлопрозорим фасадом, що вентилюються, побудовані у Франції, Фінляндії, Німеччині. Прикладом будинку такого типу є будинок, відомий як «Міські ворота Дюссельдорфу» (рис. 1.28). Подвійний фасад цієї споруди при значному шумовому та вітровому навантаженні дозволяє протягом року здійснювати вентиляцію офісних приміщень.

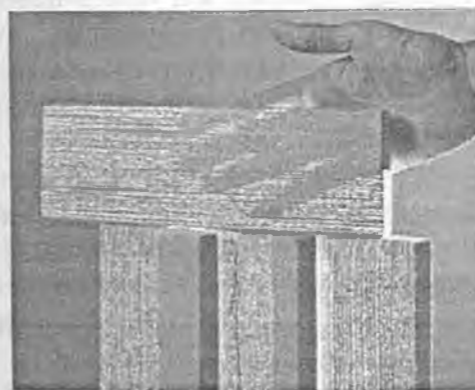


Рис. 1.27. Бетон, що пропускає світло («Прозорий бетон», LiTraCon, Lucem)



Рис. 1.28. Будівля біокліматичної архітектури «Міські ворота Дюссельдорфу», Німеччина



ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

2.1. Термінологія дисципліни.

Загальна класифікація будівельних матеріалів

Будівельні матеріали — це речовини, що відрізняються складом, структурою та властивостями і застосовуються для будівництва споруд або виготовлення з них збірних елементів на спеціалізованих підприємствах. Наприклад, пісок, глина, деревина, природний камінь, гравій.

Будівельні вироби — це елементи, виготовлені з будівельних матеріалів на спеціалізованих підприємствах, які відрізняються формою, визначеними розмірами та властивостями і використовуються для виготовлення конструкцій та зведення споруд. Наприклад, керамічні цегла і блоки, склоблоки, бетонні фігурні елементи мощення.

Будівельні конструкції — елементи будівель і споруд, які мають певну форму, відповідні розміри та властивості, виготовлені промисловим способом із будівельних матеріалів і виробів та використовуються для зведення споруд. Наприклад, ферми та стінові фундаментні блоки, об'ємні елементи будівель, колони.

Класифікація будівельних матеріалів здійснюється за різними ознаками, в тому числі за походженням, хімічним складом, особливостями технології та за призначенням.

За походженням будівельні матеріали можуть бути:

- природними, тобто утвореними в земній корі або на її поверхні (глина, деревина, пісок, природний камінь);
- штучними, одержаними внаслідок промислової переробки природної сировини (портландцемент, пластмаси, нафтові бітуми).

За хімічним складом:

- неорганічні або мінеральні — глини, пісок, природне каміння, портландцемент;
- органічні — деревина, бітум, пластмаси.

За особливостями технології:

1. **Природні кам'яні матеріали та вироби**, отримані механічною обробкою та переробкою гірських порід без зміни їх структури та властивостей; прикладами таких матеріалів є: облицювальні плити для фасадів із лабрадориту, дорожні плити із граніту, заповнювачі для бетону, сировина для виготовлення в'язучих матеріалів.

2. **Керамічні матеріали та вироби**, отримані з глинистих мас шляхом формування, сушіння та випалювання; прикладами таких матеріалів є: цегла лицьова, порожниста, фасадна плитка облицювальна, черепиця.

3. **Матеріали та вироби з мінеральних розплавів**, отримані швидким охолодженням розплаву до певної температури, наданням потрібної форми та наступного охолодження; прикладами таких матеріалів є: скло віконне листове, вітринне скло, візерункове, армоване скло, марблін.

4. **Металеві матеріали та вироби**, отримані шляхом переплавлення металевих руд і наступного прокатування або лиття отриманих розплавів чорних та кольорових металів; прикладами таких матеріалів є: прокатні вироби зі сталі різного профілю, металочерепиця, арматура для залізобетону.

5. **Мінеральні в'язучі речовини** — порошкоподібні матеріали, які при змішуванні з водою утворюють в'язко-пластичне тісто, здатне внаслідок фізико-хімічних перетворень переходити в каменеподібний стан; приклади таких матеріалів: будівельний гіпс, вапно, портландцемент та його різновиди.

6. **Будівельні розчини** — штучні каменеподібні матеріали, отримані з раціонально підбраної суміші в'язучої речовини, дрібного заповнювача (піску), наповнювачів, води і добавок; прикладами таких матеріалів є: будівельні розчини штукатурні, мурувальні, монтажні.

7. **Бетони (важкі й легкі)** — штучні каменеподібні матеріали, отримані із суміші раціонально підібраних компонентів — в'язучої речовини, заповнювачів — крупного (щебеню або гравію) та дрібного (піску), води і добавок. Серед бетонів важливе місце займають спеціальні бетони, такі, як:

залізобетон — композиційний матеріал, властивості якого обумовлені спільною роботою бетону та армувального компонента у вигляді сталевих арматур;

фібробетон (дисперсноармований бетон) — композиційний матеріал, який складається із матриці — дрібнозернистого бетону та армувального компонента у вигляді волокон різного походження; прикладом таких матеріалів є: азбестоцементні листи, труби, покриття дорожні.

8. *Матеріали та вироби з деревини*, отримані шляхом механічної та хімічної обробки деревини, а також переробки її відходів; прикладами таких матеріалів є: паркетні вироби, пробкові оздоблювальні плитки, опалубка із фанери, ДВП, ДСП.

9. *Бітумні та дьогтьові в'язучі матеріали* — це тверді, в'язкопластичні або рідкі вуглецевомісткі речовини чорного кольору, які використовують для виготовлення покрівельних, гідроізоляційних та корозійностійких виробів; прикладами таких матеріалів є: покрівельні вироби у вигляді руберойду та його сучасних різновидів, асфальтобетон.

10. *Полімерні матеріали* містять високомолекулярні сполуки (мономери або полімери), які на певній стадії виробництва набирають пластичності, що повністю або частково втрачається після затвердіння полімеру; прикладами таких матеріалів є: полівінілхлоридний лінолеум для влаштування підлог, теплоізоляційні плити з екструзійного пінополістиролу.

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

До *конструкційних* належать матеріали та вироби, які використовують для виготовлення деталей або конструкцій, що сприймають навантаження під час експлуатації. Найпоширенішими конструкційними матеріалами є метали та їх сплави, полімери, бетони, кераміка тощо. Різновидом конструкційних виробів є стінові, в тому числі огорожувальні та несучі (цегла, керамічне каміння, блоки з ніздрюватого бетону, склопакети); основні вимоги: відповідна міцність при стиску, низька середня густина, низький коефіцієнт теплопровідності, морозостійкість.

До *спеціальних матеріалів* належать:

— *теплоізоляційні* (мінераловатні вироби, ніздрюваті бетони); основні вимоги: низькі показники коефіцієнта теплопровідності ($\lambda < 0,175$ Вт/м К) та середньої густини $\rho_m < 500$ кг/м³;

— *покрівельні* (черепиця, руберойд); основні вимоги: водостійкість, водонепроникність, морозостійкість, атмосферостійкість, міцність на згин;

— *оздоблювальні*, в тому числі:

• для облицювання стін (керамічна плитка, шпалери); основні вимоги: декоративність, санітарно-гігієнічні властивості, нетоксичність;

• для влаштування підлоги (керамічна плитка, лінолеум, килимові покриття); основні вимоги: низька стираниість, ударостійкість, твердість, гігієнічність, нетоксичність, міцність на згин (для жорсткого покриття);

— *гідроізоляційні* (руберойд, полімерні плівки, мастики); вимоги: водонепроникність, водостійкість, адгезія до поверхні, морозостійкість;

— *акустичні*: звукопоглинальні (гіпсові акустичні плити, піно- і газоскло) та звукоізоляційні (деревноволокнисті плити, прокладки з пористої гуми та еластичних полімерів); основні вимоги: коефіцієнт звукопоглинання $>0,2$; забезпечення граничного рівня шуму за рівнем звукового тиску для приміщень: виробничих — 80...85 дБ, адміністративних — 38...71 дБ.

Деякі матеріали можна віднести до декількох груп (наприклад, лицева цегла поєднує функції матеріалу конструкційного стінового та облицювального, а стінові блоки з легкого бетону виконують функції огорожувальної стінової конструкції та теплоізоляційного матеріалу).

Враховуючи сучасні вимоги до комфортності житла, для підвищення якості будівництва використовують не окремі вищенаведені матеріали, а *системи*, що складаються з двох або більше матеріалів і призначені для виконання певних функцій.

Також слід зазначити, що більшість сучасних будівельних матеріалів із наперед заданими властивостями є багатокомпонентними і в більшості випадків *композиційними*. Застосування різноманітних природних матеріалів та нових технологій синтезу штучних матеріалів, у тому числі із використанням комп'ютерного моделювання, сприяли інтенсивному розвитку будівельного матеріалознавства і здійснили революцію на ринку будівельних матеріалів, що мало значний вплив на розвиток сучасної архітектури. Збільшилась не тільки гама матеріалів, але і можливості використання їх, у тому числі з метою підвищення теплоізоляційних та акустичних властивостей споруд, а також покращення їх дизайну.

2.2. Сучасні уявлення про структуру та композиційну побудову будівельних матеріалів

Будівельні об'єкти та матеріали, з яких вони виготовлені, відіграють важливу роль у розвитку цивілізації людства. Недаремно історики залежно від матеріалу, який визначає рівень розвитку техніки, розрізняють такі епохи цивілізації людства: кам'яну, мідну, бронзову і т.д. Нашу епоху можна вважати епохою композиційних матеріалів. Поняття про композиційні матеріали було сформульовано в середині ХХ ст., але новим є тільки термін, оскільки саме явище створення ефективних будівельних матеріалів відоме досить давно.

Наприклад, у Вавилоні використовували очерет для армування глини при будівництві житла, інки застосовували рослинні волокна для виготовлення кераміки, а єгиптяни добавляли рублену соломку при виготовленні глиняної цегли. Оболонки для єгипетських мумій робили із тканини або

папірусу, просоченого смолою або клеєм. Цей матеріал, відомий як пап'є-маше був заново відкритий у XVIII в. (замість папірусу додавали шматки паперу) і мав широке застосування до середини XX ст. для виготовлення іграшок, рекламних макетів та меблів. Російські майстри при будівництві храму Василя Блаженного у Москві (1555...1560 рр.) використовували кам'яні плити, армовані залізними смугами.

Наука про композити виникла на стику різних галузей знання, і найбільш вагомі результати були отримані при розробці високоміцних матеріалів для авіа-, ракето- та машинобудування. Створення композиційних матеріалів будівельного призначення обумовлене проблемою конструювання матеріалів із заданими фізико-механічними характеристиками для певних умов експлуатації, в тому числі конструкційних, теплоізоляційних, оздоблювальних, гідроізоляційних, акустичних.

Крім того, композиційні будівельні матеріали можуть працювати в умовах високих температур (жаростійкі, вогнетривкі), хімічної агресії (луго- та кислотостійкі), електричної напруги (електроізоляційні, електропровідні), відрізняються звуко-, теплоізоляційними, декоративними та деформативними властивостями (безусадкові, розширні матеріали).

Більшість матеріалів, що виготовляються сьогодні, наприклад розчини та бетони, склопластики, вуглепластики, боропластики, текстоліти, модифікована деревина, кермети можна класифікувати як композити. Найцікавіші дослідження пов'язані з розробкою високоміцних бетонів (90...800 МПа) за рахунок використання мікронаповнювачів, суперпластифікаторів, полімерів та дисперсного армування.

Композиційні матеріали (лат. composito) — це багатокомпонентні матеріали, що утворені об'ємним сполученням хімічно різнорідних компонентів із чіткою границею поділу між ними і характеризуються властивостями, які відрізняються від властивостей вихідних компонентів. Не всі матеріали, що використовуються у будівництві, можна віднести до композиційних.

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

Матриця — компонент, що забезпечує міцність зчеплення із наповнювачем, передає навантаження окремим частинкам наповнювача і сприймає напруження в напрямку, який відрізняється від напрямку орієнтування армувальних компонентів. Матриця в композиційних матеріалах загальнотехнічного призначення може бути полімерною, металевою, керамічною та вуглецевою. У композиційних будівельних матеріалах мат-

риця представлена гіпсовими, вапняними, цементними в'язучими речовинами, випаленою глиною, склом, бітумом, полімерами. Матрицею можуть бути і більш складні матеріали, які вже є композитами, наприклад будівельні розчини та бетони. Роль матриці в армованій композиції полягає в наданні виробам необхідної форми і створенні монолітного матеріалу. Поеднуючи 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. Як армувальні компоненти використовують речовини різної дисперсності та форми (порошки, зерна, волокна, стержні, пластини). Залежно від цього, композиційні матеріали можуть бути дисперсно-зміцненими, волокнистими, шаруватими, скелетними. У будівництві найбільшого застосування набули композиційні матеріали із зернистими та волокнистими заповнювачами та наповнювачами, в тому числі бетони, розчини, мастики, склопластики. 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.

Характеристичними ознаками композиційних матеріалів, у тому числі будівельного призначення, слід вважати: гетерогенність та багатофазність; багатокомпонентність; існування поверхонь поділу між окремими компонентами або фазами; відмінність фізико-технічних властивостей композиційних матеріалів від властивостей складників, при цьому властивості матеріалу деякою мірою обумовлені властивостями кожного з компонентів. Цим матеріалам притаманна неоднорідність у мікромасштабі та однорідність у макромасштабі; крім того, склад, форма та розподіл компонентів «повинні бути запроєктовані» заздалегідь.

При взаємодії декількох компонентів можуть мати місце як адитивні (підсумовування властивостей), так і синергетичні (отримання нових властивостей) ефекти.

Номенклатура композиційних будівельних матеріалів є дуже різноманітною і представлена бетонами та розчинами всіх видів, мастиками, замазками, клеями, керамікою, склом, полімерами тощо (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Приклади композиційної побудови деяких матеріалів будівельного призначення

Будівельний матеріал	Матриця	Наповнювач (заповнювач)
Матеріали на основі неорганічних в'язучих речовин		
Залізобетон	Неорганічні в'язучі матеріали	Металева арматура
Фібробетон		Полімерні, металеві, скляні волокна
Скло та матеріали на основі мінеральних розплавів		
Ситали, шлакоситали	Скло (склоподібна фаза)	Кристалічні включення
Армоване (безпечне) скло		Металева сітка
Триплекс (багатошарове скло)		Полімерна плівка
Матеріали на основі деревини		
Фанера, клеєні дерев'яні конструкції	Полімерні в'язучі матеріали	Шпон
Деревностружкові плити		Деревна стружка
Деревноволокнисті плити		Деревні волокна
Матеріали на основі бітумних та дьогтьових в'язучих речовин		
Руберойд, фольгоруберойд, склоруберойд	Бітумно-полімерні в'язучі матеріали	Картон, фольга, повсть із скловолокна, полімерного волокна
Полімерні матеріали		
Склопластик	Полімерні в'язучі матеріали	Скляні волокна
Лінолеум, килимові покриття, опоряджувальні матеріали		Тонкодисперсні порошки, волокна, пігменти, основа (картон, повсть, сітка тощо)

Відомий логічний ланцюг отримання матеріалів з напередзаданими властивостями «склад — технологія — структура — властивості» дозволяє розглядати структуру як один із основних факторів, що визначає якісні показники будівельних композитів.

Структура композиційних матеріалів може бути окреслена як визначене розташування у просторі окремих структурних елементів (кристалів новоутворень, пор, наповнювачів та заповнювачів) з урахуванням їхнього

кількісного співвідношення та характеру зв'язку між ними. При аналізі побудови будівельних матеріалів з урахуванням їх масштабного фактора умовно виділяють мікро-, мезо- та макроструктуру.

Мікроструктура характеризується такими складовими, як новоутворення різних хімічного, фазового та мінералогічного складів, дефекти (пори), залишки вихідної в'язучої речовини та вода (або рідка фаза), що частково заповнює пори.

Мезо- та макроструктури зазвичай розглядають як конгломератні структури. Наприклад, для бетону, як типового прикладу композиційного матеріалу, в разі визначення мезоструктури матрицею є цементний камінь, а в разі визначення макроструктури — цементно-піщаний розчин.

Залежно від виду армувального компонента, композити за макроструктурою можуть бути волокнисті, шаруваті, дисперснозміцнені, конгломератні та скелетні.

Загальна класифікація композиційних матеріалів будівельного призначення може бути здійснена за походженням, призначенням, складом (з урахуванням виду в'язучої речовини, розмірів та виду армувальних компонентів), технологіями отримання та способами твердіння, наприклад:

— за походженням: композити природні та композити, синтезовані людиною;

— за призначенням: конструкційні, ізоляційні, оздоблювальні та композити, що мають спеціальні фізичні і 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 макро-дисперсними (порошкові) — фарби, конгломератні (подрібнені гірські породи та штучні заповнювачі) — розчини, бетони; волокнистими — вироби на основі мінеральної вати, армоцементи, фібробетони; шаруватими (пластинчастими) — фанера; скелетними — залізобетонні вироби;

— за структурою та розташуванням армувальних компонентів можна виділити: макроскопічно ізотропні, або дисперснозміцнені, матеріали; хаотично-армовані короткими (дискретними) частинками голчастої форми (короткі волокна, ниткоподібні кристали — вуса), що орієнтовані у просторі випадково (при цьому композиційні матеріали є анізотропними

у мікрооб'ємі, але ізотропними в об'ємі виробу); анізотропні матеріали, в яких волокна (пластини) орієнтовані у визначеному напрямку;

— за методами отримання (технологічними прийомами, що забезпечують кінцеву форму матеріалу): рідко- та твердофазні.

Рідкофазні методи — це імпрегнація (просочування) та спрямована кристалізація розплавів, а твердофазні — пресування, прокатування, екструзія, штампування, ковка, ущільнення вибухом або іншими динамічними методами. Як методи отримання можна також виділити методи осадження (або напилення) та різні комбіновані способи.

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, глиноземні, шлаколузні, 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 при нормальних умовах 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.

2.3. Стандартизація будівельних матеріалів (уніфікація та типізація)

Принципи стандартизації, уніфікації та типізації виробів, що використовуються у будівництві, були притаманні архітектурному мистецтву ще з давніх часів. П'ять тисяч років тому при спорудженні піраміди Хеопса було застосовано більше 2 млн. кам'яних блоків, які мали певні «стандартизовані» розміри і попередньо виготовляли на каменоломнях. Стандартами також були і невипалені цеглини, які використовували в Єгипті.

Однотипні уніфіковані кам'яні блоки широко застосовували при спорудженні Афінського Акрополя. Еллінські майстри-архітектори ще у VII ст. до н.е. розробили систему раціональних співвідношень між несучими та ненесучими частинами будівлі, між колонами та перекриттями, що лежать на них. Ця художньо осмислена система поєднання конструкційних та декоративних елементів, що встановлювала необхідний порядок у співвідношеннях частин будівлі, отримала назву *ордера*. Так виникли доричний, іонічний та коринфський ордери.

При наведенні характеристики ордерів Марк Вітрувій Поліон використав умовну одиницю — *модуль*, що дорівнює нижньому діаметру колони.

Різні варіанти модульної системи були відомі будівельникам Стародавнього Єгипту, Греції, Китаю та Середньої Азії. З іншого боку, розміри кам'яного блока або цегли визначали розміри віконних та дверних прогонів та ширину простінків; вони були своєрідним модулем, кратним якому до нашого часу (до XXI ст.) залишалась товщина стіни, яка повинна визначатись точними теплотехнічними розрахунками.

Стандартизація — це діяльність, яка спрямована на досягнення оптимального ступеня впорядкування у будь-якій галузі завдяки встановленню положень для всебічного та багатократного використання відносно реально існуючих потенційних завдань.

Стандартизація — це діяльність із встановлення норм, правил та характеристик задля забезпечення:

- безпеки продукції та послуг для навколишнього середовища, життя, здоров'я та майна;
- технічної інформації щодо сумісності, а також взаємозамінності продукції;
- якості продукції, робіт та послуг відповідно до рівня розвитку науки, техніки та технології;
- економії всіх видів ресурсів тощо.

Ця діяльність ведеться згідно з нормативними документами (стандартами), які можуть розроблятися на рівні державних, галузевих та виробничих.

Стандарт — це нормативно-технічний документ, який затверджується компетентними органами і встановлює комплекс норм, правил щодо предмета стандартизації. В наш час усі основні будівельні матеріали та виробни стандартизовані.

Державні стандарти (ДСТ) розробляються на продукцію масового крупносерійного виробництва і є обов'язковими для застосування всіма підприємствами народного господарства країни.

Найбільш повними та всебічними є стандарти технічних вимог. Вони включають такі розділи: класифікація, технічні вимоги, правила приймання, методи випробування, маркування, транспортування та збереження, гарантії виробника.

Стандарти підприємств встановлюють технологічні правила на напів-фабрикати та оснащення і є обов'язковими тільки для певного підприємства. Готова продукція не може бути об'єктом стандартизації на підприємстві.

У будівництві, крім системи стандартів, діє система нормативних документів, об'єднаних у будівельні норми та правила (БНіП), обов'язкові для всіх організацій та підприємств.

Україна, як і інші країни світу, є членом ІСО (ISO). Це міжнародна організація зі стандартизації, яка сприяє розробці та використанню міжнародних стандартів в усіх галузях ділового життя. Робота ІСО базується на принципах, що включають максимально можливе збереження існуючих національних систем.

Стандарти розробляються технічними комітетами, що включають експертів, які висуваються відповідними галузями господарства. Стандарт приймається, якщо його ухвалили 75% членів ІСО.

Координація геометричних розмірів будівельних матеріалів — це тільки одна складова стандартизації. Друга її складова — це всебічна регламентація вимог до якості продукції, починаючи від якості сировинних матеріалів і закінчуючи якістю зведеного об'єкта.

Нормативні документи зі стандартизації поділяють на галузеві стандарти; технічні умови; стандарти підприємств і стандарти науково-технічних та інженерних об'єднань.

До державних стандартів України прирівняні державні будівельні норми (ДБН), а також державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації. Порядок та правила розробки і використання державних класифікаторів встановлює Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації. Міжнародні, регіональні та національні стандарти інших країн використовуються в Україні згідно з міжнародними договорами.

Існує спеціальна система стандартів на норми і правила проектування — єдина система конструкторської документації (ЕСКД); система стандартів у галузі управління і забезпечення безпеки праці — система стандартів безпеки праці (ССБП).

Стандартизація та сертифікація, що забезпечені взаємопов'язаними методами і способами вимірювання, є невід'ємною складовою частиною

промислового виробництва і створюють ефективний механізм керування якістю та номенклатурою продукції.

Уніфікація — це приведення різних видів продукції до економічно та технічно раціонального мінімуму типорозмірів, марок, форм, властивостей. Завданням уніфікації є об'єднання технічних вимог до декількох матеріалів та виробів.

При виготовленні будівельних виробів застосування системи модульної координації розмірів (СМКР) дає змогу уніфікувати кількість типорозмірів, забезпечити взаємозамінність виробів із різних матеріалів, використовувати вироби з однаковими типорозмірами у будівлях різного призначення.

Основний модуль (М) дорівнює 100 мм. Похідні модулі, що перевищують за значенням основний, називають *укрупненими*. Рекомендують застосовувати такі укрупнені модулі, мм: 200 (2М), 300 (3М), 600 (6М), 1200 (12М), 3000 (30М), 6000 (60М).

Кратні укрупнені модулі визначають розміри об'ємно-планувальних параметрів будівель (ширину прольотів, крок колон, рам, висоту поверхів) та номінальні розміри крупних будівельних виробів (стінових панелей і блоків, панелей та плит перекриттів).

Похідні модулі, які є частиною основного, називають *дрібними*. Рекомендують застосовувати такі дрібні модулі, мм: 1 (1/100М); 2 (1/50М); 5 (1/20М); 10 (1/10М); 20 (1/5М); 50 (1/2М). Основний та дрібний модулі використовують для призначення відносно малих розмірів конструкційних елементів та деталей (перерізу колон, балок і перегородок тощо).

Типізація — це узагальнення існуючого різноманіття матеріалів та встановлення типових рішень, що здійснюється на основі уніфікації та модульної системи координації, яка отримала широке міжнародне розповсюдження.

2.4. Основні властивості будівельних матеріалів

Реалізація будь-якого архітектурного проекту неможлива без застосування будівельних матеріалів певного функціонального призначення та проведення кваліметричної оцінки їх якості. *Кваліметрія* — це наука про методи кількісної оцінки якості продукції. *Якість* будівельних матеріалів — це сукупність властивостей, що обумовлюють їх придатність задовольняти визначені потреби згідно з призначенням.

Властивості визначаються здатністю матеріалів певним чином реагувати на вплив окремих або сукупних зовнішніх чи внутрішніх факторів

(механічних, фізичних, хімічних, біологічних та інших). Тому, обираючи певний матеріал з урахуванням умов експлуатації та призначення об'єкта, треба правильно визначити його властивості й всебічно їх оцінити. Вибір матеріалів відповідної якості та вартості для будівництва кожного об'єкта є одним з основних елементів будівельного проектування. Визначення числових показників властивостей пов'язане з вимірюваннями, які виконують із використанням Міжнародної системи одиниць (SI), застосування якої є обов'язковим.

У додатку 1 наведені найменування, одиниці вимірювання та розрахункові формули деяких властивостей будівельних матеріалів, а у додатку 2 — множники та префікси до утворення числових значень цих показників. Усі властивості будівельних матеріалів за сукупністю ознак поділяють на фізичні, механічні, експлуатаційні та технологічні.

2.4.1. Фізичні властивості

Фізичні властивості характеризують особливості фізичного стану матеріалу, а також його здатність реагувати на зовнішні фактори, що не впливають на хімічний склад матеріалу.

До фізичних властивостей матеріалів належать: істинна і середня густина, щільність, пористість, вологість, водопоглинання, гігроскопічність тощо.

Істинна густина ρ — це маса одиниці об'єму матеріалу в «абсолютно» щільному стані (без пор, пустот), найчастіше її визначають у г/см^3 . Майже всі будівельні матеріали мають пористу будову, за винятком скла, кварцу, ситалу, сталі та деяких інших, які можна вважати «абсолютно» щільними. Тому, щоб визначити «абсолютний» об'єм випробовуваного твердого матеріалу, його висушують до сталої маси m_c , тонко подрібнюють так, щоб кожна частинка не містила в собі пор. Одержаний порошок засипають у спеціальний прилад (пікнометр або об'ємомір), заповнений інертною рідиною по відношенню до речовини, що випробовується (водою, бензином, гасом тощо), і за об'ємом витісненої ним рідини встановлюють «абсолютний» об'єм матеріалу V_a .

Істинну густину розраховують за формулою:

$$\rho = \frac{m_c}{V_a} \quad (2.1)$$

Для рідких та в'язких будівельних матеріалів (рідинне скло, розчини хімічних добавок тощо) ρ визначають за допомогою ареометра, занурюю-

чи його в рідину та фіксуючи рівень рідини за шкалою як показник істинної густини.

Для більшості неорганічних природних і штучних будівельних матеріалів істинна густина становить $2,4 \dots 3,3 \text{ г/см}^3$, за винятком металів (для сталі $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$), а для органічних матеріалів — $0,8 \dots 1,6 \text{ г/см}^3$. Значення цього показника є необхідними для виконання деяких розрахунків, наприклад, визначення пористості та щільності матеріалу.

Середня густина ρ_m — це маса одиниці об'єму матеріалу в природному стані (разом із порами і пустотами):

$$\rho_m = \frac{m}{V} \quad (2.2)$$

Середня густина найчастіше вимірюється у кг/м^3 , проте можна також використовувати одиниці г/см^3 .

Середня густина залежить від хімічного та мінералогічного складів матеріалу, але більшою мірою — від розміру та кількості пор і пустот. Чим їх більше, тим легший матеріал. Із підвищенням вологості показник ρ_m збільшується.

Значення середньої густини використовується при проведенні різних розрахунків, наприклад, обсягів транспортування та складування матеріалів. За цим критерієм бетони поділяють на особливо важкі (понад 2500 кг/м^3), важкі ($2200 \dots 2500 \text{ кг/м}^3$), полегшені ($2000 \dots 2200 \text{ кг/м}^3$) та легкі ($500 \dots 2000 \text{ кг/м}^3$). Цей показник пов'язаний з іншими властивостями будівельних матеріалів (пористістю, міцністю, теплопровідністю, водонепроникністю), що дає змогу, орієнтуючись на показник істинної густини, визначити доцільні галузі їх використання у будівництві.

У таблиці 2.2 наведено числові значення істинної та середньої густини деяких будівельних матеріалів. За середньою густиною матеріали іноді поділяють на марки (позначають літерою *D*).

Таблиця 2.2

Показники істинної та середньої густини деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Істинна густина, г/см^3	Середня густина, кг/м^3
Граніт	2,65...2,80	2600...2800
Базальт	2,80...3,30	2800...3300
Габро	2,9...3,30	2900...3200
Туф вулканічний	2,55...2,6	700...1400

Закінчення табл. 2.2

Матеріал	Істинна густина, г/см ³	Середня густина, кг/м ³
Бетон важкий	2,60...2,70	2000...2500
Бетон легкий	2,60...2,70	500...2000
Бетон ніздрюватий	2,60...2,70	300...1200
Цегла керамічна звичайна	2,65...2,70	1600...1800
Каміння керамічне порожнисте	2,65...2,70	1000...1600
Скло	2,45...2,65	2450...2650
Піноскло	2,45...2,65	180...800
Мінеральна вата	2,4...2,7	75...150
Сталь	7,80...7,85	7800...7850
Алюміній	2,70	2700
Дуб	1,55	700...900
Сосна	1,55	400...600
Пінопласти	0,9...1,2	15...75
Пінополістирол екструзійний	0,9...1,0	7...50

Середню густина сипких матеріалів (цементу, вапна, піску, щебеню, гравію тощо) називають насипною густиною.

Насипна густина ρ_n — це відношення маси сипкого матеріалу до його об'єму, включаючи простір між частинками. Її визначають для зернистих і порошкоподібних матеріалів. Наприклад, для кварцового піску насипна густина становить $\rho_n = 1450...1600$ кг/м³, в той час як істинна — $\rho = 2,50...2,65$ г/см³.

У ряді випадків використовують поняття *відносної густини* d , тобто відношення середньої густини матеріалу ρ_m до густини стандартної речовини (наприклад води, для якої $\rho_n = 1000$ кг/м³); d — безрозмірна величина. Відносна густина, як і істинна, має допоміжне значення. Її використовують для визначення інших властивостей, наприклад, орієнтовного значення теплопровідності та коефіцієнта конструктивної якості.

Пористість P — це ступінь заповнення об'єму матеріалу порами. Її виражають у процентах або у частках одиниці (коли загальний об'єм матеріалу приймають за одиницю).

Істинна (загальна) пористість P_i — це сумарний об'єм усіх пор (відкритих і закритих) відносно загального об'єму матеріалу. Її можна оціню-

вати в частках одиниці або у процентах. Істинну пористість обчислюють за формулою:

$$P_i = \frac{\rho - \rho_m}{\rho} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

Значення істинної пористості коливаються в широких межах, %: скло, сталь — 0; цегла керамічна — 30...40; граніт, ліпарит — 0,2...0,8; важкий бетон — 5...20; легкий бетон — 35...85; поропласти — 85...95.

Відкрита (уявна) пористість P_n — відносний об'єм пор матеріалу, які сполучаються із зовнішнім середовищем.

Закрита пористість P_z — відносний об'єм пор матеріалу, які не сполучаються із зовнішнім середовищем.

Основні характеристики пористості деяких матеріалів наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Значення пористості деяких видів теплоізоляційних матеріалів

Структура	Назва матеріалів	Пористість, %		
		загальна	відкрита	закрита
Ніздрювата	Газобетон	85...90	40...50	40...45
	Пінобетон	85...90	2...5	83...85
	Пінопласт	92...99	1...55	45...98
Волокниста	Мінераловатні плити	85...92	85...92	0

Пористість є важливою характеристикою, оскільки з нею пов'язані такі технічні властивості матеріалу, як міцність, водопоглинання, морозостійкість, теплопровідність тощо. Легкі пористі матеріали мають зазвичай невелику міцність і велике водопоглинання, щільні ($P_i = 0...0,8\%$) — значну міцність і незначне водопоглинання.

Щільність — це ступінь заповнення об'єму матеріалу твердою речовиною, розраховується як відношення середньої густини до істинної:

$$\text{Щ} = \frac{\rho_m}{\rho} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

Якщо об'єм матеріалу прийняти за 100%, то $P_i + \text{Щ} = 100\%$. (2.5)

Пустотність характеризується наявністю порожнин (пустот) у будівельних виробках (порожниста цегла, панелі) або між зернами в сипких матеріалах (пісок, щебінь) і визначається в процентах від загального об'єму

виробу чи матеріалу. Пустотність виробів сприяє зниженню маси будівельних конструкцій і поліпшенню теплозахисних властивостей. Пустотність керамічної порожнистої цегли становить 15...50%, а щебеню і піску — 35...45%.

Водопоглинання — властивість матеріалу вбирати й утримувати в собі воду. Щоб визначити водопоглинання, зразок матеріалу поступово занурюють у воду й витримують там до досягнення ним сталої маси.

Водопоглинання за масою W_m визначають як відношення кількості поглинутої води m_n до маси сухого матеріалу m_c :

$$W_m = \frac{m_n}{m_c} \cdot 100\% = \frac{m_n - m_c}{m_c} \cdot 100\%, \quad (2.6)$$

де m_n , m_c — маса матеріалу у насиченому водою та у сухому стані, г.

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

$$W_o = \frac{V_n}{V} \cdot 100\% = \frac{m_n - m_c}{\rho_v \cdot V} \cdot 100\%, \quad (2.7)$$

де ρ_v — густина води, г/см³.

Відношення водопоглинання за об'ємом і за масою чисельно дорівнює відносній густині будівельного матеріалу:

$$W_o/W_m = d, \quad (2.8)$$

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

Таким чином, водопоглинання матеріалу пов'язане з показником середньої густини, залежить від характеру пористості й коливається в широких межах для різних будівельних матеріалів, % за масою: для керамічної цегли — 8...20, важкого бетону — 2...6, вапняку — 1,5...3, граніту — 0,02...0,70. Насичення матеріалів водою істотно позначається на інших властивостях: підвищується середня густина, теплопровідність, знижується міцність, морозостійкість.

Вологість W — вміст вільної води в порах і на поверхні матеріалу. Вологість визначають у процентах за масою або об'ємом. Вологість матеріалу в будівельних конструкціях залежить від вологості навколиш-

нього середовища та дії атмосферних явищ. Зі зволоженням матеріалів погіршуються теплозахисні властивості, морозостійкість та інші показники.

2.4.2. Механічні властивості

Механічні властивості вказують на здатність матеріалу чинити опір руйнуванню або деформаціям (зміна форми і розмірів) під дією зовнішніх навантажень.

Такими властивостями є міцність, твердість, пружність, розтяжність, пластичність, крихкість. Будівельні матеріали в спорудах зазнають дії різних зовнішніх сил та інших факторів, які можуть призвести до появи тріщин, зміни початкової форми без зміни структури, зниження міцності та до інших явищ, пов'язаних із фізико-механічними властивостями.

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

Будівельні матеріали неоднаково сприймають різні навантаження. Це залежить від їхнього хімічного та мінералогічного складів, структури й будови. Так, природні кам'яні матеріали, цегла і бетон добре працюють на стиск, але погано на розтяг та згин. На розтяг вони витримують навантаження в 10...15 разів менші, ніж на стиск. Ось чому такі матеріали застосовують переважно в конструкціях, які працюють здебільшого на стиск (колони, стіни). Матеріали з волокнистими наповнювачами мають підвищену міцність на згин, показник якої порівняно з міцністю на стиск нижчий усього лише в 1,5...3 рази (наприклад, азбестоцементні покрівельні вироби). Ряд будівельних матеріалів, наприклад, деревина, сталь, деякі полімерні матеріали (склопластики) мають високі показники міцності на стиск і згин, й тому їх застосовують в таких несучих конструкціях, як балки, ферми, труби.

Міцність будівельних матеріалів характеризується границею міцності на стиск, згин тощо. Вона чисельно дорівнює напруженню в матеріалі, яке відповідає навантаженню, що призвело до руйнування зразка і вимірюється в мегапаскалях (МПа).

Границю міцності при стиску R_{σ} визначають на зразках у формі кубів, циліндрів, призм, а також на натурних зразках (керамічне порожнисте каміння). Оскільки будівельні матеріали неоднорідні, то границя міцності

К.К. Пушкарьова, М.О. Кочевих, О.А. Гончар, О.П. Бондаренко. Матеріалознавство

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

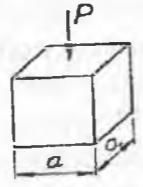
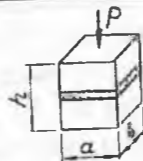
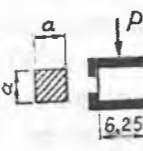
$$R_{ст} = \frac{P}{F}, \quad (2.9)$$

де P — руйнівне навантаження (сила), МН; F — площа поперечного перерізу зразка до випробування, м².

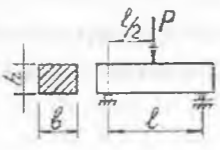
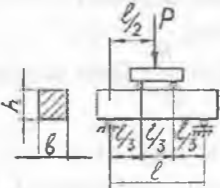
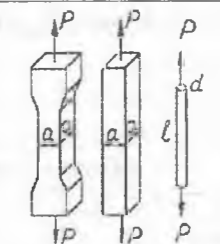
Числове значення границі міцності при стиску для багатьох матеріалів є підставою для встановлення їхньої марки або класу — найважливіших показників якості матеріалу. Основні розрахункові формули наведені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Схеми стандартних методів визначення міцності при стиску, згині і розтягу

Матеріал	Зразок	Розміри стандартного зразка, см	Схема випробування	Розрахункова формула
Випробування при стиску				
Бетон Будівельний розчин Природний камінь	Куб	15×15×15 7,07×7,07×7,07 5×5×5; 10×10×10; 15×15×15; 20×20×20		$R = \frac{P}{a^2}$
Цегла	Складений зразок	$a = 12$; $e = 12,5$; $h = 14$		$R = \frac{P}{F}$
Цемент	Половина зразка-призми, виготовленої з цементно-піщаного розчину	$F = 25 \text{ см}^2$		$R = \frac{P}{F}$

Закінчення табл. 2.4

Матеріал	Зразок	Розміри стандартного зразка, см	Схема випробування	Розрахункова формула
Випробування на згин				
Цемент Деревина Цегла	Призма Цегла в натуральному вигляді	4×4×16 2×2×30; $l = 24$ 12×6,5×25; $l = 20$		$R_{зг} = \frac{3Pl}{2bh^2}$
Бетон Деревина	Призма	15×15×60; $l = 45$ 2×2×30; $l = 25$		$R_{зг} = \frac{Pl}{bh^2}$
Випробування на розтяг				
Бетон Сталь	«Вісімка», призма, стрижень	10×10×80 5×5×50; $d = 1$; $l = 5$; $l \geq 10d$		$R_p = \frac{P}{a^2}$ $R_p = \frac{4P}{\pi d^2}$

Границю міцності при згині $R_{зг}$ визначають на зразках-балочках квадратного чи прямокутного перерізу, розміри яких встановлені відповідними стандартами, а також на натурних зразках (цегла, черепиця, азбестоцементні листи). Випробування на згин виконують за схемою балки, встановленої на двох опорах при зосередженому навантаженні, прикладеному симетрично відносно осі балки, до її руйнування. Основні розрахункові формули наведені у табл. 2.4.

Границю міцності при розтягу R_p визначають за допомогою спеціального обладнання, застосовуючи виготовлені зразки встановленої форми і розмірів (призм, стержнів різного перерізу, вісімок, смуг). Зразки закріплюють у захватах приладів і піддають розтягу до моменту розриву. Основні розрахункові формули наведені у табл. 2.4.

Для рулонних матеріалів міцність на розтяг оцінюють руйнівною силою, для бітумів визначають розтяжність у сантиметрах у момент розриву. Показники міцності деяких будівельних матеріалів наведено у таблиці 2.5.

При визначенні міцності будівельних матеріалів, крім руйнівних методів, можна застосовувати також адеструктивні (неруйнівні) методи, наприклад, ультразвуковий.

Для порівняльної оцінки ефективності різних матеріалів використовують коефіцієнт конструктивної якості, $K_{к.я}$, МПа, який характеризується відношенням границі міцності при стиску або розтягу до відносної густини:

$$K_{к.я} = \frac{R}{d} \text{ (для матеріалів з різними видами структур, крім ніздрюватої), (2.10)}$$

$$K_{к.я} = \frac{R}{d^2} \text{ (для матеріалів ніздрюватої структури). (2.11)}$$

Найефективнішими є матеріали, які поєднують у собі легкість і міцність. Наприклад, значення $K_{к.я}$, МПа, становлять: для цегли — 11, важкого бетону — 21, сталі — 52, сосни — 95, СВАМ (різновид склопластику) — 225. Чим вище значення $K_{к.я}$, тим ефективнішим є конструкційний матеріал.

Таблиця 2.5

Міцність деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Границя міцності, МПа, на		
	стиск	згин	розтяг
Бетон важкий	15...80	0,5...10	1...4
Вапняк щільної структури	10...150	7	0,5...4,0
Граніт	100...250	14	8
Плити деревноволокнисті	—	0,4...20,0	—
Склопластики	250...400	240...550	220...350
Сосна вздовж волокон	30...65	60...120	70...130
Сталь	—	—	380...450
Цегла керамічна	7,5...30	1,5...5,0	0,8...3,0
Шлакоситал	500...600	90...120	25...35

Твердість — це здатність матеріалу чинити опір місцевим деформаціям, які виникають тоді, коли в нього проникають інші, твердіші тіла.

Твердість металів, бетону, деревини та деяких інших матеріалів визначають, вдавлюючи у зразки із певним зусиллям стальну кульку або нако-

нечник (конус, піраміду). Ступінь твердості встановлюють за розміром відбитка. Число твердості за Брінеллем (HB) визначають відношенням прикладеного навантаження P до площі поверхні відбитка F та обчислюють за формулою, МПа:

$$HB = \frac{P}{F}. \quad (2.12)$$

Ступінь твердості мінералів гірських порід визначають за шкалою твердості Мооса, яка складається з десяти мінералів-еталонів: тальк — 1; гіпс — 2; кальцит — 3; плавиковий шпат — 4; апатит — 5; ортоклаз — 6; кварц — 7; топаз — 8; корунд — 9; алмаз — 10.

Стіраність — це властивість матеріалу чинити опір впливу стиральних зусиль. Ця властивість залежить від твердості матеріалу і характеризується зменшенням маси на одиницю площі поверхні зразка, що стирається, та визначається за формулою, $кг/м^2$:

$$U = \frac{m_1 - m_2}{F}, \quad (2.13)$$

де m_1 і m_2 — маси зразка, відповідно, до й після стирання, $кг$; F — площа поверхні, що підлягає стиранню, $м^2$.

Показник стіраності має вирішальне значення під час вибору матеріалів для підлог, дорожніх покриттів тощо. Значення стіраності деяких будівельних матеріалів, $кг/м^2$: кварцит — 0,6...1,2; граніт — 1...5; клінкерна цегла — 2,2...4,3; керамічні плитки для підлог — 2,5...3,0; вапняк — 3...8; цементний розчин — 6...15.

Деформативні властивості. Під дією зовнішніх сил у будівельних конструкціях виникають деформації різного походження. Деформативні властивості матеріалів пов'язані з їхньою пружністю, пластичністю та крихкістю.

Пружність — це здатність твердого тіла деформуватися під дією зовнішніх сил і самочинно відновлювати початкову форму та об'єм після припинення дії навантаження.

Модуль пружності E , МПа, характеризує жорсткість матеріалу, тобто здатність його деформуватися під дією зовнішніх сил. Чим вища енергія міжатомних зв'язків у матеріалі, тим менше схильний він до деформації і тим вищий його модуль пружності. Наприклад, для заліза $E = 21,1 \cdot 10^4$, алюмінію — $7 \cdot 10^4$, свинцю — $1,5 \cdot 10^4$, полістиролу — $0,3 \cdot 10^4$, каучуку — $0,007 \cdot 10^4$ МПа.

Пластичність — це властивість матеріалу змінювати без руйнування форму та розміри під впливом навантаження або внутрішніх напружень, зберігаючи утворену форму і розміри після припинення цього впливу. Пластичність деяких будівельних матеріалів (бітуми, полімери, сталь) змінюється під дією температури: при нагріванні — підвищується, при охолодженні — знижується.

Крихкість — це властивість твердих матеріалів руйнуватися під впливом механічних напружень, які в них виникають, без помітної пластичної деформації. До крихких матеріалів належать скло, чавун, бетон та деякі полімерні матеріали.

Повзучість — це властивість матеріалів повільно та безперервно пластично деформуватися під впливом постійного навантаження. Для деяких матеріалів (бетону, гіпсових, азбестоцементних виробів) ця здатність спостерігається при звичайних температурах, для металів — при підвищених.

2.4.3. Експлуатаційні (спеціальні) та технологічні властивості

Довговічність будівельних матеріалів обумовлюється стабільністю їх фізичних, механічних, а також експлуатаційних властивостей. *Експлуатаційними* (спеціальними) називаються властивості матеріалів, пов'язані зі специфічними умовами експлуатації і впливом їх на довкілля. До них відносять хімічні, термічні, акустичні, декоративні та інші властивості.

До властивостей, які обумовлюють стабільність фізико-механічних характеристик матеріалів у різних умовах експлуатації, належать водостійкість, атмосферостійкість, морозостійкість тощо.

Водостійкість — це здатність матеріалу зберігати фізико-механічні властивості у насиченому водою стані, що оцінюється коефіцієнтом розм'якшення K_p (або водостійкості). Цей показник визначається відношенням міцності насиченого водою матеріалу R_n до його міцності в сухому стані R_c :

$$K_p = \frac{R_n}{R_c} \quad (2.14)$$

Водостійкими вважаються будівельні матеріали з коефіцієнтом розм'якшення понад 0,8. Деякі матеріали при зволоженні втрачають міцність і деформуються (цегла-сирець має $K_p = 0$); в той час як скло, сталь не змінюють міцності ($K_p = 1$), а цементний бетон навіть підвищує її.

Атмосферостійкість — це здатність матеріалу чинити опір навперемінному зволоженню та висушуванню без суттєвих втрат міцності і маси. Для щільних, міцних і морозостійких матеріалів значення атмосферостійкості може досягати 800 та більше циклів.

Морозостійкість — це здатність матеріалу витримувати у водонасиченому стані багаторазове навперемінне заморожування і відтавання без суттєвих втрат міцності і маси. Допустимі втрати міцності та маси після випробування на морозостійкість для різних матеріалів наведені у відповідних нормативних документах.

Під дією від'ємних температур вода у крупних порах замерзає, перетворюючись на лід зі збільшенням об'єму приблизно на 9%, що призводить до виникнення тиску на стінки пор, який становить близько 210 МПа при температурі -20°C . При цьому в матеріалі з'являються внутрішні напруження, які можуть спричинити його руйнування, особливо, якщо коефіцієнт водопоглинання наближається до одиниці, тобто всі пори відкриті. За морозостійкістю будівельні матеріали поділяють на марки.

Марка за морозостійкістю F — це число циклів навперемінного заморожування при температурі $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ та відтавання у воді з температурою $(18 \pm 2)^\circ\text{C}$ виробів або зразків матеріалів у насиченому водою стані при збереженні ними початкових фізичних та фізико-механічних властивостей у нормованих межах. Цикл випробування складається з одного заморожування і відтавання зразків протягом визначеного часу.

Крім основного (базового), існують прискорені методи визначення морозостійкості, наведені у відповідних стандартах.

Залежно від призначення, до матеріалів висувають різні вимоги щодо морозостійкості. Так, рядова цегла повинна мати марку не менше F15, облицювальна — не менше F25, облицювальні вироби з граніту, габро, базальту — не менше F50, бстон гідротехнічних споруд — не менше F200 тощо.

Паропроникність — це здатність матеріалу пропускати водяну пару за наявності різниці тиску біля поверхонь огорожень. Стіни житлових будинків, шкіл, лікарень та інших приміщень громадського призначення мають «дихати», тобто бути досить проникними для водяної пари без її конденсації (природна вентиляція). Паропроникність характеризується коефіцієнтом паропроникності K_n (кг/(м · с · Па)), який для туфу становить $2,4 \cdot 10^{-8}$, для важкого бетону — $1,2 \cdot 10^{-8}$, для сосни впоперек волокон — $1,6 \cdot 10^{-8}$, для цегли керамічної — $2,24 \cdot 10^{-8}$, для шлаковати — $10,2 \cdot 10^{-8}$.

Водонепроникність — здатність матеріалу не пропускати крізь себе воду при заданому гідростатичному тиску за встановлений час. Ця властивість є однією з основних для характеристики покрівельних та гідроізоляцій-

них матеріалів. Для деяких видів бетонів, наприклад, гідротехнічних, водонепроникність характеризують найбільшим тиском води (МПа), при якому не спостерігається її просочення крізь матеріал. Залежно від цього, визначають марки матеріалу W2...W20 (що відповідає стиску 0,2...2,0 МПа).

Хімічні властивості характеризують здатність матеріалу до взаємодії з речовинами, що контактують із ним. До них належать: розчинність, корозійна стійкість, у тому числі кислотостійкість та лугостійкість.

Корозійна стійкість — це здатність матеріалу не руйнуватися під впливом речовин, з якими він стикається у процесі експлуатації. Корозійному руйнуванню піддаються не тільки метали, але й кам'яні матеріали, бетони, пластмаси, деревина. Корозія обумовлена хімічними та електрохімічними процесами, які відбуваються у твердих тілах при взаємодії із зовнішнім середовищем.

Біокорозія є особливим видом корозії і виникає внаслідок руйнування матеріалів, особливо на органічній основі, під дією живих організмів та продуктів їх життєдіяльності. Корозія будівельних матеріалів небезпечна не стільки хімічними змінами в матеріалі, скільки пов'язаними з ними змінами фізико-механічних характеристик конструкцій, виготовлених із цих матеріалів.

Термічні властивості матеріалу виявляються при дії 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. Основним показником є *коефіцієнт теплопровідності* λ — кількість тепла, що проходить крізь зразок матеріалу завтовшки 1 м, площею 1 м² за 1 секунду при різниці температур на протилежних сторонах зразка в один градус.

Значення теплопровідності залежить від ступеня пористості та характеру пор, структури, вологості, температури, а також від виду матеріалу.

Найбільше на теплопровідність впливає пористість. Чим менша середня густина матеріалу, тим більше у ньому пор, наповнених повітрям. З усіх природних та штучних речовин найменшу теплопровідність — 0,023 Вт/(м·К) має *повітря*, тому теплопровідність сухих легких пористих матеріалів невелика і має проміжне значення між теплопровідністю твердої речовини та повітря.

Проте показник теплопровідності залежить не лише від кількості, а й від розміру та форми пор. Будівельні матеріали з дрібними і закритими порами менш теплопровідні, тоді як матеріали з великими та сполученими порами характеризуються вищим показником теплопровідності, оскі-

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

Необхідно враховувати, що матеріали одного й того самого походження, але різного структурного стану, характеризуються різною теплопровідністю. Так, волокнисті матеріали мають неоднакову теплопровідність у різних напрямках. Наприклад, для сухої деревини (сосни), якщо тепловий потік спрямований уздовж волокон, то $\lambda = 0,17$ Вт/(м·К), а якщо впоперек, то $\lambda = 0,34$ Вт/(м·К).

Теплопровідність кристалічних речовин вища, ніж аморфних. Наприклад, такі щільні мінеральні матеріали як граніт і скло із середньою густиною майже 2700 кг/м³, значно відрізняються за теплопровідністю: для граніту (кристалічний матеріал) $\lambda = 2,8$ Вт/(м·К), для скла (аморфний матеріал) $\lambda = 0,8$ Вт/(м·К).

Матеріали органічного походження порівняно з мінеральними при однаковій середній густині мають меншу теплопровідність.

Орієнтовно для матеріалів мінерального походження (з природною вологістю 1...7%) теплопровідність можна визначити за формулою В.П. Некрасова (Вт/(м·К)):

$$\lambda = 1,16\sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,16, \quad (2.15)$$

де d — відносна густина.

Зміна вологості будівельних матеріалів істотно позначається на їх теплопровідності. Оскільки для води $\lambda = 0,58$ Вт/(м·К), тобто у 25 разів більше, ніж для повітря, то пори, заповнені водою, легше пропускають тепловий потік, і теплопровідність водонасичених матеріалів підвищується. Теплопровідність насичених водою та заморожених матеріалів ще вища, оскільки теплопровідність льоду приблизно в чотири рази більша, ніж води: $\lambda_{\text{л}} = 2,3$ Вт/(м·К). Отже, якщо матеріали для теплової ізоляції використовуються в місцях із підвищеною вологістю, то треба передбачати гідроізоляцію їхньої поверхні.

Теплопровідність є одним із головних показників, що характеризують теплозахисні властивості матеріалів, за яким визначають їхню належність до групи теплоізоляційних або конструкційно-теплоізоляційних. Зокрема, теплоізоляційні матеріали повинні мати показник теплопровідності не більше 0,175 Вт/(м·К) і середню густину до 500 кг/м³.

Із теплопровідністю пов'язана така важлива характеристика матеріалів, що застосовуються для зовнішніх огорожувальних конструкцій, як *опір теплопередачі* R_{δ} (або *термічний опір*), який визначають за формулою:

$$R_{\delta} = \frac{\delta}{\lambda}, \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \quad (2.1)$$

де δ — товщина стінового матеріалу, м; λ — теплопровідність стінового матеріалу, Вт/(м·К).

Від показника опору теплопередачі залежать товщина зовнішніх стін і витрата палива на опалення будівель. Нові норми опору теплопередачі огорожувальних конструкцій примушують радикально змінювати підхід до вибору матеріалів та конструкцій огорожень, у тому числі за рахунок використання ефективних утеплювачів, які можуть бути розташовані із зовнішньої, внутрішньої сторони або всередині огороження. Такі конструкції одержали назву систем, наприклад, система скріпленої теплоізоляції, система утеплення з вентиляованим фасадом тощо.

Теплоємність — це здатність матеріалу під час нагрівання поглинати теплоту. Вона характеризується питомою теплоємністю (коефіцієнтом теплоємності), тобто кількістю теплоти, необхідної для нагрівання одиниці маси на один градус, Дж/(кг · К).

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

Питома теплоємність (кДж/(кг · К)) кам'яних природних і штучних матеріалів становить 0,76...0,92, скла — 0,67, сталі — 0,48, алюмінію — 0,87. Деревні та інші органічні матеріали мають вищий коефіцієнт теплоємності (наприклад, для деревини у сухому стані — 2,7...3,0 кДж/(кг · К)), і акумулюють більше теплоти, ніж кам'яні, а згодом можуть віддавати її в середину приміщення.

Теплостійкість — це здатність матеріалу витримувати нагрівання до певної температури (нижчої за температуру плавлення) без переходу в пластичний стан. Деякі будівельні матеріали мають низьку теплостійкість. Наприклад, бітуми розм'якшуються при температурі 45...90°C, а полімерні матеріали — при 80...180°C. Знання теплостійкості необхідне для визначення температурних режимів експлуатації будівельних матеріалів.

Термічна стійкість — це здатність матеріалу витримувати наперемінне нагрівання й охолодження без руйнування. Вона залежить від ступеня однорідності матеріалу, його природи й показника температурного кое-

фіцієнта лінійного розширення, причому чим менший останній, тим вища термічна стійкість матеріалу. Термічно стійкими є шамот, динас, базальт, клінкер, термічно нестійкими — кварц, граніт, скло.

Температурний коефіцієнт лінійного розширення (ТКЛР) характеризує відносне видовження матеріалу під час нагрівання на один градус, вимірюється в К^{-1} .

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

Показники ТКЛР деяких будівельних матеріалів, К^{-1} : алюміній — $25,5 \cdot 10^{-6}$; сталь — $(11,0...11,9) \cdot 10^{-6}$; бетон — $(10...14) \cdot 10^{-6}$; граніт — $(8...10) \cdot 10^{-6}$; скло — $(8,5...9,7) \cdot 10^{-6}$; деревина вздовж волокон — $(3...5) \cdot 10^{-6}$.

Вогнестійкість — це здатність матеріалу витримувати високі температури при дії вогню або вогню й води (під час пожеж), не руйнуючись. За ступенем вогнестійкості будівельні матеріали поділяють на три групи: негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі (неспалимі) — це матеріали, які під дією вогню чи високих температур не горять, не тліють і не обвуглюються. Їх поділяють на вогнестійкі, що практично не деформуються (цегла, черепиця, жаростійкий бетон, сієніт), вогнетривкі та термічно стійкі.

Проте деякі негорючі матеріали можуть значно деформуватися (сталь) або руйнуватися (кварц, граніт та інші породи, що містять кварц). В останньому випадку руйнування відбувається за рахунок модифікаційних перетворень кварцу. До групи негорючих належать мінеральні матеріали.

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

Горючі (спалимі) — це матеріали, які під дією вогню чи високої температури займаються або тліють, причому ці явища тривають і тоді, коли усунуто джерело вогню. До цієї групи належить значна частина матеріалів органічного походження, не просочених спеціальними захисними сполуками (деревина, бітуми, полімерні матеріали). Відповідно до ДСТУ БВ. 2.7-19-95, горючі матеріали поділяють на окремі групи (табл. 2.6).

Таблиця 2.6

Групи горючості будівельних матеріалів

Група горючості матеріалів	Температура димових газів, °С	Ступінь пошкодження за довжиною, %	Ступінь пошкодження за масою, %	Тривалість горіння, с
Г1	<135	<65	<20	0
Г2	<235	<85	<50	<30
Г3	<250	>85	<80	<60
Г4	>250	>85	>80	>60

Вогнетривкість — це властивість матеріалу протистояти, не розплавляючись, впливу високих температур. Вона визначається температурою, під впливом якої зразок випробуваного матеріалу у вигляді зрізаної тригранної піраміди (піроскопа) розм'якшується і деформується так, що його вершина торкається підставки.

За ступенем вогнетривкості матеріали поділяють на власне *вогнетривкі*, які витримують тривалу дію температури 1580°С і вище (наприклад, шамот, диас, хромоманезит); *тугоплавкі*, що витримують температуру 1350...1580°С; *легкоплавкі* — з вогнетривкістю менше 1350°С (наприклад, звичайна керамічна цегла).

Жаростійкість — це здатність матеріалу за умов тривалої дії температур у заданому інтервалі зберігати або незначно змінювати свої фізичні або механічні властивості. Наприклад, для жаростійких бетонів цей інтервал температур становить 300...1800°С. До жаростійких матеріалів належать жаростійкий бетон, вогнетривка сталь, різні види вогнетривів.

Акустичні властивості характеризують здатність матеріалу певним чином реагувати на дію звукових хвиль різної частоти та сили. При взаємодії з огорожувальною конструкцією звукова енергія частково відбивається від її поверхні, частково поглинається і частково проходить крізь неї. Співвідношення між окремими частинами звукової енергії визначається характером поверхні, а також ступенем пружності та масою матеріалу конструкції.

Будівельні матеріали, здатні поглинати звукову енергію, а також знижувати рівень сили і гучності звуків, які проходять крізь них і виникають як у повітрі, так і у матеріалі огороження, називаються *акустичними*. Їх поділяють на *звукопоглинальні* та *звукоізоляційні*.

Звукопоглинальні матеріали призначені, в основному, для гашення повітряного шуму, а *звукоізоляційні* — для послаблення ударного шуму при проходженні звукових хвиль крізь конструкцію.

Найпоширенішими звукопоглинальними матеріалами є: мінераловатні плити, піноскло; плити «акмігран», деревноволокнисті плити; фібролітові плити; гіпсові перфоровані плити.

Основною характеристикою для оцінки якості звукоізоляційних матеріалів є *динамічний модуль пружності* E_d : чим менша його величина, тим ефективніший матеріал. Найпоширенішими звукоізоляційними матеріалами є: мати і плити напівжорсткі на полімерній зв'язуючій речовині, мати прошивні скловатні, деревноволокнисті плити, прокладки із пористої гуми та еластичних полівінілхлоридних або поліуретанових поропластів.

Екологічні властивості матеріалів характеризують ступінь їхнього впливу на навколишнє середовище та живі організми.

Токсичність — це здатність матеріалу в процесі виготовлення й особливо експлуатації за певних умов виділяти шкідливі для здоров'я людини (отруйні) речовини. Такими речовинами можуть бути фенольні сполуки, що містяться в дорожніх дьогтях, деревностружкових плитах, а також ксилол, ацетон, метанол, які використовуються як розчинники в лакофарбових матеріалах. Полімерні матеріали при пожежах виділяють отруйні речовини, наприклад діоксин, бензопірен. Деякі будівельні матеріали не дозволяється використовувати, наприклад, у житлових приміщеннях, дитячих закладах тощо. Зокрема, це стосується матеріалів, виготовлених на основі полімерних речовин, а також пігментів, які містять сполуки свинцю, міді, миш'яку, цинку.

Для екологічної оцінки якості будівельних матеріалів використовують показник *гранично допустимої концентрації (ГДК)*. Якщо концентрація токсичних речовин, які виділяє матеріал, не перевищує значень ГДК, він вважається екологічно чистим.

Радіоактивність будівельних матеріалів обумовлена природними довгоіснуючими радіонуклідами, переважно радієм-226, торієм-232 та калієм-40. Основною характеристикою радіоактивності будівельних матеріалів є ефективна сумарна питома активність природних радіонуклідів, яку визначають у Бк/кг.

За величиною сумарної питомої активності будівельні матеріали поділяють на класи, за якими визначають можливі галузі їх використання (табл. 2.7).

Вибіркові дослідження показали, що середня ефективна питома активність будівельних матеріалів України становить 105,1 Бк/кг; це дещо більше, ніж для будівельних матеріалів колишнього СРСР (93,5 Бк/кг). Деякі усереднені дані про радіоактивність будівельних матеріалів України наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.7

Класифікація будівельних матеріалів за величиною $A_{\text{сф}}$

Клас	$A_{\text{сф}}$, Бк/кг	Галузі використання
I	Не більше 370	Для всіх видів будівництва без обмежень
II	370...740	Для об'єктів дорожнього та промислового будівництва
III	740...1350	Для об'єктів промислового призначення, де виключається перебування людей; для об'єктів дорожнього призначення поза населеними пунктами; для об'єктів дорожнього призначення в межах населених пунктів за умовою покриття шаром ґрунту або іншого матеріалу завтовшки не менше 0,5 м
IV	>1350	Можливі сфери використання у будівництві вирішуються в кожному випадку окремо за дозволом Міністерства охорони здоров'я України.

Таблиця 2.8

Радіоактивність деяких будівельних матеріалів України

Матеріал	Питома активність радіонуклідів, Бк/кг			
	Радій-226	Торій-232	Калій-40	$A_{\text{сф}}$
Глина	41,0	78,0	574,0	204,0
Пісок	12,0	33,0	165,0	68,0
Щебінь	36,6	79,3	971,0	223,0
Гранітний відсів	43,0	118,2	1171,0	297,3
Вапно	58,0	44,0	139,0	127,0
Гіпс	38,0	8,0	194,0	65,0
Бетон	25,0	36,0	380,0	106,0
Цегла	44,0	51,0	704,0	171,0
Плитка керамічна	89,0	102,0	680,0	280,0
Гравій керамзитовий	37,0	28,0	658,0	130,0

Останнім часом спостерігається підвищений інтерес до промислових відходів як дешевої сировини для виготовлення будівельних матеріалів. Використання відходів виробництва дозволяє зберегти природні ресурси, зменшити забруднення довкілля, скоротити загальні витрати виробництва, однак безконтрольне застосування їх може призвести до підвищення загальної дози опромінення населення, оскільки радіоактивність техногенних продуктів, як правило, вища, ніж у природних матеріалів. Будівельні матеріали поділяють на дві категорії: обов'язкового та рекомендова-

ного радіаційного контролю. Обов'язковому контролю підлягають деякі види матеріалів природного походження (піски, глини, гравій, крейда, сланці, технічна вода); штучного походження (заповнювачі всіх видів, у тому числі щебінь; в'язучі речовини); арматура і конструкційна сталь; відходи промислового виробництва (золи, шлаки та ін).

До об'єктів рекомендованого радіаційного контролю належать будівельні вироби і конструкції, оздоблювальні матеріали і вироби.

Радіаційна стійкість — властивість матеріалу протистояти дії радіоактивного випромінювання, яке змінює його структуру і властивості. Споруди атомної енергетики, деякі науково-дослідні, лікувально-профілактичні установи необхідно захищати від радіоактивного випромінювання, в першу чергу від потоку нейтронів та γ -променів, небезпечних для живих істот. Ступінь захисту залежить від виду випромінювання, природи захисного матеріалу, товщини огорожувальної конструкції.

Для захисту від нейтронного випромінювання застосовують матеріали, що містять велику кількість хімічно зв'язаної води (наприклад, гідратні бетони), а від γ -випромінювання — матеріали з великою середньою густиною (особливо важкі бетони, свинець, барит). Для порівняння радіаційно-захисних властивостей різних матеріалів введено термін «товщина шару подвійного послаблення», під яким розуміють товщину шару захисного матеріалу, що забезпечує послаблення радіоактивного випромінювання удвічі порівняно з початковим.

Естетичні властивості характеризують рівень художньої виразності будівельного матеріалу. Для більшості будівельних матеріалів естетичні властивості оцінюють за показниками їх декоративності, що визначаються як оптичними властивостями (колір, блиск, прозорість), так і формою виробів, фактурою, малюнком, текстурою тощо.

Оптичні властивості (колір, блиск, прозорість) мають визначальне значення для опоряджувальних матеріалів різної природи, в тому числі скляних, керамічних, полімерних, бетонних.

Колір матеріалу — зорове відчуття, яке виникає при дії на сітківку ока людини електромагнітних коливань, відбитих від поверхні в результаті дії світла. Кольори поділяють на дві групи: ахроматичні (білі, чорні та сірі) і хроматичні (червоні, помаранчеві, жовті, зелені, блакитні, сині, фіолетові).

Основними характеристиками кольору є **кольорова тональність**, **світлота** і **насиченість**.

Кольорова тональність показує, до якої ділянки видимого спектра належить колір матеріалу. Кількісно кольорові тони вимірюють довжиною хвиль.

Світлота характеризується відносною яскравістю поверхні матеріалу, що визначається коефіцієнтом відбиття і розраховується як відношення відбитого світлового потоку до потоку, який падає. Коефіцієнт відбиття для абсолютно білого кольору приймається за 100%, а для чорного — 0%.

Насиченість кольору визначається ступенем різниці хроматичного кольору від ахроматичного тієї ж світлоти. Оцінюючи колір матеріалу, слід ураховувати комплекс факторів: характер джерела світла і освітленість, напрямок розповсюдження світла; колір та яскравість фону; властивості поверхні (гладка, шорстка, рифлена); розміри поверхні та наявність у полі зору інших об'єктів.

Блиск — властивість матеріалів відбивати світло, що на них падає. Кількісно він виражається коефіцієнтом відбиття, який є функцією показника заломлення, а для непрозорих матеріалів і коефіцієнта поглинання.

Прозорість — властивість матеріалу пропускати світло без розсіювання. Мірою прозорості є коефіцієнт прозорості.

Кольоростійкість — спроможність матеріалу зберігати початковий колір протягом терміну експлуатації. Найбільш високими показниками характеризуються природні кам'яні матеріали та деякі штучні композиції.

Форма будівельного виробу та його поверхні характеризується геометричними параметрами і пропорціями. Форма може бути кубічною, циліндричною тощо, а у випадку формоутворення у площині — квадратною, прямокутною, трикутною, круглою тощо.

Фактура будівельних матеріалів визначається характером рельєфу поверхні. Вона може бути гладка, скельна, борозенчаста тощо.

Текстура будівельних матеріалів — це видимий рисунок (малюнок) поверхні, який характеризується відносним розташуванням та розподілом елементів структури (кристалів та їх агрегатів, пор, мікротріщин). Текстура може бути щільною, пористою, смугастою, волокнистою, шаруватою, зернистою тощо.

Малюнок — це зображення на поверхні матеріалу, яке створюється лініями, смугами та плямами, що відрізняються формою, розмірами, розташуванням і кольором. Він може бути природним або штучно створеним людиною.

Створення штучного малюнка досягається фарбуванням поверхні, нанесенням орнаменту, візерунка тощо. Орнамент може бути геометричний, рослинний, крупний або дрібномасштабний. Найчастіше естетичні властивості оцінюють візуально, зазвичай порівнянням зразків досліджуваного матеріалу із затвердженими еталонами.

Естетичні властивості кожного матеріалу мають певні особливості. Так, естетичні властивості кераміки характеризуються білизною, здатністю до просвічування (порцеляна), формою, чистотою фарб, блиском глазури та якістю декору (санітарно-технічні вироби, облицювальні плитки).

Група *технологічних властивостей* характеризує здатність матеріалу до сприйняття певних технологічних операцій, що виконуються з метою зміни його форми, розмірів, характеру поверхні, щільності тощо. Ці властивості виявляються у процесі виробництва та експлуатації матеріалів і виробів на їхній основі. Технологічні властивості будівельних матеріалів оцінюють візуально або за допомогою спеціальних приладів та методів випробувань. До них належать формувальність, подрібнюваність, розпилюваність, пробійність, полірувальність тощо.



Розділ II

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ: СКЛАД, СТРУКТУРА, ВЛАСТИВОСТІ

ПРИРОДНІ КАМ'ЯНІ МАТЕРІАЛИ

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 (гл. 1).

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 зведення різних за призначенням споруд, облицювальні плити для внутрішнього і зовнішнього оздоблення будівель, бордюрний 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 водостіфувальні 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 тов-

щини плиток при збереженні якості матеріалу, знизити масу конструкцій, зменшити трудомісткість облицювальних робіт, а також зберегти природні ресурси, які не можуть бути поновлені.

3.1. Особливості утворення та класифікація гірських порід

Природними кам'яними матеріалами називають матеріали і вироби, які одержують механічною обробкою (подрібненням, розколюванням, розпилюванням) гірських порід, не змінюючи їх 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 та властивостями.

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

Вивержені (магматичні) породи утворились внаслідок охолодження магми. При повільному і рівномірному охолодженні в глибині земної кори і під значним тиском відбувається процес кристалізації магми з утворенням масивних щільних глибинних порід, що мають зернисто-кристалічну структуру і відрізняються високими показниками густини, міцності, морозостійкості, теплопровідності та низьким водопоглинанням.

При швидкому охолодженні магми, яка вилілась на земну поверхню у вигляді вулканічної лави, утворились масивні вилиті породи, що мають дрібнокристалічну, приховано кристалічну або аморфну структуру.

Вивержені уламкові (вулканічні породи) утворились при охолодженні твердих сипких вивержених продуктів (вулканічний попел та піски, пемза). Під час цементування вулканічних попелу і піску утворюються вулканічні туфи.

Осадові породи сформувались при перетворенні продуктів руйнування первинних порід, морських і континентальних осадів у вигляді окремих пластів та шарів.

За способом утворення їх поділяють на:

— *механічні відклади* (уламкові породи), які є пухкими продуктами розпаду порід, що існували раніше, частина таких порід із часом цементувалась з утворенням пісковиків, конгломератів, брекчій;

— *хімічні осади* утворились із водних розчинів мінеральних речовин із подальшим їх ущільненням і зв'язуванням цементуючими речовинами;
 — *органогенні утворення* — результат осаджування, ущільнення та зв'язування цементуючими речовинами залишків водоростей, організмів і продуктів їх життєдіяльності.

Більшість осадових гірських порід характеризуються пористою будовою з невисокими міцністю, морозостійкістю та хімічною стійкістю порівняно з виверженими породами.

Видозмінені (метаморфічні) породи утворились у товщі земної кори в результаті метаморфізму (перетворення) вивержених та осадових порід під впливом одночасної дії тиску і температури, а також внаслідок хімічних процесів. Від вихідних порід метаморфічні відрізняються достатньо щільною структурою, яка може бути або масивною зернистою (мармур, кварцит), або сланцюватою (гнейси, сланці).

Надра України багаті на різноманітні гірські породи, наприклад, такі, як граніти, габро, лабрадорити, порфірити, кварцити. Деякі області України багаті на глини та суглинки, вапняки, вапняки-черепашники, вулканічні туфи, а також цеоліти.

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 струк-

туру 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.

У 1990 р. Євросоюз підготував спеціальні рекомендації, які обмежують вміст радону у приміщеннях (на 1 м³ внутрішнього об'єму): для об'єктів нового будівництва — не більше 200 Бк/м³, для робочих місць — не більше 500 Бк/м³. Емісію радону можна знизити вентиляцією приміщень або покриттям поверхні каменю епоксидною мастикою, яка здатна зменшити цей показник на 97%.

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.

3.2. 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: міцність при стиску — до 2000 МПа, твердість за шкалою Мооса — 7, істинна густина — $2,65 \text{ г/см}^3$, має хімічну стійкість до дії кислот. Кварц залежно від домішок може бути безбарвним (гірський кришталь), сірим, димчастим (раух-топаз), рожевим, чорним (моріон), бузковим (амегист). При нагріванні до 575°C кварц переходить із α - в β -модифікацію зі збільшенням об'єму приблизно на 1,5%. При температурі 870°C він починає переходити в тридиміт, також значно збільшуючись в об'ємі. Температура плавлення кварцу становить 1710°C . Кварц входить до складу гранітів, пісковиків, кварцитів, діоритів.

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 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ та анортит $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$. Істинна густина польових шпатів становить $2,55\text{--}2,7 \text{ г/см}^3$, твердість — 6, міцність при стиску — 120...170 МПа, температура плавлення — $1170\text{--}1550^\circ\text{C}$. Колір білий, сірий, жовтий, від рожевого до темно-червоного. Хімічна стійкість значно нижча, ніж у кварцу: під дією води та газів відбувається вивітрювання, польові шпати руйнуються з утворенням глинистих мінералів. Входять до складу граніту, сієніту, гнейсу, лабрадориту, габро.

Слюди — це група водних алюмосилікатів шаруватої структури з досконалою спайністю в одній площині, тобто здатністю легко розщеплюватись на тонкі пластинки. При вивітрюванні слюди здатні до розшарування, знижують міцність гірських порід та прискорюють їх руйнування. Мають скляний блиск, твердість 2,5...3. Найпоширенішими є мусковіт, біотит, вермикуліт.

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

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

Вермикуліт — це бронзово-жовта залізо-магнезійна слюда з істинною густиною $2,4\text{--}2,7 \text{ г/см}^3$, що містить міжшарову воду, яка при температурі $900\text{--}1100^\circ\text{C}$ випаровується, лусочки розщеплюються і збільшуються в об'ємі у 15...25 разів; при цьому утворюється спучений вермикуліт із середньою густиною $100\text{--}200 \text{ кг/м}^3$, який є ефективним тепло- та звукоізоляційним матеріалом.

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

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

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

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

Мінерали осадових порід. Мінерали групи кварцу. **Опал** ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) — це гідратований аморфний кремнезем зі вмістом води 2...12%. Істинна густина — $1,9\text{--}2,5 \text{ г/см}^3$, 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 діатомах, опоках, трепелах, мергелях, 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...7). У хімічному складі халцедону переважає SiO_2 (90...99%), 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 **кремінь** (халцедон, що має до-

мішки піску та глини). Фізичні властивості агату, яшми та кременю подібні до властивостей халцедонів.

Мінерали групи глини ($Al_2O_3 \cdot mSiO_2 \cdot nH_2O$) — найпоширеніші мінерали осадових порід, характеризуються високою дисперсністю. До них відносять *каолінит* $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (істинна густина $2,6 \text{ г/см}^3$, твердість $1...2$, колір білий або буруватий), *іліт* та *монтморилоніт* — складні гідроалюмосилікати (істинна густина $2,0...2,6 \text{ г/см}^3$, твердість $1...2$, 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 густина — $2,7 \text{ г/см}^3$; твердість — 3 , легко розкладається кислотами. Порооди, 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 густина $2,9...3,1 \text{ г/см}^3$, твердість — $4...4,5$, колір — білий із жовтуватим чи сіруватим відтінком; блиск — скляний, реагує з хлоридною кислотою лише у подрібненому вигляді при кип'ятінні. Зустрічається у магнезиті.

Доломіт $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ за властивостями займає проміжне положення між кальцитом і магнезитом, колір — сірувато-білий із різними відтінками, блиск — скляний, істинна густина — $2,8...2,9 \text{ г/см}^3$, твердість — $3,5...4$. Зустрічається у доломіті.

Мінерали групи сульфатів. *Гіпс* $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ — 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, розчинність у воді — $2,05 \text{ г/л}$, що приблизно у 70 разів більше, ніж кальциту. Зустрічається у гіпсовому камені, ангідриті.

Ангідрит $CaSO_4$ — це безводний різновид гіпсу. Він важчий і твердіший за гіпс; істинна густина становить $2,8...3,0 \text{ г/см}^3$, 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 $BaSO_4$ (важкий шпат) — це кристалічний мінерал білого чи сірого кольору зі скляним блиском, досить важкий (істинна густина стано-

вить $4,3...4,7 \text{ г/см}^3$), але твердість його невисока і становить $3...3,5$. Відрізняється здатністю не пропускати рентгенівські промені. Зустрічається у бариті.

Властивості найпоширеніших породотвірних мінералів наведено в додатку 4.

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

3.3. 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 (італ. *granito* — зернистий) — 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 темнозбарвлених мінералів ($5...10\%$). З підвищенням вмісту кварцу збільшується твердість і крихкість граніту; темнозбарвлені мінерали збільшують в'язкість, але полегшують вивітрювання породи; наявність слюди покращує декоративні властивості каменю, але зменшує його морозостійкість та погіршує здатність до обробки.

За розміром зерен розрізняють граніти: дрібно- (до 2 мм), середньо- ($2...5 \text{ мм}$) та крупнозернисті (більше 5 мм). Дрібнозернисті різновиди характеризуються підвищеними щільністю і міцністю, менше вивітрюються і є більш довговічними. Існують кристалічні різновиди граніту, які мають порфіроподібну крупнозернисту структуру (гранітовий порфір) і характеризуються низькою атмосферостійкістю. Прикладом є рапаківі («гнилий камінь») — червоний крупнозернистий порфіроподібний граніт із крупними включеннями ортоклазу, з якого виконані колони Ісаакіївського собору у Санкт-Петербурзі, що зазнали значного руйнування внаслідок дії навколишнього середовища.

Різноманітною є кольорова гама гранітів, яка обумовлена в основному кольором польових шпатів і змінюється від світло-сірого до чорного, від рожевого до темно-червоного.

Міцність при стиску гранітів змінюється від 90 до 280 МПа, при розтягу — від 2 до 7,5 МПа, середня густина складає 2600..2900 кг/м³, пористість до 1,5%, водопоглинання до 0,5%. Граніти характеризуються високими морозостійкістю та опором стиранню, відносно легко піддаються механічній обробці (шліфуванню, поліруванню). Стираність гранітів низька і складає 0,12 мм на рік при умові, що за цей час по поверхні пройде 1 млн. людей. Граніти є недостатньо вогнестійкими: при нагріванні до температури вище 600°C їхня міцність зменшується внаслідок поліморфних перетворень кварцу. Деякі граніти мають підвищений радіоактивний фон, але їх кількість не перевищує 2...3% від загальної кількості всіх гранітів, що добуваються. Слід зазначити, що більшість родовищ України відноситься до I класу радіоактивності і може використовуватись для всіх видів будівництва без обмежень.

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 багатопверхових 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.

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. За структурою і морфологією андезит подібний до діоритів та базальтів. Застосовується для оздоблення екстер'єрів та інтер'єрів у вигляді плит та плиток, рідше для брукування, є кислототривким матеріалом та використовується як сировина для виготовлення мінеральної вати.

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).

Вилиті породи є аналогами глибинних за складом, але відрізняються від них структурними і текстурними особливостями. **Базальти** — вилиті аналоги габро темно-сірого або чорного кольору із синім відтінком. За структурою базальти, залежно від умов застигання, можуть бути склуватими або мікрокристалічними (долерити). Фазовий склад включає вулканічне скло та основні породотвірні мінерали: плагіоклаз і олівін. Текстура базальтів в основному щільна, дрібнозерниста. Здебільшого базальти є високоміцними породами, твердими та крихкими, що важко піддаються обробці. Міцність їх варіюється від 100 до 500 МПа та зі збільшенням кількості скла може значно падати, середня густина — 3000...3300 кг/м³. Базальти характеризуються кислотостійкістю і високими електроізоля-

ційними властивостями, а також є цінною сировиною для кам'яного литва та отримання волокнистих теплоізоляційних матеріалів. Використовуються в дорожньому будівництві для брукування, як бутовий камінь та як сировина для виробництва щебеню.

Вивержені уламкові породи. Основними представниками таких порід, які знайшли використання в будівництві, є вулканічні туфи. Туфи поділяють на вапнякові (в тому числі травертин), кремнеземисті (відклади гарячих джерел) та вулканічні — зцементовані пухкі продукти вулканічних вивержень. **Вулканічні туфи** — породи з пористою структурою, утворені внаслідок ущільнення і природного цементування вулканічних попелу та пісків, часто містять у своєму складі склоподібну речовину. Вони мають гарні декоративні властивості, низьку середню густину, відносно високу міцність. Найщільніші різновиди вивержених уламкових порід називають *трасами*, пухкі різновиди — *пуцоланами*. Більшість туфів має міцність 5...20 МПа (більш щільні — до 50 МПа), відносно низьку середню густину від 700 до 2000 кг/м³, підвищену пористість (50...70%), досить низьку теплопровідність — 0,4...0,5 Вт/(м·К). Вулканічні туфи відрізняються стійкістю до вивітрювання, морозостійкістю, легко піддаються обробці, але не поліруються. Туфи застосовують у вигляді бутового каменю, пиляного каміння та великих блоків для укладання стін житлових будинків, для влаштування перегорожок і вогнестійких перекриттів. Різноманітність забарвлення (сірі, жовті, рожеві, фіолетові, чорні), легкість обробки поверхні (можливість надання декоративного рельєфу або шліфованої фактури) та відносно висока міцність зумовлюють застосування цих порід як декоративного матеріалу для зовнішнього (якщо невелика пористість) і внутрішнього облицювання будівель. Щебінь і пісок із туфів використовують як заповнювачі для легких бетонів, а пиловату фракцію — як активну мінеральну добавку до в'язучих речовин.

До порід осадового походження належать **цеоліти** (каркасні алюмосилікати лужних та лужноземельних металів). Їм притаманна пориста структура, що містить активні іонообмінні катіони, які визначають унікальні адсорбційні, катіонообмінні властивості цеолітів при одночасній кислотостійкості. Використовують цеоліти у медицині та сільському господарстві, а також у будівництві при оформленні інтер'єрів. Завдяки неповторній кольоровій гамі і властивостям «очишувача простору» цеоліти не тільки прикрашають житло, але й покращують його екологію.

Осадкові породи. Найпоширенішими серед осадових порід є пісковики, вапняки та доломіти. Такі породи відрізняються різноманітністю структур із широким варіюванням розмірів зерен. Для більшості з них характерна

шарувата будова і значна пористість, що впливає на міцність, середню густину, теплопровідність, морозостійкість та здатність до механічної обробки. Зцементовані уламкові породи утворились шляхом зв'язування пухких порід різноманітними хімічними речовинами. Найміцнішою цементуючою речовиною є кремнеземиста (аморфний кварц, опал, халцедон), менш міцною — залізна (лимоніт), карбонатна (кальцит) і досить низьку цементуючу здатність має глина.

Серед зцементованих порід у будівництві найбільше значення мають **пісковики** — зцементовані кварцові піски переважно шаруватої будови. Залежно від виду цементуючої речовини, розрізняють пісковики глинисті, кварцові, мергелісті, вапнякові та бітумні. Забарвлення пісковикам надають цементуючі речовини: кремнеземисті і вапнякові мають білі та світлі тони, залізисті — жовтуваті, зеленуваті і червонуваті. Наприклад, скульптура Великого Сфінкса висічена із смугастого пісковика (рис. 1.2), у Німеччині Фрайнбурзький Мюнстер побудовано із рожевого пісковика (рис. 1.10), а відомий скельний мавзолей Ель-Хазне («скарбниця фараона») в м. Петра (Йорданія) вирізьблений із скелі, що складається з червоних пісковиків (фото 1).

Для будівництва найчастіше використовують кремнеземисті та вапнякові пісковики. Найбільш стійкими та міцними є кремнеземисті пісковики (міцність при стиску досягає 250 МПа), а найменш водостійкими — вапнякові пісковики. Порода належить до групи середньої твердості, а за морозостійкістю пісковики витримують без руйнувань більше 75 циклів. Середня густина — 1900...2800 кг/м³, міцність при стиску коливається в межах від 10 до 250 МПа залежно від виду цементуючої речовини, характеру зчеплення її із зернами піску та щільності породи. Вогнетривкість пісковиків може бути різною залежно від складу, найвища (1700°C) характерна для чистих кварцових пісковиків із кремнеземистим цементом. Внаслідок високої середньої густини і високої теплопровідності пісковики використовують для зведення підпірних стінок, набережних, для влаштування сходів і тротуарів.

Вапняки — переважно мономінеральні породи, що складаються з кальциту, мають пористість до 20%, щільну кристалічну структуру (з дрібними, середніми та крупними кристалами); забарвлення від білого до сірого, включаючи пастельні тони, інколи можуть бути різновиди бурого та чорного кольору. Чисті вапняки містять до 6% глинистих домішок, якщо їх вміст становить 6...25%, то породи називають *мергелістими вапняками*, а породи, що містять 25...50% глинистої складової, — *мергелями*. Середня густина щільних вапняків змінюється від 1600 до 2600 кг/м³, знижуючись

для найбільш пористих різновидів до 1000 кг/м^3 , міцність при стиску у межах $10...150 \text{ МПа}$. Вапняки є паропроникними, звукоізоляційними, запобігають небажаному нагріванню будівлі, створюють комфортний стан у приміщенні, мають низький радіоактивний фон, є антисептиками та антиалергенами і в цьому подібні до деревини. Недоліком вапняків є підвищена гігроскопічність, а при насиченні водою вони втрачають міцність.

Історія зберегла багато пам'яток з цього матеріалу. Із тонкозернистого вапняку побудована піраміда Хеопса (рис. 1.2). Під час будівництва готичних споруд, у тому числі соборів, вапняк широко використовували на території Франції (собор Паризької богоматері (рис. 1.7)) та Німеччини (Кельнський собор (рис. 1.9)).

Сьогодні вапняк застосовують як будівельний камінь, щебінь для бетону, камінь для укладання стін неопалюваних будівель; з нього роблять облицювальні плити, профільні вироби, балясини, перила, сходи, а також використовують як сировину для виготовлення вапна та цементу.

Для оздоблення будівель та виконання скульптурних робіт використовують *мармуроподібні вапняки*, які є перехідними різновидами від вапняків до мармурів. Ці породи осадово-метаморфічного походження характеризуються пористістю від 0,7 до 7%, водопоглинанням $0,4...0,5\%$, міцністю при стиску у повітряно-сухому стані $90...130 \text{ МПа}$. Колір залежить від наявності мінеральних домішок. Мармуроподібні вапняки добре розпилюються та поліруються.

Вапняк-черепашик — пориста порода, що складається з черепашок і панцирів молюсків, зцементованих вапняною речовиною, містить домішки глини та кремнезему. Середня густина породи становить $800...1800 \text{ кг/м}^3$, міцність при стиску — $0,4...15 \text{ МПа}$, пористість $22...60\%$, коефіцієнт теплопровідності $0,2...0,99 \text{ Вт/(м К)}$, легко піддається розпилюванню. Камінь використовують для виготовлення об'єктів малої архітектури, колон, балясин і декоративних елементів.

Вапняки-черепашики характеризуються покращеними тепло- та звукоізоляційними властивостями, майже нульовим радіаційним фоном, вміст домішок йоду та солей в їх структурі позитивно впливає на організм людини і тому їх використовують для внутрішнього облицювання лікувальних закладів. Теплопровідність стіни із вапняка-черепашика в три рази нижче за теплопровідність бетонної стіни. Пастельні кольори та складний хаотичний візерунок обумовлюють декоративні властивості цього матеріалу.

Спеціальні покриття захищають вапняк-черепашик, який використовують для внутрішнього облицювання, від впливу води, бруду, солей. Зовнішнє облицювання з такого каменю захищають олійними гідрофобними речовинами.

Травертини — вапнякові туфи, полікристалічні гірські породи, утворені карбонатними мінералами (арагоніт, інколи кальцит). Травертини бувають білого, жовтого, коричневого, червоного кольорів. Порода легко обробляється, є стійкою до дії атмосферних чинників та пожежі. Цей камінь був досить поширеним в античному Римі, його щільні різновиди використовували для мостів, міських воріт, акведуків, амфітеатрів (наприклад Колізей (рис. 1.14)), палаців, театрів, лазень. Фізичні та фізико-механічні властивості травертинів неоднорідні і залежать від структури та текстури: середня густина становить $800...2800 \text{ кг/м}^3$, міцність при стиску — $0,4...30 \text{ МПа}$. Їх застосовують як облицювальні матеріали, для виготовлення колон, балясин та елементів будь-якої конфігурації, для панно й мозаїки, а також для брукування (щільні різновиди).

Магнезити складаються в основному із мінералу магнезиту, для них характерна зернисто-кристалічна будова. За властивостями наближаються до щільних вапняків, але є більш стійкими до вивітрювання. *Доломіти* — щільні приховано-кристалічні карбонатні породи, що складаються з мінералу доломіту $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, жовтувато-білого кольору, інколи з бурим або зеленим відтінком. Середня густина становить $2500...2700 \text{ кг/м}^3$, міцність — $100...150 \text{ МПа}$. Використовують магнезити та доломіти як стіновий камінь, у вигляді щебеню, буту, інколи для облицювальних робіт, а в основному для виробництва в'язучих матеріалів.

Гіпси (гіпсовий камінь) — м'які породи, складені з кристалів $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, мають високу розчинність, колір білий, сірий, жовтуватий, середню густина $2000...2300 \text{ кг/м}^3$, міцність — до 30 МПа . Декоративними вважають різновиди гіпсів: *селеніт* (має волокнисту будову) та *алебастр* (має щільну дрібнозернисту породу сніжно-білого кольору). Використовують для внутрішнього облицювання стін, виготовлення різних декоративних виробів (особливо алебастр), а також для виробництва в'язучих речовин.

Ангідрити CaSO_4 — складаються із мінералу з такою ж назвою, є твердішими за гіпс, добре поліруються. Колір — блакитно-білий, різні відтінки сірого, у розрізі — хвилясті візерунки, середня густина — $2500...2900 \text{ кг/м}^3$, міцність — $50...80 \text{ МПа}$. Використовують як сировину для виготовлення в'язучих речовин і як матеріал для внутрішнього облицювання та отримання 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.

Конгломерати — обкатані уламки гірських порід і мінералів, зцементовані в'язучими речовинами. Вони мають строкате забарвлення від світлого до бурого кольору, середню густину — 1500...2900 кг/м³, міцність при стиску — 5...160 МПа. Їх використовують для виготовлення буту і щебеню, а міцні різновиди з галькою, що мають різні кольори, — як облицювальний матеріал.

Брекчії складаються з кутастих уламків різних порід, зцементованих природними речовинами. Мають переважно бурий колір. Деякі різновиди є досить міцними, що дозволяє використовувати їх для облицювання, інші види надаються для виготовлення буту, щебеню, укладання фундаменту.

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, бугової 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. Вони містять 90...95% SiO₂, колір — сірий, рожевий, жовтий, темно-вишневий, інколи білий, текстура — щільна зерниста або сланцювата. Середня густина досягає 2700 кг/м³, водопоглинання — 0,2%, міцність — 100...500 МПа. Кварцити відрізняються крихкістю і важко обробляються внаслідок значної твердості, мають високу вогнетривкість, кислото- та лугостійкість. Їх застосовують у відпові-

дальних частинах споруд і конструкцій, наприклад, як підфермове каміння, для зовнішнього облицювання, як бутовий камінь та щебінь, а також як абразивний, кислото- і лугостійкий матеріал. Кварцити є сировиною для динасових вогнетривких виробів.

Мармури (давньогрецьк. *marmaros* — блискучий камінь) — кристалічні щільні породи, які утворились внаслідок перекристалізації вапняків (інколи доломітів) 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.

Найвідомішими історичними пам'ятками з мармуру є афінській Акрополь із храмом Парфенон (рис. 1.3) та мавзолей-мечеть Тадж-Махал (рис. 1.4), облицьований переважно білими мармуровими плитками з інкрустацією із коштовного каміння.

Мармури можуть бути дрібно-, середньо- та крупнокристалічними. Забарвлення їх зазвичай є світлим, але наявність незначної кількості домішок (силікатів, оксидів феруму, графіту) приводить до появи різних кольорів та відтінків, включаючи білосніжний або рожевий, жовтий, блакитний, зелений, червоний.

Середня густина мармурів становить 2700...2800 кг/м³ (доломітових — 2900 кг/м³), водопоглинання — 0,1...0,7%, міцність 50...300 МПа. Внаслідок невисокої твердості вони легко розпилюються на тонкі плити, добре шліфуються і поліруються (особливо дрібнозернисті різновиди), але мають значну стираність, що обумовлює недоцільність їх застосування для влаштування підлог у спорудах із інтенсивним рухом людей.

Мармури є нестійкими до дії вивітрювання та розчинів деяких солей. Під дією атмосферних факторів, а також внаслідок сульфатної корозії поверхня полірованого мармуру втрачає свій вигляд і зазнає помітного руйнування. На поверхні мармуру утворюється сульфідна, а згодом сульфатна кислота, яка перетворює кальцит на легкорозчинний гіпс. При цьому процес хімічної корозії доповнюється фізичною — розпушуванням кальциту зі збільшенням об'єму на 10...15%. Під впливом навколишнього середовища мармур вивітрюється, втрачає блиск, змінює колір і тому його не використовують для зовнішнього облицювання без спеціального захисту.

Мармур має високі гігієнічні властивості, а кальцитовий мармур до того ж є діелектриком із високими електроізоляційними властивостями. Однією з цікавих властивостей мармуру є здатність «дихати», тобто поглинати зайву вологу з атмосфери. На мармур негативно впливають

перепади температури (особливо нижче і вище 0°C), крім того, мармур легко вбирає запахи і будь-які барвники, причому плями потім майже неможливо видалити. Для захисту від руйнування мармур слід покривати спеціальними хімічними реагентами, а для надання додаткового блиску і запобігання утворенню тріщин — спеціальними мастиками.

На цей час мармур використовують для декоративних внутрішніх оздоблювальних робіт (облицювання підлог, стін), а у вигляді крихти — для приготування кольорових штукатурок, облицювального декоративного бетону і мозаїчних виробів. Фактура облицювальних плит може бути полірованою, шліфованою, рельєфною, а також штучно зістареною (антик).

Сланці — метаморфічні породи, що утворились із глин під впливом тиску та температури, характеризуються паралельним розташуванням шарів і здатні розколюватись на тонкі пластинки. За ступенем метаморфізації розрізняють слабо- (глинисті сланці) та сильнометаморфізовані породи (кристалічні сланці).

Глинисті сланці складаються переважно з глинистих мінералів та слюди. Сланці значно розрізняються за властивостями — твердість змінюється від 2 до 6 за шкалою Мооса, водопоглинання — від 0,01 до 3%. Майже всі різновиди мають високу міцність при стиску та згині. Кольорова гама різноманітна і неоднорідна, вона змінюється від білого до чорного, від світло-сірих до яскравих зелених тонів, найчастіше сланці мають смугастий малюнок. Використовують для зовнішніх і внутрішніх облицювальних робіт, для брукування доріг і ландшафтного дизайну. Глинисті сланці, які мають досконалу сланцюватість, у вигляді тонких пластин надаються до застосування як покрівельний матеріал. Так, існує різновид сланцю, відомий як *шиферний сланець*, або *ардезія*, в якому поєднуються міцність, декоративність та довговічність.

Значна кількість історичних пам'яток архітектури (Паризький королівський палац Лувр, Лондонська фортеця Тауер, Букінгемський королівський палац) створена з використанням цього каменю. Перевагами такого матеріалу є також морозостійкість, водостійкість, звуко- і теплоізоляційні властивості, стійкість до корозії. Використовують ардезію в інтер'єрах (плитка для стін та підлог, топи, умивальники, настінні панно) та екстер'єрах (покрівельний матеріал, плитка для терас та фасадів, малі архітектурні форми). Сланці легко оброблюються, поліруються, завдяки шаруватій будові добре гармонують із деревиною. Властивості найпоширеніших гірських порід наведено в *додатку 5*.

3.4. Особливості отримання, обробки та захисту природних кам'яних матеріалів

Основними *будівельними матеріалами з гірських порід* є блоки й каміння для зведення та облицювання стін будівель, плити для облицювання стін, підлог та сходів, вироби для дорожнього будівництва, для гідротехнічного будівництва, архітектурні деталі (фасонні вироби), малі архітектурні форми тощо. Сипкі гірські породи (пісок, гравій) використовують як заповнювачі для бетонів та будівельних розчинів. Щебінь для важких бетонів отримують подрібненням природного гравію і щільних гірських порід.

Способи добування, обробки природного каменю та ефективно використання у будівництві залежать від його твердості. До складу твердих природних матеріалів входять мінерали твердістю за шкалою Мооса 6...7, аналогічний показник для порід середньої твердості — 3...5, для м'яких — 1...2. Залежно від твердості гірські породи поділяють на три групи (таблиця 3.1).

Міцність при стиску твердих порід становить 90...340 МПа, середньої твердості — 15...20 МПа, м'яких — 0,4...30 МПа. Водопоглинання твердих порід становить 0,01...5%, порід середньої твердості — 0,1...40%. Морозостійкість твердих порід становить 300 і більше циклів, порід середньої твердості — більше 25 циклів, м'яких — 15 циклів і більше.

Таблиця 3.1.

Класифікація гірських порід за твердістю

Тверді породи	Породи середньої твердості	М'які породи
Граніт, гнейс, діорит, сієніт, габро, лабрадорит, діабаз, кварцовий порфір, базальт	Мармур, конгломерат, брекчія, вапняк, пісковик, вулканічний туф, вапняковий туф, травертин, сланці	Гіпс, тальк, діатоміт, трепел, опока, глинисті породи

Видобуті блоки доставляють із кар'єру на завод, де їх розпилюють на плити або виготовляють із них фасонні вироби. Для розпилювання блоків застосовують рамні пили з гладкими полотнами із підсипанням під них абразиву.

Оформлення дизайну інтер'єру або екстер'єру обумовлено не тільки видом гірської породи або її кольором та текстурою, але й *фактурою* — *характером лицьової поверхні кам'яного матеріалу*. При виготовленні об-

лицювальних виробів природному каменю надають потрібну фактуру, використовуючи ударну або абразивну обробку.

Ударна обробка полягає в обколюванні поверхні каменю за допомогою каменетесного інструмента зі змінними наконечниками, завдяки чому дістають так звані *фактури сколювання*. Розрізняють такі види фактур:

— *скельну* (колоту) з глибиною рельєфу до 50 мм, яку рекомендовано застосовувати для порід високої твердості (граніт, кварцит, габро, діорит), але допускається її використовувати і для щільних порід середньої твердості (рис. 3.1, а);

— *бугристу* — з рівномірним розподілом по поверхні бугрів і впадин із висотою 3...15 мм; цю фактуру рекомендовано для граніту, деяких порід середньої твердості, наприклад, пісковиків та щільних вапняків (приклад бугристої фактури, нанесеної за допомогою бучарди, наведено на рис. 3.1, б);

— *рифлену* — рівномірно шорстку з правильним чергуванням гребенів і западин (безперервних паралельних борозенок) глибиною до 2 мм; фактура рекомендована для порід середньої твердості;

— *борозенчасту* — рівномірно шорстку з паралельними перервними борозенками з висотою рельєфу 1...3 мм; зазвичай ця фактура використовується для граніту, габро, лабрадориту;

— *точкову* (ковану) — шорстку з незначними заглибленнями, рівномірно розташованими на попередньо вирівняній поверхні (висота рельєфу 0,5...2 мм), рекомендується тільки для твердих порід;

— *термооброблену* — шорстку поверхню зі слідами лущення, яку отримують обробкою каменя струменем газу при високих температурах (рис. 3.1, в);

— *піскоструменеву* — рівномірно шорстку поверхню, яка утворюється при використанні струменя повітря високого тиску з додаванням дрібно-го абразиву (піску) (рис. 3.1, г).

Абразивна обробка, крім розпилювання, передбачає також фрезерування, шліфування і полірування. Внаслідок такої обробки можна отримати такі фактури: *пиляну типу А* (якщо використовуються рамні і канатні пили) — нерівномірно шорстку поверхню з різкими штрихами від зерен крупного абразиву з висотою рельєфу 1...3 мм; *пиляну типу Б* (стрічкові, дискові пили) — гладку поверхню з малопомітними слідами роботи пили з висотою рельєфу 0,2...0,5 мм (рис. 3.1, д); *грубошліфовану* — рівномірно шорстку поверхню з підвищеним світлорозсіюванням, має сліди обробки з висотою рельєфу 0,2...0,5 мм; *тонкошліфовану* — гладку і бархатисту (оксамитову) (рис. 3.1, е); *лощену* — гладку матову поверхню (без слідів обробки) з виявленням рисунка каменю, *поліровану поверхню* (при використанні

спеціальних абразивів) отримують на заключній стадії обробки, вона має дзеркальний блиск із чітким відображенням предметів та дозволяє максимально виявити кольоровий тон і текстуру каменю.

Для здійснення деяких дизайнерських замислів використовують *травлені фактури* — спеціальну обробку поверхні каменю кислотою; *термооброблені*, що відрізняються шорсткістю, при цьому лицюву поверхню природного каменю обробляють високотемпературним променем за допомогою реактивного пальника, що викликає відокремлення від породи дрібних лускуватих частинок; *обпалені* — з обпаленням всього об'єму каменю, а не тільки поверхні; *відкриті (очищені)* — отримують ультразвуковою обробкою каменю у водному середовищі, характеризуються матовою поверхнею з гарно виявленою текстурою. Фактуру поверхні каменю змінюють також *фарбуванням*, із проникненням фарби на глибину 5...10 мм.

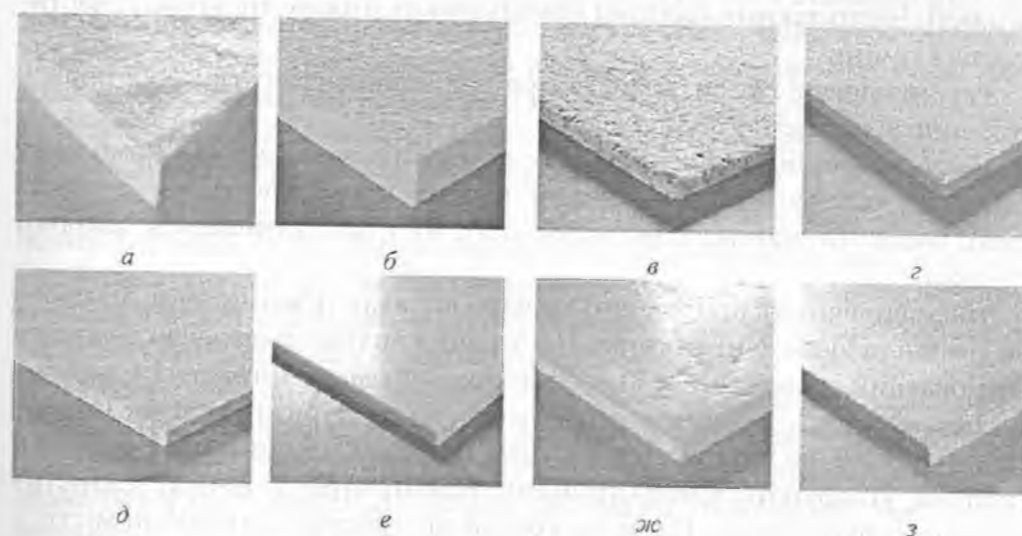


Рис. 3.1. Види фактур природних кам'яних матеріалів

Нині популярними є штучно зістарені облицювальні вироби. Вони мають більш ефектний вигляд, коли камінь є пористим і м'яким, як мармуроподібний вапняк або травертин. Прикладом є так звана «антика» — штучно зістарений механічним способом (рис. 3.1, ж) або хімічним — кислотним травленням (рис. 3.1, з) — мармур. Його поверхня зберігає яскравість, але не таку парадну і офіційну, як полірована.

Вибір фактури залежить не тільки від дизайнерської задуми, але й від умов експлуатації кам'яних поверхонь. Наприклад, поліровані плити не варто застосовувати для влаштування підлог у вологих приміщеннях і на

вулиці: при попаданні вологи на таку поверхню плити стають ковзкими. Для брукування доріг добре пасують плити з рівномірно шорсткою поверхнею (точкова фактура), але такий камінь швидко забруднюється, і тому його потрібно регулярно чистити. Альтернативою є термооброблена поверхня, яка є не ковзкою та майже не забруднюється.

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 (шліфувана, 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 облицьовують нижню (цокольную) частину стін і каміни.

Рекомендовані сфери застосування найпоширеніших гірських порід у будівництві наведені у додатку 6.

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, корневих систем рослин тощо.

Вивержені породи характеризуються високою водо- та морозостійкістю, кислото- і лугостійкістю. Причому дрібнозернисті породи менше піддаються корозії, ніж крупнозернисті. *Осадові 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 легких 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.

3.5. Характеристика 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.

Природні кам'яні матеріали і вироби класифікують за такими ознаками:

- за середньою густиною: важкі (середня густина більше 1800 кг/м^3) та легкі (середня густина менше або рівна 1800 кг/м^3);
- за міцністю при стиску (кгс/см^2) на марки від М4 до М1000;
- за морозостійкістю на марки від F10 до F500;
- за коефіцієнтом розм'якшення від 0,6 до 1,0, причому для зовнішніх стін споруд цей показник повинен бути не менше 0,6, а для фундаментів, дорожніх та гідротехнічних споруд — не менше 0,8.

Залежно від ступеня обробки, розрізняють грубооброблені кам'яні матеріали та штучні вироби і профільовані деталі.

До грубооброблених належать бутовий камінь, щебінь, гравій та пісок.

Бутовий камінь (бут) — це каміння неправильної форми розміром 150...500 мм, масою 20...40 кг, яке отримують із місцевих вивержених і осадових порід. Бут використовують при зведенні гідротехнічних споруд, підпірних стінок, фундаментів, його також переробляють на щебінь.

Щебінь — каміння неправильної форми розмірами від 5 до 150 мм, яке одержують переважно подрібненням гірських порід і просіюванням. **Гравій** — це обкочені зерна розмірами від 5 до 100 мм, які одержують просіюванням сипких осадових порід. **Пісок** — це мінеральні зерна розмірами від 0,16 до 5 мм, які одержують просіюванням сипких порід (природний пісок), або подрібненням і просіюванням відходів переробки гірських порід (штучний пісок). Щебінь, гравій і пісок застосовують як заповнювачі для бетонів та будівельних розчинів.

До виробів із природного каменю належать колоті та пиляні вироби для зведення і облицювання стін, влаштування підлог, дорожніх покриттів, гідротехнічних споруд (додаток 7).

Камені та блоки для зведення стін зазвичай мають правильну геометричну форму у вигляді прямокутних паралелепіпедів. Основні розміри каменів — $390 \times 190 \times 188$ мм, $490 \times 240 \times 188$ мм. Один такий камінь замінює 8...12 цеглин. Маса каменю не повинна перевищувати 16 кг, дрібного блоку — 40 кг. Каміння та блоки залежно від технології обробки випускають колоті, тесані, пиляні; застосовують для фундаментів, зовнішніх стін, перегородок та інших частин будівель і споруд. Великі стінові блоки

(розмірами до $3000 \times 1000 \times 1500$ мм) об'ємом не менше $0,1 \text{ м}^3$ дозволяють знизити витрати на їх виготовлення і монтаж; отримують їх з м'яких гірських порід (пористих вапняків, опок, туфів), які повинні мати середню густину не більше 2200 кг/м^3 , водопоглинання до 30%, морозостійкість більше 15 циклів, коефіцієнт розм'якшення не менше 0,6.

Камені і плити для облицювання гідротехнічних споруд, набережних, мостів, цокольної частини монументальних споруд виготовляють у вигляді плит товщиною 150...250 мм та потовщеними (більше 300 мм) пірамідального виду з вивержених порід, які відрізняються високою міцністю, морозостійкістю, атмосферостійкістю.

Каміння для гідротехнічних споруд правильної форми (особливо для зон із перемінним рівнем води) виготовляють із щільних вивержених порід (гранітів, сієнітів, діабазів) із водопоглинанням не більше 1%, міцністю при стиску не нижче 80...100 МПа і морозостійкістю не менше 300 циклів.

Камені та плити для зовнішнього облицювання отримують із щільних атмосферостійких порід (гранітів, сієнітів, габро) або більш економічних з точки зору обробки атмосферостійких осадових порід (щільних вапняків). Цокольні плити, а також деталі карнизів та інших частин будівлі, що виступають, виготовляють із атмосферостійких порід, які не мають волосяних тріщин. Плити для зовнішнього облицювання мають товщину 40...80 мм.

Плити для внутрішнього облицювання стін товщиною 12...40 мм виготовляють із порід середньої твердості — мармуру, пористого вапняку-черепашнику, травертину, а також вулканічного туфу. У приміщеннях громадських будівель із сухим режимом експлуатації (театри, концертні зали, холи установ) для облицювання стін застосовують вироби з мармуру, ангідриту, гіпсу. Пористі породи, крім декоративного ефекту, забезпечують гарну акустику приміщень. Для облицювання стін та колон громадських будівель і споруд (наприклад, станцій метро) використовують плити з хімічно стійких довговічних декоративних гірських порід, наприклад, граніту, діориту, лабрадориту. Використання сучасних алмазних інструментів для різання дозволяє виготовити більш економічні тонкі плитки товщиною 5...10 мм.

Плити для підлог і внутрішніх кам'яних сходів повинні бути зносостійкими і мати декоративні властивості. Часто використовують шліфовані плити з твердих щільних порід (граніт, сієніт, лабрадорит тощо). У приміщеннях із низькою інтенсивністю руху і високими естетичними вимогами можна застосовувати мрамур. Товщина плит для підлог повинна бути не менше 20 мм.

Існує велике різноманіття форм і розмірів плитки для зовнішнього, внутрішнього облицювання та влаштування підлоги, наприклад, плитка-локшина, плитка руст (або скеля), торцева або так звана римська плитка, плитка антик, патіо, мозаїка, а також плитка, отримана з використанням відходів природного каменю, наприклад, склесна із кусків каменю правильної та неправильної форми.

Одним із сучасних видів оздоблювальних матеріалів є *кам'яний шпон* (рис. 3.2, фото 4), який складається з тонкого (0,1...2,0 мм) шару природного каменю (часто сланцю), приклеєного по-



Рис. 3.2. Різновиди кам'яного шпону

ліефірною смолою до скловолокнистої основи. Отримані панелі мають розміри 1210×610 мм, загальна товщина коливається в межах від 0,8 до 2,0 мм, маса 1 м² становить від 1,2 до 1,6 кг. Такий матеріал легко наклеюється на різні поверхні — ДСП, МДФ, ДВП, гіпсокартон, фанеру, цементно-волокнисті панелі. Як клеї використовують етилен-вінілацетатні композиції. Кам'яним шпоном оздоблюють стіни, підлоги, двері та меблі.

Існують також варіанти кам'яного шпону, виготовленого з пісковика, закріпленого на текстильній основі. Отримані панелі мають розмір 34×55 см і товщину 3 мм. Маса 1 м² становить 3,5 кг. Використовують панелі для внутрішнього і зовнішнього оздоблення фасадів, воріт, підлог і стін усередині приміщень, ванних кімнат та басейнів.

Вироби для дорожнього будівництва, до яких належать брущатий камінь, колотий і буличний камінь, тротуарні плити і бортове каміння, виготовляють із щільних, міцних та зносостійких порід (граніт, базальт, діорит, габро). *Бортовий камінь*, який відділяє проїжджу частину дороги від тротуару, виготовляють висотою до 400 мм із щільних вивержених порід із високою морозостійкістю, зносостійкістю, міцністю (граніт, діабаз). Камінь може бути прямим і лекальним, його використовують на заміну бетонним виробам при належному техніко-економічному обґрунтуванні. *Бруківку* для впорядкування покриттів доріг виготовляють із однорідних дрібно- та середньозернистих порід (наприклад, діабазу) у вигляді зрізаної піраміди. Із таких порід виготовляють шашку для мозаїчного бруку. *Колотий і буличний камінь* використовують для влаштування основ доріг, а також для дорожніх покриттів та укріплення схилів земляних споруд.

Тротуарні плити 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, діабазити та вулканічні туфи.

Архітектурно-будівельні вироби використовують для зовнішнього та внутрішнього облицювання, влаштування сходів, парпетів майданчиків, огорож. До цієї групи виробів належать також плити: цокольні, накривні, підвіконні; проступи; парпети прямокутні і криволінійні, колони, балясини, портали, деталі карнизів, пояси, камінь кордонний, кулі декоративні.

Балясини для огороження сходів, терас, балконів виготовляють із мармуру. Деталі карнизу для захисту від стікаючої з покрівлі води виготовляють із вивержених міцних порід. Деталі пояса для відокремлення цокольної частини, а також камінь кордонний роблять із щільних і міцних гірських порід. Кулі (повнотілі, але частіше складені з окремих елементів) виготовляють зазвичай із граніту і використовують при оформленні фасадів будівель, фонтанів та в ландшафтній архітектурі.

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 (фото 5). 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.

Набірна мозаїка складається з кам'яних елементів, які мають у перерізі форму квадрата або шестикутника.

Римську мозаїку створюють із невеликих обкатаних каменів (тессеркубиків, так званих чіпсів, подібних до гальки) (фото 6, а). За рахунок

цього поверхня не є досить гладкою, що дає змогу використовувати її для влаштування підлоги у ванних кімнатах та кухнях.

Антична мозаїка складається з гальки або «рубленого» каміння більш крупних розмірів, які після набору шліфуються до отримання поверхні з рівним блиском (фото 6, б). В деяких випадках поверхня залишається необробленою («візантійська мозаїка») (фото 6, в).

Сучасну мозаїку набирають безпосередньо на виробництві. Готова продукція надається у вигляді матриць із листів паперу або полімерної сітки з наклеєними в чіткому порядку чіпсами (квадратними кусочками каменю, розташованими на деякій відстані один від одного). На місці укладання мозаїки потрібно лише поєднати фрагменти і прикріпити їх до поверхні за допомогою спеціального клею, який не проникає в пори каменю. Зазвичай папір наклеюють на лицьову поверхню чіпсів, а сітку — на тильну. Після монтажу сітка залишається під чіпсами, а папір після змочування видаляють. Після приклеювання плиток на облицювальну поверхню зазори між квадратами каменю затирають спеціальними речовинами, і тоді поверхні можна надати вигляд флорентійської або римської мозаїки.

Плитки-килимки з гальки виготовляють із дрібного природного каменю (діаметром 10...30 мм) у вигляді морської або річкової гальки, мармурової крихти полірованої або природної, що міцно приклеєна до полімерної сітки (фото 7). Розміри сіток відповідають європейському стандарту — 305×305 мм. Плитку-килимок використовують для створення садово-паркових доріжок, оздоблення клумб, фонтанів і газонів. При виконанні облицювання на підготовлений шар розчинової суміші накладають сітку з галькою і занурюють її на необхідну глибину. Також цей матеріал використовують для оздоблення цоколів, відливів та інших елементів фундаменту, основ парканів, криниць, бесідок, барбекю, камінів тощо.

3.6. Матеріали з природного каменю в екстер'єрі

Природні кам'яні матеріали широко використовують для облицювання громадських будівель та споруд, у тому числі адміністративних, навчальних, культурно-освітніх, торговельних, лікувальних, спортивних закладів, вокзалів, виставкових комплексів.

Природним камінням краще облицювати тільки цокольний поверх, оскільки ця частина будови знаходиться в найбільш складних умовах експлуатації (вплив атмосферної та ґрунтової вологи, снігу, коливання температури і зміна вологості). Дуже важливим є правильний вибір каменю

для зовнішнього облицювання: слід звернути увагу на його водопоглинання, водо- та морозостійкість. Майже всім вимогам задовольняють виробки з твердих, міцних, хімічно стійких порід — гранітів, габро, лабрадоритів. Також використовують породи середньої твердості (пісковики, щільні вапняки) (рис. 3.3), але їх довговічність нижча.

Для монументальних споруд гранітні плити цоколів часто використовують із полірованою поверхнею, яка дозволяє повною мірою виявити декоративні властивості матеріалу і водночас сприяє підвищенню довговічності облицювання (рис. 3.4). Монументальний вигляд мають споруди, облицьовані дрібнозернистим гранітом, для цоколя придатний однотонний дрібнозернистий габро — він може бути чорним полірованим або світло-сірим точкової фактури. Іноді можна використовувати й мрамур, але він може втратити зовнішню привабливість, оскільки має низьку хімічну стійкість. Для зовнішнього облицювання будівель у крупних містах бажано обмежити використання пористих порід світлих тонів (вапняки, вапняки-черепашники, травертини).



Рис. 3.3. Облицювання фасаду плитами скельної фактури з пісковіку



Рис. 3.4. Облицювання фасаду полірованими гранітними плитами

Стіни фасадів можна облицювати кам'яними плитами повністю або на висоту 1...2 поверхів. Оздоблення каменем можна проводити при оформленні окремих колон, простінків, пілястр або частин стіни. Плити з каменю можуть бути застосовані як облицювальний матеріал у сучасних фасадних системах, що вентилуються: вони закріплюються на несучій стіні за допомогою металевої конструкції, а між несучою стіною і облицюванням укладають шар теплоізоляційного матеріалу, залишаючи прощарок повітря, що сполучається з навколишнім середовищем. Остов ко-

лон, як правило, виконують із цегли, залізобетону, металу, який потім облицьовують кам'яними плитами, укладаючи їх в основному горизонтальними рядами. Фактура плит для колон може бути полірована або шліфувана, причому плити ретельно підбирають залежно від їх відтінку та текстури.

Сходи також роблять бетонними, а поверхню облицьовують кам'яними плитами товщиною 10...15 мм. При виборі гірської породи для сходів (що експлуатуються назовні) поряд із декоративними властивостями основними вимогами є високі міцність, морозостійкість, а також низька стираність. Для цього використовують дрібнозернисті граніти, діорити, діабазу, але в деяких випадках дуже ефектний вигляд має мармур, при цьому слід застосовувати тільки його дрібнозернисті щільні різновиди і захищати їх поверхню спеціальними покриттями. Фактура каменю для сходів може бути шліфованою, пиляною, точковою, термообробленою, але не полірованою (для підвищення безпеки експлуатації).

Природний камінь використовують для облицювання житлових, частіше приватних будинків цілком або окремих частин (наприклад, цоколю), для оздоблення віконних і дверних блоків, для будівництва та облицювання сходів, зовнішніх елементів, а також для створення об'єктів ландшафту — бесідок, доріжок, сходів, майданчиків, декоративних стінок, фонтанів і водоспадів. В останні роки дизайнери, які працюють у сфері індивідуального будівництва, використовують породи середньої твердості у вигляді виробів незвичайної форми («локшини», смужок, торців) для створення унікальних проектів. Ці вироби мають фіксовану ширину — від 1 до 10 см та товщину — від 0,8 до 2 см, а довжину — вільну, залежно від розміру заготовок. Такі матеріали використовують для облицювання фасадів, сходів, оформлення ландшафту (доріжок, фонтанів) (рис. 3.5).

Для облицювання зовнішніх басейнів використовують мармур або граніт світлих тонів (зелено-сірі, блакитно-перлині, білі), причому стіни басейну можна оздоблювати полірованими плитами з абсолютно гладкою поверхнею, а для підлоги, сходів та бортів слід застосовувати плити з шорсткою поверхнею. Доріжки та дворики-патіо (внутрішні дворики) також можуть бути викладені природним каменем. Для цього часто використовують сланці та пісковики (рис. 3.6).

Одним із варіантів швидкого влаштування відкритого майданчика — патіо, терас, веранд — є готові комплекти, що складаються з підібраних кам'яних плит різних розмірів від 30×30 до 90×60 см, товщиною 2,5...3,5 см, виготовлених із вапняку, пісковика, сланцю.

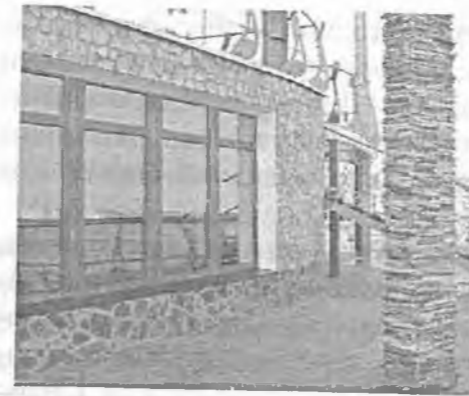


Рис. 3.5. Облицювання фасаду та колон виробами із пісковика



Рис. 3.6. Влаштування доріжок із використанням плит неправильної форми із сланцю та пісковика

Ландшафтний дизайн передбачає влаштування альпінарію (альпійської гірки) з використанням темного природного каменю з ламаними краями. Одночасно з альпінарієм будують доріжки, тераси, а також водойми із такого ж каменю. Аналогічно можуть бути влаштовані кам'яні стінки, складені методом сухої кладки (вертикальне озеленення), підняті ступінчасті клумби, кам'яні доріжки з рослинами між каменями. Для оформлення ландшафту також використовують перголи, що складаються із декількох кам'яних арок, пов'язаних між собою дерев'яною решіткою.

3.7. Матеріали з природного каменю в інтер'єрі

В інтер'єрі монументальних споруд та громадських будівель гірські породи підбирають, враховуючи декоративні властивості. Вироби з граніту, лабрадориту, габро використовують, в основному, для інтер'єрів будівель громадського призначення (установ, палаців, театрів, готелів, ресторанів тощо). Здебільшого для оздоблення стін і колон у будівлях застосовують породи середньої твердості або м'які: мармури, туфи, доломіти, травертини, вапняки, вапняки-черепашники. Вибір каменю здійснюється з урахуванням функціонального призначення приміщень. В інтер'єрах громадських будівель з екстремальним режимом експлуатації (станції метро, аеропорти, спортивні заклади, санаторно-курортних комплекси тощо) для облицювання стін застосовують хімічно стійкі міцні, щільні породи, наприклад, граніт, діорит, габро, лабрадорит. Фактура каменю в інтер'єрі може змінюватись від полірованої до скельної (фото 8, а, б).

Цікаві декоративні рішення можуть бути при комбінуванні фактур навіть у площині однієї стіни, наприклад, шліфована і рельєфна точкова; шви між плитами є також елементом декору. Для влаштування карнизів, огорож, парпетів раніше застосовували масивні профільні елементи, але зараз усе частіше використовують облицювальний шар із тонких плиток.

Для облицювання стін та підлоги у вхідній зоні громадських будівель, а також елементів декору доцільним є використання полірованого граніту, стійкого до дії механічних та хімічних впливів. Мармур можна застосовувати при наявності брудозахисного покриття та при низькій інтенсивності руху. В деяких випадках можуть бути використані сланець і щільний вапняк завдяки його декоративності, відносно низькій стираності та невисокій вартості.

Природний камінь використовують не тільки для оздоблення стін, підлог, але й сходів, колон (фото 9, а, б, в) та камінів. Деталі інтер'єра (підвіконня, плінтуси, дверні наличники), меблі (журнальні столики, поверхні столів-стілників на кухні та у ванній кімнаті, барні стійки, табурети) і суто декоративні елементи для оздоблення стін і підлог (флорентійська мозаїка, набірні мозаїчні панно, прикраси у стилі fossilі (в перекладі з італійської «окам'янілий») — усе це добре вписується в антураж не тільки класичного, але й сучасного інтер'єру.

Для підвіконня найчастіше застосовують мармур, але можна застосовувати і граніт. Для облицювання камінів (із відкритим полум'ям) придатні туф, вапняк-черепашник, пісковик, граніт, мармур (фото 10, а), базальт, малахіт, онікс, сланець (фото 10, в). Популярними також є каміни у стилі кантрі, для облицювання яких використовують відносно легкі для обробки природні камені — пісковик, травертин, вапняк тощо (фото 10, б). Поверхня каменю при цьому залишається шорсткою. Можна також застосовувати граніт, колотий та бучардований, з висотою рельєфу до 5 мм.

Архітектурні елементи (перила, колони, балясини) можна виготовляти з будь-якого каменю, але часто для виробів складної конфігурації використовують м'які породи і породи середньої твердості (мармур, гіпс, травертин тощо).

Для підлоги у ванній кімнаті, яка повинна бути нековзкою, не рекомендують застосовувати полірований граніт, краще — неполірований мармур (фото 11, а, б). Шорстка поверхня сланцю не є ковзкою, і його використовують для облицювання підлоги навколо басейнів і ванн. В наш час із каменю виготовляють в основному плитку для оздоблення підлог та стін, і лише інколи — умивальники, ванни, піддони душових кабін, поверхні

умивальних столів. Слід зазначити, що більшість кам'яної сантехніки є масивною, досить дорогою та ексклюзивною.

Для поверхонь столів-стілників використовують полірований граніт, який є твердим і стійким до дії агресивного середовища, в тому числі до води з м'якими засобами (фото 12).

Нові технології дозволяють отримати будь-яку форму та поєднати камінь із деревиною, склом, металевими сплавами. Для виготовлення меблів використовують найкоштовніші мармури, а їх колористика підбирається для оздоблення інтер'єру. Інколи для виготовлення стільників для кухні використовують тверді, щільні та хімічно стійкі кольорові граніти і подібні до них за властивостями породи. Останнім часом із природного каменю виготовляють двері, але найчастіше для покриття поверхні таких виробів використовують так званий «кам'яний шпон» (див. розділ 3.5).

3.8. Переваги та недоліки матеріалів із природного каменю

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, садів, так і звичайних будинків.

2. *Неповторність,* яка досягається різноманітністю 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 (100...150 кВтгод/м² для кам'яних фасадів та 300...700 кВтгод/м² для фасадів зі скла).

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.

6. Недоліком природного каменю є *висока середня густина, складність добування, обробки та монтажу*, а також *неможливість поновлення природних ресурсів*. Відносно висока вартість природного каменю компенсується його довговічністю, високими декоративними властивостями та неповторністю.



КЕРАМІЧНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

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 соломною 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).

В Єгипті та Месопотамії цеглу, що мала квадратну і плоску форму, навчилися випалювати за три тисячі років до н.е. і використовували для будівництва палаців, каналів, мостів та зиккуратів. Пізніше таку форму цегли запозичили Іран, Середня Азія і країни Близького Сходу. На будівництво відомої Вавилонської вежі було витрачено близько 40 млн. шт. цегли, лицьова поверхня якої була прикрашена кольоровою глазур'ю. Ворота богині Іштар у Вавилоні були споруджені у 575 р. до н.е. з цегли, покритої яскраво-блакитною, жовтою, білою і чорною глазур'ю, на якій зображені орнаменти та рельєфи (рис. 4.1).

Теракотові архітектурні деталі, черепицю, водопровідні труби виготовляли як у Стародавній Греції, так і у Стародавньому Римі. При будівництві Колізею та Пантеону римляни поряд із «римським бетоном» також використовували керамічну цеглу, з якої споруджували складні конструкції (склепіння перекриттів, прогони мостів, акведуки).

У Китаї для покрівель застосовували керамічну черепицю, а для оздоблення будівель — глазуровану кераміку, фарфор. Цінною знахідкою археологів стала теракотова армія — 8099 теракотових статуй китайських воїнів та їхніх коней, які були поховані з першим імператором династії Цинь — Цинь Шихуанді у 210 р. до н.е. (рис. 4.2). Всесвітньо відомою спорудою середини 1-го тисячоліття до н.е. є побудований із керамічної цегли та бе-

тону Великий Китайський мур, завдовжки до 5000 км, заввишки до 10 м, завширшки від 5,5 до 6,5 м (рис. 1.11).

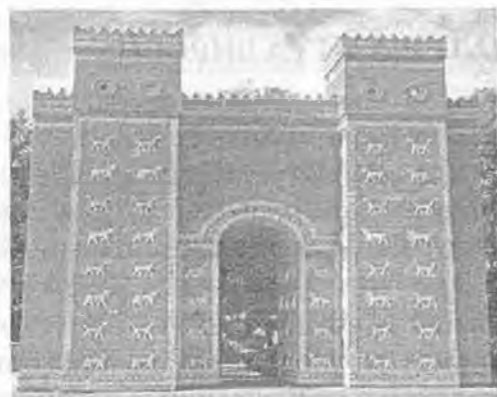


Рис. 4.1. Ворота богині Іштар, що зберігаються у Пергамському музеї, м. Берлін, Німеччина



Рис. 4.2. «Теракотова армія» імператора Цинь Шихуанді, м. Сиань, Китай

На території України збереглися історичні пам'ятники Київської Русі Х...ХІ ст. (залишки Десятинної церкви, Золотих воріт, Софійський Собор), які були збудовані з використанням керамічної цегли та керамічних плиток для підлоги. Цегла на Київську Русь прийшла з Візантії Х...ХІІ ст. Досить тривалий час головним матеріалом для зведення стін, арок, бань, склепінь культових споруд (Софійський собор (рис. 1.13) і церква Спаса на Берестові у Києві) була плінфа — плоска випалена великорозмірна цегла, яка мала ширину 30...40 см, товщину 2,5...5 см (фото 2).

На території середньовічної Німеччини цегла набула популярності й навіть дала назву стилю в архітектурі, відомому як «цегляна готика», розквіт якої припав на ХІІІ...ХVІ ст., наприклад, кафедральний собор, собор Св. Петра, а також собор Св. Марії (Марієнкірхе) у м. Любецьку (рис. 4.3). Любекську Марієнкірхе, побудовану в 1250...1350 рр., називають матір'ю північно-німецької цегляної готики, її склепіння є найбільш високими у світі для цегляних церков (38,5 м).

Зразками мистецтва вважають побудовані з цегли собори Стародавньої Русі у Володимирі, Новгороді, Пскові. У середніх віках майстри виконували візерункову кладку із фасонної глазурованої цегли (руська візерункова архітектура ХVІ...ХVІІ ст.). Шедевром руського зодчества ХVІ с. є Покровський собор (храм Василя Блаженного), побудований із 18 типів цегли (рис. 4.4).

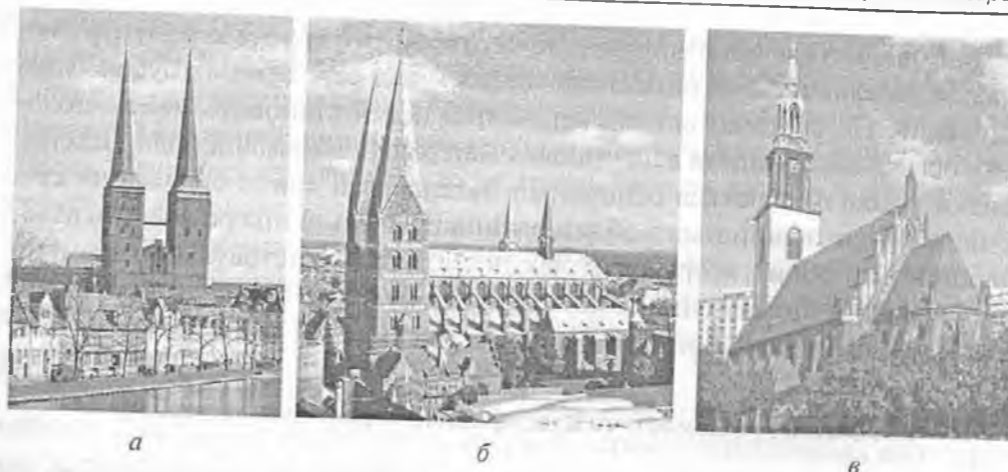


Рис. 4.3. Кафедральний (Любецький) собор (а), церква Св. Марії (Марієнкірхе) (б), церква Св. Петра (в), м. Любек, Німеччина

При будівництві споруд із складними формами іспанський архітектор А. Гауді вперше використав поліхромні ефекти керамічного облицювання у вигляді «trencadit» — неправильних кусків кераміки, з яких створені яскраві орнаменти для декорування фасадів та інтер'єрів. Найцікавішими прикладами є церква Саграда Фамілія (Святої Родини) (рис. 4.5, а) і Парк Гуель (рис. 4.5, б, фото 13).



Рис. 4.4. Покровський собор (храм Василя Блаженного), м. Москва, Росія



Рис. 4.5. Церква Святої родини (Саграда Фамілія) (а), Парк Гуель (б, в), м. Барселона, Іспанія

Довговічність, екологічність та простота виготовлення керамічних матеріалів забезпечили їм одне з провідних місць серед інших будівельних матеріалів. На сьогодні випуск керамічної цегли становить майже половину обсягу виробництва всіх стінових матеріалів. Керамічні облицювальні плитки й досі лишаються основними матеріалами для опорядження стін та підлоги, для зовнішнього облицювання будівель. Універсальність властивостей і широкий асортимент дають змогу використовувати керамічні вироби у найрізноманітніших конструкціях будівель і споруд загальнобудівельного та спеціального призначення.

4.1. Загальні відомості та класифікація керамічних матеріалів

Згідно із класичним уявленням, *керамічними* називають матеріали та вироби, які одержують формуванням, сушінням і подальшим випалюванням глинистої та інших видів мінеральної сировини з різними добавками або без них.

Поняття «кераміка» в останні часи трансформувалось. Сьогодні під керамікою розуміють матеріали, отримані спіканням неметалевих порошоків природного або штучного походження. Сучасну кераміку поділяють на *конструкційну* (цегла, камені, блоки), *декоративну* (облицювальні вироби — плити та плитки для зовнішнього і внутрішнього оздоблення) та *функціональну* (спеціальні керамічні матеріали з електричними, магнітними, оптичними і теплофізичними властивостями).

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 земляний 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 скловидною фазами. У грубокерамічних виробах, ви-

палених 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 (*terra* — земля, *cotta* — випалена) — 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 (назва походить від острова Мальорка) — 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 Фаенца) — 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.

4.2. 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, що утворилися внаслідок вивітрювання вивержених польовошпатних гірських порід. Вони представлені природними гідроалюмосилікатами, 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* ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$), *монтморилоніт* ($Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot nH_2O$), а також *іліт* і *гідрослюда*.

Білі глини представлені переважно каолінітом (з вмістом Fe_2O_3 менше 3%). Після випалювання черепок має білий або кремовий колір, червоні глини містять монтморилоніт та гідрослюда (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 усадку, 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 усадку. 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. Такими добавками є магнезит, крейда, доломіт, які під час випалювання виділяють CO_2 , а також вигоряючі добавки — тирса, відходи вуглезбагачувальних фабрик, зола ТЕС, лігнін, подрібнене буре вугілля.

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 (литтвовим) способами.

Пластичне формування передбачає зволоження шихти до 20...25% і формування виробів при тиску 1,0...1,5 МПа. Для цього придатні однорідні легкоплавкі середньо- та помірнопластичні глини, що містять 40...50% піску. Найчастіше методом пластичного формування виготовляють керамічну цеглу та камені, черепицю, труби й деякі види керамічних плиток.

Напівсухий спосіб передбачає пресування виробів із сипких порошкоподібних мас (прес-порошку) вологістю 8...12% під великим тиском (15...40 МПа). Різновидом є сухий спосіб, що передбачає пресування керамічних порошоків вологістю 2...8%. Напівсухе пресування застосовується при виготовленні плоских тонкостінних виробів (плиток), а також для виробництва керамічної цегли та порожнистих каменів.

Шлікерний (литтвовий) спосіб полягає в тому, що вихідні матеріали подрібнюють разом із водою у кульовому млині при вологості 45...60% до одержання однорідної маси — шлікеру. Залежно від способу формування шлікер використовують безпосередньо для отримання виробів методом лиття або після його підсушування до порошкоподібного стану — для виготовлення виробів напівсухим пресуванням. Методом лиття отримують тонкі вироби (мозаїчні плитки) та вироби складної конфігурації (санітарно-технічні).

Проміжною операцією технологічного процесу виробництва керамічних виробів є *сушіння*, яке необхідне для надання сирцю механічної міцності і підготовки його до випалювання. Сушіння — це складний процес, пов'язаний із випаровуванням вологи із сирцю для зменшення деформацій усадки під час наступного випалювання виробів.

Випалювання є завершальною стадією виготовлення керамічних виробів, а також визначальним етапом технології, оскільки дефекти, що виникають на цій стадії, є незворотними. Випалювання відбувається в інтервалі температур 900...1100°C. Для отримання виробів із обмеженим водооглинянням, а отже, із більшою щільністю (облицювальні плитки, клінкерна цегла, санітарно-технічні вироби) використовують тугоплавкі глини та підвищують температуру випалювання до 1300...1400°C. Для одержання вогнетривких виробів застосовують вогнетривку глину, магнезит і кварцит; випалювання виконують при температурі 1300...1800°C.

Використовують також *подвійне випалювання виробів (бікоттуру)* — спочатку випалюють основу, а потім на поверхню випаленого виробу наносять глазур і проводять повторне випалювання. Таким способом можна отримати глазуровані вироби — майоліку, фаянс, фарфор, плитку *коттофорте* (глазурована пориста плитка із коричневим черепком, з водооглинянням до 18%) для внутрішніх стін і підлог, а також *тералью* (біла плитка малих форматів пористістю до 10% із рельєфною шовкографією). Цей метод є енергосміним і дорогим, тому його застосовують при отриманні ексклюзивних керамічних виробів та проведенні реставраційних робіт.

Є також *декоративне випалювання*, яке здійснюють для закріплення розпису надглазурними фарбами, в тому числі люстровими. Його вико-

ристовують при виробництві декоративних елементів (бордюрів, декору, вставок), які виготовляють на основі фонові плитки, що була випалена один або два рази. Іноді декоративне випалювання називають третім, але це умовно: кількість випалювань виробу залежить від складності орнаменту та складу використаних матеріалів.

4.3. Види декорування керамічних матеріалів

Естетичні властивості керамічних матеріалів, як і інших будівельних матеріалів, зумовлені їх формою, розмірами, пропорціями, кольором, рисунком, текстурою та фактурою поверхні.

Декоративне оздоблення керамічних виробів може бути виконане такими способами:

- звичайним випалюванням глини, що містить різну кількість оксидів заліза;
- введенням пігментів при переробці глинистої сировини;
- механічною обробкою поверхні виробу;
- покриттям поверхні виробу кольоровими глазурями із наступним випалюванням;
- покриттям поверхні виробу ангобами;
- металізацією поверхні виробу із наступним відновленням металу в процесі випалювання або напиленням металу на неглазуровані керамічні вироби.

Більшість глин містить оксиди заліза, які надають керамічним виробам після випалювання різні відтінки червоного кольору. Додаванням мінеральних барвників до глиняної маси із світловипалюваних глин отримують керамічні вироби різних кольорів і відтінків. Наприклад, неглазуровані кольорові плитки для підлог отримують із природно забарвлених глин та глин із додаванням барвників (оксидів кобальту, титану, хрому, редоксайду) в кількості 0,5...10%. При наявності в глинах вапнякових включень вироби набувають світло-коричневих та бежевих тонів. Червоні кольори отримують введенням оксидів феруму, коричневі — марганцевих руд, сірі — хромистих. При вмісті оксидів феруму до 0,8% вироби набувають білого кольору; 0,8...2,7% — колір виробу змінюється від чисто білого до молочного; 2,7...4,2% — від світло-жовтого до темно-жовтого; при 5,5% — вироби стають світло-червоними; а при 8,5...10% — колір плавно переходить від яскраво-червоного до темно-червоного. При випалюванні в різних середовищах вироби також можуть набувати: червоного кольору — в окислювальному середовищі, сірого та навіть чорного — у відновлюваль-

ному. При випалюванні кераміки в атмосфері вуглеводнів, наприклад, при спалюванні смолистих хвойних порід, можна отримати керамічні вироби сріблясто-чорних тонів. Цей колір пов'язаний з утворенням графіту внаслідок розкладання вуглеводнів на гарячій керамічній поверхні. Такий прийом у давні часи використовували українські гончарі при виготовленні чорного неглазуваного посуду, відомого як гаварецька кераміка.

Рельєфний рисунок отримують обробкою лицьової поверхні керамічних стінових матеріалів у процесі формування (спеціальними валиками, щітками, гребінками та горизонтальними струнами) або після нього (інколи використовують різьблення по висушеному виробу для виконання візерунка).

Існує також *спосіб лоціння* — декорування виробів поліруванням поверхні до випалювання (деревиною, каменем, металом) або виробу після випалювання (шліфування та полірування абразивами).

Керамічні стінові матеріали оздоблюють *методом торкретування* сухою мінеральною крихтою. Остання наноситься під тиском на лицьову поверхню глиняного бруса, утворюючи оригінальну зернисту фактуру виробу. Для торкретування використовують кварцовий пісок, шамот, бій скла, фрити (розмелене попередньо зварене скло), відходи виробництва фарфору та фаянсу, керамічних плиток.

Двошарове формування дозволяє отримати *кольоровий лицьовий шар* на керамічних стінових матеріалах за рахунок одночасного подавання у формувальний пристрій двох видів глиняних мас. Одна з них зазвичай представлена кольоровою глиною без добавки або з добавкою природних барвників і пігментів. Крім указаних компонентів, до складу кольорової маси входить кварцовий пісок. Вміст глини зазвичай становить не менше 50%, піску — не менше 27%.

Декоративний шар із матовим або глясовим блиском на поверхні керамічних виробів досягається покриттям їх ангобами, глазурями (поливками), керамічними фарбами, металізацією під час випалювання виробу (часто повторного).

Ангоб — матове керамічне покриття товщиною 0,1...0,4 мм, яке наносять на лицьову поверхню відформованого виробу у вигляді тонкодисперсної суспензії, що складається переважно із білих або кольорових глин. Ангоб при випалюванні не розплавляється і надає виробу матової поверхні. Ангобування застосовують у виробництві лицьової цегли, при цьому ангоб наносять методом розпилювання на поверхні глиняного бруса.

Ангоби поділяють на глинопіщані, флюсові та «античні лаки». Глинопіщані ангоби містять зазвичай глину, пісок та інколи в невеликій кілько-

сті крейду. До складу флюсових ангобів крім глини та піску, вводять речовини, які знижують температуру випалювання, сприяють ущільненню та спіканню. «Античні лаки» відрізняються від глинопіщаних добавкою фарбувальних оксидів. Ангобні покриття повинні бути однотонними, морозостійкими (більше 25 циклів), на них не повинно бути волосяних тріщин (цеку), відколів, здуття, патьоків.

Глазур (полива) — скловидне покриття (глянсове або матове, глухе або прозоре) товщиною 0,1...0,5 мм, яке наносять на поверхню керамічного виробу і закріплюють випалюванням. Крім поліпшення декоративних властивостей, глазур знижує водонепроникність, підвищує міцність та атмосферостійкість керамічних виробів. Основні компоненти глазури: кварц, польовий шпат, каолін, солі лужних і лужноземельних металів.

Глазури бувають прозорі та глухі (емалі), безбарвні і забарвлені, глясові та матові, тугоплавкі і легкоплавкі. Склад глазури підбирають так, щоб температура її плавлення була близькою до температури спікання черепка і щоб вона мала однаковий із ним коефіцієнт термічного розширення.

За способом приготування глазури поділяють на *сирі (нефритовані)* та *сплавлені (фритовані)*. Нефритована глазур утворює склоподібну плівку на виробі під час випалювання. Фритовану глазур отримують у вигляді порошку, утвореного розмелюванням заздалегідь звареного скла. Нефритовані глазури використовують для декорування виробів із напівфарфорових та фарфорових мас, а фритовані — для виробів із фаянсових мас.

Глазури у вигляді тонкодисперсної водної суспензії наносять зануренням, поливанням або пульверизацією на попередньо випалені або добре висушені вироби. Вироби вбирають вологу, а тверда речовина глазури відкладається на поверхні щільним шаром, який при випалюванні розплавляється на ній у вигляді тонкої склоподібної плівки.

Люстр — вид глазури із перламутровим переливом (кольоровим або безбарвним). Ефект досягається випалюванням нанесеного на поверхню глазури смоляного мила (резинату), внаслідок чого утворюється тонка надглазурна плівка, яка заломлює промені світла.

Керамічні фарби — суміші термостійких барвників із легкоплавкими стеклами. Барвниками в них є природні або штучні пігменти різного кольору (наприклад, графіт — сірий, оксид феруму — коричневий, оксид хрому — зелений, оксид кобальту — синій).

Керамічні фарби бувають надглазурні і підглазурні; *надглазурні* — це суміш пігментів із флюсами (легкоплавкими стеклами), а *підглазурні* — суміш пігментів із глазур'ю. Колір та інтенсивність забарвлення виробів

залежать від температури випалювання, кількості і виду пігменту. Випалюють надглазурні фарби при температурі 550...860°C, а підглазурні — до 1450°C. Отримані покриття після випалювання характеризуються яскравим кольоровим тоном, високою стійкістю до дії світла та різних кліматичних факторів.

Одно- або багатокольоровий рисунок наносять на плитки методами серіографії чи шовкографії.

Серіографія — декорування глазурованих виробів, при якому фарби (або спеціальні мастики) наносять перед глазуруванням продавлюванням крізь відповідні заданому рисунку отвори сітки-трафарету.

Шовкографія — вид трафаретного друку, при якому зображення на матеріалі отримують продавлюванням фарби крізь спеціальну шовкову сітку.

4.4. Конструкційні керамічні вироби

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

Форма та розміри цегли змінювались протягом усієї історії людства: в XI ст. — квадратна плита, в XII ст. — прямокутний паралелепіпед. Регламентация та уніфікація розмірів були проведені лише в XVII...XVIII ст. Залежно від типорозмірів розрізняли плінфу, крупнорозмірну цеглу, маломірну та стандартну. Використання плінфи (розмір — 280×230×45 мм) на території Київської Русі припало на XI...XII ст. Крупнорозмірна цегла 290×140×85; 280×130×75; 270×130×7 мм набула широкого застосування в XV...XVIII ст. Маломірну цеглу товщиною 4,5...5,5 см використовували в XVI...XVIII ст., зокрема при будівництві Петербурга. Стандартну цеглу розмірами 250×120×65 мм почали виготовляти та впроваджувати у будівництво тільки в XVII...XX ст.

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.

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 250×120×65 мм (коефіцієнт перерахунку на умовну цеглу НФ дорівнює 1,0), цеглу модульних розмірів одинарну — 288×138×65 мм (коефіцієнт перерахунку 1,32), цеглу потовщену — 250×120×88 мм (коефіцієнт перерахунку 1,35), камінь звичайних розмірів 250×120×138 мм (коефіцієнт перерахунку 2,12) модульних розмірів — 288×138×138 мм (коефіцієнт перерахунку 2,81), камінь укрупнений — 250×250×120 мм (коефіцієнт перерахунку 4,42), камінь крупноформатний із максимальними розмірами 510×250×219 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 F15, F25, F35, F50, F75, F100. Цеглу марки F15 використовують для внутрішніх конструкцій та для самонесучих огорожувальних конструкцій, які захищені від зовнішнього впливу. Лицьові вироби повинні мати марку за морозостійкістю не нижче F50.

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 4.1).

Таблиця 4.1

Класифікація керамічних виробів за теплотехнічними властивостями

Назва групи виробів	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	Клас середньої густини	Середня густина виробів, кг/м ³
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 ефективною 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 коефіцієнтом теплопровідності 0,18...0,22 Вт/(мК). Для утворення дрібних замкнутих пор під час випалювання цегли до складу глини 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 Вт/(мК) при збереженні міцності цегли, що відповідає М50.

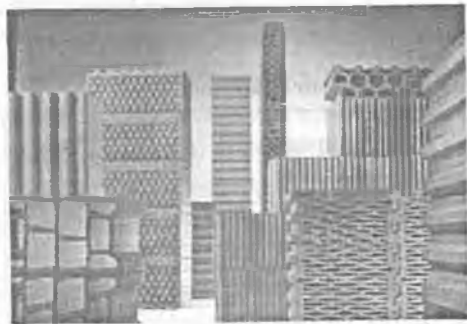


Рис. 4.6. Різновиди крупноформатних керамічних стінових виробів

Сучасними конструкційними елементами пазово-гребневої конструкції для мурування стін товщиною 120, 250, 380, 510 мм є крупноформатні камені (рис. 4.6), марка за міцністю яких може бути М100...М150.

Перевагами такого матеріалу є високі теплоізоляційні властивості (коефіцієнт теплопровідності 0,29...0,34 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.

4.5. Керамічні вироби в екстер'єрі

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 довжикову. Їх виготовляють із керамічної маси на основі природної або штучно забарвленої глинистої сировини методом пластичного формування або напівсухого пресування із нанесенням фактурного шару чи без нього (рис. 4.7).



Рис. 4.7. Лицьова цегла та камені

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 гама виробів та офактурювання лицьової поверхні, широкого асортименту форм фасонних виробів (радіальна, кругла, арочна) для створення рельєфного оздоблення фасадів у вигляді виступів, впадин, карнизів, склепін 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 торкretуванням 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 F25.

Порівняно із рядовими стіновими виробами до лицьової цегли і каменів висувають більш жорсткі вимоги щодо точності геометричних розмі-

рів та показників зовнішнього вигляду (кольору, фактури тощо). Фасална цегла є негорючою та стійкою до дії атмосферних впливів (перепадів температури, опадів, вітрового навантаження).

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 F50, пористість не більше 5%, коефіцієнт теплопровідності 1,16 Вт/(м·К), 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 клінкерною цеглою, тривалий час не потребує ремонту, а можливість варіації різних кольорів та форм дозволяє створювати цікаві архітектурні композиції.

Клінкерну 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 неглазуваною. Основними перевагами клінкерної 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. Клінкерну плитку за сучасними технологіями випускають завдовжки 120...440 мм, завширшки 65...200, товщиною 7...9 мм.

Клінкерна плитка «під цеглу» є економічно вигідним матеріалом, оскільки більш дешева, ніж облицювальна цегла, та довговічна. Її випускають прямокутною та квадратною розмірами 115×240, 240×240, 300×300 мм, товщиною 14 мм, але можна отримати і складніші форми, в тому числі кутові елементи, які дозволяють досягти повного імітування цегляного мурування. Кольорова гама клінкерної плитки дуже різноманітна. Клінкерна 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. Клінкерну плитку використовують під час проведення ремонтно-реставраційних робіт, оздоблення фасадів, цоколів, терас, балконів, басейнів, доріжок, елементів ландшафтного дизайну (рис. 4.8, а, б).

Термопанелі з клінкерної плитки виконують захисну та декоративну функції, вони складаються з двох компонентів: пінополіуретану, який виконує

теплоізоляційну функцію і надійно захищений від впливу навколишнього середовища другим компонентом — клінкерною плиткою з матовою поверхнею та рельєфною фактурою (рис. 4.8, в).



Рис. 4.8. Фасад (а) та сходи (б), оздоблені клінкерною плиткою; термopanелі із клінкерної плитки (в)

Плитки керамічні фасадні використовують для зовнішнього облицювання стін, стінових панелей, цоколів будинків і споруд. Виготовляють їх прямокутними чи квадратними (від 50×50 до 300×150 мм, завтовшки 7 і 9 мм) з різними координативними розмірами.

Координативний розмір — це сумарна величина номінального розміру плитки (ширини або довжини) і ширини шва розчину, яка зазвичай становить 4...8 мм. Лицьова поверхня плиток може бути гладкою, рельєфною, ангобованою, неглазурованою та глазурованою. Глазур може бути глянцевою або матовою.

Тильна (монтажна) поверхня плиток повинна бути рельєфною для кращого зчеплення з розчином. Лицьова поверхня плиток не повинна мати тріщин та інших дефектів, вид і кількість яких регламентується стандартом.

Виготовляють фасадні плитки з вогнетривких та тугоплавких глиняних мас методами напіссухого пресування чи пластичного формування.

Водопоглинання плиток повинно бути не менше 2% за масою і не більше 5...12 мас.% (залежно від виду керамічної маси та призначення плиток). Морозостійкість плитки для облицювання стін повинна бути не менше F40, а для облицювання цоколів — не менше F50. Границя міцності при згині — не менше 1,6 МПа (для стін) та 1,8 МПа (для цоколів). Для глазурованих плиток твердість глазури за шкалою Мооса має бути не менше 5, а термічна стійкість — не менше 125°C.

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 1000×1000 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.

Керамічний граніт ("gres", "gres porcellanato") відомий як кам'яний фарфор або фарфорова кераміка (рис. 4.9, а, б). Для виготовлення керамічного граніту потрібна високоякісна сировина, що складається з білої глини, польових шпатів, кварцового піску та барвника (оксидів металів), завдяки чому виріб забарвлюється по всьому об'єму. Плитки формують на пресі під тиском близько 50 МПа, а потім випалюють при 1200...1300°C. Отримані вироби характеризуються досить однорідною структурою, певним співвідношенням між кристалічною і скловидною фазами і дуже низьким водопоглинанням (близько 0,05%). Вони не поступаються природному граніту за показниками міцності (близько 60 МПа), зносостійкості, корозійної стійкості, морозостійкості (не менше F100), атмосферостійкості, стійкості до ультрафіолетових випромінювань, а також відрізняються високою термостійкістю і запобігають розповсюдженню вогню при пожежі. Існує також різновид так званого червоного керамограніту ("gres rosso"), сировиною для якого є кольорові глини. Червоний керамограніт часто покривають глухими глазурями (емалями), створюючи широку гаму декоративних матеріалів.

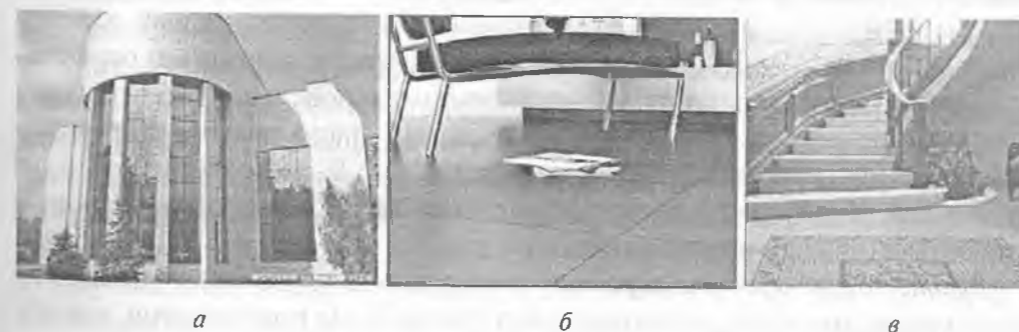


Рис. 4.9. Фасад (а), підлоги (б) та сходи (в), оздоблені плиткою «керамічний граніт»

Розміри плиток керамограніту від 200×200 мм до 300×300 мм при товщині від 7,5 до 12 мм. Останнім часом розміри плитки для стін збільшені до 1000×600мм. Залежно від способу обробки, поверхня керамограніту може бути полірованою, напівполірованою, матовою (лощеною), рельєфною, сатинованою (з м'яким блиском, який отримують покриттям шаром мінеральних солей перед випалюванням із наступним воскуванням поверхні) і протиковзкою (рельєфної фактури). Зазвичай поліровані плитки (твердість за шкалою Мооса 5...6) застосовують для оздоблення поверхонь, які не піддаються дії абразивних матеріалів, наприклад, підлоги з низьким рівнем навантаження. Керамограніт випускають глазурованим і неглазурованим; глазуровану плитку використовують для підлог з меншою інтенсивністю руху. Керамічний граніт придатний для облицювання сходів, при цьому вирішується проблема ковзких поверхонь. Також випускають для підлог вироби із завальцьованою кромкою і насічками проти ковзання.

Керамічні плитки різного виду (керамограніт, клінкерна кераміка) використовують для оздоблення систем теплих фасадів (див. гл. 15, рис. 4.10).

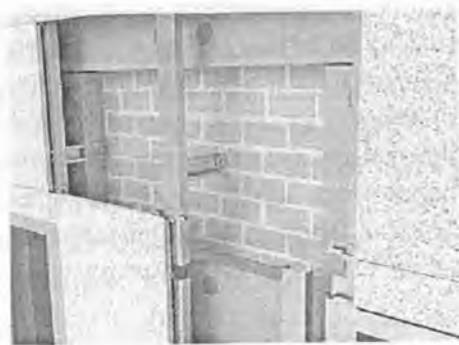


Рис. 4.10. Влаштування теплого навісного фасаду з використанням плит із керамічного граніту

Вологостійкість плиток не повинно перевищувати 16,5 мас.%, морозостійкість — не менше F35. Килимову кераміку застосовують для облицювання зовнішніх стін будівель різного призначення.

Архітектурно-художня кераміка призначена для художнього оздоблення будівель, інтер'єрів, переходів тощо. Залежно від призначення, вироби бувають неглазурованими, глазурованими і ангобованими. Вимоги до виробів архітектурно-художньої кераміки такі самі, що й до облицювальних плит. Вироби формують із пластичних керамічних мас, причому плити —

на стрічкових пресах, а архітектурні деталі отримують литтям шлікера переважно в гіпсові форми.

Теракотові вироби від світло-кремового до червоно-коричневого, навіть чорного кольору широко застосовують у вигляді архітектурних деталей (частин колон, карнизів) та малих архітектурних форм не тільки в сучасних архітектурних рішеннях, але й у реставраційно-ремонтних роботах.

Керамічна черепиця — це покрівельний виріб, який набув популярності завдяки довговічності, вогнестійкості, звукоізоляції, стійкості до агресивних середовищ, екологічності та високим декоративним властивостям. Керамічні покрівельні матеріали відомі понад 4000 років. Грецькі та римські античні споруди були покриті керамічною черепицею. Від римлян її запозичили північні народи. Саме на Півночі у VIII ст. з'являється черепиця у формі «риб'ячої луски», взірцем для якої був дерев'яний гонт. Королівський палац у Бангкоку перекритий дахом із глазурованої «риб'ячої луски», відформованої вручну. Пізніше у XV ст. у Фландрії з'явилася черепиця у формі літери S. Ще раніше така форма черепиці була відомою в Китаї та Японії. Сьогодні керамічну черепицю використовують як покрівельний матеріал для житлових і громадських будівель та споруд. Виготовляють черепицю з легкоплавкої глинистої сировини (з добавками або без них) пластичним формуванням, штампуванням або напівсухим пресуванням. Одержаний сирець випалюють в інтервалі температур 900...1050°C.

У формі глиняної черепиці відбиваються національні особливості будівництва: французька (марсельська) — двожолобчаста, голландська — з одним жолобком, антична римська — з напівкруглою покрішкою, антична грецька — з гранованою поверхнею, татарська — лоткова, напівкругла.

Черепиця за умовами формування поділяється на види: штампована, пластичного формування та напівсухого пресування, а за конфігурацією — на типи, а саме: штампована — пазова, марсельська, голландська, S-подібна, мунк-нун, гребенева та гребенева укрупнена; пластичного формування — стрічкова пазова, стрічкова плоска, стрічкова S-подібна, стрічкова хвильова та стрічкова гребенева; напівсухого пресування — плоска типу «бобровий хвіст» (рис. 4.11). Черепицю можна виготовляти з декоративним покриттям (глазур, ангоб). Використовуючи технологію нанесення ангобу плямами, отримують покриття з ефектом старіння. Палітра глазурованої черепиці також достатньо різноманітна, основними кольорами є червоний, зелений, синій, чорний, білий, блакитний. Ангобована та глазурована черепиця краще захищена від зовнішніх впливів, але при цьому здатна «дихати». Глазурована черепиця на 10...15% дорожча ангобованої, а остання

на 5...15% дорожча звичайної. Черепиця повинна бути водонепроникною та морозостійкою (не менше F25 для виробів пластичного формування та F35 для виробів напівсухого пресування), а також витримувати механічне навантаження на злом у межах 80...150 кгс (залежно від форми виробу). До недоліків черепиці належать: велика маса (величина якої у водонасиченому стані не повинна перевищувати 74 кг (а для більшості видів — 55 кг) на 1 м² покриття, крихкість, значна трудомісткість влаштування покрівлі і необхідність підготовки міцної кроквяної системи з великим нахилом (більше 30°) для швидкого стікання води. У випадку використання додаткової гідроізоляції кут нахилу даху може становити 22°. Слід зазначити, що завдяки своїй масі черепиця добре ізолює від шуму і повільно прогрівається на сонці.

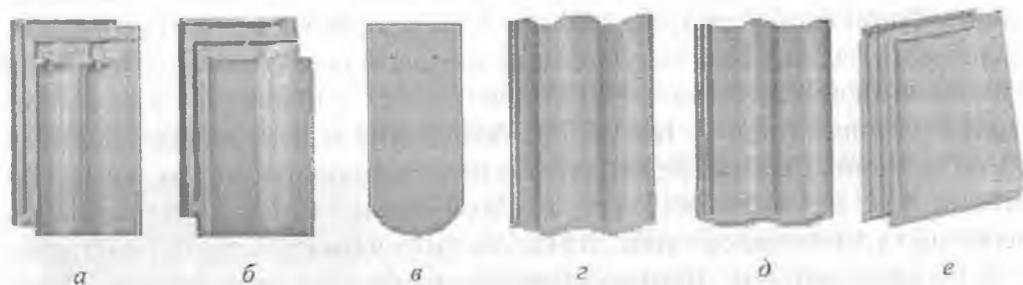


Рис. 4.11. Різновиди керамічної черепиці:

а — штампована пазова; б — стрічкова пазова; в — стрічкова плоска «бобровий хвіст»; г — штампована гребенева звичайна; д — штампована «мунк-нун»; е — штампована голандська

Сучасні види черепиці дозволяють частково компенсувати такі недоліки традиційних моделей, як висока маса та трудомісткість монтажу. Більшість її видів поєднується між собою замками, які розташовані на тильному боці. Виступаючі гребені створюють бар'єр для проникнення атмосферних опадів у покрівельний простір. Останнім часом розміри черепиці збільшились, і тому кількість плиток на 1 м² становить 8...11. Створена черепиця з новими видами покриттів: наприклад, покриття з ефектом «лотосу» не потребує механічного очищення, тому що дощова вода змиває бруд. У сучасному будівництві черепиця стала не тільки частиною огорожувальної конструкції, але й важливим декоративним елементом, що надає будинку індивідуальної неповторності.

Для створення індивідуальності і своєрідності будинку з керамічною покрівлею використовують гребеневі прикраси у вигляді заглушок

на початковій та кінцевій гребеневій черепиці, фігурки на початковій черепиці у вигляді сови, кішки, півня, гнома тощо, а також шпилі та фігурні гребені (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Керамічна черепиця та фасонні вироби для влаштування даху

4.6. Керамічні вироби в інтер'єрі

Оформлення інтер'єру виконують з урахуванням розмірів, форми, кольору, текстури керамічної плитки за певним рисунком її укладання. Високі декоративні властивості плитки дозволяють створювати ексклюзивні інтер'єри, особливо тоді, коли її виготовляють за індивідуальним замовленням.

Керамічна плитка для інтер'єру, залежно від призначення, поділяється на плитку неглазуровану щільну одинарного випалювання (котто, червоний "gres", "gres porcellanato", клінкер); глазуровану пористу подвійного випалювання (майоліка, коттофорте, фаянс) та щільну (фарфор); глазуровану щільну одинарного випалювання (світла плитка, в тому числі фарфор, червона плитка, клінкер).

Керамічні плитки є дуже різноманітними за формою, кольором та характером поверхні (фото 14), остання може бути рельєфною, матовою, сатинованою, полірованою тощо. Поверхня сучасної плитки може імітувати різні матеріали — деревину, природний камінь, тканину, метал. Освоєно виробництво об'ємної кольорової кераміки з крупним рельєфом поверхні. Цікаві рішення інтер'єру можна отримати, використовуючи плитки з елементами флористики або квіткові панно. Сучасні глазуровані

плитки для кухні піддають штучному старінню для створення певного декоративного ефекту. Оригінальними є також керамічні плити універсального призначення — крупнорозмірні тонкостінні вироби розміром 1200×500 мм товщиною до 10 мм.

Використання таких декоративних елементів, як *вставки, панно, бордюри*, поряд із керамічною плиткою дає можливість створити цікаві композиційні рішення інтер'єру (фото 15, а, б, в).

Вставки — це плитки розміром 100×100 або 200×200 мм, які розташовують на незначній відстані одну від одної по всій площі фонові плитки. Розрізняють вставки *барельєфного* (в яких малюнок є випуклим) і *плоского* типів. Барельєфні вставки зазвичай із зображенням фруктів, овочів, квітів та пасторальних сюжетів; використовують їх тільки при оздобленні стін. Плоскі вставки є доцільними при оздобленні як стін, так і підлоги. Їх рисунок досить різноманітний — від геометричних фігур до зображень людей та тварин. Існують також *функціональні вставки*, які виготовляють у вигляді гачка або полички, що розташовують на кухні або у ванній кімнаті.

Декоративні панно — це керамічна вставка, що складається із однієї великої плитки або декількох малих. Панно відрізняється від вставки наявністю унікального сюжету. Найбільш розповсюджений тип панно — *фрісайз*, головною особливістю якого є відсутність стандартних форм і розмірів (рис. 4.13, фото 16).



Рис. 4.13. Варіанти плитки фрісайз для декоративного панно

Бордюри зазвичай постачають разом з плиткою. Зазвичай колекції плитки комплектують декількома видами бордюрів, різних за формою та розмірами. Традиційний бордюр — це прямокутник певної довжини шириною до 80 мм, частіше використовується при горизонтальному укладанні як поділ між двома типами плиток. При вертикальному укладанні бордюр створює ілюзію розділеного простору — для виділення будь-якого предмета з загального фону. Інший вид бордюру — це бордюро-

олівець. Він укладається в місцях стику стіни та підлоги, а також стін і стель.

Найчастіше для внутрішнього облицювання використовують два види плиток: майолікові та фаянсові. Їх відносять до пористої глазурованої кераміки, отриманої однократним випалюванням. Водопоглинання такої кераміки може змінюватись від 0 до 15%.

Майолікові плитки, в тому числі кахлі для печей та елементи декору, виготовляють із легкоплавких глин з додаванням до 20% крейди. Внаслідок випалювання плиток утворюється пористий черепок, лицьову поверхню якого покривають кольоровою глазур'ю, а на тильний бік наносять борозенки для кращого зчеплення з розчином. Із майоліки виготовляють декоративно-художні вироби (скульптура), кахлі, панно, барельєфи та інші елементи декору.

Фаянсові плитки виготовляють із вогнетривких глин, додаючи кварцовий пісок і плавні (зокрема, польовий шпат). Плитки після випалювання мають білий або світлозабарвлений черепок. Лицьова поверхня плиток може бути гладенькою або рельєфною, одно- або багатоколірною. Декорування може здійснюватися методом серіографії, набризку, нанесенням глазури, яка може бути блискучою або матовою, прозорою чи глухою. Тильний бік плитки має рифлену поверхню. Залежно від форми, плитки бувають квадратними, прямокутними та фасонними. Розміри плиток 150×150, 150×200, 200×200, 200×300 мм, товщина не повинна перевищувати 6 мм, а для плінтуса — 10 мм. Водопоглинання плиток має становити не більше 16%.

Плитки для внутрішнього облицювання стін повинні мати правильну геометричну форму, чіткі грані і кути, бути термостійкими. Такі плитки широко застосовують для облицювання санітарно-технічних вузлів та кухонь в житлових і громадських будівлях, у лікарнях, на підприємствах харчової та хімічної промисловості.

Керамічні плитки для підлоги можуть мати різну форму — квадратну, прямокутну, багатогранну тощо — та характер поверхні — гладку чи рельєфну, глазуровану чи неглазуровану. Розрізняють плитки основні та бордюрні. Розміри сторін плиток: варіюються від 150 до 500 мм, товщина повинна бути не менше 7,5 мм. Їх виготовляють напівсухим пресуванням із тугоплавких або вогнетривких глин, випалюючи до повного спікання, із забарвлюючими добавками або без них.

Плитки повинні мати низьке водопоглинання за масою (до 3,5% для неглазурованих і до 4,5% — для глазурованих), підвищений опір щодо стирання (не більше 0,18 г/см² для неглазурованих плиток), границю міцності при згині — не менше 28 МПа (для плиток товщиною до 9 мм) і не менше 25 МПа (для плиток товщиною понад 9 мм). Глазур повинна мати твердість за шкалою Мооса не менше 5 та бути хімічно стійкою. Термостійкість глазурованих плиток має бути не нижче 125°C при випробуванні за стандартною методикою.

Плитки призначені для настилання підлог у санітарних вузлах, вестибюлях і на сходових майданчиках житлових та громадських будівель, а також у виробничих і допоміжних будівлях промислових підприємств. Плитки завдяки декоруванню різними методами можуть бути одно- та багатокольорними, в тому числі візерунковими, із різноманітною фактурою.

Метлаські плитки — дрібноформатні вироби різноманітних форм, які виготовляють із фарфорової маси (або тугоплавкої глини) різних кольорів (забарвлення плитки зазвичай здійснюють по всьому об'єму матеріалу). Плитка характеризується високими експлуатаційними властивостями (морозостійкістю, твердістю, кислотостійкістю, водопоглинанням зазвичай менше 4%), що дає можливість застосовувати її як у житлових, так і в громадських приміщеннях (рис. 4.14).

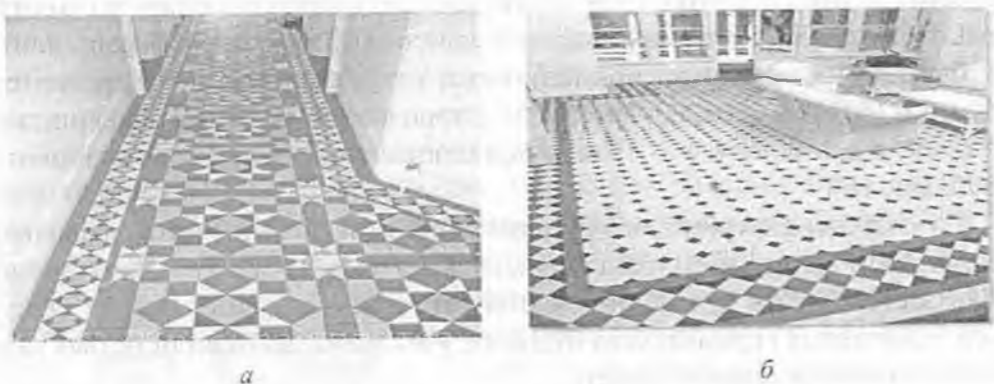


Рис. 4.14. Варіанти створення орнаментів за допомогою метлаських плиток: а — в офісному та б — житловому приміщеннях

Плитки керамічні мозаїчні для підлог виготовляють квадратними зі стороною 23 і 48 мм, завтовшки 6 і 8 мм, на заводі їх лицьовою поверхнею наклеюють на крафт-папір або картон за певним рисунком, одержуючи килими розміром 398×598 мм. Товщина шва між плитками 2 мм. Укладають килими на пластичну цементно-піщану розчинову суміш. Після завершення укладання плитки крафт-папір чи картон змивають. Існує також технологія отримання мозаїчної плитки для підлог шляхом пресування у прес-формі зі встановленим шаблоном, куди засипають прес-порошок визначеного кольору (до 8 кольорів) на глибину 2...4 мм, потім засипають основний шар і пресують. Випалювання виробів відбувається при температурі, що забезпечує спікання та отримання матеріалу з водопоглинанням до 2%. Основні вимоги до такої плитки збігаються з вимогами, що висуваються до керамічних плиток для підлог.

Для влаштування підлог у виробничих цехах, магазинах, ресторанах, виставкових залах, лабораторіях, адміністративних спорудах використовують великорозмірні **плитки керамічного граніту** (рис. 4.15) — вироби зі спеченим черепком, які характеризуються водопоглинанням 0,1 мас.%, твердістю за Моосом 7, границею міцності при згині 4,0 МПа, водо- та кислотостійкістю. Розміри плиток від 200×200 до 600×600 мм, завтовшки 9...15 мм. Вони можуть бути різного кольору та мати малюнок, що імітує природний камінь із включеннями дрібних або крупних фракцій. Твердість матового керамограніту без додаткового полірування становить 8...9, тому його застосовують для влаштування підлог у місцях із інтенсивним рухом і складними умовами експлуатації.

Експлуатаційними вимогами до плитки, яку використовують для влаштування підлог у ванній кімнаті, є низька пористість, підвищена вологостійкість, підвищена хімічна стійкість, нековзка матова або глянцева поверхня. Для кухні та їдальні потрібна плитка підвищеної міцності, низької пористості, стійка до ударів, не тільки із підвищеною хімічною стійкістю, але й стійкістю до механічних впливів. Підвищену стійкість до стирання повинна мати плитка для *холу, коридору, передпокою*. При влаштуванні підлог із керамічної плитки слід пам'ятати, що така підлога є «холодною», тому доцільно застосовувати конструкцію «теплої підлоги». Плитка для підлог громадських приміщень і промислових підприємств, де рухається велика кількість людей або відбувається виробничий процес, повинна бути стійкою до удару, мати низьку стираність, високу хімічну стійкість і нековзку поверхню.

Санітарно-технічна кераміка. Санітарно-технічні вироби призначені для санітарно-гігієнічного та господарчого використання і представлені раковинами, унітазами, змивними бачками, ваннами та іншими виробами і обладнанням санітарно-технічних вузлів житлових, громадських та виробничих приміщень. Унітази, залежно від розташування зливної бачка, бувають двох видів: компакт (бачок для змивання прикріплюється безпосередньо до унітазу) і розділені (з'єднання здійснюється за допомогою труби). Виготовляють ці вироби із фарфорових, напівфарфорових, фаянсових мас і покривають білою або кольоровою глазур'ю. Сировиною є каолінові глини, кварц і польовий шпат, використані в різних співвідно-



Рис. 4.15. Влаштування підлог із керамограніту

шеннях. Сучасні технології передбачають лиття під тиском у пластикові форми, глазурування на автоматичних лініях роботами-напилювачами. випалювання в автоматизованих печах.

Санітарно-технічні вироби покривають прозорою або глухою (білою або кольоровою) глазур'ю. Їх естетичні властивості пов'язують, у першу чергу, зі ступенем білизни, що оцінюється кількістю розсіяного відбитого світла. Вироби із фаянсу мають міцність при стиску майже 100 МПа, водопоглинання не більше 12%; міцність виробів із напівфарфору становить відповідно 150...200 МПа, а водопоглинання не більше 5 мас. %; із фарфору — міцність до 500 МПа та водопоглинання не більше 1 мас. %.

Для оформлення *інтер'єру будинку, зимового саду та ландшафтного дизайну* використовують вази, кашпо, фонтани, квітники, які виготовлені із фарфору, фаянсу та шамоту. Вироби із шамотної маси характеризуються шорсткою зернистою текстурою, теплими жовто-коричневими кольорами, їх також можна декорувати глазур'ю.

Для облицювання печей та камінів використовують *кахлі* — керамічні плитки, які зі зворотного боку мають вигляд відкритої коробки (румпи) для кріплення при муруванні. Румпу та простір між облицюванням і муруванням печі заповнюють глиняним розчином, змішаним із битою цеглою. Найрозповсюдженішими є кахлі теракотові (неглазуровані), майолікові (покріті кольоровою глазур'ю або емаллю), фаянсові та фарфорові. Фаянсові та фарфорові кахлі також прикрашають кольоровою глазур'ю та рельєфними візерунками.

4.7. Керамічні вироби спеціального призначення

Дренажні труби виготовляють круглого, шести- чи восьмигранного перерізу. Відформовані вироби сушать, а потім випалюють при температурі 920...1050°C. Труби можуть бути неглазурованими, глазурованими з розтрубами та без них. Водопоглинання черепка становить не більше 15 мас.%, морозостійкість не нижча F15. Дренажні труби зазвичай на поверхні мають перфорацію (отвори), оскільки вони призначені для дренажу земельних ділянок, спортивних майданчиків, транспортних магістралей, будівель і споруд. Дренажні труби використовують для меліоративних робіт, а також при осушенні ґрунтових основ будівель та споруд.

Каналізаційні труби виготовляють із тугоплавких або вогнетривких глини циліндричної форми з розтрубом на одному кінці. Після формування труби покривають із середини та ззовні кислотостійкою глазур'ю й випалюють при температурі 1250...1300°C. Вони мають бути водонепроникними

та витримувати внутрішній гідравлічний тиск не менше 0,2 МПа. Водопоглинання труб не повинно перевищувати 8 мас.%, а кислотостійкість становить не менше 93%. Технічні характеристики: міцність на стиск 32...80 МПа, на згин — 15...40 МПа, на розтяг — 10...20 МПа, середня густина — 2200 кг/м³, твердість за шкалою Мооса — 7. Труби призначені для будівництва безнапірних мереж каналізації, якими транспортуються промислові, побутові та дошові неагресивні й агресивні стічні води.

Кислототривкі вироби виготовляють із пластичних глини без домішок карбонатів, сульфідів заліза та гіпсу. До таких виробів належать: *кислототривка цегла* (міцність — 15...25 МПа, кислотостійкість — 92...96%, водопоглинання — 8...12 мас. %, термостійкість не менше двох теплотмін); *плитки кислототривкі і термокислототривкі* (міцність при стиску не менше 30 МПа, кислотостійкість — 96...98%, водопоглинання — 6...9 мас. %, теплостійкість — 2...8 теплотмін); *труби та фасонні частини до них* (міцність — 30...40 МПа, кислотостійкість — 97...98%, водопоглинання — 3...5 мас. %). Кислототривка цегла та плитки призначені для опорядження підлог, футерування башт, резервуарів і печей на промислових підприємствах. Керамічні кислототривкі труби виготовляють глазурованими з обох боків та застосовують для перекачування неорганічних і органічних кислот та газів під тиском до 0,3 МПа.

Вогнетривкі вироби — це вироби, які застосовують для будівництва промислових печей і теплових агрегатів, що працюють при високих температурах. Їх поділяють на вогнетривкі (1580...1770°C), високовогнетривкі (1700...2000°C) та найвищої вогнетривкості (понад 2000°C). Найпоширенішими є кремнеземисті — алюмосилікатні, а також магнезійні та хромисті вогнетривкі матеріали.

Легкі заповнювачі. До основних видів легких заповнювачів на основі глинистої сировини належать керамзит, глинозольний керамзит, сланцепорит і аглопорит.

Керамзит — легкий штучний пористий заповнювач ніздрюватої будови у вигляді гравію, щебеню чи піску, який одержують при випалюванні сирцевих гранул, виготовлених із легкоплавких глинистих порід, здатних спучуватися при швидкому нагріванні до температури 1250°C. Насипна густина його становить 250...600 кг/м³.

Сланцепорит — аналог керамзиту, який отримують випалюванням глинистих сланців, здатних до спучування. За технічними характеристиками подібний до керамзиту.

Глинозольний керамзит — аналог керамзиту, який отримують при випалюванні сирцевих гранул, виготовлених із суміші глинистих порід із

додаванням паливної золи в кількості від 20 до 80%. Насипна густина — 400...600 кг/м³.

Аглопорит — легкий пористий заповнювач, який одержують спіканням при температурі 1200...1400°C суміші глинистої сировини з вугіллям. Насипна густина — 400...900 кг/м³.

До теплоізоляційних матеріалів належать матеріали із середньою густиною до 500 кг/м³ і теплопровідністю не більше 0,175 Вт/(м·К). Застосовують їх для теплової ізоляції будівельних конструкцій із температурою експлуатації до 900°C. Вироби виготовляють у вигляді цегли, плит, шаралуп, сегментів. Як сировину використовують діатоміт, трепел, легкоплавкі глини та вигоряючі або поротвірні добавки.

Діатомітова цегла має розміри 250×125×65; 230×113×40; 230×113×65 мм, середню густиною 500...600 кг/м³, теплопровідність 0,59...0,78 Вт/(м·К). Технологія виготовлення як і у звичайної керамічної цегли. Випалюють вироби при 800...1000°C за швидкісним режимом (16...20 год.).

Перлітобенітонітові вироби у вигляді цегли, плит та напівциліндрів отримують із суміші глини зі спученим перлітом (перліт — гірська вулканічна порода, представлена водовмісним склом, яке при випалюванні спучується). Середня густина таких виробів становить 300...500 кг/м³, теплопровідність — 0,075...0,111 Вт/(м·К). Використовують їх для утеплення стін, а також у промисловій високотемпературній ізоляції при температурі до 850°C.

Спеціальна технічна кераміка. Для одержання такої кераміки використовують чисті оксиди силіцію, алюмінію, кальцію, магнію, цирконію, торію, а також такі речовини, як карбіди, нітриди, бориди. Таку кераміку застосовують, наприклад, у радіо- та космічній техніці (термостійкі плитки для програм супутників, балістичний захист, турбінні леза реактивного двигуна й ін.).

У ХХ ст. створені нові керамічні матеріали, які широко використовують у напівпровідниковій індустрії та електроніці. Останнім часом набуває розвитку новий напрямок у галузі кераміки — нанопорошкові технології, які дозволяють отримати керамічні вироби з високими фізико-механічними властивостями (світлопрозорі хвильоводи, лінзи, які придатні для лазерного мікроскопа, фотосенсори).

4.8. Переваги та недоліки керамічних матеріалів

1. Кераміка характеризується *багатофункціональністю*. Універсальність властивостей та широкий асортимент дають змогу використовувати керамічні вироби у найрізноманітніших конструкціях будівель і споруд.

2. Цегляний будинок із черепичним дахом є символом затишку та надійності. Поєднання у керамічному матеріалі таких показників, як висока міцність і морозостійкість, дозволяють вважати його *довговічним*. Міцність сучасних стінових керамічних матеріалів перевищує 15 МПа, а клінкерної цегли — 80 МПа, при цьому вироби характеризуються морозостійкістю не менше F25, а клінкерні — F300. При статичному навантаженні, впливі змінних температур керамічна цегла менше, ніж інші аналоги, змінює форму та властивості.

3. У сучасній світовій практиці при оцінці якості будівельних матеріалів користуються *показником комфортності* побудованого житла, який визначається впливом на людину трьох головних факторів — тепла, вологи та фільтрації повітря крізь стіни. Найбільшою комфортністю, що створює оптимальний мікроклімат у приміщеннях, характеризуються дерев'яні будинки, в яких шкідливі речовини легко видаляються за рахунок фільтрації крізь стіни. Якщо комфортність дерев'яного будинку прийняти за 1, то комфортність приміщень із керамічної цегли становить 0,7 (для порівняння — комфортність житла з ніздрюватого бетону — 0,2; із силікатної цегли — 0,1; із залізобетону — 0,05).

4. Порівняно з іншими кам'яними матеріалами, керамічні характеризуються досить *низькою теплопровідністю та високою теплоємністю*. Це означає, що взимку цегляні будівлі швидко прогриваються і добре зберігають теплоту, а влітку — чинять опір проникненню теплоти у приміщення. Використовуючи ефективні теплоізоляційні матеріали, можна досягти теплового комфорту і значно знизити втрати тепла та витрати на опалення.

5. *Наявність багатой палітри кольорів і форм* керамічних виробів, що досягається за рахунок застосування різних прийомів *декорування*, відкриває нові шляхи реалізації архітектурних рішень.

6. Кераміка є *нетоксичним продуктом, безпечним для людини та навколишнього середовища*. Екологічна безпека керамічних матеріалів зумовлена використанням природної глинистої сировини, що піддається лише термообробці під час випалювання. Застосування глазурування та ангобування виробів робить їх гігієнічними.

7. При контакті з вогнем кераміка *не піддається руйнуванню, не підтримує горіння, не виділяє шкідливих речовин*; забезпечує додатковий захист та перешкоджає розповсюдженню вогню.

8. Керамічні матеріали також відрізняються *низькою електропровідністю та високими антистатичними властивостями, атмосферо- та корозійною стійкістю*.

9. Відносна простота виготовлення кераміки, доступність сировини, а також *добре співвідношення ціни керамічних матеріалів та їх якості* забезпечують широке використання таких матеріалів при зведенні споруд різного призначення.

10. Поряд із позитивними властивостями керамічні вироби мають деякі недоліки, а саме: *крихкість; виробництво є досить енергоємним* і вимагає використання спеціального сушильного та випалювального обладнання; *вироби є дрібноштучними* та потребують досить високої трудомісткості при укладанні їх під час зведення будівель.



СКЛО ТА ІНШІ МАТЕРІАЛИ І ВИРОБИ З МІНЕРАЛЬНИХ РОЗПЛАВІВ

Залишки давніх скляних майстерень, що існували приблизно 3400 років тому, були виявлені археологами на східному березі Нілу. Єгиптяни отримували кольорове непрозоре скло для імітації коштовного каміння, виготовлення прикрас та декорування виробів із природного каменю. У Месопотамії виготовляли переважно прозоре скло. Пізніше скло почали виготовляти у Мікенах (Греція), Китаї та Індії. З X ст. до н.е. почало розвиватися виробництво скла на Далекому Сході, а з IX ст. до н.е. центром скловаріння стає Олександрія, а потім і Рим. Важливим кроком у скловарінні стало відкриття методу видування скла у Вавилоні. З IV ст. до н.е. у Месопотамії та Стародавній Греції широко використовували скляну мозаїку. В останньому столітті до н.е. римляни почали використовувати скло в архітектурі, особливо після винаходу прозорого скла, яке отримували шляхом додавання до скломаси оксиду мангану, а також підвищення температури його плавлення.

У Київській Русі VIII...IX ст. виготовлення скла у вигляді намиста та дрібних виробів було відоме багатьом племенам, а з XI ст. мозаїка з кольорової смальти прикрашала підлоги, стіни, склепіння та колони храмів у Чернігові, Галичі та Києві (Софіївський собор (фото 17, а, б), Михайлівський монастир, Десятинна церква); палітра смальти відрізнялась різноманіттям і багатством кольорових тонів та відтінків, причому техніка набору була прямою, смальту укладали на двошаровий вапняно-цегляний розчин. У XI ст. німецькі, а у XIII — венеціанські майстри розробили технологію отримання листового скла. Вартість такого скла була високою, а тому його застосовували тільки для скління вікон у церквах і палацах. Починаючи з XIV ст., у Венеції стали виготовляти дзеркальне скло. У XVII ст. у Франції розроблено нові методи виготовлення скла та дзеркал, причому рівень технології був настільки високим, що тільки через 300 років виробництво скла вийшло на якісно новий промисловий рівень. Особливу роль в історії архітектури з VI ст. відігравали декоративні вітражі. Скло для них виготовляли спочатку литтям, а потім циліндричним способом — виду-

ванням. Готичний стиль в архітектурі Франції XII ст. характеризувався і розквітом вітражного мистецтва (собор Паризької богоматері (фото 3, а, рис. 1.7), собори Шартра, Лана та Пуатьє). Вітражі стали також окрасою Кельнського кафедрального собору святих Петра і Марії, який називають скляним храмом — площа його вікон, у тому числі й прикрашених вітражами, становить приблизно 10000 м² (рис. 1.9, фото 3, б).

Наприкінці XIX ст. Дж. Плеєр запропонував метод виробництва скляного волокна із використанням струменя пари та винайшов матеріал, відомий як мінеральна вата. У 1905 р. бельгієць Е.Фурко запропонував спосіб вертикального витягування з печі безперервного скляного полотна постійної ширини. У 1910 р. француз Е. Бенедиктус винайшов спосіб отримання міцного куленепробивного скла за рахунок використання клеючої плівки між двома шарами скла. Таке скло він запатентував під назвою «триплекс». У 1914 р. Е.Бішеруа розробив технологію витягування скла між двома роликками, що дозволило виготовляти поліроване скло. У 1959 р. англійська компанія «Пілкінгтон бразерс Лтд» запропонувала «флоат-метод» виготовлення високоякісного скла, що відрізнялось гладкою поверхнею навіть без додаткового полірування.

5.1. Класифікація матеріалів 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.

Спільною ознакою технології виготовлення будівельних матеріалів і виробів цієї групи є приготування мінеральних розплавів, їх швидке охолодження до певної температури з наступним формуванням та повільним охолодженням отриманих виробів. При введенні до силікатного розплаву спеціальних добавок (кристалізаторів) і виборі відповідного режиму термічної обробки можна одержати склокристалічні матеріали (ситали, шлакоситали).

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*.

Мінеральні розплави залежно від виду вихідної сировини поділяють на *скляні, шлакові і кам'яні*. Основною сировиною для першої групи матеріалів є *кварцовий пісок, вапняк (крейда), цольовий шпат, сода*; для матері-

алів із шлакових розплавів — *шлаки чорної та кольорової металургії* (доменні металургійні); для кам'яних — *гірські породи з відносно низькою температурою плавлення — базальти, діабази, доломіти*.

Шлаки — це штучні силікатні матеріали, які отримують під час плавлення чорних та кольорових металів із руди. Залежно від етапу переробки металу (виробництво чавуну або сталі) утворюються доменні або сталеплавильні шлаки.

За модулем основності, що визначається за формулою:

$$M_o = (\text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3),$$

шлаки поділяють на основні ($M_o > 1$); нейтральні ($M_o = 1$); кислі ($M_o < 1$). Регулювання швидкості охолодження шлакового розплаву — основний засіб впливу на фазові перетворення при кристалізації виробів.

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 належать марблінг, *авантюринове скло, смальта, скляна крихта, 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, марблінг), *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 флоат-способом.

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

5.2. Сировина, особливості отримання та властивості скла

Сировиною для силікатних розплавів є поширені гірські породи (піски, базальти, діабази, граніти, гнейси, сієніти, сланці, серпентини тощо), від-

ходи промисловості (металургійні шлаки, золи та шлаки ТЕС, склобій). 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 і сприяння кристалізації.

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

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

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

Скловаріння (при температурі приблизно 725...1600°C) здійснюється у печах і складається з наступних етапів: силікатоутворення, склоутворення, освітлювання, гомогенізації та охолодження.

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

Найефективнішим способом формування листового скла є флоат-спосіб, особливість його полягає в тому, що процес формування скла відбувається на поверхні розплавленого олова. Нижня поверхня скла виходить як полірована за рахунок контакту з розплавленим металом, а верхня — стає рівною завдяки дії сил поверхневого натягу скломаси. Після формування поверхня листового скла не потребує подальшого полірування. Цей спосіб дозволяє отримати високоякісне скло без дефектів із стабільною товщиною (2...25 мм).

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 здійснюється нагріванням скла до пластичного стану із по-

дальшим різким охолодженням його поверхні. Опір згину скла збільшується при гартуванні у 4...5 разів, а в разі застосування травлення з покриттям плівкою — у 5...10 разів, мікрокристалізації — у 10...15 разів. Ударна в'язкість загартованого скла у 5...6 разів вища, ніж у відпаленого, а у скла, загартованого травленням фторидною кислотою, у 3...4 рази вища порівняно з необробленим склом.

Властивості скла. Для скла важливими є не тільки оптичні властивості, що перетворюють його в унікальний матеріал, але й механічні, оскільки його використання багатопільове.

Оптичні властивості скла характеризуються прозорістю, світлопропусканням, світлопоглинанням, світловідбиттям, світлорозсіюванням тощо. Звичайні віконні стекла пропускають видиму частину світлового спектра й не пропускають інфрачервоних та ультрафіолетових променів. Світлопропускання віконного скла при товщині 5 мм становить 84...87% і залежить не лише від виду скла, а й від кута падіння світлових променів.

Теоретична міцність скла при стиску становить більше 20000 МПа, а при розтягу — 12000 МПа, фактична міцність — значно нижча (при стиску — 500...2000 МПа, при розтягу — 35...100 МПа). Однією із причин різниці між теоретичною і реальною міцністю скла є дефектність його поверхні — наявність мікротріщин, які знижують опір скла впливу зовнішніх навантажень. Твердість звичайного скла становить 5 за шкалою Мооса.

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

Густина скла (при відсутності пористості істинна співпадає із середньою) становить 2,45...2,55 г/см³, а для спеціальних стекел вона може досягати 8,0 г/см³. *Теплопровідність* звичайного скла становить 0,40...0,82 Вт/(м·К), а теплоємність — 0,63...1,05 кДж/(кг·К).

Термічна стійкість скла залежить як від хімічного складу, температурного коефіцієнта лінійного розширення, який дорівнює $(9,6...15,0) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, так і від товщини виробів. Так, для віконного скла завтовшки 2 мм терmostійкість становить 100°C, а завтовшки 5 мм — усього 80°C.

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. Силікатне скло має високу стійкість до більшості розчинів кислот, за винятком HF та H₃PO₄.

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

5.3. Види декорування скла

Скло — універсальний матеріал, який може бути *прозорим і непрозорим*, виконувати різні функції, в тому числі конструкційні та декоративні. Декоративні властивості скла, а також виробів на його основі можуть бути підсилені різними технологічними та хімічними прийомами.

Одним із технологічних прийомів надання декоративного ефекту є *забарвлення скла*, причому воно може бути об'ємним за рахунок додавання барвників до складу скломаси під час виготовлення скла (так можна імітувати мрамур, опікс та опал) або поверхневим — накладанням кольорового шару товщиною до 1 мм.

Для надання виробам необхідної форми використовують такі *способи обробки скла у гарячому стані*: витягування (горизонтальне або вертикальне), видування, виливання та прокатування, пресування або штампування, вогневе полірування, ф'юзинг, молірування, гнуття, спікання тощо.

Видування використовують для виготовлення об'ємних порожнистих виробів. Вироби можуть бути гладкими або з невисоким рельєфним рисунком. Їх виготовляють із прозорого, непрозорого, безбарвного, забарвленого одно-, дво- та тришарового скла.

Виливанням та прокатуванням отримують окремі вироби, погонажні матеріали (карнизи, плінтуси, поручні та ін.), плоскі листи гладкі та візерункові або армовані металевою сіткою, а також об'ємні вироби.

Пресуванням або штампуванням на пресах виготовляють плоскі та гнуті облицювальні плитки, архітектурні деталі тощо.

Ф'юзинг — це процес поєднання декількох скляних елементів за рахунок їх спікання у печі. Якщо правильно обрати вид скла, температуру нагрівання (приблизно 800°C) і охолодження, тоді скляний фрагмент буде не тільки декоративним, але й міцним. Таке спікання також включає процес гнуття та формування (частіше за допомогою молдінгу — спеціальної форми).

Молірування (гнуття) виконують у печах, повільно нагріваючи скло, що встановлене на рамки (або трубки) при температурі приблизно 600°C. Розм'якшене скло поступово займає задану форму, після цього його повільно охолоджують.

Холодна обробка скла передбачає використання багатьох прийомів, починаючи від звичайної ручної різки скляних листів до механізованої декоративної обробки поверхні. Основними способами обробки листового скла є різання, свердління отворів, шліфування, полірування.

Декоративна холодна обробка скла є досить різноманітною і передбачає використання таких методів.

Гравіруванням створюють зображення на прозорому склі у вигляді неглибокого контррельєфу з матовою поверхнею.

Піщано-струменеву обробку здійснюють струменем піску, який подають стисненим повітрям на поверхню скла, що обробляється. Залежно від крупності фракцій піску, отримують різну фактуру поверхні — матову, оксамитову, а використовуючи графарети, можна створювати різні візерунки.

До *хімічних способів* обробки поверхні скла належить *травлення*, тобто обробка безбарвного, кольорового, одношарового та багатошарового скла газоподібним фторидом водню або розчином фторидної кислоти та її солей.

Кольорове протравлювання передбачає нанесення малюнка на скло пензлем за допомогою спеціальної пасти, що містить оксиди металів. Зображення закріплюється випалюванням, яке додатково виявляє колір. Для отримання візерунка «мороз» на поверхню скла наносять шар тваринного клею, який при висиханні відривається разом із верхнім шаром скла.

Фотографічна обробка передбачає виготовлення діапозитивів на склі, вкритому фотоемульсією. На поверхню скла наносять зображення фотодруком із використанням силікатних фарб, а закріплення малюнка здійснюється шляхом випалювання.

Іризація полягає в нанесенні на поверхню скла безбарвного або забарвленого в різні кольори прозорого перламутрового шару, який не змивається та підсилює блиск скла. Для цього нагріте до 200°C скло обробляють у спеціальній камері парами сполук металів і повільно охолоджують.

Для декоративної обробки скла використовують також *трафаретний друк або декоративне фарбування скла*. Після нанесення декоративного малюнка виріб піддають термічній обробці — гартуванню.

Емалювання — це процес покриття листового скла емалевою фарбою та його гартування. Використання пофарбованих непрозорих виробів у вигляді плит дозволяє приховати у фасаді елементи утеплення стін, міжповерхові перекриття тощо.

5.4. Матеріали та вироби зі скла для огорожувальних конструкцій і зовнішнього опорядження будівель

Світлопрозорими конструкціями (зимові сади, світлопрозорі ліхтарі) називають усі види фасадів і покрівлі, виконані з прозорих матеріалів. Використання скла при створенні світлопрозорих фасадів відіграє значну

роль у формуванні екстер'єру та інтер'єру громадських, промислових та житлових будівель і споруд. Скляні поверхні у будівлях виконують відразу дві функції — забезпечують освітлення приміщень та беруть участь у формуванні їх архітектурного вигляду.

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

Матеріали зі скла для огорожувальних конструкцій. Листове скло різних видів призначене для створення огорожувальних конструкцій, воно має закінчену, оброблену у заводських умовах лицьову поверхню та одночасно є оздоблювальним матеріалом. Асортимент і якість листового скла, що застосовується, мають визначальний вплив на композиційну цілісність інтер'єру. Галузі застосування основних видів скла та виробів наведено у додатку 8.

Листове будівельне скло застосовують для заповнення світлових прорізів у поєднанні з рамами різноманітних конструкцій. Його використовують також для виробництва загартованого скла, триплексу, склопакетів. Марки листового скла наведено у додатку 9.

Вітришне поліроване скло виготовляють флоат-способом. Поверхню полірованого скла обробляють так, щоб не було оптичних спотворень (мікронерівності не повинні перевищувати 0,01 мкм). Світлопропускання полірованого скла становить не менше 87%.

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

Армоване кольорове та безбарвне скло — листове скло, яке виготовляють методом безперервного прокатування з одночасним армуванням металеву сіткою (рис. 5.1). Поверхня листа може бути гладкою чи візерунковою. Для армування застосовують зварну сітку зі сталевого дроту діаметром 0,5...0,60 мм із захисним покриттям. При руйнуванні скла арматура утримує уламки, що робить таке скло безпечним для людини. Таке скло є пожегобезпечним. Його використовують для скління заводських цехів, вікон, ліхтарів, шахт ліфтів та фасадів. Хвилясте армоване скло жорсткіше за плоске і його застосовують для скління великих прогонів.

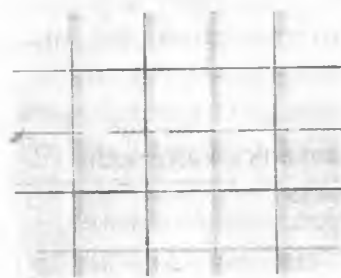


Рис. 5.1. Армоване скло

Загартоване плоске скло більш стійке, ніж армоване і приблизно в 10 разів міцніше за звичайне. Скло плоске загартоване характеризується підвищеною механічною міцністю, термостійкістю та безпечним характером руйнування: при ударі таке скло розбивається на уламки без гострих кутів. Гартуванню піддають такі різновиди плоского скла: листове, візерункове прокатне, скло з покриттям або забарвлене у масі.

Гартування скла передбачає його термообробку, тобто нагрівання до температури 600...900°C з наступним різким, але рівномірним охолодженням поверхневого шару. Загартоване скло поділяють на поліроване (ЗПП) і неpolіроване (ЗП). Границя міцності при згині досягає 250 МПа. Загартоване скло призначене для безпечного скління світлопрозорих будівельних конструкцій (віконних та дверних блоків, вітрин, лоджій, балконів), а також як транспортне, для вхідних дверей і перегородок. Таке скло може використовуватися як складовий елемент скляних конструкцій, у тому числі багатошарових.

Багатошарове ламіноване скло, або «триплекс», складається з кількох листів, склеєних прозорою еластичною плівкою (рис. 5.2). Як клей застосовують бутафоль-полівінілбутираль, пластифікований дибутилсебаціанатом. Внутрішня плівка має високу прозорість, світло- та теплостійкість, високу адгезію до скла. Наявність плівки забезпечує основну властивість триплексу — безуламковість при руйнуванні скла. Міцність триплексу на удар у 12 разів перевищує міцність звичайного листового скла.

Товщина триплексу становить не менше 9 мм, а маса 1 м² — близько 20 кг. За рахунок значної товщини триплекс характеризується найбільшим термічним опором та високою здатністю до звукоізоляції. Світлопропускність триплексу залежно від типу і товщини скла становить 69...78%, термостійкість — понад 100°C, теплостійкість у межах 100...110°C.

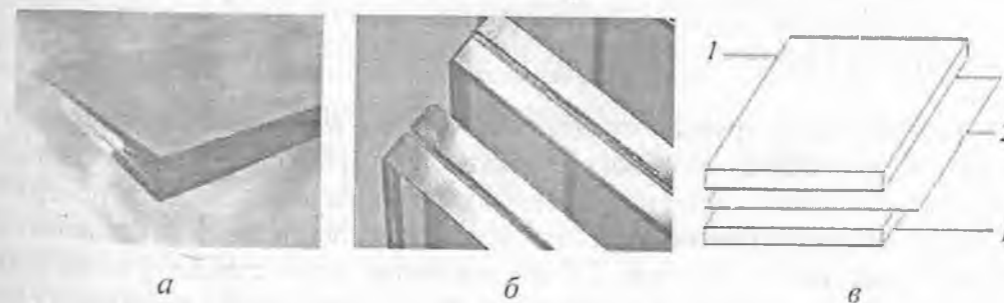


Рис. 5.2. Багатошарове ламіноване скло (а, б) та його будова (в): 1 — поліроване чи неpolіроване скло; 2 — прозора еластична плівка (0,38 мм)

Різновидом такого скла є *захисне*, що не руйнується під дією навантажень. Маркування такого скла здійснюється за міжнародною класифікацією. До цього класу стекол належать: ударостійке скло (антивандальне) (класи захисту А1...А3), стійке до пробивання скло (класи захисту Б1...Б3), куленепробивне скло (броньоване скло), що поділяється на класи 1...6. Композиційний матеріал складається з декількох листів скла, склеєних між собою полімерними або іншими матеріалами. Захисне багат шарове скло призначене для використання в адміністративних, громадських і житлових будівлях, де існує необхідність захисту людини та матеріальних цінностей.

До групи *захисних* також належить протипожежне скло, яке захищає від вогню, диму і високої температури. Основним критерієм якості такого скла є максимальний час збереження ним теплоізолюючих властивостей (I) та цілісності (E). Існує скло, що забезпечує необхідний ступінь вогнезахисту протягом 15...60 і навіть 120 хвилин. Часто таке скло є багат шаровим товщиною від 12 до 28 мм (прошарки між стеклами заповнюють гелієм).

Різновидом багат шарового скла є *моліруване (гнутое) скло*, яке отримують із використанням спеціальних технологій, що передбачають термічну обробку та гнуття за фіксованим радіусом в одній площині з утворенням S, V, J-подібних форм або у двох площинах. Таке скло використовується для виготовлення декоративних елементів при оздобленні приміщень.

Термічно поліроване скло випускають двох видів: *дзеркальне* — для виготовлення виробів, до яких ставляться підвищені вимоги щодо оптичних показників: дзеркал, вітрових стекол автомобілів і спеціальних виробів; *технічне* — для скління засобів транспорту (крім вітрових стекол автомобілів), меблів та будівельних споруд. Коефіцієнт загальної світлопропускності термічно полірованого скла має бути не менше 0,84 (у перерахунку на 1 см товщини). Скло повинно бути безбарвним, іноді спостерігаються зеленуватий і блакитний відтінки, не допускаються кольорові та іризуючі плями.

Різновидом загартованого безпечного скла є *стемаліт*. Це плоске, покрите з одного боку емалевою (силікатною) фарбою скло, що піддається термообробці для зміцнення матеріалу та закріплення на його поверхні фарби, що представлена сумішшю пігментів зі спеціальним легкоплавким склом. Товщина скла — 5,0...7,5 мм, поверхня листів стемаліту може бути полірованою, кованою, візерунковою. Фізико-механічні властивості стемаліту: границя міцності при стиску становить 800...900 МПа, при згині — 250 МПа, при розтягу — 231 МПа; термостійкість — 100...200°C. Стемаліт

використовують при облицюванні фасадів будинків, будівель промислового та громадського призначення, внутрішніх стін і перегородок виробничих та громадських споруд, влаштування навісних панелей, в інтер'єрах — для оздоблення ванних кімнат і кухонь.

Декоративне скло. Кольорове та художнє скло виготовляють із кольорової скломаси. За світлопропусканням кольорове скло буває прозоре та глушене. За характером забарвлення його поділяють на два види — забарвлене у масі і накладне (на одну із поверхонь наносять шар забарвленого скла завтовшки 0,2...1,5 мм). Його отримують додаванням барвників безпосередньо до скломаси у процесі виробництва. При введенні незначної кількості барвників отримують імітацію мармуру, оніксу, опалу. Кольорове скло, як і безбарвне, можна зробити матовим, використовуючи кислотну або абразивну обробку, також його можна обробляти різьбленням. Кольорове листове скло виготовляють методом вертикального витягування із фарбованої прозорої або глушеної скломаси.

Максимальний розмір кольорових стекол 1000×750 мм при товщині 3 мм, розмір скла молочного відтінку 1000×1000 мм при товщині 4,5 мм.

Кольорове прозоре скло використовують для декоративного скління будинків, торгових та громадських споруд, дверних фільонів і перегородок, а також для скління веранд, бесідок, кіосків, при виготовленні вітражів. В останні роки для облицювання будівель використовують *інтенсивно забарвлене листове скло*. Декоративний ефект досягається завдяки фарбуванню поверхні листів електрохімічним способом. Найчастіше виготовляють листи бронзового кольору зі світлопропусканням у видимій частині спектра 15...20%.

Тоноване, кольорове і дзеркальне стекла отримують нанесенням відповідних типів плівок. На дзеркальне наносять тонку плівку із срібла, а кольорове скло отримують нанесенням плівки або додаванням барвників до складу шихти. Дзеркальне скло є прозорим ізсередини і навпаки — непрозорим ззовні. Тоноване скло (з легким відтінком коричневого та зеленого) отримують після його відпалювання. Спочатку скло нагрівають до 600...700°C, а потім розпилювачем наносять розчин спеціальної плівкотвірної речовини. Внаслідок хімічних реакцій утворюються тонкі (до 1 мкм) прозорі плівки оксидів металів, які можуть бути електропровідними, радіозахисними, теплопоглинальними (блакитні), тепловідбивними (сині), що поглинають УФ-промені (жовті), дзеркальними (плівка з оксиду титану), сонцезахисними (блакитні), декоративними (зелені). Є плівки, які послідуноють декілька функцій.

Візерункове кольорове та безбарвне скло виготовляють методом безперервного прокатування. Воно відрізняється від звичайного тим, що по всій його поверхні на одному чи обох боках є рельєфний візерунок (рис. 5.3). Світлопропускання візерункового скла з візерунком на одній поверхні становить не менш 75%, а з візерунком на двох поверхнях — не менше 65%. Скло матове візерункове випускають безбарвним або кольоровим способом прокату, причому візерунок може бути по всій поверхні з одного або з обох боків.

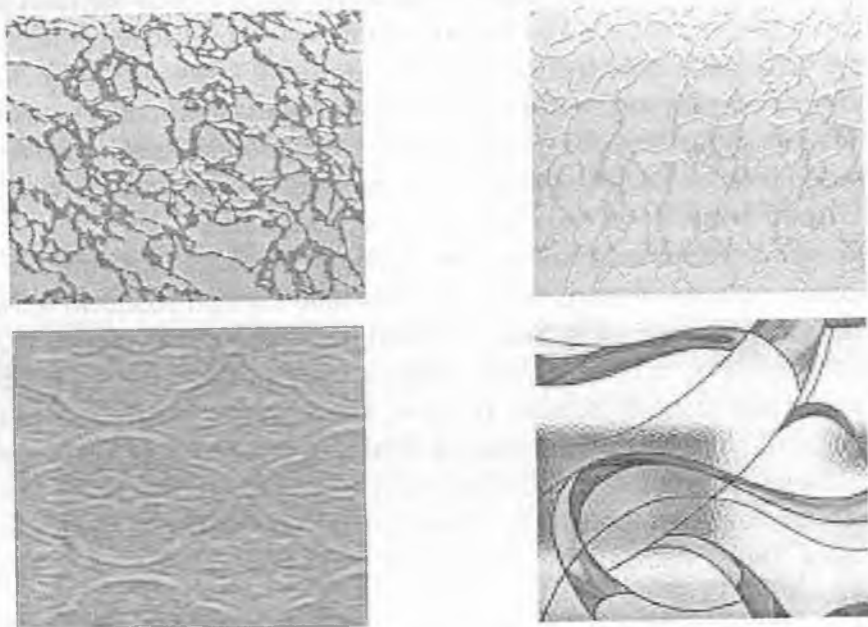


Рис. 5.3. Різновиди візерункового скла

Різновидами візерункового скла є стекла типу «Мороз» та «Заметіль». Скло «Заметіль» має на поверхні хвилеподібний візерунок з матовими виступаючими проміжками. Його можна виготовляти із дзеркальним алюмінієвим покриттям. Залежно від характеру візерунка, товщина скла коливається від 3 до 8 мм. Використовують його для скління дверей, влаштування перегородок, а також для скління меблів.

Скло «Мороз» має на одній поверхні візерунок, що не повторюється і нагадує морозні малюнки. Випускають скло безбарвним і кольоровим, товщиною 3...6 мм, використовують для скління дверей і перегородок, що потребують виключення наскрізної видимості при високому світлопропусканні.

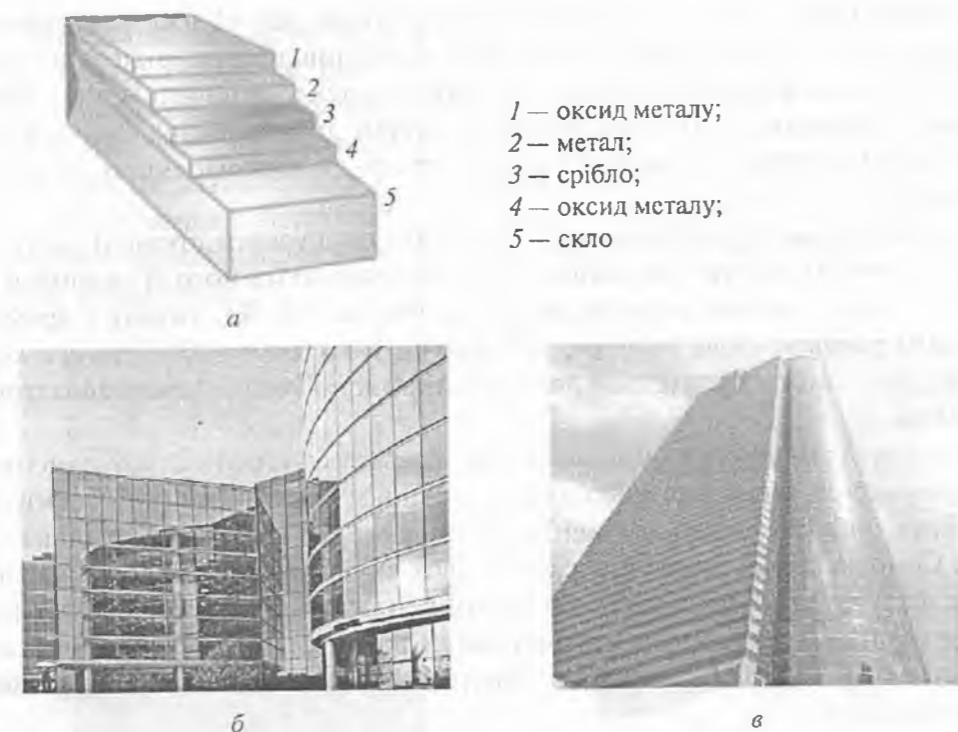
Спеціальне скло: листове скло, що пропускає або вбирає ультрафіолетові промені (увіольове), тепловбирне, тепловідбивне, скло з напівпрозорим дзеркальним покриттям, теплозахисне, теплопровідне, термічно поліроване, зміцнене тощо. Зазвичай додатковими функціями скла, крім естетичних, можна вважати тепло- та звукоізоляцію, захисні функції.

Увіольове скло характеризується здатністю пропускати промені ультрафіолетового діапазону (не менше 25%). Виготовляють його зі скломаси з мінімальним вмістом оксидів заліза (не більше 0,01%), титану і хрому. З часом увіольове скло «старіє», набуваючи фіолетового або жовтого кольору, при цьому знижується його здатність пропускати ультрафіолетові промені.

Скло тепловбирне (теплопоглинальне) належить до групи сонцезахисних і відрізняється зменшеним світлопропусканням видимої частини спектра, особливо інфрачервоних променів, що сприяє зменшенню сонячної радіації. Сонцезахисні стекла випускають двох видів: забарвлені у масі оксидами феруму, цинку, купруму або іншими сполуками металів та із плівковими оксидно-металевими покриттями. Такі стекла виготовляють із забарвленої скломаси блакитного, бронзового або сірого відтінку різної інтенсивності.

Сонцезахисні стекла мають високу здатність до поглинання інфрачервоних променів, їх світлопропускання становить не більше 70%. Ці види скла рекомендується використовувати в будинках із кондиціонерами і підвищеними вимогами до захисту об'єктів та устаткування всередині приміщень від інфрачервоних променів (музеї, виставкові зали, бібліотеки тощо), а також у житлових будинках із максимальною інсоляцією, в тому числі для скління вікон і захисних ліхтарів будівель та споруд, для зменшення проникнення теплового випромінювання. Світлопропускання тепловбирних стекол становить 65...75%, проникнення інфрачервоних променів — 20...45%. При прямому випромінюванні тепловбирне скло акумулює променеву енергію і воно нагрівається на 3...5°C більше за звичайні та зазнає відповідно більших температурних деформацій, тому в конструкції світлового прорізу таке скло має перебувати у вільному стані. Тепловбирне скло рекомендується використовувати як зовнішнє при подвійному склінні з обов'язковим провітрюванням простору між рамами.

Теплозахисні (енергозберігаючі) та тепловідбивні стекла — це поліровані стекла, відомі як *низькоемісійні*, із плівковими оптичними покриттями на основі оксидів металів (рис. 5.4).



- 1 — оксид металу;
- 2 — метал;
- 3 — срібло;
- 4 — оксид металу;
- 5 — скло

Рис. 5.4. Низькоемісійне скло: схема будови (а), приклади застосування при зведенні багатоповерхових будинків (б, в)

Ці покриття забезпечують проходження у приміщення короткохвильового сонячного випромінювання, але запобігають виходу із приміщення довгохвильового теплового випромінювання, наприклад, від опалювальних приладів (рис. 5.5). Інколи скло з низькоемісійним покриттям називають «селективним» або світловим фільтром. Візуально емісійні стекла не відрізняються від звичайних. Для їх виробництва використовують прозорі плівки, колір яких змінюється від сірого до синьо-фіолетового. Інтенсивність кольору можна регулювати товщиною шару покриття, що змінюється в межах 0,3...1 мкм; світлопропускання скла становить 30...70%

Існують два типи низькоемісійних покриттів: тверде або «жорстке» (К) та м'яке (І), яке за своїми теплозберігаючими властивостями у 1,5 разу переважає К-скло. Основним недоліком І-скла є його низька абразивна стійкість, що надає незручності при його транспортуванні. Підраховано, що завдяки таким стеклам можна скоротити витрати електричної енергії приблизно на 30%.

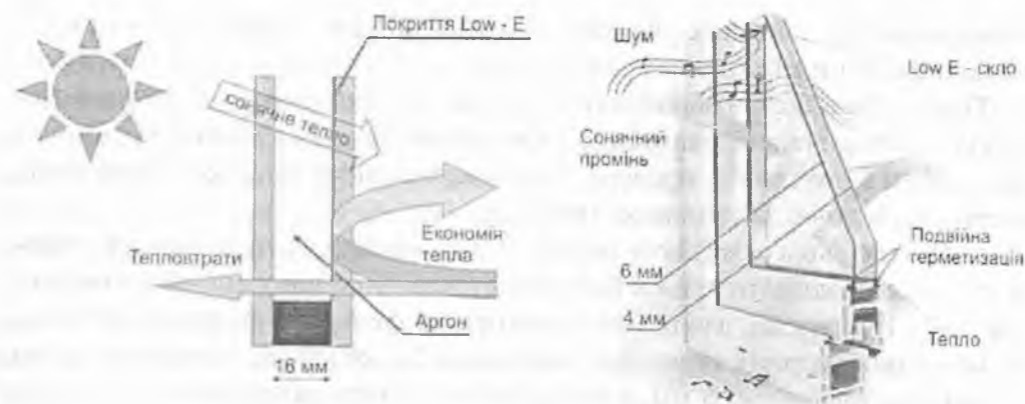


Рис. 5.5. Схема розподілу теплових потоків при застосуванні низькоемісійного скла

Головним показником теплозбереження є випромінювальна здатність скла (емісія). Чим він менший, тим нижчими будуть втрати тепла. Величина випромінювальної здатності простого скла — 0,83; К-скла — 0,2, І-скла — 0,04...1,2. Таким чином, І-скло за своїми теплозберігаючими характеристиками може перевищувати звичайне скло у 21 раз, а К-скло — у 5 разів.

Покращеними властивостями відрізняється *низькоемісійне (low-E) скло*, покрите двома шарами металевого напилення з прошарками зі срібла та світлопропускаючого шару скла (рис. 5.4). Порівняно зі звичайним емісійним склом воно має ряд переваг: більш високу прозорість, природні кольори і низькі коефіцієнти випромінювання (<0,05) та затемнення, запобігає проходженню ультрафіолетового, а особливо інфрачервоного випромінювання.

Супернизькоемісійним є скло, покриття якого поряд із двома шарами срібла та оксидів інших металів має спеціальний шар напилення. Коефіцієнт випромінювання становить 0,01%. Застосовується в регіонах із агресивним середовищем, зберігає енергію на 3...5% ефективніше, ніж низькоемісійне скло з подвійним срібним покриттям. Використання такого скла дозволяє не тільки зекономити матеріали, але й зменшити витрати на опалення та кондиціонування будівель (рис. 5.5).

Вироби зі скла для огорожувальних конструкцій. Для зведення *огорожувальних конструкцій і одночасного оздоблення будівель* та споруд використовують вироби зі скла, в тому числі склопакети та склопрофліт.

Склопакети — елементи, виготовлені з 2-х або 3-х листів скла, з'єднаних за периметром так, що між ними утворюється герметично замкнена

порожнина (їх називають, відповідно, одно- або двокамерними — за кількістю порожнин між стеклами) (рис. 5.6).

Торці склопакетів обробляють мастиками-герметиками. Склопакети можуть мати металеву окантовку. При виготовленні склопакетів застосовують різні види скла — прозоре, виготовлене флоат-способом, тоноване, енергозберігаюче, загартоване, триплекс.

У країнах Євросоюзу діють норми, згідно з якими, починаючи з 4 поверху слід встановлювати тільки безпечні стекла — загартоване або триплекс (рис. 5.7). Наприклад, для певних кліматичних умов рекомендовано встановлювати однокамерний склопакет товщиною 24...26 мм, де зовнішнім склом є триплекс товщиною 6 мм, а внутрішнім — енергозберігаюче товщиною 4 мм. Такий склопакет є не тільки безпечним, але й краще зберігає тепло.

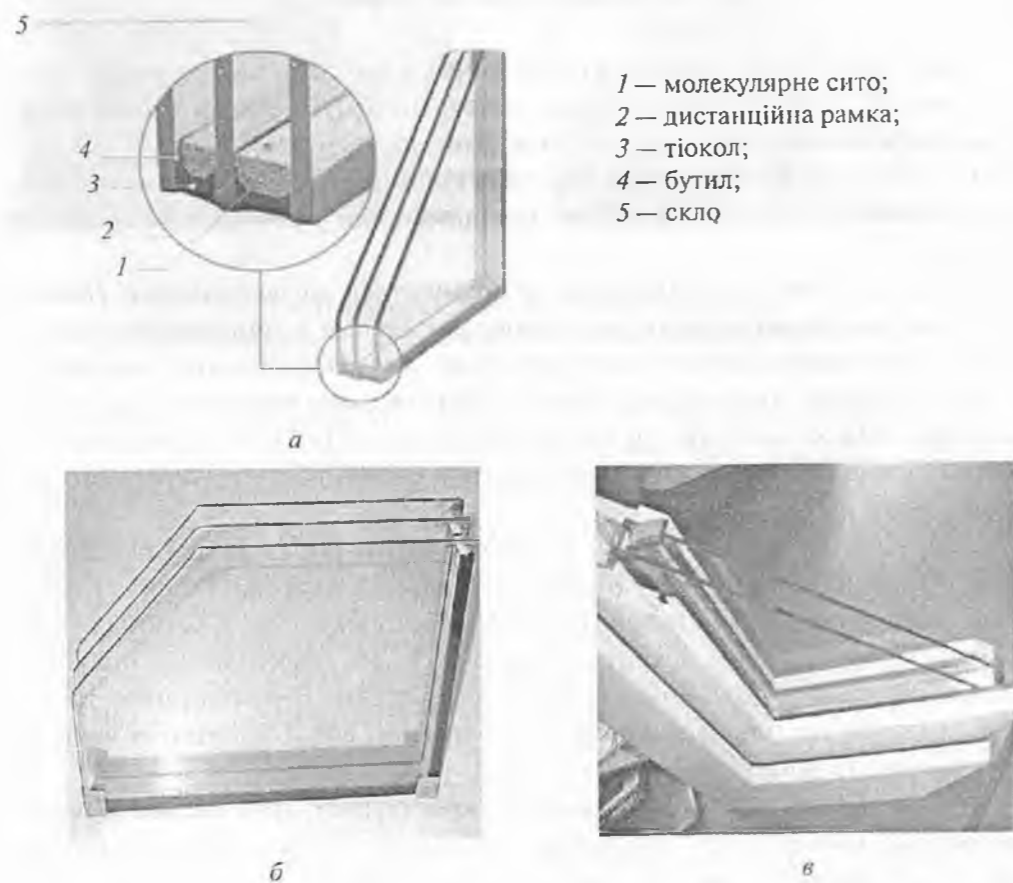


Рис. 5.6. Схема будови (а) та види склопакетів: двокамерний (б), однокамерний (в)

На верхніх поверхнях в умовах сильного вітру і надлишкової інсоляції є обґрунтованим використання дво- і навіть трикамерних склопакетів. Завдяки значній масі вони чинять опір вітровим навантаженням, а низькоемісійне скло знижує втрати теплоти крізь вікна.

Для заповнення простору між стеклами в склопакетах замість повітря використовують інертні гази (аргон, криптон) або суміші газів, що дозволяє істотно покращити тепло- та звукоізолюючі властивості склопакетів.

Випускають склопакети таких розмірів: довжиною 400...2550 мм, шириною 400...2950 мм, товщиною до 46 мм. Відстань між стеклами двошарових склопакетів становить 9, 12, 15 мм, а тришарових — 9 і 12 мм. Товщина стекол має бути не меншою 3 мм. Основні властивості склопакетів наведено в табл. 5.1.



Рис. 5.7. Схема будови безпечного склопакета:

1 — скло; 2 — триплекс; 3 — дистанційна рамка

Фізичні властивості склопакетів

Таблиця 5.1

Показник	Склопакет із повітряним прошарком, мм			
	із 2-х стекол		із 3-х стекол	
	15	20	15	20
Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м ²	3,13	2,72	1,97	1,74
Світлопропускання, %	70	70	60	60
Звукоізолююча здатність при частоті 550 Гц, дБ	40...45	40...45	48...55	48...55

Двошарові склопакети застосовують для скління при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, не нижчій за -40°C , тришарові — при температурі, не нижчій за -50°C .

Різновидом склопакетів є *стевіт* — виріб із двох листів скла, між якими укладена світлорозсіювальна прокладка зі скловолокнистого матеріалу, з'єднаних за периметром герметиком та окантованих водостійкою еластичною стрічкою. Застосовується стевіт за умов необхідності обладнання світлопрозорих огорож у приміщеннях, де потрібне м'яке освітлення, рівномірний розподіл світла з виключенням наскрізної видимості та зменшенням сонячної радіації.

Склопрофільніт — це довгомірні вироби швелерного, таврового, напівкруглого, Z- та V-подібного профілів, виготовлені методом безперервного прокатування; використовується для огорожувальних конструкцій промислових і громадських споруд (рис. 5.8).

Профільне скло швелерного перерізу випускають завдовжки до 5 м, коробчастого — до 7 м. Ширина склопрофільніту швелерного перерізу 250...500 мм, коробчастого — 250...300 мм. Маса 1 м погонного склопрофільніту швелерного перерізу становить 4,0...4,5 кг, коробчастого — 8,5...9,0 кг.

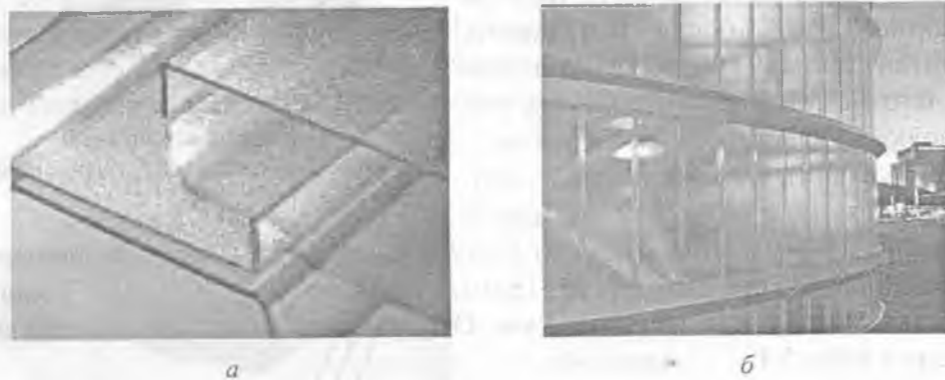


Рис. 5.8. Склопрофільнітові вироби (а) та їх використання в конструкціях (б)

Профільне скло виготовляють із гладкою, рифленою або візерунковою поверхнею, армованим і неармованим, безбарвним і кольоровим (із кольоровим аерозольним покриттям або забарвленим у масі). Профільне скло характеризується високими експлуатаційними властивостями (стійкістю до деформації під дією зовнішніх навантажень, водо- та кислото-стійкістю) і розраховане на перепад температур не менше 40°C. Світлопропускання безбарвного профільного склопрофільніту швелерного перерізу 0,55...0,65, коробчастого перерізу — 0,50...0,55; границя міцності при стиску і згині становить, відповідно, 17,5 та 9,0 МПа.

Склопрофільніт має достатню міцність і жорсткість, ним заповнюють у різних варіантах віконні та інші отвори будівель. Із окремих елементів профільного скла як у заводських умовах, так і на будівельному майданчику можна збирати панелі різної ширини та висоти. За деякими властивостями склопрофільніт є аналогом звичних склоблоків, але дещо відрізняється від них за дизайном, що дозволяє створювати більш «легкі» та «повітряні» конструкції. Монтаж конструкцій із подвійного склопрофільніту забезпечує покращені теплоізоляційні властивості за рахунок наявності повітряного прошарку між двома рядами профілю.

Конструкції із склопрофільніту дають м'яке розсіяне світло (світлопропускання становить 40...70%). Теплопередача стіни з коробчастих або швелерних (в два ряди) профілів приблизно така сама, як і вікон із подвійним склінням, причому акустичні властивості не поступаються глухим міжкімнатним оштукатуреним перегородкам із цегли.

Склопрофільніт використовують для влаштування ненесучих стін, внутрішніх перегородок та скління ліхтарів зазвичай у сполученні з металевими, бетонними, цегляними або дерев'яними елементами будівель (рис. 5.8, б).

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. За рахунок модифікації скла (тонування, введення хімічних добавок) є можливість створення різноманітних декоративних ефектів. Сучасні конструкції зі скла більш легкі та тонкі порівняно з аналогічними за теплотехнічними показниками конструкціями, що виготовлені з інших матеріалів.

Сучасні світлопрозорі конструкції можна поділити на три типи:

— *стояково-ригельна система* — добре відома конструкція, що складається з вертикальних і горизонтальних алюмінієвих профілів із видимими з боку фасаду будови притискувальними планками товщиною 50...60 мм, призначеними для механічної фіксації склопакетів (рис. 5.9);

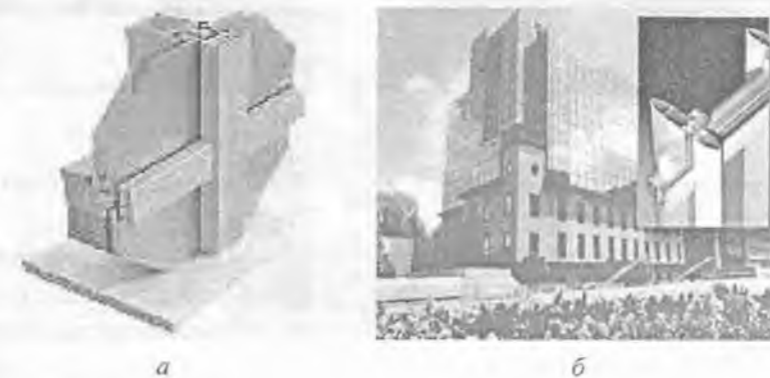


Рис. 5.9. Стояково-ригельна система скління: схема влаштування (а), приклад застосування (б)

— *напівструктурне скління* — 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 (рис. 5.10);



Рис. 5.10. Напівструктурна система скління: схема влаштування (а), приклад застосування (б)

— *система структурного скління* включає несучу раму, зібрану з алюмінієвих стояків і ригелів, до якої із зовнішньої сторони приклеюють склопакети (рис. 5.11).

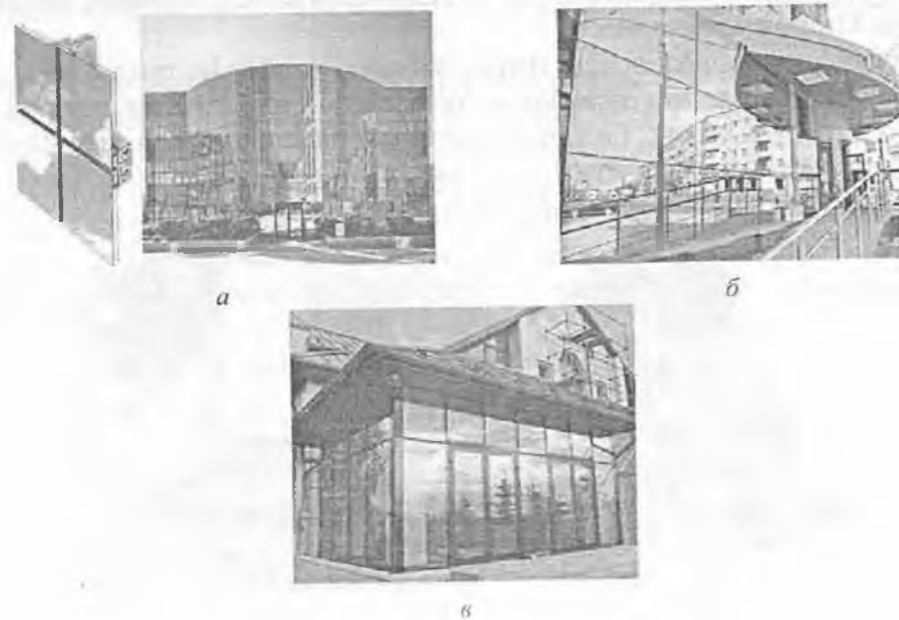


Рис. 5.11. Структурна система скління: схема влаштування (а), приклади застосування (б, в, г)

Сьогодні скляні фасади фактично досягли такого ж рівня тепло- та звукоізоляції, що й керамічні стіни. Сучасні інноваційні архітектурні рішення з урахуванням балансу між збереженням енергії і комфортом користувачів передбачають використання навісних та інтелектуальних фасадів, а також фасадів із подвійним склінням.

Подвійне скління фасадів передбачає наявність повітряного прошарку, що використовується як буферна зона (рис. 5.12). Таким чином досягається ізоляція між зовнішньою і внутрішньою частинами конструкції, що забезпечує теплоізоляцію взимку та захист від сонця влітку. Згідно із проведеними дослідженнями, будівлі з подвійним склінням здатні зменшити витрату енергії на 65% і скоротити емісію CO₂ на 50%.

До переваг фасадів із подвійним склінням можна віднести природну вентиляцію, що забезпечується внутрішніми вікнами, які відкриваються незалежно від вітрових навантажень навіть на верхніх поверхах хмарочосів. Такі фасади мають також високі акустичні характеристики.

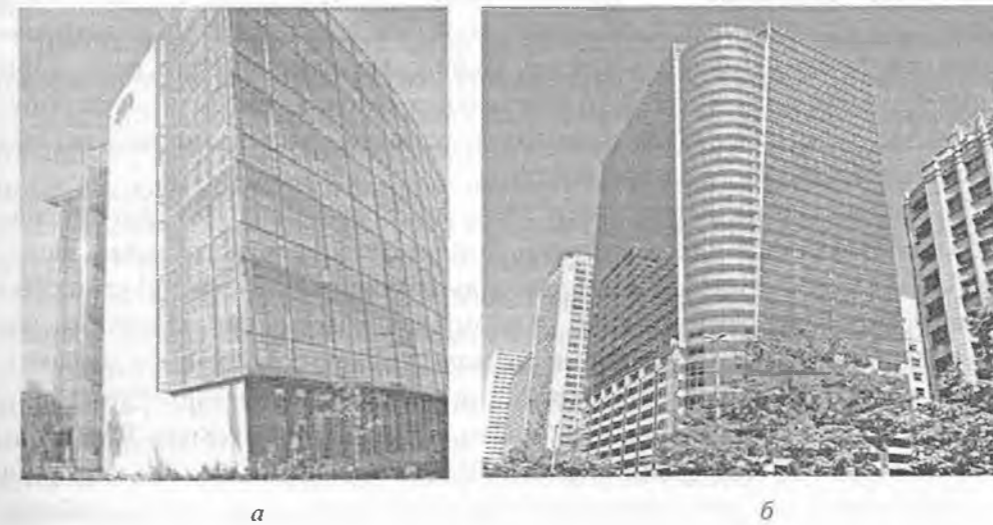


Рис. 5.12. Використання подвійного скління для оздоблення фасадів

Навісні фасади — це системи *планарного скління* (з точковим кріпленням скла) або «спайдер»-системи. 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 (рис. 5.13).

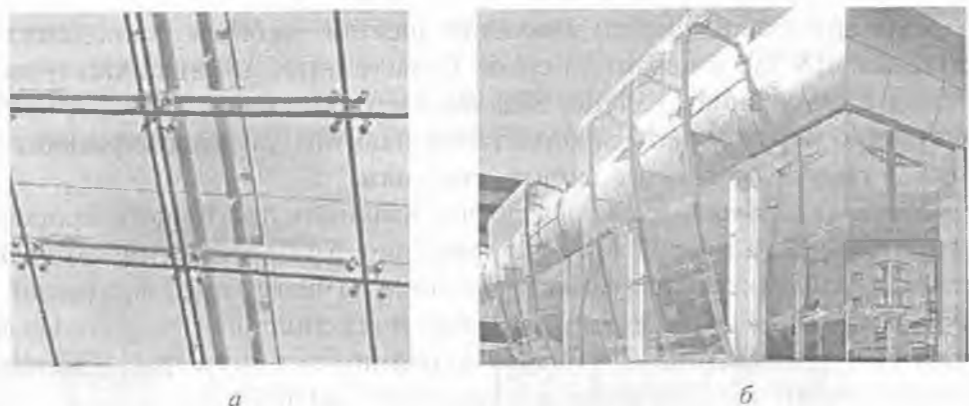


Рис. 5.13. Навісний фасад (система планарного скління):
схема влаштування (а), приклад застосування (б)

Інтелектуальні фасади — це фасади з «розумним склом», відомим як смарт-скло. *Смарт-скло* — композиційний матеріал, що складається з шарів скла з різних матеріалів і застосовується в архітектурі для виготовлення світлопрозорих конструкцій (вікон, перегородок, дверей). При цьому матеріал змінює оптичні властивості залежно від зовнішніх умов, наприклад, освітленості (фотохромізм), температури (термохромізм) або електричної напруги (електрохромізм).

До смарт-скла належать також скло, що самоочищається або автоматично відкривається для вентиляції. Інколи до «розумного скла» відносять спеціальне скління, наприклад, проєкційне (на основі дифузних або інших технологій), звукове скло (в якому вся поверхня є динаміком, що дозволяє наповнити приміщення рівномірним високоякісним звуком), сенсорне скло (те, що реагує на торкання) і скло з електропідігрівом.

Прикладом застосування «розумного скла» є будинок Swiss Re в Лондоні, відомий як «Корнішон» (рис. 1.26). «Розумне скло» — це різновид ламінованого скла, що складається з двох листів скла (прозорих безбарвних або кольорових) із рідкими кристалами між ними.

«Розумними» вікнами фасаду з подвійним склінням керує комп'ютерна програма, що працює на базі сигналів міні-метеостанції. Ця станція комплексно обробляє інформацію про швидкість вітру, температуру та інтенсивність сонячного випромінювання.

Позитивною рисою такого фасаду є те, що керування забезпечує енергоефективність і комфорт будівлі, але слід враховувати необхідність проведення додаткових технологічних операцій (тонування або шовкографію скління).

5.5. Матеріали та вироби зі скла в інтер'єрі

На цей час можливості створення унікального інтер'єру будь-якого приміщення надзвичайно широкі, особливо з використанням скла та виробів на його основі. 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 в інтер'єрі.

Матеріали зі скла для конструкцій. *Дзеркальне скло* виготовляють із полірованого скла товщиною 4...10 мм нанесенням на тильний бік шару металевого срібла або алюмінію та захисного покриття (часто у вигляді лаків).

У сучасному інтер'єрі дзеркала використовують не тільки за прямим функціональним призначенням, але й як декоративно-оздоблювальний матеріал та як засіб для створення ілюзорно розширеного простору. Крім крупнорозмірних дзеркал як облицювальний матеріал для стін та стель використовують дзеркальні плитки, смужки (із відходів), а також дрібний дзеркальний бій.

Дзеркальна стеля робить інтер'єр більш просторим та світлим. Крім того, вона наче подвоює висоту приміщення та розширює простір. Такі стелі можна застосовувати для офісних і житлових приміщень, холів, ресторанів, ігрових залів, басейнів, ванних кімнат. Розмір дзеркальної плитки може варіюватись за бажанням замовника. Плитка зазвичай виготовляється зі скла, після обробки вона може мати глянсову або матову поверхню, бути прикрашена фацетом або малюнком.

Фацет — скошена відполірована грань за периметром плитки, яка створює гру світла, що заломлюється на полірованих гранях дзеркала.

Візерункове вальцьоване скло безбарвне або кольорове має з одного або двох боків рельєфний візерунок, який отримують при прокатуванні листа між вальцями. Найкраще світлорозсіювання має скло з рельєфним візерунком у вигляді огранених призм або лінз, до такого скла належить так зване «кафедральне» скло.

Кафедральним називають кольорове або безбарвне скло з дрібним геометричним рисунком, на всіх гранях якого заломлюються світлові промені. Використовують його переважно у вітражних роботах.

Вітраж (лат. «vitrum» — скло) — сюжетна декоративна або орнаментальна композиція із кольорових стекол, що пропускають світло. Можливості функціонального використання вітражів передбачають застосування їх не тільки для заповнення віконного отвору, але й для стель, перегородок, ширм та декоративного оформлення приміщень. Вітражі можна умовно поділити на види залежно від технології виробництва.

Вітраж у стилі «Тіффані» — це особлива технологія складання: кожний шматочок скла обгортається за периметром клейкою мідною фольгою, а потім вони зварюються між собою (фото 18, а). За такою технологією можна створювати складні композиції, об'ємні вироби (світильники, люстри, підвісні прозорі стелі) достатньої міцності.

Вітраж у техніці ф'юзинг передбачає спікання на склі малюнка майбутнього вітража зі шматочків скла та скляних гранул (фото 18, б, в). При підігріванні скла до температури 850°C відбувається його спікання, причому утворений виріб має різну товщину, форму, фактуру, що дозволяє його використовувати у вигляді перегородок і вставок.

Піщаноструменевий вітраж отримують обробкою скла струменем стислого повітря з абразивним піском для нанесення рисунка за допомогою трафарету, при цьому можна отримати матовий рисунок на прозорому склі, прозорий рисунок на матовому склі або матовий рисунок із певною глибиною рельєфу на матовому склі. Після цього виріб можна покривати прозорим полімерним лаком, а також фарбами (рис. 5.14).



Рис. 5.14. Приклади піщаноструменевих вітражей

Мозаїчний вітраж, як правило, орнаментальний, має геометричну побудову; може нагадувати мозаїку з приблизно однаковим модулем смальти (фото 18, г). Мозаїчний набір використовується як фон, але може застосовуватися і самостійно, суцільним килимом перекриваючи простір вікон. Як модулі при мозаїчному наборі часто використовують відлиті у форму фігурні деталі складного рельєфу, кабошони, ерклезі, шліфовані вставки.

Кабошон — рельєфна фігурна вставка у вітражі, в основному прозора, часто пресована або відлита (моллірована) у форму, яка зовнішнім виглядом нагадує краплю води або скляний гудзик. Ерклез — куски різнокольорового скла, які мають різні форми і розміри. Використовується як декоративна вставка у вітражах.

Розписаний вітраж — вітраж, у якому все (або майже все) скло розписане, незалежно від того, чи на цільному склі написана картина або вона зібрана в оправу з окремих фрагментів (фото 18, д). Можливі незначні вкраплення фацетних, гранованих та пресованих стекол.

Транспарант — це транспарантне (або транспарентне) скло, що просвічується; прозорий живопис на склі, який сприймається на просвіт (фото 18, е). Транспарантний живопис, як правило, виконується по поверхні матового скла безвипалювальними фарбами, що є сумішшю пігменту із зв'язуючою речовиною, представленою олійною або темперною фарбою.

Свинцево-пайовий вітраж — класична техніка вітражу, що з'явилася в середині ХХ ст. Це вітраж, зібраний зі шматочків скла у свинцеву оправу, запаяну на стиках. Скло може бути кольоровим і розписаним фарбою з легкоплавкого скла й оксидів металів, що далі випалюється в спеціальних печах.

Плівковий вітраж (псевдовітраж) отримують нанесенням кольорової вітражної плівки, що здатна для приклеювання, на поверхню скла із закріпленням її по краях олов'яною каймою (рис. 5.15).



Рис. 5.15. Приклади плівкових вітражей

Фацетний вітраж — вітраж, виконаний зі скла з фаскою, яка знята по всьому периметру (фацету) або об'ємного, шліфованого та полірованого скла, що має огранку (фото 18, ж). Щоб одержати широку фаску (це підсилює ефект від заломлення світла), потрібно більш товсте скло, яке збільшує масу вітражу. Ось чому готові деталі збирають у більш міцну (латунну або мідну) оправу.

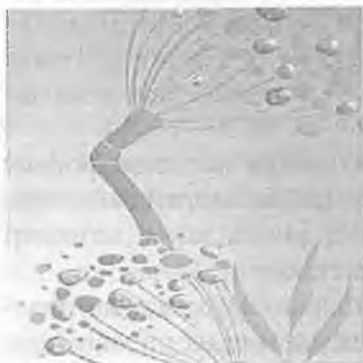


Рис. 5.16. Комбінований вітраж із використанням технології піщаностуменевої та фюзінгу

Комбінований вітраж — вітраж, що поєднує у собі декілька технологічних прийомів, наприклад: розписаний медальйон і техніку мозаїчного набору, фацетне скління як фон.

Для інтер'єру широко використовують не тільки скляні матеріали, але й вироби, в тому числі порожнисті блоки, облицювальні скляні та склокристалічні вироби тощо.

Скляні порожнисті блоки (склоблоки) — це вироби з герметично закритою порожниною, утвореною внаслідок поєднання двох відпресованих скляних пластин (рис. 5.17). Кожна половина зроблена зі скла товщиною 6...9 мм. Повітря, яке є в середині склоблока, надає матеріалу покращених теплозберігаючих та

звукоізоляційних властивостей. Поверхня склоблока може бути рифленою (візерунковою), прозорою, глянсовою і матовою.



Рис. 5.17. Різновиди склоблоків

За формою блоки можуть бути квадратними, прямокутними, кутовими та радіальними; за світлотехнічними характеристиками їх поділяють на декоративні, світлорозсіювальні, нерозсіювальні світлоспрямовувальні та теплопоглинальні; за конструктивним оформленням — на одно- та дво-

камерні; залежно від кольору скла, вони можуть бути безбарвними та кольоровими. Блоки випускають таких типорозмірів: 194×194 мм, 244×244 мм, 294×294 мм завтовшки 98 мм і 244×244 мм завтовшки 75 мм. Товщина лицьових стінок становить не менше 8 мм.

Склоблоки призначені для мурування світлопрозорих несучих огорожувальних конструкцій будівель і споруд, для заповнення зовнішніх і внутрішніх отворів, світлопрозорих та непрозорих огорож, їх використовують не тільки для оформлення стін і вікон, але й стелі покрівлі в котеджах, роблять з них склепіння та навіси, підлогу (з шорсткою поверхнею) звичайну або з підсвічуванням.

Склоблоки можна застосовувати для мансард, зимових садів, оранжерей, бесідок. Їх можна використовувати також при вологому режимі експлуатації — у спортивних комплексах, аквапарках, для оздоблення басейнів та душових кабін.

Перевагами склоблоків є те, що вони пропускають світло, не горять, є вогнестійкими (у випадку пожежі стіни із склоблоків залишаються непошкодженими 60 хв), не вицвітають на сонці, є теплозберігаючими та звукоізоляційними, довговічні, гігієнічні, мають багату кольорову палітру. Світлопропускання блоків становить 50...65%, а світлорозсіювання — до 25%, коефіцієнт теплопровідності — 0,42 Вт/(м·К), термічна стійкість — 30...50°C. Сучасні види склоблоків характеризуються світлопропусканням до 80% (безколірні), а кольорові і матові — 50...70%. Середня густина блоків — 800 кг/м³; границя міцності при стиску в напрямку, перпендикулярному до лицьової поверхні, становить 20...22 МПа, а при стиску в торець блока — 1,5...4,0 МПа. Безпечність склоблоків обумовлена високою термічною стійкістю і міцністю, в тому числі за рахунок відпалювання (гартування).

Стіни зі скляних блоків характеризуються коефіцієнтом звукоізоляції 38...40 дБ. Причому властивості залишаються незмінними протягом усього часу експлуатації. Істотними недоліками склоблоків є складність влаштування конструкцій із них та неможливість прокладання в них комунікацій. Зазвичай для укладання склоблоків використовують спеціальні сухі будівельні суміші на основі білого або звичайного портландцементу. Якщо ж торці блоків не пофарбовані, використовують спеціальні кольорові цементні, а після затвердіння шви заповнюють спеціальними розчинами (фугами), часто з водовідштовхувальним ефектом.

Склоблоки використовують для створення природного освітлення в приміщеннях, де неможливо встановлювати вікна; в житлових приміщеннях — коридори, ванні кімнати, санвузли, а також перегородки у кухнях

і вітальнях. Поряд із суцільними конструкціями із склоблоків широко використовують так зване точкове укладання, коли в конструкцію стіни з традиційних матеріалів (цегла, газосилікатні блоки, керамзитобетон, гіпсокартон) вбудовують окремі склоблоки, які виконують функцію декоративних елементів.

Інтер'єрні декоративні блоки відрізняються високою якістю поверхні, точністю форми, багатством кольорової гами та великим різноманіттям рисунків (рис. 5.18).

Удосконалення матеріалу здійснюють у двох напрямках. Перший напрямок пов'язаний із розширенням експлуатаційних властивостей склоблоків за рахунок створення рельєфів на внутрішній поверхні блоків, які спрямовують або розсіюють потік світла (залежно від малюнка). Випускають також склоблоки з низькоемісійного скла. Другий напрямок базується на створенні виробів із різними декоративними ефектами. Різноманіття кольорової гами досягається або об'ємним забарвленням скломаси або фарбуванням внутрішніх поверхонь склоблоків. Другий вид забарвлення внаслідок незначної кольоростійкості використовують переважно в інтер'єрах.

Склоблоки *ф'юзингові* отримують спіканням скляної крихти в середині блока. За бажанням виготовляють будь-який візерунок і малюнок (рис. 5.18, б).

Склоблоки *декоративні* — це блоки, наповнені декорацією, тема якої може бути фруктовою, квітковою або морською.

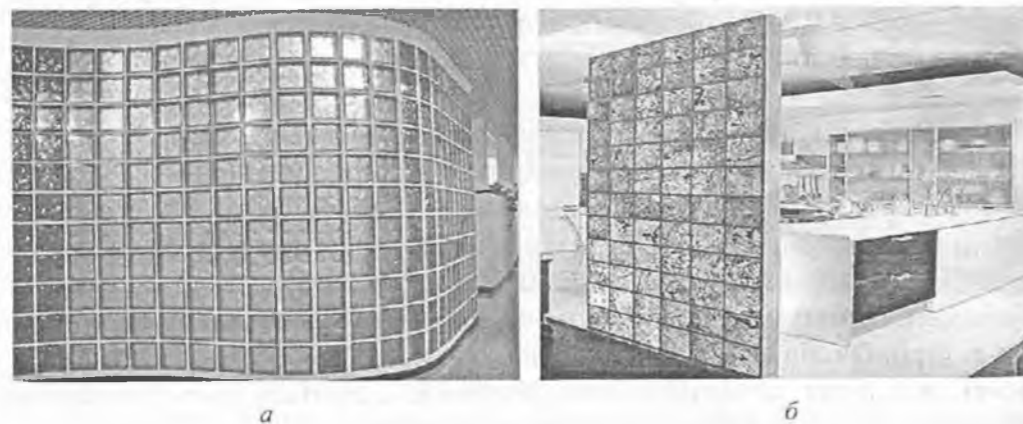


Рис. 5.18. Скляні блоки в інтер'єрі офісного приміщення (а), склоблоки в техніці ф'юзинг в інтер'єрі кухні-ідальні (б)

Існують також мармурові склоблоки — це оригінальна комбінація скла з мармуром, коли завдяки використанню тонких пластин мармуру товщиною 2 мм склоблок пропускає світло, висвітлюючи текстуру мармуру з його прожилками і поліхромними особливостями.

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

Основою стаціонарних перегородок (рис. 5.19, а) є каркас (стальний, алюмінієвий, дерев'яний, пластмасовий), який заповнюється залежно від ступеня захисту (механічного, звукового) склопакетами, отриманих із використанням триплексу, загартованого скла, а також армованого скла.

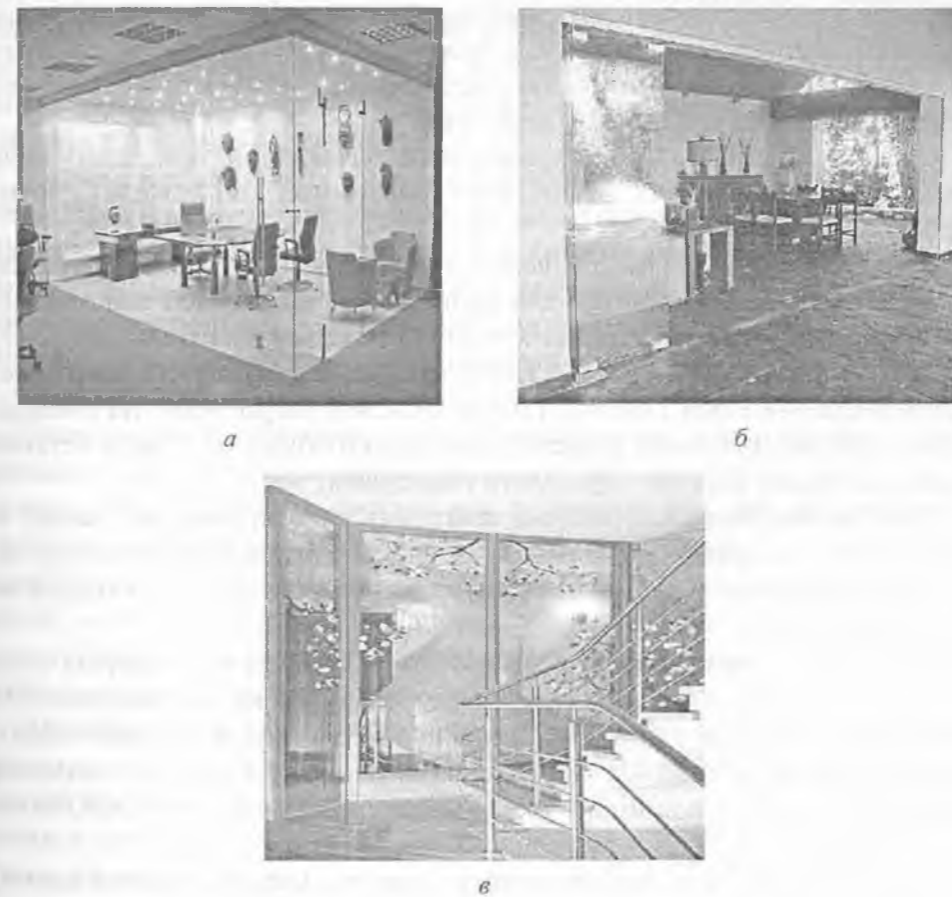


Рис. 5.19. Варіанти інтер'єру з використанням скляних перегородок: а — стаціонарних, б, в — мобільних

Мобільні перегородки (рис. 5.19, б, в) використовують для організації індивідуальних робочих місць або місць для невеликих робочих груп. Висота їх зазвичай не перевищує 2 м. Додатково покращити звукоізоляцію можна використанням подвійного скління. Для цього, як правило, використовують скло поліроване товщиною 5 мм; скло тоноване у масі товщиною 5 мм; скло тоноване дзеркальне зі ступенем тонування від 10 до 90%; скло, обклеєне захисною плівкою товщиною 4...6 мм.

Скляні перегородки досить часто використовують при оформленні інтер'єру: вони є практичними, вишуканими, можуть постійно або тимчасово розділяти простір, є елементами сучасного дизайну і створюють комфортні умови для роботи та відпочинку.

Скляні розсувні перегородки використовують для відокремлення робочого місця при збереженні видимості великого простору. Для таких перегородок використовують звуконепроникне скло безпечне, ламіноване, армоване, загартоване. Скло також може бути різного кольору, тоноване або з малюнком. Крім того, скляні перегородки можуть бути доповнені елементами з металу, пластику, деревини.

Конструкції скляних перегородок передбачають використання скляних дверей (маятникових, розкривних, розсувних), які комплектуються спеціальною фурнітурою.

Дверні полотна — це загартовані вироби з листів скла з обробленими кромками, отворами, вирізами для кріплення металевої або пластмасової фурнітури. Випускають їх товщиною 10, 12 та 15 мм, висотою 2200, 2400 і 2600 мм, шириною 700, 800, 900 і 1000 мм. Вони витримують удар вільно падаючої сталеної кулі з висоти 1500 мм. Скляні дверні полотна використовують для влаштування дверей у громадських будівлях. Двері встановлюють у металеву коробку і фіксують шарнірами.

Міжкімнатні двері зі скляними вставками (прозорими, матовими, візерунчастими, вітражними) є не тільки елементами декору інтер'єру, але й виконують практичну функцію — отримання додаткового джерела світла для приміщення.

Облицювальні матеріали та вироби. Як облицювальний матеріал використовують *кольорове листове скло*, пофарбоване у масі або накладне. Для внутрішнього облицювання і влаштування перегородок використовують *декоративний триплекс*. Це листи скла із запресованою декоративною плівкою або тонкою тканиною. Максимальні розміри листів 1150×2500 мм при товщині 6 мм.

Безперервним прокатом глушеного скла, що містить мінливі оптичні включення кремнефториду натрію, виготовляють *скломармур* і його різновид *склодекор*.

Плитки скляні облицювальні килимово-мозаїчні і килими з них. Скляну мозаїку отримують термообробкою шихти з кварцового піску, води, оксидів металу, польового шпату. Залежно від добавок, скляна мозаїка може бути прозорою або непрозорою. Плитки виготовляють переважно методом безперервного прокату з незабарвленого та забарвленого глушеного скла, а килими збирають із окремих плиток. Плитки випускають квадратними різних розмірів товщиною 3...5 мм. Килими виготовляють наклеюванням плиток на папір із використанням клею, який забезпечує якісне склеювання, а потім легке змивання паперу з плиток без утворення плям. У виробництві скляної мозаїки більш розповсюдженою є паперова технологія, ніж сіткова, оскільки покращується адгезія плитки до поверхні без проміжної основи — сітки, а також при використанні паперу шви на криволінійних поверхнях залишаються незмінними, а із сіткою — розходяться. Як правило, виготовляють матриці розмірами 30×30 см, що складаються із 225 плиток мозаїки розмірами 20×20 мм. Також із мозаїки може бути виготовлене *панно* довжиною 2,5...2,8 м і необхідної ширини, зі зміною тону від темного до світлого.

Скляна мозаїка більш міцна, ніж звичайне скло, оскільки вона піддається додатковому відпалюванню. Плитка є стійкою до дії миючих засобів, деяких неорганічних і органічних кислот, водопоглинання її становить менше 0,1%. Це температуростійкий матеріал, який витримує перепади температури від -15 до +145°C, морозостійкість мозаїки становить більше 100 циклів, також вона є світлостійкою.

Плитки та килими зі скляної мозаїки використовують для зовнішнього і внутрішнього облицювання будівель різного призначення, а також для виготовлення декоративно-художніх панно (фото 19, а, б). Крім того, мозаїку можна використовувати для стільників або стін на кухнях, для оздоблення ванних кімнат, лазень, басейнів, аквапарків, фонтанів та приміщень із підвищеною вологістю, для облицювання порталів камінів і печей ззовні, для облицювання відкритих басейнів, які можуть замерзати взимку. Малі розміри плитки дозволяють покривати нею складні криволінійні поверхні.

Марблін — непрозоре потовщене зафарбоване у масі або глушене скло товщиною 5...7 мм або 8...10 мм, яке виготовляють методом прокату, зовнішній бік може бути полірованим, візерунковим, необробленим — шорстким («кованим») або вогненно-полірованим. Зворотний бік має рифлення для закріплення листа при облицюванні.

Марблін виготовляють різних кольорів: жовтого (молочного), чорного, сірого, кремowego, зеленого, рожевого, мармурового. Його використовують

ють для облицювання внутрішніх стін панелей у ванних кімнатах і кухнях, перегородок житлових та громадських будівель, магазинів, облицювання стін і стель лабораторій, стільників та прилавків, також для оздоблення меблів. Поверхня облицювального скла може бути дзеркальною (полірованою), матовою і вальцьованою з різними візерунками.

Декоративний марблін — непрозоре чорне скло, що містить блискучі зелені кристалічні включення. Іноді його називають *авантюриновим склом*, оскільки зовні нагадує природний авантюрин. Виготовляють марблін способом неперервного формування на двовалковій роторній машині. Товщина плит від 5 до 12 мм, максимальні розміри до 500x500 мм. Лицьова поверхня плит кована, а тильна — рифлена з обрізними краями.

Сигран — склокристалічний матеріал, що імітує граніт. Виготовляють пресуванням із скломаси у вигляді плиток. Зовнішня поверхня плит шліфується і полірується, внутрішня — рифлена. Розмір плиток від 48x48 мм до 300x300 мм при товщині 4...20 мм. Характеризується високою водостійкістю, опором удару, густина не менше 2500 кг/м³, твердість за шкалою Мооса від 5 до 7, термостійкість не нижче 80°C. Плитки призначені для внутрішнього та зовнішнього облицювання культурно-побутових будівель і споруд, оформлення інтер'єрів, для захисту і декоративного оформлення цоколів будівель.

Неопар'є (Neoparies та Neoparies-light) — матеріал склокристалічної структури, який отримують на основі алюмосилікатної шихти та модифікуючих добавок. Шихту варять при $t = 1500^\circ\text{C}$, а з розплаву одержують гранули розміром 1...7 мм. Після сушіння гранули укладають на піддоні і подають до тунельної печі, де відбувається їх спікання та кристалізація.



Рис. 5.20. Влаштування підлоги в інтер'єрі офісного приміщення з використанням плит із склокристалічного матеріалу Неопар'є (Neoparies)

Після термообробки спечений склокристалічний матеріал містить до 40% кристалічної фази, що дозволяє надавати виробам при повторному нагріванні будь-якої форми, завдяки чому відкривається можливість виготовляти круглі колони та арочні склепіння, вироби малої архітектури (рис. 5.20).

Склокристаліт випускають у вигляді плиток, що отримані сплавленням гранул із безбарвного або кольорового скла. Залежно від розміру та кольору гранул можна отримувати

ти вироби різного забарвлення, що надає їм високої декоративності. Габаритні розміри плиток 300x300 та 300x150 мм, товщина — 15 мм. Лицьова поверхня полірована, тильна — груба шорстка, кромки обрізні. Термостійкість плиток становить 60°C, морозостійкість — не менше 80 циклів, стираність не перевищує 0,1 г/см². Використовують для облицювання внутрішніх і зовнішніх стін житлових і промислових будівель, а також для покриття підлог.

Смальту виготовляють пресуванням частинок спеціально отриманого кольорового скла та оксидів із наступною термообробкою (спіканням). До складу смальти іноді вводять перламутр, що забезпечує переливання кольорів під дією сонячних променів. Часто смальту отримують методом випадкового або направлено розколювання заготовок смальтового скла, інколи їх розрізають спеціальними інструментами (рис. 5.21). Деякі технології дозволяють отримувати смальту методом штампування. Палітра смальти відрізняється великим різноманіттям кольорів і відтінків.

Плитки виготовляють товщиною від 5 до 50 мм, довжиною 130...150 мм і шириною 85...100 мм. Смальту використовують для викладання мозаїчних панно, картин та інших художніх й декоративних композицій на фасадах або в інтер'єрах. У Софіївському соборі (X ст., м. Київ) збереглася мозаїка, виконана зі смальти, що має 177 відтінків різних кольорів, в тому числі червоно-рожевих — 19, синіх — 21, зелених — 34, золотих — 25 (фото 17, а, б).



Рис. 5.21. Заготовки смальтового скла для мозаїки

Крім смальти, для створення мозаїки використовують «канторель» — прозорі скляні плитки, зворотний бік яких має непрозорий фон, отриманий методом металізації.

До позитивних властивостей смальти належать її довговічність — міцність, ударна стійкість, хімічна стійкість до різних агресивних середовищ, морозостійкість, зносостійкість; стійкість кольору при впливі сонця і дощу; універсальність — можливість створення від мініатюрних елементів декору до художніх композицій із сотень тисяч елементів; функціональність — можливість оздоблення як камерних інтер'єрів, так і величких культових споруд, громадських будівель та спеціальних приміщень (станції метро) (фото 20). Водостійкість і водонепроникність дозволяють використовувати смальту для оздоблення басейнів та фонтанів. Порівняно з

іншими матеріалами, смальта має «антивандальні» властивості, тому вона широко застосовується при оздобленні шкіл, професійно-технічних училищ, лікарень, магазинів тощо.

До унікальних властивостей смальти можна віднести багатство кольорів і відтінків різної яскравості та насиченості, а також ефект внутрішнього світла. Крім того, смальта не накопичує і не адсорбує бруд, за необхідності таке покриття можна мити.

Скляна крихта — це гранули визначеної фракції (від 0,4 до 10 мм) із глушеного забарвленого або незабарвленого скла. Її виготовляють подрібненням і сортуванням ерклезу, отриманого з відходів скляного виробництва. Кріплення крихти, яку наносять електростатичним, пневматичним або механічним способами на поверхні оздоблюваного об'єкта, виконують за допомогою полімерних клеїв. Застосовують для декоративного оздоблення фасадних поверхонь стін різних будівель, а також для оформлення інтер'єрів.

Склокремнезит отримують спіканням гранул із добавками, використовують його в основному для виготовлення художніх монументальних панно. Крім склобою, до складу формувальної маси вводять наповнювачі (пісок, глину, шамот). Після закінчення спікання відформовані плити піддають випалюванню. Із склокремнезиту виготовляють скло мозаїчну плитку міцністю при стиску до 80 МПа і на згин до 16 МПа.

Склокераміт випускають у вигляді декоративно-мозаїчних плит. Це керамічний матеріал, лицьова поверхня якого декорована кольоровим склогранулятом. Він має міцність при стиску 130...150 МПа, на згин — 25...30 МПа, водопоглинання — 1,5...2,5%, морозостійкість не менше 50 циклів.

Порокремнезит — декоративний облицювальний матеріал на основі склобою та кварцового піску. Має високі декоративні та фізико-механічні властивості, але у зв'язку зі зниженою густиною його використання для зовнішнього облицювання будівель обмежено.

Плити порокремнезиту отримують наступним чином: на дно форми спочатку засипають пісок, а потім суміш склобою з піском шаром 15...20 мм. Для верхнього декоративного шару товщиною 3...5 мм використовують кольоровий склобій або склобій, змішаний із барвниками. Тепловою обробку здійснюють у тунельних печах. Для зниження густини до основного шару плиток вводять газотворювачі (вугілля, карбонати). Товщина плит — 15...20 мм; розміри — 150×200; 200×300 та 300×400 мм; міцність при стиску — до 13 МПа, при згині — до 3 МПа; водопоглинання — не більше 5%; коефіцієнт теплопровідності — 0,35...0,5 Вт/м·К; середня густина — 1000...1700 кг/м³.

Пінодекор — облицювальний матеріал із піноскла, призначений для внутрішнього облицювання житлових і промислових будівель, а також декоративного оздоблення приміщень та споруд громадського призначення. Вироби представлені квадратними або прямокутними плитами розміром від 150×150 до 450×450 мм, товщиною до 40 мм, лицьова поверхня яких покрита кольоровою склоподібною плівкою. Зазвичай для забарвлення використовують керамічні фарби, оксиди металів або кольоровий склобій. Тильна поверхня плит має розвинуту шорстку поверхню для кращого зчеплення плит із розчином при монтажі. Пінодекор із склобою має середню густину 800...1200 кг/м³, міцність при згині — 0,6...0,8 МПа, морозостійкість не менше 25 циклів.

5.6. Матеріали та вироби спеціального призначення з мінеральних розплавів

Матеріали з мінеральних розплавів використовують не тільки для оздоблення інтер'єру та екстер'єру, але й для отримання виробів із покращеними експлуатаційними властивостями: високоміцних, теплоізоляційних, звукоізоляційних тощо. За структурою такі вироби поділяють на щільні, волокнисті та ніздрюваті.

Щільні матеріали. Особливе місце серед цього класу матеріалів займають будівельні *ситали*, які характеризуються унікальними фізико-механічними властивостями, а саме низьким коефіцієнтом термічного розширення, високою міцністю, зносостійкістю, термостійкістю, а також підвищеною абразивною стійкістю.

Технологія виготовлення *ситалів* передбачає використання основних етапів технології скляного виробництва (приготування шихти → варіння скла → формування виробів → відпалювання виробів), але відрізняється процесом кристалізації виробів, який відбувається відразу за формуванням або здійснюється після відпалювання. Кристалізація виробів відбувається у дві стадії. Перша стадія реалізується в інтервалі температур 700...740°C, що сприяє утворенню центрів кристалізації; а друга — в інтервалі температур 900...1150°C для забезпечення максимального зростання кристалів.

За зовнішнім виглядом ситал — це щільний дрібнозернистий матеріал, колір якого (чорний, коричневий, сірий, блакитний) залежить від складу шихти та каталізатора (рис. 5.22). Властивості ситалів можна порівняти із властивостями таких конструкційних матеріалів як леговані сталі та чорні метали. Твердість деяких ситалів наближається до твердості загартованої сталі і майже у 25 разів вище твердості віконного скла.



Рис. 5.22. Влаштування підлоги офісного центру з використанням ситалових плит

Ситали мають високу стійкість до дії сильних кислот (крім фторидної) і лугів, що зумовлює їх використання в хімічній і нафтохімічній промисловості. Завдяки високим термомеханічним властивостям ситали застосовують у спеціальних умовах, наприклад, для виготовлення деталей, що зберігають стабільні розміри при коливаннях температури (фундаменти прецизійних верстатів).

Порівняльні властивості ситалів і відомих будівельних матеріалів наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Порівняння властивостей ситалів і відомих будівельних матеріалів

Назва матеріалу	Середня густина, кг/м ³	Границя міцності, МПа		Модуль пружності, Е·10 ³ , МПа	Водопоглинання, %	Кислото-стійкість, %
		при стиску	при згині			
Ситал	2600...2900	800...1000	100...225	72...135	0	97,8...98,9
Шлакоситал	2600...2800	500...650	90...130	90...100	0	98,8...99,8
Петроситал	2900...3000	700...850	130...170	40...50	0	99,8
Скло віконне	2500...2600	600...700	60...70	60...70	0	55...58
Граніт	2600...2800	100...250	15	8...25	0,1...0,5	95...95,5
Сталь	7800	420...550	400...1600	210...220	—	—

Шлакоситали — це різновид склокристалічних матеріалів, які виготовляють спрямованою кристалізацією шлакових стекл. Їх виробництво складається з двох основних етапів: перший — одержання шлакового скла і формування з нього виробів; другий — термічна обробка виробів, внаслідок якої утворюється склокристалічна структура. Розмір утворених кристалів 0,1...3,0 мкм, а вміст їх — 60...70%. Шлакоситали виготовляють білого й темно-сірого кольорів; їм можна надати будь-якого кольору додаванням до відбіленої скломаси відповідних барвників. Якщо для виробництва ситалів використовують гірські породи, то такі матеріали називають петроситами.

Шлакове литво — один із перспективних напрямів використання шлаків. Вироби із шлакового литва мають високу зносостійкість, стійкість у лужних середовищах, морській воді та забрудненій атмосфері. За своїми характеристиками вони не поступаються залізобетонним виробам, а за рядом показників (зносостійкість, жаростійкість) переважають їх. Середня густина литих виробів досягає 3000 кг/м³, границя міцності при стиску — 500 МПа, при згині — 50 МПа.

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

Виготовлення литих кам'яних виробів передбачає: підготовку сировини, її плавлення, формування виробів, кристалізацію та відпалювання. Підготовка шихти включає подрібнення і розмелювання вихідних компонентів, перемішування їх до однорідної маси, плавлення маси при температурі 1400...1500°C, охолодження розплаву до температури 1250°C, розливання його у форми. У процесі охолодження розпочинається первинна кристалізація. Щоб зменшити внутрішні напруження, які виникають при охолодженні, відливки піддають кристалізації та відпалюванню в печах. Кристалізація відбувається при температурі 800...900°C. За процесом кристалізації йде операція повільного охолодження виробів — відпалювання. З кам'яного литва випускають вироби у вигляді плоских та вигнутих плиток. Плавлені вироби характеризуються високою середньою густиною (2900...3000 кг/м³). Через малу пористість (до 2%) та закритий характер пор вони мають низьке водопоглинання (до 0,22%) і підвищену морозостійкість (до 500 циклів). Їх довговічність зумовлена високими показниками кислото- (98,6...99,8%) та лугостійкості (до 90%). Стираність виробів із кам'яного литва становить усього 0,04...0,08 г/см², тобто в 3...5 разів менша, ніж граніту. Границя міцності при стиску виробів — 230...300 МПа, при згині — 30...50 МПа, при розтягу — 15...30 МПа. Литі кам'яні вироби відрізняються діелектричними властивостями та високою термостійкістю (до 900°C).

Ніздрюваті та волокнисті вироби зі скла використовують переважно для тепло- та звукоізоляції будівель та промислового обладнання.

Ніздрювате скло — це штучний силікатний матеріал із рівномірно розміщеними порами (0,1...5,0 мм), розділеними тонкими перегородками зі склоподібної речовини. За технологією отримання розрізняють піно- та газоскло. Газоскло одержують із склопорошку із додаванням 1...2% добавок-газоутворювачів (антрациту, графіту, вапняку тощо), який плавиться у формі при температурі 600...850°C, збільшуючись в об'ємі за рахунок спучування.

Піноскло отримують за «холодною» технологією, яка передбачає помел склопорошку та його змішування з піноутворювачем і стабілізатором піни. Отриману суміш розливають у металеві форми, подають на сушіння, а після розкриття форм напівфабрикатні вироби відправляють на випалювання при температурі 650...700°C. Як піноутворювач можна використовувати мильний корінь (0,5...2% від маси скла) та бентонітову й вогнетривку глину (2...4%).

Ніздрювате скло за призначенням поділяють на ізоляційне (для утеплення огорожувальних конструкцій будівель); ізоляційно-монтажне (для ізоляції морозильних установок і теплових агрегатів з температурою від -160 до +400°C); вологозахисне (із водопоглинанням не більш 1,8%); спеціальне.

Ізоляційне скло характеризується такими властивостями: середня густина 150...250 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності 0,06...0,087 Вт/(м·К), міцність при стиску 0,08...2,0 МПа, максимально допустима температура застосування +400°C.

Ніздрювате скло легко піддається розпилюванню, шліфуванню, свердлінню, склеюванню, має підвищену біостійкість. Піноскло є неорганічним матеріалом, який не горить, не підтримує горіння і належить до групи негорючих матеріалів. Границя вогнестійкості за втратою теплоізолюючої здатності при товщині 40, 80 та 100 мм становить відповідно 30, 45 та 60 хвилин. Використання такого матеріалу може значно знизити пожежонебезпечність будівель і споруд, а також запобігти розповсюдженню пожежі.

Міцність при стиску піноскла залежно від його середньої густини (від 100 до 600 кг/м³) змінюється від 0,5 до 7,5 МПа, коефіцієнт розм'якшення становить 0,95. Піноскло є жорстким та безусадковим матеріалом, поряд із цим легко обробляється, що дозволяє створювати вироби будь-якої форми (рис. 5.23, а). Його можна застосовувати для одночасної гідро- і теплоізоляції (покрівля, паркування, пандус та ін. (рис. 5.23, б). Паропроникне скло дозволяє створювати огорожувальні конструкції, що забезпечують комфортний мікроклімат у приміщенні. Крім того, виробництво піноскла має певні екологічні переваги, оскільки дозволяє використовувати будь-який склобій та відходи скляного виробництва, а застосування піноскла дозволяє відмовитись від екологічно та пожежонебезпечних теплоізоляційних матеріалів, наприклад, пінополістиролу.

Регулюванням швидкості охолодження шлакового розплаву можна отримати ніздрюваті матеріали з різними властивостями. Швидке охолодження вогнянорідкого шлакового розплаву водою — найпоширеніший спосіб виробництва гранульованого матеріалу склоподібної структури зі

специфічними властивостями. Обробка шлакового розплаву меншою кількістю води (порівняно з грануляцією) сприяє утворенню пористого матеріалу — шлакової пемзи.

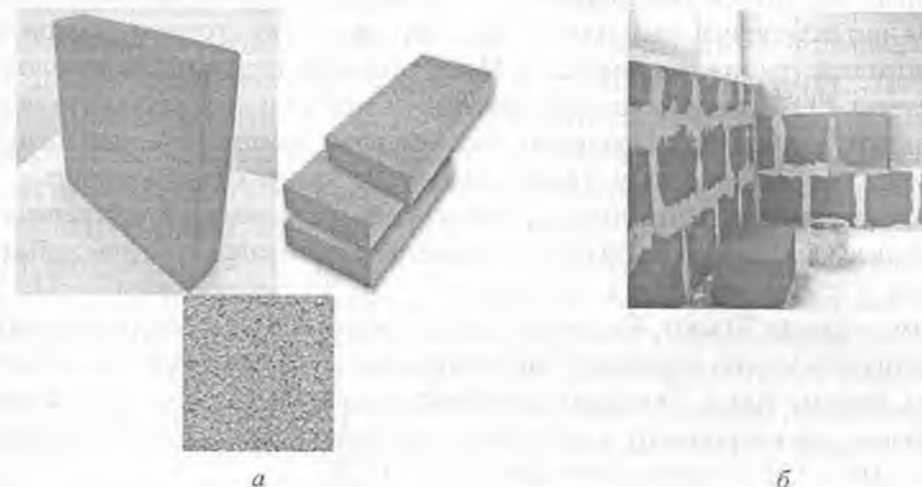


Рис. 5.23. Різновиди плит із піноскла (а) та влаштування теплоізоляції з використанням плит із піноскла (б)

Для одержання гранульованого шлаку застосовують мокрий (вологість продукту становить 25...30%), напівсухий (вологість 10...15%) та сухий способи (вологість 6...10%) гранулювання за допомогою установок різних видів: басейнових, жолобчатих, барабанних, гідроударних та придоменних. Гранульований шлак є сировиною для отримання в'язучих матеріалів (шлакопортландцементу, портландцементу з мінеральними добавками, композиційного цементу, шлаколужного цементу), а також його можна застосовувати як дрібний заповнювач та наповнювач для будівельних розчинів та бетонів.

Шлакова пемза — це пористий матеріал, який одержують поризацією шлакового розплаву, його наступним подрібненням та сортуванням. На металургійних підприємствах застосовують різні способи виробництва шлакової пемзи: траншейно-бризкальний, басейновий, вододуттьовий та гідроекранний. Залежно від насипної густини (кг/м³), шлакову пемзу (щебінь або гравій) поділяють на такі марки: 400, 450, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850 і 900. Міцність шлакової пемзи при стискуванні в циліндрі має бути не менш як 0,5...2,5 МПа. Використовують як заповнювач у легких теплоізоляційно-конструкційних бетонах, а також як утеплювач для покрівель, підлог, у сумішах для дорожнього покриття.

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

Виготовляють скловолокно в основному відцентрово-дутьовим способом, що передбачає розпилення скляного розплаву струменем пари або стислого повітря під тиском 0,5...1 МПа і дозволяє отримати скловолокно діаметром 10...13 мкм невеликої довжини з мінімальною кількістю неволоконистих включень (корольків), які зазвичай погіршують теплоізоляційні властивості матеріалу. Таке скловолокно називають *скловатою*.

Залежно від довжини ниток скловолокно поділяють на *неперервне* та *штапельне* (завдовжки до 50 см). За діаметром скловолокно буває: ультратонким <1; супертонким 1...2; тонким — 3...10; потовщеним — 11...20; грубим — понад 20 мкм. Кислотостійкість скловолокна є досить високою, лугостійкість можна підвищити завдяки введенню до скломаси оксидів цирконію, феруму тощо. Температуростійкість залежить від хімічного складу скломаси: для кварцового, корундового становить 1200...1500°C, для лужного — 600...750°C; гігроскопічність — 0,1...0,2%.

Скляні оптичні волокна виготовляють із оптично прозорого матеріалу (кварцового скла), але для червоного спектра можна використовувати інші види (наприклад, халькогенідні стекла). Показник заломлення такого скла близько 1,5. Оптичне волокно має круглий переріз і складається із серцевини та оболонки. Для забезпечення повного внутрішнього відбиття абсолютний показник заломлення серцевини повинен бути більше показника заломлення оболонки. Промінь світла, спрямований у серцевину, розповсюджується в ній із багаторазовим відбиттям від границі поділу «серцевина-оболонка».

Волоконно-оптичні технології застосовують для створення прозорих бетонів (див. гл. 7) та для підсвічування архітектурних споруд, басейнів, фонтанів, у ландшафтному дизайні, при світловому оформленні інтер'єрів. Цьому сприяє абсолютна безпечність елементів, що використовуються, значний строк експлуатації (10 років), низька потужність (1 Вт/м) і адаптація до будь-яких кліматичних умов. Одним із розповсюджених шляхів використання оптичного волокна, а точніше ниток із торцевим ефектом освітлення, є створення із багатьох сяючих яскравих крапок різнокольорового поля, що динамічно змінюється, — «зоряного неба». Комплект для монтажу складається з набору оптичних волокон діаметром 0,75 або 1 мм визначеної довжини, джерела світла і елементів кріплення. «Зоряне небо» застосовують для влаштування світлодинамічних стель, панно, декоративних панелей у дискотеках та концертних залах (фото 21).

Скловолокно звичайне найчастіше використовують для виготовлення *рулонних або гнучких матеріалів* (джгути (ровінги), скляна тканина, рогожка, неткане полотно), а також як армуючий компонент для отримання фібробетонів та інших композиційних матеріалів.

Скловата — це волокнистий утеплювач жовтуватого кольору, який має низьку теплопровідність, високу вібростійкість і високу стискуваність. Скловата здатна в 6 разів зменшуватись у об'ємі, що дозволяє її транспортувати в ущільненому стані. Скловата відрізняється від мінеральної вати більшою хімічною стійкістю при майже однаковому коефіцієнті теплопровідності, вона не горить, не жевріє. На відміну від базальтової вати, що складається із переплетених ниток, скляна вата містить волокна, впорядковані в одному напрямку (ламінарна структура), і тому має добру стискуваність. Недоліком скловати є підвищена ламкість волокон, гострі та тонкі уламки яких легко проникають у шкіру, легені та очі, викликаючи їх подразнення, тому робота зі скловатою повинна проводитися у спецодязі, захисних окулярах і респіраторі. Всі вироби постачають упакованими у поліетиленову плівку.

Виготовлення виробів зі скловати відбувається таким чином: компоненти шихти розплавляються у печі, розплав струменем подають на центрифугу, де утворюються волокна, що потім потрапляють у камеру волоконоосадження. Тут на волокна напилують синтетичну зв'язуючу речовину і гідрофобізатори, а далі сформований мат транспортують у камеру полімеризації зв'язуючої речовини. Для виготовлення напівжорстких та жорстких виробів найчастіше використовують органічні в'язучі речовини, в тому числі фенолформальдегідні та карбамідні смоли. Також можуть бути придатні неорганічні матеріали, наприклад, глинисті зв'язуючі та лужні алюмосилікатні в'язучі речовини.

Номенклатура виробів на основі скловати є досить широкою і може бути відображена такою класифікацією:

- *штучні вироби*, що можуть бути м'якими, напівжорсткими, жорсткими, підвищеної жорсткості та твердими (плити, циліндри, напівциліндри, сегменти);
- *рулонні або гнучкі* (мати в рулонах, шнури, джгути);
- *пухкі* (мінеральна вата сира, мінеральна вата гранульована).

На основі скловати найчастіше виготовляють м'які вироби, які використовують для конструкцій, що працюють без навантажень. Останнім часом більше уваги приділяють напівжорстким плитам зі скловати, які застосовують для систем фасадів, що вентилюються, а циліндри із скловати використовують для теплоізоляції трубопроводів.

Вироби зі скловати характеризуються середньою густиною 30...150 кг/м³, коефіцієнтом теплопровідності 0,03...0,067 Вт/(м·К). Середня густина отриманих виробів на основі органічних в'язучих становить 50...150 кг/м³, коефіцієнт теплопровідності — 0,041...0,046 Вт/(м·К), допустима температура застосування змінюється від -180 до 450 °С. Вироби зі скловати із середньою густиною до 30 кг/м³ належать до групи негорючих, а підвищеної густини — до класу слабогорючих (Г1), що пояснюється більшим вмістом органічної зв'язуючої речовини.

Плити зі скловати використовують для ізоляції будівельних конструкцій, покрівлі, зовнішніх стін, цокольних і підвальних приміщень, внутрішніх конструкцій. Їх також застосовують для теплоізоляції трубопроводів, що мають підвищену температуру, для виготовлення легких багатошарових стінових панелей, плит покриттів та звукопоглинальних і звукоізолюючих конструкцій.

Для виготовлення матеріалів на основі *мінеральної вати та волокна* як сировину використовують вивержені гірські породи (габро, базальт, діабаз, сієніт), а також метаморфічні (гнейси, слюдяні сланці з добавками карбонатних порід).

Технологія виробництва *мінеральної вати* така ж, як і скловати. Як органічні в'язучі речовини для отримання теплоізоляційних матеріалів на основі мінеральної вати використовують фенолформальдегідні смоли, зокрема термореактивні фенолоспирти, карбамідні смоли, бітуми, декстрин, крохмаль тощо.

Фенолформальдегідні смоли мають високі адгезійні властивості, але характеризуються токсичністю, крихкістю затверділих плівок та швидким старінням. Карбамідні смоли дешевші за фенолоспирти, мають високу адгезію до волокон, не горять, дозволяють одержувати мінераловатні вироби із високими експлуатаційними характеристиками.

Останнім часом все ширше використовують багатокомпонентні в'язучі, які містять композиції смол із різними пластифікаторами, що підвищують еластичність мінераловатних виробів.

Високі теплоізоляційні властивості мінеральної вати зумовлені її низькою середньою густиною за рахунок високої пористості (93...95%). Об'єм і розмір пор залежать від діаметра і довжини волокна та наявності «корольків». Довжина волокна коливається від 2 до 30 см, а діаметр волокон — від 2 до 15 мкм. Теплопровідність мінеральної вати не перевищує 0,045 Вт/(м·К) при температурі (25±5)°С; 0,064 Вт/(м·К) — при (125±5)°С; 0,105 Вт/(м·К) — при (300±5)°С. Мінеральна вата не сприяє розвитку грибів, проте, внаслідок виділення останніми органічних кислот, може руйнуватися.

Мінеральну вату застосовують як тепло- та звукоізоляційний матеріал, а також як основу для виготовлення різних виробів, номенклатура яких є досить широкою. З урахуванням екологічних аспектів виробництва та наявності широкої сировинної бази мінеральна вата та вироби на її основі займають перше місце серед теплоізоляційних матеріалів. Вироби з мінеральної вати поділяють на такі групи: рулонні — шнури, джгути, мати; штучні — плити (рис. 5.24), циліндри, напівциліндри, сегменти; сипкі — гранульована вата.



Рис. 5.24. Різновиди мінераловатних плит:
а — м'які, б — напівжорсткі, в — жорсткі

Базальтова вата характеризується низьким коефіцієнтом теплопровідності, є вібростійкою, гідрофобною, негорючою. Залежно від густини, базальтова вата може бути як еластичною, так і жорсткою (достатньо міцною).

М'які види базальтової вати призначені для використання в місцях, де теплоізоляція не сприймає навантажень, а також при колодязній системі теплоізоляції або в системах фасадів, що вентилуються з незначною швидкістю повітряних потоків. Напівжорсткі види базальтової вати застосовують у системах вентильованих фасадів без обмеження швидкості повітряних потоків, а відповідно, без обмеження висотності будівлі.

Жорсткі види базальтової вати використовують при наявності навантажень на конструкцію. При виборі теплоізоляції слід враховувати не тільки середню густина, але й умови експлуатації матеріалу, наприклад, для систем скріпленої теплоізоляції необхідно звертати увагу на міцність на розрив, для плоскої покрівлі необхідно підбирати мінеральну вату за міцністю при стиску. Циліндри, напівциліндри і сегменти із мінеральної вати призначені для теплоізоляції трубопроводів. Базальтову вату виготовляють із різними покриттями (склополотно, фольга), вона також може бути прошита склониткою або дротом.

Технічну теплоізоляцію з мінеральної вати використовують для систем вентиляції, кондиціонування та видалення диму, випалювального обладнання, ізоляції резервуарів, котлів, труб, а також турбін і промислових установок при різних температурах.

Шлаковату виготовляють із побічних продуктів металургійного виробництва. Шлаковата має сіро-коричневий колір, достатньо низький коефіцієнт теплопровідності. Її недоліками є висока гігроскопічність та низька вібростійкість. При зволоженні шлаковати утворюються сполуки, які викликають корозію металевих елементів.

5.7. Переваги та недоліки матеріалів із мінеральних розплавів

1. Скло відрізняється *багатофункціональністю*, оскільки воно є одночасно 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 та надає можливість природного освітлення приміщень.

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

3. 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, використання сонячної енергії світла, а також участь у системі природної вентиляції і енергозбереження, що сприяє зменшенню ступеня впливу шкідливих факторів зовнішнього середовища на споруджувані об'єкти.

4. Світлопрозорість скла в поєднанні з *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.

5. 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 вміс-

том полімерної зв'язуючої речовини можуть виділяти токсичні речовини під час виготовлення та використання, особливо під впливом підвищених температур.

6. Із застосуванням скла та виробів на його основі *розширюються можливості створення унікального інтер'єру та екстер'єру* за рахунок використання оптичних ефектів, що досягаються сполученням матових і глянсових поверхонь, зміни блиску та кольору залежно від освітлення, сполученням прозорих і непрозорих елементів, розширенням простору при використанні дзеркального скла.

7. Сучасне скло, або смарт-скло, є не тільки багатофункціональним, а й чутливим до зовнішніх умов: освітленості (фотохромізм), температури (термохромізм) або електричної напруги (електрохромізм).

8. Головними недоліками скла та виробів на його основі є висока енергоємність процесу отримання, складність технологічного процесу, крихкість більшості матеріалів, обмежена термостійкість. Використання як сировини побічних продуктів промисловості (наприклад, у вигляді металургійних шлаків — продуктів термічної переробки), а також гірських порід, які мають низьку температуру плавлення (наприклад, базальт) сприяє зниженню витрат енергії на виробництво деяких матеріалів із мінеральних розплавів (шлакової пемзи, базальтової вати, шлакоситалу).



МЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

Виплавка металу відома людству ще за 4...5 тисячоліть до н.е. Найстаріша споруда із заліза — колона в Делі (Індія) датована до V ст. до н.е.

Мистецтво лиття з металу виникло у Дворіччі (Південна долина між ріками Тигр і Євфрат) та в Єгипті. На початку II ст. до н.е. в Єгипті, Індії, Греції, Римі вже були відомі технології лиття складних виробів із бронзи, способи декоративної чеканки, позолочення та сріблення.

Скіфи, які мешкали у Північному Причорномор'ї, відливали з металу вироби з орнаментом. Особливою майстерністю відрізнялись руські ливарі XIII...XVII ст. Вершинами ливарного мистецтва є відливки цардзвону та цар-гармати, що містяться в московському Кремлі.

Наприкінці XII ст. почали використовувати різні вироби з чавуну. Початком застосування чавуну в архітектурно-будівельній практиці вважають використання в XVIII ст. чавунних арок (прогоном 31 м) при будівництві мосту через р. Северн в Англії (рис. 1.16). Масове використання металевих будівельних матеріалів започатковані до XIX ст. та обумовлено інтенсивним розвитком металургії. У цей час будують складні споруди, найвідомішими з яких є шпиль Петропавлівського собору в Санкт-Петербурзі (висота — 56,43 м; 1859 р.) (рис. 6.1) та профілі для висотної Ейфелевої вежі в Парижі (висота — 312,6 м; 1889 р.) (рис. 1.18).

Із розвитком залізниці виникла потреба у великопрогонних конструкціях, і у 1816 р. було побудовано перший залізничний міст через Темзу. Перша каркасна металева конструкція з'явилась у США у 1848 р. До кінця XIX ст. прогін металевих конструкцій збільшився майже у 2 рази (з 57,9 м до 115 м) (рис. 1.21, а-г). Розробка сталі, що не іржавіє, належить до початку Першої світової війни. В наш час існує велика кількість різних типів модифікованої сталі, яку використовують для підсилення бетонних основ будівель, зведення мостів та інших конструкцій, що піддаються корозії. Одним із найбільш видатних досягнень інженерної думки у світі є

Шуховська радіовежа у Москві — гіперболічна конструкція заввишки 160 м, що зведена у вигляді несучої стальної сітчастої оболонки у 1922 р. (рис. 6.2). Поряд зі сталлю у будівництві широко застосовується алюміній для виготовлення віконних та дверних блоків, внутрішніх перегородок, вітражів й фасадного скління.



Рис. 6.1. Шпиль Петропавлівського собору, м. Санкт-Петербург, Росія



Рис. 6.2. Шуховська радіовежа, м. Москва, Росія

6.1. Загальна характеристика металів

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

Із 117 відомих хімічних елементів (за даними на 2010 р.) близько 85 є метали, решта — це неметали (металоїди). Однак чіткої границі між металами та неметалами немає, бо деякі елементи, наприклад, Силіцій, Германій, Станум, Арсен, Селен, Телур можуть виявляти як металічні, так і неметалічні властивості.

Для металів характерна кристалічна будова, яка для реальних металів і сплавів не є ідеальною, тобто періодичність розташування атомів (іонів) у кристалічній ґратці порушується численними мікрodefектами, серед яких розрізняють точкові, лінійні, поверхневі та об'ємні.

Метали та сплави поділяють на *чорні* і *кольорові*. До чорних металів належать залізо та сплави на його основі (чавун, сталь, феросплави), а до кольорових — мідь, алюміній, цинк, нікель тощо. Як правило, використовують не чисті метали, а їх сплави, що дає змогу значно підвищити властивості кінцевого продукту, наприклад, якщо твердість заліза в умовних одиницях (у.о.) становить 50...80, то при сплавленні його з вуглецем отримують чавун твердістю 230...410 у.о., а при сплавленні заліза з вуглецем та хромом отримують інструментальну сталь, твердість якої досягає 450...700 у.о.

Чим більше вуглецю у сплавах, тим вища твердість, але нижчі їх пластичні властивості. Механічні властивості сплавів залежать також від форми та розміру частинок структурних складових. Зі збільшенням вмісту вуглецю у залізовуглецевих сплавах підвищуються їх електроопір та коєрситивна сила, зменшується магнітна проникність.

6.2. Класифікація та характеристика чавунів, вуглецевих сталей, кольорових 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 жарокорозійну 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 (окалиностійка) 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 Ni, Mn, Ti, Nb, Co, Mo. 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 Ni і присадками Mo, Cu, Si.

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% і 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 кипячими 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 вимірjувальний 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-

ностійкими, 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. Найтипівіші алюмінієві *сплави, що деформуються* (типу дюралюмінію), містять 2,2...5,2% Си; до 1,75% Mg; до 1% Si; до 1% Fe та до 1% Mn.

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 берилі-

єві, 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 $\sigma_b = 300\text{...}500$ МПа; відносне видовження до 30%; твердість 115...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 г/см³, температура плавлення становить 1455°C. Це один із важливих промислових металів. Чистий нікель має високу міцність ($\sigma_b = 400\text{...}500$ 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 г/см³ відповідно) мають низькі температури плавлення (232 і 327,4°C), малу міцність ($\sigma_b = 20$ і 18 МПа), але високу пластичність ($\delta = 40\text{...}50\%$). Технічне олово застосовують для лудіння металів і виготовлення фольги; свинець — для футерування електродних 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 залізвуглецевих 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...5% графіту. Умови пресування та спікання вибирають такими, щоб пористість матеріалів становила близько 15...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 доміш-

ками 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...1000°C. За своїми різальними властивостями інструменти, оснащені твердими сплавами, значно кращі, ніж інструменти з легуваних інструментальних сталей.

Тверді сплави поділяють на три групи: вольфрамові ВК, титановольфрамові і титанотанталовольфрамові. Ці сплави складаються з відповідних типів карбідів, зцементованих кобальтом. Зі збільшенням вмісту кобальту в сплаві міцність і в'язкість його підвищуються, а твердість та стійкість до спрацювання зменшується. Сплави із більшим вмістом кобальту застосовують для виготовлення інструментів, які призначені для роботи при великих і нерівномірних навантаженнях і, навпаки, сплави з малим вмістом кобальту — для швидкохідних інструментів, що працюють із невеликим навантаженням.

Серед інструментальних порошкових матеріалів окрему групу становлять *металокерамічні матеріали*, які виготовляють з оксиду алюмінію (99%) з домішками (оксид магнію, карбіди тугоплавких металів, нітриди силіцію). Основною перевагою металокераміки є висока теплостійкість (до 1200°C), що дає змогу обробляти різні матеріали зі значно більшими швидкостями, ніж інструментами із твердих сплавів.

6.3. Основні властивості металів

Особливості структури металів обумовлюють їх властивості, тобто високу густина, твердість, тепло- та електропровідність, тугоплавкість, ковкість.

Істинна густина металів змінюється в широких межах: найлегшим є калій (0,86 г/см³), найважчим — осмій (22,5 г/см³). Метали з густиною до 5 г/см³ відносять до легких, а з густиною більше 5 г/см³ — 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. Наприклад, при прокатуванні залізного бруска товщиною 80...100 мм отримують дріт завтовшки 4 мм та менше, дріт із вольфраму може мати товщину

0,015 мм. 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'якший — свинець, можна подрятати 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 6.1.

Таблиця 6.1

Основні фізичні та фізико-механічні властивості чистих металів

Хімічний елемент	Істинна густина, г/см ³	Теплоємність, Дж/кг·К	Температура плавлення, °С	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

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

6.4. Особливості отримання чорних металів і сплавів на їх основі

Вихідними матеріалами для виробництва чавуну є залізні руди, флюсуєчі матеріали та паливо. *Залізна руда* — це порода, яка містить різну кількість заліза у вигляді хімічних сполук. Порода, яка не містить металу, називають *пустою*. У доменному виробництві застосовують такі руди: магнітний залізняк (Fe_3O_4), що містить до 70% заліза, червоний залізняк (Fe_2O_3) — до 60%, бурий залізняк ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) — до 40%.

Для зниження температури плавлення пустої породи та відокремлення її від металу до шихти додають *флюси* (основні або кислі, залежно від складу пустої породи). При нагріванні шихти флюси утворюють із пустою

породою руди сплав, який відокремлюють від металу у вигляді *шлаків*, кількість яких на 1 т чавуну коливається від 0,3 до 1 т.

Доменний процес проходить у вертикальній металевій шахті, максимальна температура в деяких зонах досягає понад 1500°C . Чавун і шлак у вигляді розплаву періодично (4...6 разів на добу) випускають через нижню чавунну та верхню шлакову льотки.

У процесі доменної плавки можна одержати: *переробний (білий) чавун* у кількості до 90%, який використовують переважно для виробництва сталі; *ливарний (сірий) чавун* — 8...15%, з якого виробляють чавунні відливки, феросплави (до 3%) із 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 та до 2% силіцію, які використовують як домішки при виробництві сталі.

Існує декілька способів виробництва *сталі*, в тому числі мартенівський, конвертерний та електросталеплавильний.

Металеві сплави, в тому числі різні види сталі, одержують внаслідок сплавлення декількох хімічних елементів та їх спільної кристалізації з утворенням механічної суміші, твердого розчину або хімічних сполук. Можливість утворення сплаву того чи іншого типу визначається характером взаємодії елементів у процесі кристалізації.

Чим більше вуглецю у сплавах, тим вища твердість, але нижчі їх пластичні властивості, більші електроопір і коерцитивна сила, менша магнітна проникність.

З метою поліпшення структури та отримання заданих механічних властивостей готові металеві вироби піддають термічній обробці. Основними видами термічної обробки є *відпалювання, загартування, відпускання та нормалізація*.

Відпалювання здійснюють задля усунення внутрішніх напружень у металі, подрібнення його зерен, зниження твердості і поліпшення здатності до обробки. Під час відпалювання після досягнення певної температури вироби витримують деякий час у печі та повільно охолоджують. Прискорене відпалювання називається *нормалізацією*.

Загартування полягає у нагріванні металевих виробів до певної температури, ізотермічному витримуванні та швидкому охолодженні. Залежно від режиму загартування та режиму охолодження, утворюються різні структури та відповідно змінюються механічні властивості металів. Загартовані вироби задля зняття внутрішніх напружень, стабілізації структури, зниження твердості та збільшення в'язкості піддають *відпусканню*. Ця операція полягає у нагріванні загартованої сталі до $t = 650^{\circ}\text{C}$, ізотермічному витримуванні та повільному охолодженні.

З метою поверхневого зміцнення сталі, підвищення зносо-, жаро- та корозійної стійкості здійснюють хіміко-термічну обробку, наприклад, *цементацію, азотування, ціанування, алітування*.

Цементація — це процес насичення сталі карбоном у атомарному стані до концентрації 0,75...1,2% задля збільшення міцності і зносостійкості поверхні виробів. *Азотування* — процес насичення сталі нітрогеном, що сприяє підвищенню твердості та корозійної стійкості. *Ціанування* передбачає одночасне насичення поверхневого шару сталі карбоном і нітрогеном, що обумовлює підвищення твердості та зносостійкості виробів. *Алітування* — процес поверхневого збагачення алюмінієм, який використовується для підвищення жаростійкості виробів із сталі.

6.5. Види декорування металевих матеріалів

Декорування металевих матеріалів передбачає створення необхідної форми виробу та надання йому певної фактури. Способи декорування металевих поверхонь можна поділити на механічні, хімічні, електрохімічні (гальванічні). Надання визначеної форми металевим виробам та глибокого рельєфу поверхні здійснюють за допомогою механічних методів: виколотки (дифовки), кування, лиття, чеканки тощо.

Виколотка (дифовка) — один із способів холодної обробки металу, який базується на здатності металу під ударами молотка змінювати форму, витягуватись, вигинатися. Цю техніку використовували для отримання щитів, шоломів та рицарських лат, а тепер її застосовують для декоративної скульптури.

Ручне тиснення по фользі — завдяки м'якості та пластичності дозволяє порівняно швидко і за допомогою простих інструментів отримати рельєфне зображення.

Кування — обробка металу тиском, внаслідок чого метал ущільнюється і отримує необхідну форму. Кування виконують при нагріванні металу для підвищення його пластичності. Температурний інтервал кування залежить від хімічного складу і структури металу: для сталі він становить 800...1100°C, для алюмінієвих сплавів — 420...480°C.

Лиття — технологічний процес заливання металу у форми за допомогою відцентрового або вакуумного всмоктування. Примусове заповнення ливарних форм при першому способі відбувається під дією відцентрових сил обертової печі, сутність другого способу — у видаленні повітря з ливарної форми під час заливання за рахунок зниження тиску у формі. Температура рідкого металу повинна бути на 50...200 градусів вище темпера-

тури плавлення для запобігання утворенню пор у структурі отриманого виробу.

Крацевання — обробка виробів за допомогою металевих (сталевих, латунних) шіток для надання поверхні характерного вигляду. При обробці жорсткими шітками отримують матову поверхню, м'якими — блискучу.

Шабровка — спосіб обробки литих виробів зняттям тонкої стружки для отримання гладких, рівних поверхонь.

Чеканка — процес отримання рельєфного зображення холодною обробкою внаслідок ударів молотка по чекану (стержню) або за допомогою штампів. Матеріалом для чеканки є листовий метал товщиною від 0,4 до 1 мм.

Гравірування — вирізання на поверхні металу визначених малюнків, орнаментів, зображень за допомогою спеціального інструмента — штихелю. Існує два види техніки різцевого гравірування — штрихова і обронна. В першому випадку на поверхню металу наносять контурні лінії та штрихи, в другому — виконують рельєф із заглибленим фоном і об'ємною обробкою елементів. Як основу застосовують м'які метали — мідь, бронзу, м'яку сталь. Гравірування виконується вручну штихелем, механічним способом — фрезеруванням та травленням кислотами, найбільш сучасним є лазерний спосіб із використанням комп'ютера.

Інкустація кольоровими металами металевих виробів, або насічка, передбачає спочатку отримання візерунка гравіруванням і заповнення отриманих заглиблень жгутиками кольорового металу (золото, срібло) з наступним ущільненням (техніка вколочення). Для контрастного виділення рисунку поверхню металу піддають воронуванню (чорнінню).

Матування — один із видів чистової обробки металевих виробів для отримання рівномірної тьмяної та матової поверхні. Матування здійснюється одним із таких методів: обробкою шітками-колами, що обертаються, за допомогою чеканів, дробоструминною обробкою, травленням у розчинах. При обробці виробів обертовими металевими шітками шорсткість згладжується і поверхня стає однорідно тьмяною.

Полірування металу виконують для отримання блискучої поверхні з високим коефіцієнтом відбиття за допомогою спеціальних полірувальних порошоків чи паст з оксиду хрому ручним або механізованим способом.

Декоративне шліфування виконують за допомогою кола із повсті, на яке нанесено абразивні зерна для отримання такого стану гладкої поверхні, що наближається до дзеркального.

Філігрань (скань) — створення складних мережних візерунків із відрізків тонкого дроту — гладкого або крученого, круглого або плоского. Елементи філіграні з'єднуються між собою за допомогою пайки. Часто філіг-

рань поєднують із зерню — металевими кульками, які напаюють на заздалегідь підготовлені комірки. Зернь створює ефектну фактуру завдяки грі світла та тіні. Матеріалом для філігранних виробів є сплави золота, срібла, міді, латуні. Інколи філігрань поєднують з емаллю (в тому числі фініфтью), гравіруванням, чеканкою.

Сутність *хімічного декорування* полягає в тому, що під дією різних хімічних речовин на поверхні металу відбувається реакція з утворенням нових хімічних сполук, які міцно поєднуються з основним металом і надають йому певного кольору. Хімічне оздоблення дозволяє не тільки створити декоративний ефект матеріалу за рахунок суттєвого розширення палітри, але й антикорозійні властивості. Для оздоблення художніх виробів залежно від металу і сплаву використовують різні способи хімічної обробки (матування, полірування, патинування, фарбування, бронзування, золочення, сріблення, латунювання).

Хімічне та електрохімічне матування поверхні виробів із міді та мідних сплавів за допомогою кислот (сірчаної, хлоридної та ін.) дозволяє отримати оксамитову матову поверхню. Кольорові метали *полірують* електролітичним способом. При цьому виріб вводиться в електроліт як анод, а катодом є свинець або неіржавіюча сталь. На виступаючих ділянках поверхні анода метал розчиняється скоріше, ніж у заглибленнях, внаслідок чого поверхня металу поступово згладжується, тобто полірується. Так полірують бронзу, латунь, мідь, нікель, срібло.

Патинування — спосіб штучного нанесення на поверхню металевого виробу (часто мідного, бронзового, латунного) хімічним або електрохімічним способом тьмяних кольорових декоративних плівок для імітації природно утворених оксидних плівок. Досить розповсюдженим є спосіб тонування скульптури та скульптурних барельєфів у зеленкуваті кольори — під античні вироби.

Забарвлення металів у різні кольори передбачає нанесення тонкої плівки закису міді на катод (виріб). Залежно від тривалості витримання виробу в електроліті, змінюється колір плівки та його яскравість. При хімічному фарбуванні мідних виробів їх занурюють у ванну з розчином сульфату натрію й ацетату свинцю. Вироби з латуні фарбують у розчинах гідроксиду калію та сульфату міді, а для надання їм золотистого відтінку обробляють у 15%-му розчині сульфатної кислоти.

Золочення виробів та архітектурних деталей здійснюється трьома способами — холодним (із застосуванням сусального золота), гальванічним та вогневим. За першим способом на вироби накладають тоненькі листочки золота. Залежно від матеріалу основи, розрізняють золочення по дереву,

гіпсу і металу. Вогневий спосіб передбачає виготовлення амальгами — сплаву золота та ртуті. Після нанесення амальгами на поверхню, наприклад, куполів, її прогривають для випаровування парів ртуті і утворення покриття товщиною до 3,5 мкм.

Емалювання — наплавлення легкоплавкого різнокольорового скла (емалі) на метал. Розрізняють емалі холодні та гарячі, прозорі і непрозорі.

Чорніння — нанесення на визначені частини виробу легкоплавкого сплаву чорного кольору — черні. Чорнінням часто прикрашають вироби із золота, срібла, сплавів міді.

Оксидування — створення захисту від потьмарення за рахунок нанесення на поверхню виробу хімічно стійкої захисної плівки.

Існує також спосіб *металізації*, що передбачає нанесення тонких шарів металу на поверхню будь-якого матеріалу при відновленні з розчинів солей або у газовому середовищі. Металізація у вакуумі пов'язана з випаровуванням металів і конденсацією їх парів на поверхні матеріалу. Металізація пневморозпиленням здійснюється покриттям поверхні матеріалу тонким шаром металу методом його розпилення у розплавленому стані за допомогою стисненого повітря.

Електрохімічні (гальванічні) способи оздоблення — це осаджування одного металу на поверхню іншого в середовищі електроліту під дією електричного струму (або без нього) для надання визначеного декоративного вигляду та підвищення механічних властивостей. Найчастіше роблять художні покриття мідні, латунні, нікелеві, хромові, срібні та золоті.

Гальванопластика — нанесення порівняно товстого шару металу на поверхні деталі. Сутністю процесу гальванопластики є осадження металу з гальванічних ванн на зняту з оригіналу форму (із гіпсу, парафіну, воску, пластмаси, пластиліну, а також металу) для отримання металеві копії. Гальванопластичним способом декорують предмети інтер'єру — рами, рельєфи, об'ємну скульптуру (рис. 6.3).

Гальваностегія — електролітичне осадження тонкого шару металу на поверхні металевого виробу для захисту його від корозії, підвищення зносостійкості, а також для декорування. Покриття поверхні металів плівками не тільки сприяє захисту від корозії, але й надає їм декоративного ефекту при створенні певного архітектурного середовища.



Рис. 6.3. Деталі інтер'єру, декоровані гальванопластичним способом

6.6. 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 (сортву сталь), листовий прокат (листову сталь), фасонний металопрокат (спеціальні види прокату), труби. З прокатних профілів складають найрізноманітніші ґратчасті та суцільні конструкції: колони, балки, бункери, шогли, башти, трубопроводи, резервуари тощо.

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

Арматура — основний вид спеціального прокату для армування залізобетонних конструкцій (рис. 6.4).

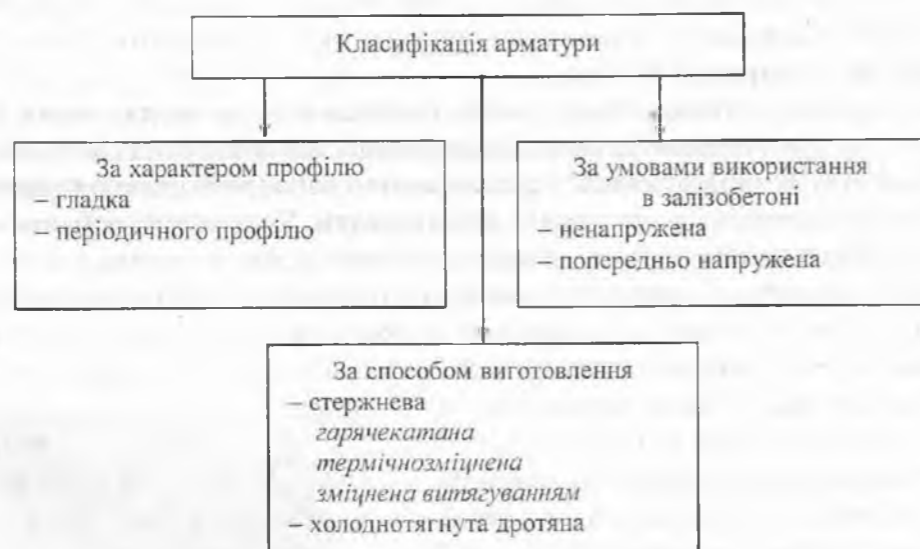


Рис. 6.4. Класифікація арматури за різними ознаками

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).

Стержнева арматура, залежно від способу виготовлення, буває гарячекатаною, зміцненою витягуванням та термічно зміцненою; за характером

профілю — гладкою (клас АІ) і періодичного профілю (класи АІІ...АVІ) (рис. 6.5). Арматуру виготовляють із вуглецевої і низьколегованої сталі довжиною 6...12 м.

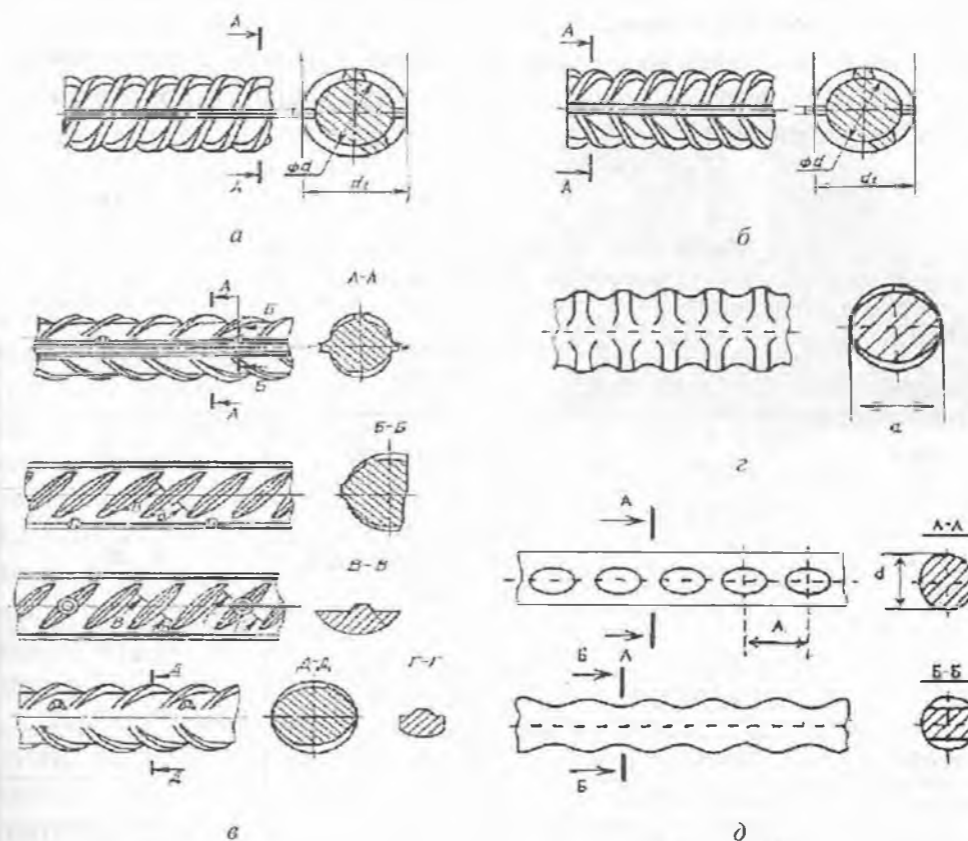


Рис. 6.5. Профілі арматурного прокату (а, б, в) та дротяної арматури (z, д) для виготовлення залізобетонних виробів за ДСТУ 3760:2006:

а — періодичний профіль арматури класу А-ІІ (А 300); б — періодичний профіль арматури класу А-ІІІ...А ІV (А 400...А1000); в — термічно зміцнена арматура (Ат); z — дріт періодичного профілю (Вр І) для звичайних конструкцій із низьколегованої сталі; д — дріт і канат (Вр ІІ) для попередньо напружених конструкцій

Арматуру класу АІ (А 240) виготовляють круглого перерізу з гладкою поверхнею діаметром 6...40 мм. Арматура інших класів (АІІ (А300)), А ІІІ (А400), АІV(А600), АV (А800), АVІ(А1000) має періодичний профіль і різні діаметри (табл. 6.2). Арматурна сталь періодичного профілю має вигляд круглих стержнів із двома поздовжніми ребрами та поперечними виступами, що йдуть по гвинтовій лінії.

Арматурний дріт випускають діаметром 3...8 мм та поділяють за формою поперечного перерізу на дріт гладкого (В) і періодичного профілю (Вр).

Арматурні вироби поділяють на *жемуди* класу ПЗ, П7, П19; *дроти* для напруженої арматури (ПЗ, П7, П19); *канати* умовним діаметром 6,9, 12, 15 мм та ткани або зварні *сітки*.

Листову сталь, залежно від товщини листів, поділяють на товстолистову (4...160 мм), тонколистову (0,2...4 мм), універсальну широкополицеву (4...60 мм), рулонну та рифлену.

Таблиця 6.2

Марки сталі для виробництва арматурного прокату за ДСТУ 3760:2006

Клас арматурного прокату	Марки сталі	Спосіб виготовлення прокату	Діаметр прокату, мм
A 240 С	СтЗсп, СтЗпс, СтЗкп	гарячекатаний	5,5...40
A 400 С	СтЗсп, СтЗпс, СтЗГпс, СтЗсп, СтЗпс, 25Г2С, 35ГС	термомеханічно зміцнений гарячекатаний	6...40
A 500 С	СтЗсп, СтЗпс, СтЗГпс, 25Г2С	термомеханічно зміцнений	6...16 18...22 25...40
A 600	20 ГС	термомеханічно зміцнений	10...32
A 600 С	25Г2С, 35ГС		10...32
A 600 К	08Г2С, 10Г2С		10...32
A 800	20ГС, 20ГС2, 08Г2С, 10Г2С		6...40
A 800 К	35ГС		6...40
A 800 СК	20ХГС2		6...40
A 1000	25Г2С, 20ХГС2		6...40

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 (рис. 6.6). Залежно від товщини листа, висоти та виду профілю, профнастил відрізняється різ-

ним ступенем жорсткості, що зумовлює галузі його застосування при зведенні об'єктів різного призначення. При цьому «низькі» та «середні» профілі висотою 8...35 мм придатні для стінових та облицювальних робіт, а «середні» й «високі» профілі (20...60 мм) — для покрівельних робіт. «Високі» профілі (57...114 мм) використовують також як несучі конструкції.

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)×(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 (рис. 6.7, 6.8). 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.



Рис. 6.6. Паркан із використанням металевого профільованого настилу

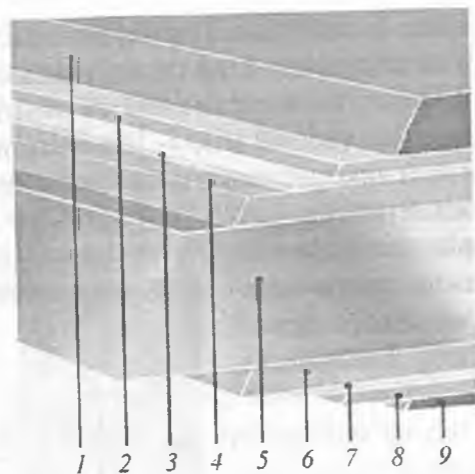


Рис. 6.7. Схема будови металочерепиці:

1 — покриття з поліестеру, пуралу або пластизолу; 2 — шар ґрунтовки; 3 — пасивуючий шар; 4 — цинкове покриття; 5 — сталь; 6 — цинкове покриття; 7 — пасивуючий шар; 8 — шар ґрунтовки; 9 — шар кольорового покриття тильного боку

Металочерепиця відрізняється високими експлуатаційними характеристиками, в тому числі високою корозійною стійкістю, довговічністю та здатністю до пластичного деформування.

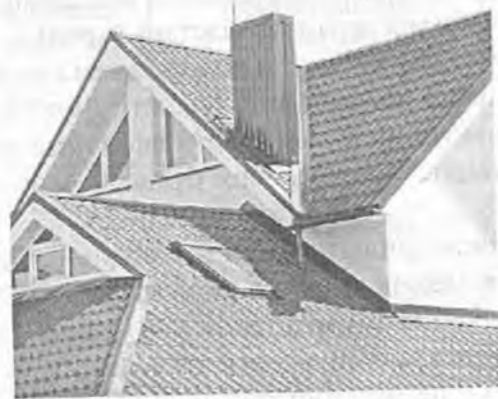


Рис. 6.8. Влаштування даху з використанням металочерепиці

Для зведення башт, опор високочастотних ліній електропередач, інших ґратчастих конструкцій широко використовують *металеві труби*. За способом виготовлення їх поділяють на безшовні гаряче- та холодноформовані й електрозварювальні з поздовжнім прямим або спіральним швом.

Поряд із круглими зварними трубами для сталевих конструкцій використовують квадратні та прямокутні гнutoзварювані труби.

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 170×70×(75...80) см. Їх отримують виливанням у форми чавунного розплаву, відливок шліфують, покривають емаллю та випалюють при температурі вище 1000°C. 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.

6.7. Вироби з кольорових металів

Вироби із алюмінію — це віконні і дверні блоки, внутрішні перегородки, вітражі, фасадне скління, тамбурні споруди. В Україні тенденція до використання сучасних систем алюмінієвого профілю для створення конструкцій має місце при будівництві виробничих і видовищних споруд, їх також використовують у житлових комплексах, особливо там, де на перших поверхах планують розташовувати офіси та інші нежитлові приміщення.

Алюмінієві сплави доцільні в конструкціях, що поєднують огорожувальні та несучі функції. До таких конструкцій належать плити покриттів і панелі стін, листові покриття великих прогонів. Рациональним є використання алюмінієвих сплавів для перекриття великих прогонів типу арок та куполів. Широкого розповсюдження набули алюмінієві сплави при виготовленні вітражів та виробів для внутрішнього і зовнішнього оздоблення будівель.

Залежно від призначення, алюмінієві профілі поділяють на стандартні загального використання (смуги, кутики, квадрати, круги, труби); конструкційні профілі для виготовлення віконних і дверних блоків, у тому числі з терморегуляцією; профілі для виготовлення торгового та виставкового обладнання, облицювальні профілі, рейкові алюмінієві системи; фасадні системи (прозорі покрівлі ліхтарів над зимовими садами, суцільне фасадне скління, павільйони тощо).

До алюмінієвих конструкцій також належать облицювальні вироби, за допомогою яких можна виготовити і змонтувати сучасні алюмінієві енер-

гозберігаючі вентилявані фасадні системи, а також системи рейкових стель. Облицювальними алюмінієвими матеріалами вважають касети для вентиляваних фасадів, пофарбовані профільовані листи, ламелі (елементи для жалюзі) та підвісні стелі, листи для фальцьованих покрівель і фасадів.

Алюмінієві композиційні панелі — багатошарові вироби, що складаються із двох зовнішніх шарів та основи, яка міститься між ними (рис. 6.9, 6.10). Зовнішні шари — листи з алюмінієвого сплаву (або з високоміцного алюмінію), а основа — полімерна плита з поліетилену високого тиску, стільникового поліпропілену, спіненого полівінілхлориду, поліуретану тощо.

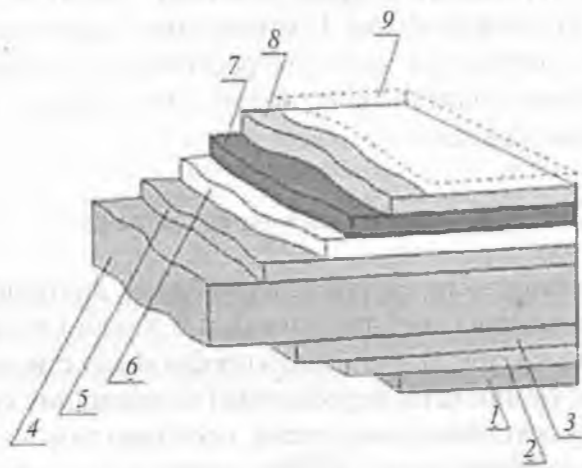


Рис. 6.9. Будова алюмінієвих композиційних панелей:

- 1 — антикорозійне покриття; 2 — синтетичне антиокислювальне покриття; 3 — високоміцний алюмінієвий лист; 4 — основа — шар нетоксичного поліетилену; 5 — високоміцний алюмінієвий лист; 6 — ґрунтовка; 7 — лакофарбове покриття; 8 — емаль (безкольорове покриття); 9 — захисна плівка

Алюмінієві композиційні панелі товщиною 4 мм (шар алюмінію 0,3 мм) за показником жорсткості відповідають алюмінієвому листу товщиною 3,3 мм або сталюму листу товщиною 2,4 мм. Алюмінієві панелі стійкі до ударів та згину, що обумовлює їх вітрову стійкість. Панелі мають непогані акустичні властивості — знижують вібрацію (під час дощу) в 9 разів ефективніше, ніж алюмінієвий лист. При цьому звукоізоляція стіни з легкого бетону збільшується у 2 рази, що дозволяє створювати затишну атмосферу в приміщеннях будівель, розташованих на магістралях. Композит є термостійким у діапазоні температур від -50 до $+80^{\circ}\text{C}$, під впливом наваремінного заморожування та відтавання адгезійна міцність не зменшується і становить 4 МПа.

Перевагами алюмінієвих панелей є легкість, висока міцність при згині, стійкість до погодних умов, технологічність та можливість створення різноманітних варіантів зовнішнього декорування поверхні, великі розміри, швидке укладання, економічність, пожежостійкість (важкоспалимі, не підтримують горіння).

Алюмінієві композиційні панелі (АКП) виготовляють у вигляді безперервної стрічки, товщиною від 2 до 6 мм, що дозволяє отримувати вироби необхідних розмірів (ширина від 1500 мм, довжина до 5700 мм). Їх довговічність становить приблизно 50 років. Поверхню панелей можна декорувати методом шовкографії та нанесення аплікацій із вінілових плівок. Поверхня може бути забарвленою у 30 кольорів, у тому числі срібний, золотий, червоний, жовтий, синій, білий, чорний, різні відтінки під мрамур та граніт. Використовують їх для фасадів і внутрішнього оздоблення будівель, аеропортів, тунелів, виставкових павільйонів, для створення малих архітектурних форм та деталей: козирків, карнизів, стель, парапетів. У сучасному будівництві і дизайні інтер'єрів алюмінієві композиційні панелі використовують для вентиляваних та комбінованих фасадів.



Рис. 6.10. Влаштування фасаду з використанням алюмінієвих композиційних панелей

Одним із екологічно довершених напрямків енергозбереження споруд є використання матеріалів відбивної теплоізоляції, які зазвичай мають одну або більше поверхонь із низькою випромінюючою здатністю (рис. 6.11, 6.12). Найчастіше поверхні таких матеріалів складаються із алюмінієвої фольги, що відрізняється високою тепловідбивною здатністю.

Ці матеріали мають шарувату будову, наприклад, алюмінієва фольга може чергуватись із шарами спіненого полімерних матеріалів (пінофол, лімофол — композиційні матеріали, що складаються з алюмінієвої фольги, спіненого поліетилену та полімерної повітряно-пухирчастої плівки).

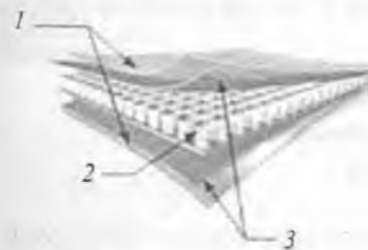


Рис. 6.11. Схема будови відбивної теплоізоляції:

- 1 — алюмінієва фольга; 2 — повітряно-пухирчаста плівка; 3 — гладкий полістилен

Ці матеріали мають шарувату будову, наприклад, алюмінієва фольга може чергуватись із шарами спіненого полімерних матеріалів (пінофол, лімофол — композиційні матеріали, що складаються з алюмінієвої фольги, спіненого поліетилену та полімерної повітряно-пухирчастої плівки).

Взимку відбивна теплоізоляція утримує тепло завдяки тому, що алюмінієва фольга має низьку випромінюючу здатність, влітку вона відбиває теплові промені, зберігаючи в середині приміщення прохолоду та комфорт.



Рис. 6.12. Влаштування відбивної теплоізоляції на горищі

Такий матеріал є непроникним для конвективних потоків і вологи, тому є добрим паровим та повітряним бар'єром. Використовують такі матеріали в харчовій і авіаційній промисловості, де більшість теплоізоляційних матеріалів заборонені санітарними нормами, а також в індивідуальному будівництві.

Одним із сучасних матеріалів є *пінометали* — гнучкі листи великих розмірів із регульованими значеннями пористості до 93...98%. Такі вироби придатні у будівництві для

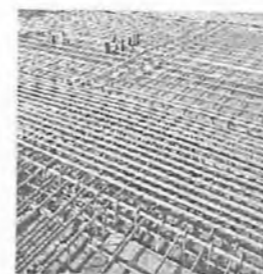
конструкцій дверей, перегородок, перекриттів стель, матеріалів для підлог тощо.

Кольорові метали та їх сплави використовують для влаштування захисних покриттів. *Покрівля з мідних сплавів* має ряд переваг: тривалий термін експлуатації, високу хімічну стійкість, відсутність експлуатаційних витрат — її не потрібно захищати та фарбувати; вона є екологічно безпечною, але досить дорогою.

Покрівельна система «цинк-титан» має тривалий термін експлуатації завдяки здатності утворювати захисну плівку — патину. Після закінчення патинування колір покрівлі стає сірим. Використовують для захисту будь-яких нахилених поверхонь із кутом скату більше 5° та для різних форм дахів (прямих, дугових, трапецевидних).

6.8. Використання металевих виробів і конструкцій в екстер'єрі та інтер'єрі

Металеві конструкції доцільно застосовувати у всіх інженерних спорудах, що відрізняються висотою, великими прогонами і значними навантаженнями. Стальні профілі є основними матеріалами для каркасів багатопверхових будівель (30...40 і більше поверхів) (рис. 6.13).



Арматура

- штучна арматура (жмути, дроти, канати)
- арматурні сітки
- арматурні каркаси
- арматурні конструкції



Каркаси

- будівель
- фасадів
- павільйонів
- сходових майданчиків
- навіси



Штучні вироби для покрівлі

- профнастил
- металочерепиця

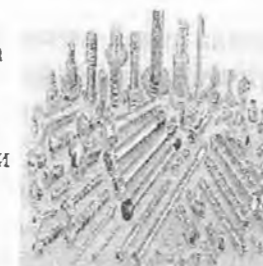


Легкі сталеві тонкостінні конструкції, які швидко монтуються



Інженерні конструкції

- ферми
- арки
- рами
- склепіння
- куполи
- структури
- каркаси
- башти



Кріплення

- шурупи
- анкери
- метричні кріплення
- заклепки
- стяжки
- такелажі
- перфоровані кріплення



Профілі

- таври
- двотаври
- швелери
- z-профілі
- кути
- замкнені зварні (квадратні, прямокутні, круглі)



Листові матеріали

- гладкі
- гофровані
- структурні



Художня ковка

- а* — в екстер'єрі (огороження, малі архітектурні форми, елементи декору, вуличні меблі, паркани)
- б* — в інтер'єрі (перила, огороження, елементи декору, світильники)



Рис. 6.13. Застосування металу у будівництві та архітектурі

Залежно від форми та призначення, конструкції поділяють на вісім видів:

- 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 шогли — 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 металевих 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 м² готової будівлі — приблизно 150 кг.

При створенні інфраструктури міста, в екстер'єрах і ландшафтному дизайні 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 монтується; 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 (рис. 6.14).

Вдалим прикладом використання металевих конструкцій можна вважати «Відблиск-фасад» (Flare Facade), створений берлінською компанією WHITEvoid interactive art & design, який також називають *кінетичною мембраною*, що відбиває навколишній світ (рис. 6.15). 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 відхилитись 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.

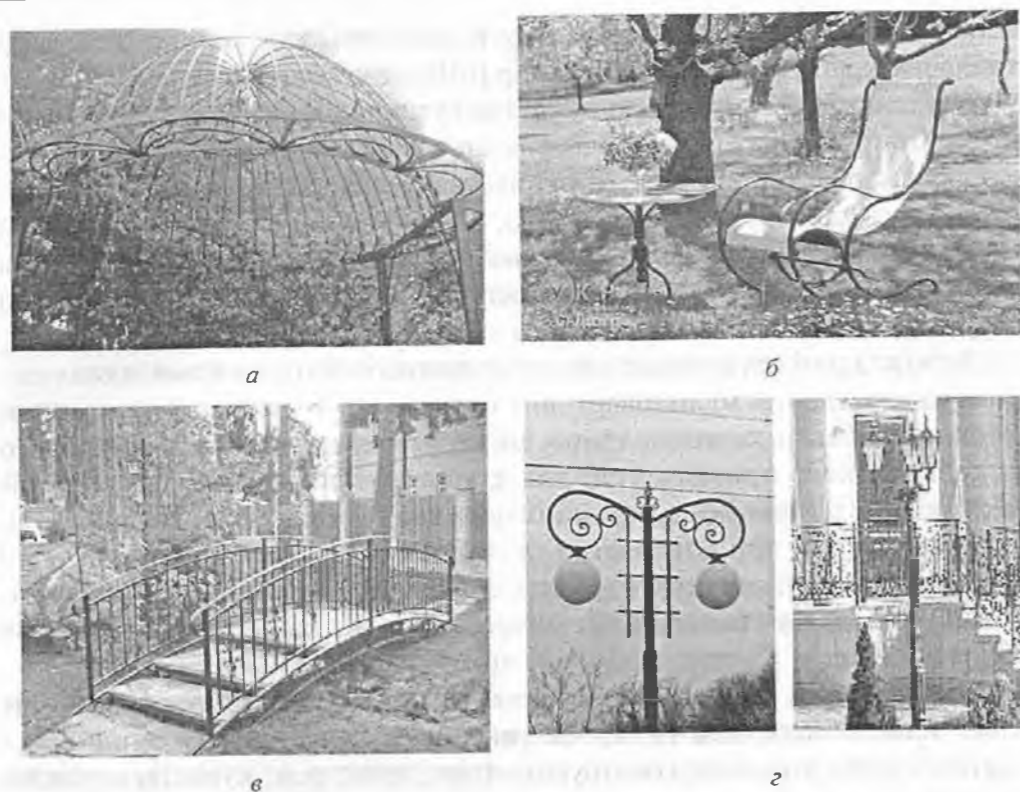


Рис. 6.14. Малі архітектурні форми з металу:
а — пергола і садові меблі, б — альтанка, в — мостик, г — ліхтарі вуличні

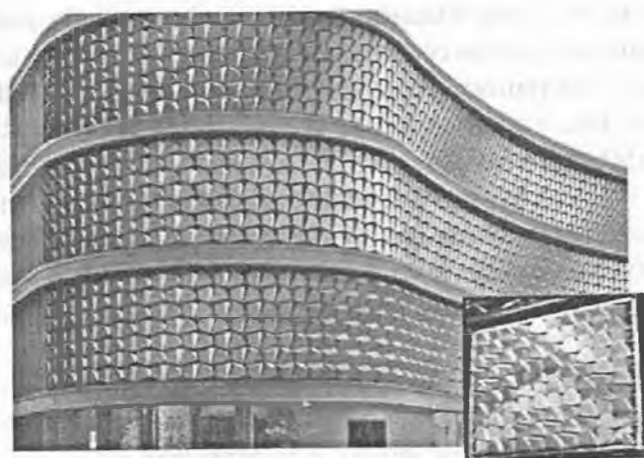


Рис. 6.15. Металевий «Блік-фасад» (Flare Facade), м. Берлін (Німеччина)

Для виготовлення фасадного скління використовують алюміній, сталь, різні сплави та пластмаси, в тому числі у вигляді пресованих алюмінієвих профілів із використанням поліамідних термомостів, що запобігають промерзанню конструкцій взимку. Теплоізолююча вставка може бути виготовлена з армованого скловолокном поліаміду, для підвищення тепло- та звукоізоляції її заповнюють поліуретаном.

Для виготовлення фасадів використовують системи алюмінієвих профілів, спроможних не тільки вирішувати складні архітектурно-дизайнерські завдання, але й відповідати необхідним фізико-механічним, теплофізичним і акустичним вимогам. Спеціальна технологія поєднання профілів забезпечує швидкий монтаж вітражів, фасадів та сприяє досягненню високої міцності конструкцій. Лицьова ширина профілів становить 50...60 мм, для захисно-декоративного покриття використовують полімерні порошкові фарби.

Для фасадних систем сталеві профілі використовують рідко, частіше — як підсилюючі елементи в алюмінієвих і комбінованих системах.

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) (рис. 6.16).



Рис. 6.16. Підвісні стелі із використанням металевих елементів

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 вхідної 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.

6.9. Переваги та недоліки металевих матеріалів і виробів

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.

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



НЕОРГАНІЧНІ В'ЯЖУЧІ МАТЕРІАЛИ, БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИНИ ТА БЕТОНИ

Перші штучні в'язучі речовини — гіпсові та вапняні в складі будівельних розчинів — використовували в Єгипті, Індії, Китаї ще за 2500–3000 років до н.е. З часом для підвищення водостійкості вапняних розчинів стали додавати тонкомелені пуцоланові добавки (випалену глину, бій цегли або вулканічні породи).

Історія бетону нерозривно зв'язана з історією цементу. Найстародавній бетон, що відноситься до 5600 р. до н.е., археологи знайшли на березі Дунаю у поселенні Лапінські Вир (Сербія), де з нього була зроблена підлога завтовшки 25 см.

Перегляд історичних пам'яток показує, що найбільшого поширення будівництво з бетону мало місце у Стародавньому Римі. Римський бетон найчастіше називали «опус цементум». Римляни перейняли досвід зведення конструкцій із бетону у етрусків, греків і вдосконалили технологію бетону, який із I ст. до н.е. стає одним із основних конструкційних будівельних матеріалів. У цей час зводять перші великі громадські будівлі з монолітними бетонними стінами та фундаментами — театри у Помпеях та Римі (наприклад, відомий театр Марцела (рис. 7.1) — 17 р. до н.е.).

У 90-х роках I ст. н.е. було відкрито Колізей (рис. 1.14), побудовані терми та тріумфальна арка перемог Тита. В той же час архітектором Рабірієм зведено величезний палац на Палатині, склепіння якого складаються із цегляного каркаса, заповненого бетоном (рис. 7.2).

З II ст. н.е. розширюється будівництво інженерних споруд із бетону, але особливе місце займає будівництво громадських і житлових будинків, окрема увага приділяється зведенню 3-х та 4-х поверхових будинків. У 123 р. в Римі побудовано Пантеон (рис. 1.15), діаметр бетонного купола якого склав 43 м. Це перекриття залишалось неперевершеним майже до XIX ст.

Створення гідралічних в'язучих речовин (портландцементу та його аналогів) припадає на XVIII ст. Відкриття цих матеріалів сприяло розвитку не тільки будівництва, але й усіх галузей промисловості.



Рис. 7.1. Театр Марцела,
м. Рим, Італія

Рис. 7.2. Імператорський палац Августа
на холмі Палатин, м. Рим, Італія

Масове використання бетону та залізобетону у промислових масштабах почалось наприкінці XIX ст. після отримання та організації промислового виробництва портландцементу. Поява залізобетону (1848 р.) викликала справжню революцію у мистецтві конструювання. Перші параболічні покриття із склепінь-оболонок застосовані у 1910 р. (вокзал де Берсі у Парижі). Наступний етап значних змін у використанні залізобетону пов'язаний із появою попередньо напруженого бетону, ідея створення якого належить Е.Л. Фрейсіне (будівництво у 1929 р. трипрогінного арочного моста, а у 1930 р. — морського вокзалу в Гаврі).

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

7.1. Неорганічні в'язучі матеріали: класифікація, основні властивості

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 камінеподібне тіло.

Процес твердіння в'язучих речовин починається із тужавіння (переходу цементного тіста з пластичного стану в твердий без набору міцності) та пов'язаний із поступовим перетворенням тіста в штучний камінь, що здатний з часом набирати міцність за рахунок протікання процесів структуроутворення.

Найбільше визнання в світі має класифікація, що передбачає поділ неорганічних в'язучих речовин, залежно від умов твердіння та зміни міцності в часі, на повітряні, гідравлічні і автоклавні.

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

Гідравлічні в'язучі речовини тверднуть і підвищують (або зберігають) міцність після тужавіння в повітряно-сухих умовах та наступного витримання у воді. До них належать гідравлічне вапно, романцемент; портландцемент та його різновиди, пуцолановий цемент, шлакопортландцемент, композиційний цемент; лужні в'язучі системи, в тому числі шлаколужні, лужні алюмосилікатні в'язучі (грунтоцементи); глиноземистий, високоглиноземистий і розширені цементи.

В'язучі речовини автоклавного твердіння здатні тверднути й утворювати міцний камінь в автоклавах (в умовах підвищених температур, тиску і вологості). До таких в'язучих речовин належать вапняно-кремнеземисті, вапняно-шлакові та вапняно-зольні. Слід зазначити, що виділення цих в'язучих в окрему групу не має достатніх підстав (як фізико-хімічних, так і технологічних), оскільки у формуванні новоутворень при гідротермальному синтезі беруть участь усі компоненти сировинних сумішей — в'язучі речовини та заповнювачі різної дисперсності.

Повітряні в'язучі матеріали та вироби на їх основі. Гіпсові в'язучі 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 і її розмелювання.

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

Твердіння гіпсових в'язучих речовин відбувається з утворенням двоводного сульфату кальцію за реакцією $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} + 1,5\text{H}_2\text{O} = \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

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

Низьковипалювальні гіпсові в'язучі речовини, що швидко тужавіють та тверднуть, отримують тепловою обробкою природного гіпсу при низьких

температурах (110...160°C) або обробкою паром під тиском, і складаються вони в основному з напівводного гіпсу ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$). До низьковипалювальних гіпсових в'язучих речовин належать: гіпс будівельний та високоміцний, різновидом якого є супергіпс. Низьковипалювальні гіпсові в'язучі застосовують у будівництві для виготовлення панелей-перегородок, блоків, тепло- і звукоізоляційних плит, декоративних плит, пінобетонних виробів, гіпсокартонних листів.

Високовипалювальні гіпсові в'язучі речовини, що повільно тужавіють та тверднуть, виготовляють випалюванням гіпсового каменю при температурі вище 600°C (600...950°C). Такі в'язучі речовини складаються переважно з ангідриту CaSO_4 . Основними з них є опоряджувальний гіпсовий цемент, високовипалювальний гіпс (естрих-гіпс).

Технічні характеристики гіпсових в'язучих оцінюються визначенням тонкості помелу, водопотреби, строків тужавлення, міцності при згині та стиску, водостійкості.

Водопотреба визначається кількістю води, потрібної для приготування тіста стандартної консистенції (діаметр розпливу тіста, визначений за допомогою стандартного циліндра, становить 180 ± 5 мм) і становить для низьковипалювальних в'язучих — 50...70% , а високовипалювальних — 30...40%.

Строки тужавлення. Гіпсові в'язучі за строками тужавлення поділяють на види: швидкотверднучі (А) — з початком тужавлення не раніше 2 хв і кінцем — не пізніше 15 хв, нормальнотверднучі (Б) — з початком тужавлення не раніше 6 хв і кінцем — не пізніше 30 хв і повільнотверднучі (В) — з початком тужавлення не раніше 20 хв.

Міцність гіпсових в'язучих визначають випробуванням зразків-балочок розмірами 40×40×160 мм із гіпсового тіста стандартної консистенції через 2 години після замішування; за міцністю при стиску передбачено 12 марок гіпсових в'язучих — від Г-2 до Г-25, де цифра означає нормовану границю міцності при стиску в МПа.

Гіпс є екологічно безпечним, негорючим та вогнестійким матеріалом. Гіпсові в'язучі є повітряними, вони мають найбільшу міцність у сухому стані. При твердінні гіпс збільшується в об'ємі, що дозволяє використовувати його без заповнювачів.

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

Будівельний гіпс характеризується водопотребою 50...70%, міцністю 2...16 МПа, початок тужавлення становить від 2 до 20 хвилин, кінець — 15...30 хв.

Високоміцний гіпс одержують термічною обробкою гіпсового каменю в герметично закритих апаратах (автоклавах) у середовищі насиченої пари при тиску, вищому за атмосферний, із наступним помелом до отримання тонкодисперсного порошку. Такий гіпс характеризується меншою водо- потребою та міцністю у межах 25...60 МПа.

Супергіпс є високоміцною в'язучою речовиною, водопотреба якої становить 24...26%, початок тужавлення — 5...8 хв, кінець — 9...12 хв, міцність при стиску в сухому стані — 60...70 МПа. Використовують супергіпс для виготовлення різних видів облицювальних плит, фігурних тонкостінних будівельних виробів, а також для влаштування безшовних наливних підготовок для підлог.

Опоряджувальний гіпсовий цемент виготовляють одно- чи двократним випалюванням гіпсового каменю при температурі 600...750°C із наступним тонким помелом продукту. Водопотреба такого матеріалу становить 37...43%, міцність при стиску через 28 діб — 25...35 МПа, ступінь білизни в порошок — 90%. Із використанням цього цементу виготовляють штучний мармур та опоряджувальні розчини.

Іноді для поліпшення експлуатаційних властивостей опоряджувальних матеріалів гіпсомісткі композиції модифікують полімерами. При введенні карбамідної смоли до складу будівельного гіпсу марки Г-5 одержують матеріали з міцністю при стиску до 20 МПа. При модифікації гіпсу полімерами водопоглинання виробів знижується до 3%, коефіцієнт розм'якшення зростає до 0,96, морозостійкість підвищується до 100 циклів. Це дає змогу застосовувати полімергіпсові матеріали не тільки для внутрішнього, а й для зовнішнього облицювання споруд різного призначення.

Високовипалювальний гіпс (естрих-гіпс) отримують випалюванням природного гіпсового каменю при температурі 800...1000°C із наступним помелом продукту. Естрих-гіпс характеризується повільнішими строками тужавлення, водопотреба його становить 28...32%, міцність при стиску — 10...20 МПа. Порівняно з іншими гіпсовими в'язучими речовинами, він відрізняється більш високими водо- та морозостійкістю, однак залишається при цьому повітряною в'язучою речовиною. Найчастіше естрих-гіпс використовують для безшовних підлог.

Гіпсоцементнопуцоланові в'язучі (ГЦПВ) отримують змішуванням будівельного гіпсу або високоміцного гіпсу (в кількості 50...80%) із портланд-

цементом і активною мінеральною добавкою (трепел, опока, зола ТЕС). ГЦПВ виготовляють марок М100 і М150, вони характеризуються швидким тужавленням і твердінням, підвищеною водостійкістю та сульфатостійкістю і належать до гідравлічних в'язучих. ГЦПВ використовують для виготовлення панелей та блоків зовнішніх і внутрішніх стін, перегородок та об'ємних кабін санвузлів, вентиляційних блоків, основ для влаштування підлог, а також для мурувальних і оздоблювальних будівельних розчинів.

Вироби на основі гіпсових в'язучих речовин характеризуються високими тепло- та звукоізоляційними властивостями, є неспалимими, корозійно- та біостійкими, завдяки пористості здатні змінювати відносну вологість повітря в середині приміщень і створювати сприятливий мікроклімат.

Технології виготовлення гіпсових виробів відрізняються достатньою простотою, низькою енергоємністю, різноманітністю способів формування, швидкістю твердіння, можливістю вдосконалення якості поверхні виробів та утворення будь-якої текстури, а також регулювання їх експлуатаційних характеристик (пористості, міцності, водостійкості). Крім того, гіпсові вироби є зручними при монтажі завдяки легкості розрізання, висвердлювання, фарбування тощо.

Вироби на основі гіпсових в'язучих можуть бути виготовлені з гіпсового тіста, розчинової та бетонної сумішей. Як мінеральні заповнювачі застосовують щебінь із пористих гірських порід, паливні і металургійні шлаки, а як органічні заповнювачі — деревну тирсу, січку соломи, очерету, кострицю льону, подрібнену паперову макулатуру, тобто речовини, з якими гіпсовий камінь зчеплюється краще, ніж із заповнювачами зі щільних гірських порід.

З урахуванням можливості застосування поряд зі звичайними також змішаних (наприклад, ГЦПВ) гіпсових в'язучих речовин, отримані вироби за призначенням поділяють на *конструкційні* (стінові камені, плити і панелі для перегородок, переkritтів), *облицювальні* (гіпсокартонні листи — «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).

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.

Повітряне вапно може бути негашене грудкове CaO (вапно-кипілка) — продукт випалювання переважно вапняку; негашене мелене — продукт помелу грудкового вапна; гідратне (гашене) вапно Ca(OH)_2 — тонкий пухкий порошок, який утворюється при змішуванні грудкового вапна з водою з інтенсивним виділенням теплоти та пароутворенням. При збільшенні кількості води утворюється вапняне тісто і вапняне молоко.

Гашене вапно, змішане з кварцовим піском та іншими дрібними заповнювачами, використовують для отримання будівельних розчинів, що здатні повільно тверднути. Твердіння вапна пов'язане з процесами кристалізації Ca(OH)_2 і наступної карбонізації з утворенням CaCO_3 (карбонатне твердіння). У разі використання автоклавної обробки (при умові додавання силікатного компонента (кварцового піску) до вапняних розчинів) можлива реалізація ще одного виду твердіння — гідросилікатного, який спостерігається при отриманні силікатної цегли та силікатних бетонів. Реакція між кварцовим заповнювачем і Ca(OH)_2 за нормальних умов практично не відбувається.

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

Вапняно-шлакові цементи випускають марок М50, М100, М150, М200, М250. Для цих цементів характерне інтенсивне твердіння при підвищених температурах, низька морозостійкість, але висока стійкість в агресивних водах і мала екзотермія.

Вапняно-зольні цементи отримують спільним помелом або змішуванням окремо мелених золи та вапна. Кількість вапна в цих цементах становить 10...40%. Марки вапняно-зольних в'язучих: М50, М100, М150 та М200. Автоклавна обробка дає змогу отримати на основі таких в'язучих бетони міцністю 15...25 МПа.

Основною галуззю використання вапняно-зольних цементів є мурувальні та штукатурні розчини, а також вироби автоклавного твердіння.

Вироби та матеріали на основі вапняних та вапномістких в'язучих (силікатні) представлені цеглою силікатною (одинарна, потовщена, кольорова), каменями та піздрюватими виробами (газо- та піносилікат).

Магнезіальні в'язучі поділяють на каустичний магнезит і каустичний доломіт. Це дисперсні порошки, що складаються з оксиду магнію та змішуються не водою, а водними розчинами солей сульфату або хлориду магнію. Магнезіальні цементи, відомі як цементи Сореля, забезпечують

високу вогнестійкість, низьку теплопровідність, підвищену міцність (до 100 МПа) та зносостійкість утвореного штучного каменю.

Магнезіальні в'язучі речовини характеризуються високою адгезією не тільки до мінеральних, але й органічних заповнювачів. Оскільки каустичний магнезит і каустичний доломіт — це повітряні в'язучі, то у воді та на вологому повітрі їх міцність значно зменшується.

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 і ксилоліт, які використовують для отримання конструкційних, теплоізоляційних та акустичних виробів.

Рідинне (розчинне) скло — це технічний продукт, що складається із силікатів лужних металів, і його склад може бути представлений формулою $R_2O \cdot m\text{SiO}_2$, де R — натрій або калій, m — модуль розчинного скла, тобто число молекул SiO_2 , що припадає на одну молекулу оксидів лужних металів. Для натрієвого скла модуль становить 2,6...3,5, для калієвого — 3...4.

За фізичним станом розчинне скло поділяють на *силікат-брилу*, що складається з твердих кусків різних розмірів, і водний розчин силікат-брили — *рідинне скло*.

Рідинне скло — це колоїдний водний розчин силікату натрію чи силікату калію, який має густину 1,3...1,5 г/см³. Для виробництва рідинного скла як кремнеземисту сировину застосовують кварцові піски, природні та штучні аморфізовані речовини, як лужний компонент — соду, поташ, сульфат натрію, гідроксиди натрію та калію.

Рідинне скло використовують як самостійну в'язучу речовину, а також як складову частину багатоконпонентних цементів. Цементи на основі водорозчинних силікатів лужних металів, у тому числі шлаколузні, лужні алюмосилікатні зв'язуючі речовини та композиції, що містять як отверджувач кремнефторидні сполуки, застосовують для виготовлення композиційних матеріалів і покриттів загальнобудівельного та спеціального призначення.

Гідравлічні в'язучі матеріали. Гідравлічне вапно отримують випалюванням при температурі 900...1150°C вапняків, що містять від 6 до 20% глинистих або високодисперсних кремнеземистих домішок. Під час випалювання утворюються не лише вільні оксиди CaO та MgO , а й сполуки з

кремнеземом та дегідратованою глиною, які надають вапну гідралічних властивостей.

Гідралічне вапно використовують 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. Гідралічне вапно можна застосовувати як основу під фресковий живопис (нанесення розбавленими у воді мінеральними фарбами малюнків на свіжу штукатурку).

Романцемент найчастіше розглядають як один із етапів розвитку технології портландцементу. Сьогодні виробництво романцементу є нерентабельним, цементні заводи його майже не виготовляють.

Портландцемент — гідралічна 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 і підвищення міцності до складу портландцементу вводять двоводний гіпс.

Під час випалювання сировинної суміші відбуваються фізичні та фізико-хімічні перетворення у складі шихти, що приводять до спікання та формування зерен клінкеру розміром 20...30 мм, мінералогічний та хімічний склад яких істотно відрізняється від складу вихідної сировини. У процесі випалювання сировинної суміші до спікання утворюються чотири основні мінерали (фази) цементного клінкеру: трикальцієвий силікат $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_3S) — *аліт*; двокальцієвий силікат $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_2S) — *беліт*; трикальцієвий алюмінат $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A); чотирикальцієвий алюмоферит $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF). Звичайно, це не чисті мінерали, а тверді розчини, склад і будова яких залежать від складу сировинної суміші, тонкості її помелу, режиму термічної обробки та багатьох інших факторів.

Аліт C_3S є найважливішою фазою клінкеру, він швидко реагує з водою та відіграє головну роль у синтезі міцності штучного каменю, особливо на ранніх стадіях твердіння.

Беліт C_2S повільно реагує з водою і надає штучному каменю міцності у пізні строки твердіння (після 1 року).

Трикальцієвий алюмінат C_3A швидко піддається гідратації та твердінню з утворенням штучного каменю невеликої міцності. Наявність такого компонента може бути причиною виникнення сульфатної корозії бетону.

Чотирикальцієвий алюмоферит C_4AF входить до складу клінкеру як проміжна речовина.

Внаслідок змішування цементу з водою відбувається його гідратація, яка приводить до тужавіння та твердіння цементного тіста з утворенням штучного (цементного) каменю. *Міцність каменю на основі портландцементу* залежить від складу новоутворень (гідросилікати, гідроалюмінати, гідросульфалюмінати кальцію, гідроксид кальцію) і визначається не тільки складом портландцементу, але й умовами твердіння, співвідношенням твердої та рідкої фаз і деякою мірою складом та властивостями добавок.

Технічні характеристики портландцементу. Водопотреба цементу — це мінімальна кількість води, необхідна для приготування тіста заданої консистенції, зазвичай становить 24...28%. Зниження водопотреби досягається використанням поверхнево активних добавок-пластифікаторів і суперпластифікаторів.

Строки тужавлення цементу — це час, протягом якого цементне тісто (паста) втрачає свою пластичність, переходячи майже в твердий стан. Розрізняють умовний початок тужавлення (початок втрати пластичності) — не раніше 45 (60) хв і кінець тужавлення (повна втрата пластичності) — не пізніше 10 годин.

Рівномірність зміни об'єму пов'язана із запізненою гідратацією деяких компонентів портландцементу. Основними причинами цього явища є гашення вільного (намертво випаленого) вапна CaO або периклазу MgO .

Міцність цементу встановлюють за показником границі міцності при стиску половинок зразків-балочок розмірами 160×40×40 мм, які виготовляють із цементно-піщаної суміші складу 1:3 (за масою) при водоцементному відношенні (В/Ц), що забезпечує нормальну консистенцію розчинової суміші. Протягом першої доби зразки зберігають у камері з вологим повітрям, а після цього — у ванні з водою протягом 27 діб.

Активність цементу — значення границі міцності при стиску таких зразків.

Марка цементу — значення активності, визначене на 28 добу (в кгс/см²), округлене в бік зменшення. Згідно зі стандартом України, встановлено такі марки портландцементу: М300, М400, М500, М550, М600.

За європейськими стандартами для оцінки міцності при стиску цементних зразків замість марок використовують класи (визначені в МПа), а саме: 32,5; 42,5 та 52,5. Цементи цих класів поділяють на цементи нормального та прискореного твердіння (до останніх додають літеру R).

За речовинним складом та міцністю при стиску (на 28 добу) *цементи загальнобудівельного призначення* поділяють на такі типи і марки:

тип I — портландцемент (містить від 0 до 5% мінеральних добавок), марки М300, М400, М500, М550, М600;

тип II — портландцемент із мінеральними добавками (від 6 до 35%), марки М300, М400, М500, М550, М600;

тип III — шлакопортландцемент (від 36 до 80% доменного гранульованого шлаку), марки М300, М400, М500;

тип IV — пуцолановий цемент (від 21 до 55% мінеральних добавок), марки М300, М400, М500;

тип V — композиційний цемент (від 36 до 80% мінеральних добавок, причому доменного гранульованого шлаку від 18 до 60%, пуцолани від 10 до 40%). Марки М300, М400, М500.

Спеціальні цементи. *В'язучі речовини низької водопотреби (ВНВ)* отримують спільним помелом портландцементу і суперпластифікатора (питома поверхня становить 480...520 м²/кг). Водопотреба такого цементу не перевищує 16% (порівняно з 24...30% для звичайного портландцементу). Міцність при стиску цементів без добавок становить 90...100 МПа. Морозостійкість бетону на основі в'язучих речовин низької водопотреби перевищує 500 циклів.

Пластифікований портландцемент виготовляють тонким подрібненням портландцементного клінкеру з двоводним гіпсом (3...5%) та пластифікуючою добавкою, наприклад, лігносульфонатом технічним (ЛСТ) в кількості 0,15...0,25%. Це дозволяє зменшити водоцементне відношення та підвищити щільність, морозостійкість, водонепроникність й сульфатостійкість бетону. Найдоцільніше його застосовувати в гідротехнічному та дорожньому будівництві.

Гідрофобний портландцемент одержують подрібненням портландцементного клінкеру з двоводним гіпсом (3...5%) та гідрофобізуючими добавками в кількості 0,08...0,25%. Гідрофобний цемент доцільно застосовувати при виготовленні бетонів для гідротехнічного, дорожнього, аеродромного та інших видів будівництва, де використовують його специфічні властивості, в тому числі підвищену водо-, морозостійкість, стійкість в умовах змінної вологості.

Сульфатостійкий портландцемент — це цемент, який утворює камінь, стійкий до дії водних сульфатмістких середовищ. Головним засобом запобігання розвитку сульфатної корозії є використання цементів із низьким вмістом С₃А. Існує декілька різновидів таких цементів: сульфатостійкий портландцемент, сульфатостійкий портландцемент із мінеральними добавками, сульфатостійкий шлакопортландцемент, пуцолановий портландцемент.

Білий портландцемент отримують із сировинних матеріалів, що містять обмежену кількість барвників (оксидів феруму, мангану, хрому, ба-

жано менше 0,3% від маси клінкеру). Основною вимогою до білого портландцементу, що визначає його якість, є ступінь білизни. За цим показником цемент поділяють на три сорти. Білий портландцемент випускають марок М400 і М500 та використовують для декоративних і оздоблювальних робіт, у тому числі для виготовлення цементних фарб.

Кольорові портландцементи отримують одночасним помелом білого клінкеру з відповідними мінеральними пігментами. При виготовленні кольорового цементу застосовують пігменти, стійкі до дії лугів, тобто: вохру, мумію — для жовтого; сурик залізний — для червоного; залізооксидні пігменти — для жовтого, коричневого, червоного, теракотового; оксид хрому — для зеленого; піролюзит — для коричневого і чорного; сажу — для чорного; ультрамарин — для блакитного та синього кольорів. Із органічних пігментів, стійких до дії лугів, є блакитний та зелений фталоціанінові, але через велику собівартість вони мають обмежене застосування. Як кольорові пігменти також раціонально використовувати фарбові руди — бурий залізняк, сурик-руду та марганцеві руди.

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

Шлакопортландцемент одержують змішуванням попередньо мелених компонентів або спільним помелом портландцементного клінкеру, гіпсу (до 5%) та гранульованого доменного шлаку у кількості 36...80%. Тепловідлення при твердінні такого цементу в 2...2,5 рази нижче, ніж звичайного, і тому його можна застосовувати для виготовлення масивних бетонних конструкцій. Шлакопортландцемент відрізняється від пуцоланового помірною водопотребою, вищою повітро- і морозостійкістю, а тому може застосовуватися для зведення наземних, підземних і підводних частин споруд. Шлакопортландцемент випускають трьох марок: М300, М400 і М500. Недоліком цього цементу є повільний набір міцності у початковий період твердіння й особливо — при від'ємних температурах. Процес твердіння значно прискорюється при застосуванні теплової обробки виробів (наприклад, у пропарювальних камерах).

Пуцолановий цемент виготовляють спільним помелом клінкеру, двоводного 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 підвищує стійкість цементу

до корозії. *Природні пуцоланові добавки* представлені породами осадового та вулканічного походження. До добавок вулканічного походження (відомих як пуцолани) належать вулканічний попіл, вулканічний туф, пемза. *Добавки штучного походження* представлені кислими золами та паливними шлаками, що є мінеральними відходами спалювання кам'яного та бурого вугілля, сланців, торфу, і містять склокристалічні фази алюмосилікатного складу. Золами називають дисперсні матеріали з розмірами частинок, меншими ніж 0,3 мм. Зола-винесення утворюється під час спалювання пиловидного палива й уловлюється електрофільтрами. Вона відрізняється високою дисперсністю і може бути застосована без додаткового помелу. Паливні шлаки — це спечені частинки золи із розміром зерен понад 0,3...0,5 мм.

Водопотреба пуцоланових цементів вища, ніж звичайного портландцементу. Пуцоланові цементи випускають марок М300 і М400. Застосовують їх при масивному будівництві, в тому числі гідротехнічному, бетонуванні підводних та 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 для отримання продукту, що складається переважно з мінералу $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (СА).

Головною перевагою глиноземистого цементу є швидке нарощування міцності: так, 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 і оборонних об'єктів. Також його можна використовувати при отриманні жаростійких бетонів із температурою експлуатації до 1300°C (при застосуванні шамотного заповнювача). Вартість такого цементу в декілька разів перевищує вартість звичайного портландцементу.

Цементи, здатні до розширення. Для запобігання виникненню усадкових деформацій і тріщиноутворення, а також зниження морозо- та корозійної стійкості цементного каменю використовують багатокомпонентні в'язучі речовини спеціального призначення, що здатні до розширення. Вони складаються з в'язучої речовини і розширної добавки, до складу якої входить кілька компонентів. Як в'язуча речовина використовується глиноземистий цемент або портландцемент.

Лужні цементи — це системи, що є поєднанням силікатів (або алюмініатів) природного чи техногенного походження та сполук лужних мета-

лів, які дають у водному середовищі лужну реакцію, причому вміст лугів у перерахунку на R_2O (де R — Na, K) становить 5...20%. Часто такі системи називають геоцементами або геополімерами.

Геоцементи (геополімери) застосовують як вогне-, жаро- і кислотостійкі 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 та конструкційних матеріалів, у тому числі на органічних заповнювачах.

Найбільшого поширення у світі набули *шлаколуужні цементи*, які одержують змішуванням мелених гранульованих металургійних шлаків із розчинами сполук лужних металів (калію, натрію) або спільним помелом шлаків зі сполуками цих металів. Для виробництва шлаколуужних в'язучих поряд із лужним компонентом застосовують доменні та електротермофосфорні гранульовані шлаки, тонина помелу яких характеризується питомою поверхнею не менше 300 м²/кг. Активність таких цементів залежно від виду сировини і співвідношення компонентів становить 30...120 МПа. Шлаколуужний цемент характеризується стійкістю в агресивних середовищах, сприяє отриманню штучного каменю підвищеної щільності, водонепроникності (W10...W30) та морозостійкості (300...1000 циклів).

7.2. Будівельні розчини. Сухі будівельні суміші

Будівельний розчин — це штучний камінь, отриманий при твердінні раціонально підібраної суміші, що складається з мінеральної в'язучої речовини, дрібного заповнювача (піску), води та добавок. До затвердіння суміш цих компонентів називають *розчиною сумішшю*. Відсутність крупного заповнювача надає розчиновим сумішам підвищену пластичність порівняно з бетонними і дозволяє вклати 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.

Будівельні розчини класифікують 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, радіаційно-захисні, хімічностійкі, жаростійкі, тампонажні).

За густиною в сухому стані розчини поділяють на важкі із середньою густиною 1500 кг/м^3 і більше та легкі, що мають середню густину менше 1500 кг/м^3 .

За видом в'язучої речовини будівельні розчини поділяють на прості — із 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, а також керамічний, вугільний, пластмасовий дрібняк.

Для прискорення зростання міцності та надання розчинам спеціальних властивостей (підвищення водонепроникності, морозостійкості, корозійної стійкості) використовують спеціальні види добавок: протиморозні, пластифікуючі, повітровтягувальні, прискорювачі і сповільнювачі тужавіння та твердіння.

Оцінка властивостей штучного каменю на основі затверділого будівельного розчину здійснюється за такими показниками: середня густина, міцність (при стиску, на розтяг при розколюванні, на розтяг при згині), усадка, середня густина, вологість, водопоглинання і морозостійкість. обов'язковим для всіх видів розчинів є визначення міцності при стиску; інші властивості визначають у випадках, які передбачені проектом.

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 навіперемінного заморожування та відтавання в конструкціях будівель і споруд, існує поділ на марки за морозостійкістю: F10, F15, F25, F35, F50, F75.

Види та характеристика будівельних розчинів. Будівельні розчини використовують для проведення монтажних та опоряджувальних робіт.

Розчини для кам'яних кладок і монтажу будівельних виробів виготовляють із використанням: портландцементу та шлакопортландцементу (для монтажу стін із панелей та 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, що розташовані нижче рівня ґрунтових вод, а також для заповнення швів і стиків панелей, плит покриттів, а також перекриттів у збірних залізобетонних будівлях, влаштування стяжок для м'яких покрівель та підлог.

Монтажні розчини для замоноличування 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, тампонажні, акустичні і рентгенозахисні.

Розчини для заповнення швів між елементами збірних залізобетонних конструкцій, які зазвичай мають рухомість 7...8 см, готують на портландцементі та чистому кварцовому піску.

Гідроізоляційні розчини виготовляють на цементах (М400 і вище) з використанням як заповнювача кварцового піску. Для влаштування гідроізоляційного шару конструкцій в агресивному середовищі як в'язучу речовину застосовують сульфатостійкий портландцемент або сульфатостійкий пуцолановий портландцемент. Щоб забезпечити водонепроникність швів і стиків у споруді, використовують гідроізоляційні розчини на основі розширеного цементу.

Кислотостійкі розчини використовують для створення антикорозійних покриттів на поверхнях спецобладнання. Зазвичай вони представлені сумішшю тонкомеленого кварцового компонента та кремнефториду натрію з кислотостійким заповнювачем (піском), що змішані рідинним натрієвим чи калієвим склом.

Жаростійкі розчини. Як в'язучу речовину застосовують глиноземисті і високоглиноземисті цементи, портландцемент і рідинне скло. Заповнювачами та наповнювачами можуть бути матеріали на основі шамоту, динасу, шлаків, паливних зол та бою випаленої керамічної цегли. Такі розчини застосовують для вогнетривкої кладки конструкційних елементів промислових печей й інших теплових агрегатів при температурах до $+1200^\circ\text{C}$.

Акустичні та теплоізоляційні розчини повинні мати середню густину $600...1200 \text{ кг/м}^3$. Як в'язучі речовини застосовують портландцемент, шлакопортландцемент, вапно, гіпс, а також цементно-вапняні суміші. Акустичні розчини застосовують як звукопоглинальну штукатурку, але одночасно вони виконують функцію і теплоізоляційного шару.

Опоряджувальні розчини поділяють на звичайні штукатурні та декоративні. За способом нанесення розрізняють «суху» та «мокру» штукатурки.

Взагалі штукатурка — це суміш компонентів, якою покривають поверхні будівель (частіше стін) для надання їм захисної та естетичної функцій.

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*. Обрізок наноситься на поверхню для заповнення нерівностей, а також для кращого зчеплення шарів покриття з основою. Грунт є необхідним для створення рівної поверхні, звичайна його товщина — 5...7 мм. Накривка — шар завтовшки не більше 3 мм, що призначений для покриття всіх заглиблень і створення рівної та гладкої поверхні.

Залежно від призначення, розрізняють традиційні штукатурки зовнішні (товщина 20 мм) і внутрішні (товщина 15 мм).

Зовнішня штукатурка виконує функцію оздоблення та 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 значною мірою обумовлює мікроклімат у приміщенні і виконується, як правило, в один шар із розчинів на основі вапна, гіпсу та портландцементу.

Сучасні декоративні будівельні розчини розрізняються складом, технологією нанесення, вартістю, галузями використання та представлені, в основному, сухими системами, які дозволяють отримувати високоякісні покриття (рис. 7.3).



Рис. 7.3. Класифікація декоративних штукатурок за складом

Покриття на основі декоративних штукатурок отримують створенням різної фактури і текстури поверхні за рахунок спеціально підібраних складів та технологій нанесення із використанням спеціальних інструментів.

Покриття із крупно-, середньо- і дрібнозернистою фактурою різного кольору створюють за рахунок використання заповнювача певного розміру та зв'язуючих компонентів у вигляді мінеральних в'язучих речовин або прозорого полімерного лаку. Інколи їх покривають відповідними фарбами. Прикладами таких штукатурок є камінцеві та мозаїчні (глава 7.5).

Певного рельєфу поверхні покриття можна надавати за рахунок відповідної технології (за допомогою специфічних прийомів із використанням спеціального інструмента). В такому випадку застосовують переважно тонкозернисті різнокольорові суміші. Як мінеральні в'язучі можуть бути придатні цементно-вапняні, а як органічні — синтетичні латекси або акрилові смоли. Прикладами штукатурок, нанесених за допомогою трафаретів і спеціального інструмента є шагрень, руст, «стара штукатурка», римська кладка, луска, «черепиця» тощо. При додаванні до складу тонкозернистих штукатурок наповнювачів у вигляді обкатаних частинок та використанні спеціального інструмента (полутерку) отримують покриття із фактурою так званих «короїдів», представлену прямими або косими штрихами, волокнистими або спіральними борозенками (глава 7.6, рис. 7.15).

Сухі будівельні суміші — це порошкоподібні композиції, що складаються з мінеральної або органічної в'язучої речовини, наповнювачів і заповнювачів, добавок, які виготовляють у заводських умовах. На місці проведення робіт сухі суміші змішують із водою до отримання розчинової суміші заданої консистенції.

Технологія сухих будівельних сумішей передбачає використання полімерних добавок у вигляді порошоків, *здатних до редиспергації*, які отримують методом розпилювального сушіння спеціальних водних дисперсій полімерів. Після змішування з водою такі порошки можуть переходити у вихідний стан водних дисперсій, зберігаючи характеристики та функції полімерних в'язучих речовин. До водоутримувальних добавок відносять, наприклад, метилцелюлозу. Як добавки до сухих сумішей додають також пластифікатори, піногасники, пігменти, емульгатори, регулятори тужавлення, гідрофобізатори, пороутворювачі, стабілізатори.

Ефективність застосування сухих будівельних сумішей пов'язана з підвищенням продуктивності праці в 1,5...5 разів залежно від виду робіт, зниженням матеріаломісткості порівняно з традиційними технологіями у 3...10 разів (плиткові роботи — у 7 разів, вирівнювання стін та підлог — у 10 разів); гарантованою можливістю отримання матеріалів із заданими

властивостями, збільшенням тривалості зберігання без зміни властивостей, а також зниженням витрат при транспортуванні і зберіганні матеріалів.

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 і внутрішнього декоративного оздоблення), для влаштування підлог (основи під покриття, несучі підлоги), для плиткових робіт (плиткові розчини, затирки для швів), для малярних робіт (грунтовки, шпаклівки, фарби), для мурування, гідроізоляційних робіт (штукатурна та обмазувальна гідроізоляція) і теплоізоляційних робіт (клеї, розчини 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 багатошарове покриття. Штукатурна гідроізоляція — це покриття товщиною 5...20 мм із полімерцементних композицій, яке наноситься пошарово. Основними перевагами таких матеріалів є екологічна безпека, висока адгезія до різних поверхонь, можливість нанесення сумішей у середині приміщень на вологі та мокрі поверхні, довговічність, надійність, зручність і висока продуктивність праці при виконанні робіт. Основним недоліком є невисока еластичність. Застосовують гідроізоляційні сухі суміші на основі цементу для стін фундаментів та підвалів, резервуарів для води, плавальних басейнів, поверхонь терас і балконів, а також для захисту будівельних конструкцій від дії агресивного середовища.

Клеї для облицювальних робіт — це адгезиви для приклеювання плитки до поверхонь будівель та споруд. Нині поширений так званий тонкостінний спосіб укладки, при якому товщина шару розчину становить приблизно 2...4 мм. Еластичні властивості клею дозволяють компенсувати навантаження, що виникають між плиткою та поверхнею основи внаслідок дії усадкових, температурних та інших деформацій. Зазвичай як клеї застосовують полімерцементні сухі суміші з вмістом полімеру від 0,5 до 7%.

Затиральні суміші, або фуґи — це декоративні кольорові композиції, що використовують для зовнішніх і внутрішніх робіт при заповненні швів між плитками на вертикальних та горизонтальних поверхнях з метою надання закінченого декоративного вигляду облицюванню.

Сухі суміші для санації старих будівель (сануючі штукатурки) — штукатурки з високими паропроникністю і загальною пористістю, але обмеженою капілярною пористістю, завдяки цьому процес випаровування та

кристалізації солей відбувається в шарі штукатурки, що запобігає утворенню на поверхні сольових відкладів. Сучасні сануючі штукатурки є двошаровими системами, в яких є пориста базова штукатурка і безпосередньо сануючий шар. Висока проникність штукатурки створює сприятливі умови для висихання кам'яної та цегляної кладок, крім того, ці штукатурки є морозостійкими, їх застосовують для цокольної частини будівель, архітектурних пам'яток тощо.

Сануючі штукатурні системи призначені для використання у вологих підвальних і напівпідвальних приміщеннях для створення в них мікроклімату, сприятливого для тривалого перебування людини або для захисту споруди від руйнування. Система сануючих штукатурок складається з трьох видів спеціальних сухих сумішей: для обрізки, ґрунтувальної протисольової сануючої, накривної гідрофобізуючої. Інколи ці системи можуть включати шар вирівнювальної штукатурки, фінішної шпаклівки, накривного шару тощо. Оброблену поверхню можна покривати паропроникними силікатними або латексними фарбами.

У сучасних спорудах підлога — це горизонтальна багатошарова конструкція, що складається з основи, підкладального шару, звукоізоляції, теплоізоляції, стяжки, гідроізоляції, ґрунтовки та верхнього шару покриття. Підлоги повинні мати високі показники якості за міцністю, деформативністю, зносостійкістю, тріщиностійкістю, корозійною стійкістю і декоративністю. Комплексом таких властивостей відрізняються наливні підлоги на основі сумішей для підлог та стяжок. Використання останніх дозволяє виконувати різноманітні конструкції наливних монолітних підлог.

Шпаклювальні суміші застосовують для вирівнювання конструкції, причому наносять їх на підготовлені поверхні конструкції при температурі навколишнього середовища +10...+35°C і відносній вологості не нижче 60%. Як в'язучі речовини придатні портландцемент або гіпс, що визначає можливості застосування розчинів для зовнішніх або внутрішніх робіт. Застосування поряд зі звичайними спеціальних добавок, наприклад, гідрофобізаторів, а також волокнистих наповнювачів, дозволяє покращити властивості розчинів та вдосконалити технологію виконання робіт.

Сухі фарбові суміші — це високодисперсні композиції ($S_n = 10...100 \text{ м}^2/\text{т}$), що складаються із твердих полімерів, наповнювачів, пігментів і спеціальних добавок. Основною сировиною є термопластичні полімери (поліетилен, полівінілхлорид, поліаміди) та реактопласти (епоксидні, поліефірні, поліуретанові смоли). Фарби готують змішуванням сухих сумішей із водою в кількості, що забезпечує гідратацію в'язучої речовини і необхідну в'язкість.

7.3. Бетони: склад, структура, властивості

Бетон — штучний камінь, який отримують у процесі твердіння раціонально підбраної суміші в'язучої речовини, крупного та дрібного заповнювачів, води та добавок. До затвердіння суміш указаних компонентів називають *бетонною сумішшю*.

За основним призначенням бетони поділяють на *конструкційні* (для зведення несучих та огорожувальних конструкцій промислових, громадських та житлових будівель і споруд) та *спеціальні* (гідротехнічні, дорожні, корозійностійкі, жаростійкі і вогнетривкі, декоративні, радіаційнозахисні тощо).

За середньою густиною у сухому стані бетони поділяють на:

— *особливо важкі* (понад 2500 кг/м³) — отримують, використовуючи як заповнювачі барит, залізні руди, сталеві відходи);

— *важкі* (2200...2500 кг/м³) — передбачають застосування заповнювачів із щільних гірських порід;

— *полегшені* (2000...2200 кг/м³) — виготовляють на основі нещільних заповнювачів (вапняк-черепашник, туф);

— *легкі* (500...2000 кг/м³) — отримують із використанням природних та штучних пористих заповнювачів (вулканічні і вапнякові туфи, пемза, керамзит, шлакова пемза, аглопорит);

— *особливо легкі* (менше 500 кг/м³) — насамперед, ніздрюваті бетони та бетони на основі штучних пористих заповнювачів (спученого перліту та вермикуліту).

За видом в'язучої речовини, що використовується, бетони поділяють на портландцементні, вапняні, гіпсові, лужні, асфальтові, полімерні тощо.

За структурою бетони поділяють на: *щільні, поризовані, ніздрюваті, крупнопористі*.

Властивості бетонної суміші. Головною характеристикою бетонної суміші є її консистенція, що пов'язана з легкоукладальністю, тобто зі здатністю бетонної суміші заповнювати форму чи опалубку з найменшими затратами зовнішньої енергії.

Легкоукладальність характеризується рухомістю або жорсткістю. Рухомість суміші (Р) визначають за допомогою стандартного конуса і розраховують у сантиметрах як різницю висоти форми та бетонної суміші, що утворилася після зняття форми. Для сумішей із рухомістю Р4 та Р5 легкоукладальність визначають за показником розпливу конуса. Жорсткість (Ж) оцінюють (у секундах) як час, потрібний для заповнення бетонною сумішшю (після зняття форми-конуса) циліндричної посудини під дією

вібрації. Залежно від показника легкоукладальності бетонні суміші поділяють на три групи: наджорсткі (НЖ), жорсткі (Ж) та рухомі (Р).

Розшарування суміші оцінюється показниками розчиновідділення та водовідділення.

Для регулювання властивостей бетонної суміші застосовують органічні та високодисперсні активні мінеральні добавки (золи-винесення, мікрокремнезем). Найпоширенішими добавками є суперпластифікатори, застосування яких, з одного боку, дозволяє отримувати литі бетонні суміші і транспортувати їх при укладанні із використанням бетононасосів, а з іншого — сприяє суттєвому зниженню водоцементного відношення (В/Ц) та відповідно підвищенню міцності отриманих бетонів. Бетонні суміші за ступенем готовності поділяють на суміші, готові до використання, і сухі.

Важкі бетони — найпоширеніший матеріал для виготовлення конструкцій масового виробництва для збірного та монолітного будівництва, що складається з в'язучої речовини, заповнювачів і добавок (рис. 7.4).

Характеристика матеріалів для важкого бетону. В'язучі речовини (як правило портландцементи та їх різновиди) вибирають, враховуючи основні проектні показники бетону: міцність, морозо- та корозійну стійкість, а також технологію виготовлення виробів та умови бетонування (особливо при монолітному будівництві). Вимоги до хіміко-мінералогічного складу цементу обумовлені особливостями експлуатації та твердіння бетону. Наприклад, для виробництва збірних залізобетонних конструкцій доцільно застосовувати швидкоотверднучі портландцемент та шлакопортландцемент. У бетонах, що піддають навперемінному заморожуванню і відтаванню, зволоженню та висиханню, небажано застосовувати цементу із підвищеним вмістом мінеральних добавок, а також мінералу С₃А (до 8%). Для виготовлення масивного гідротехнічного бетону (для дамб, гребель) доцільно використовувати цементу з низькою екзотермією, в тому числі пластифіковані гідрофобні цементу.

Заповнювачами для важкого бетону є сипкі суміші мінеральних зерен природного чи штучного походження певного гранулометричного складу. Залежно від розмірів зерен заповнювачі поділяють на *крупні* (щебінь або гравій) — 5...70 мм та *дрібні* (піски) — 0,16...5 мм.

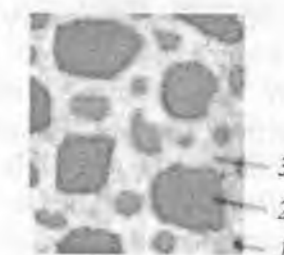


Рис. 7.4. Макроструктура важкого бетону:

1 — дрібний заповнювач; 2 — крупний заповнювач; 3 — цементна матриця

Гравій — це сипкий матеріал, що утворюється в результаті природного руйнування (вивітрювання) вивержених чи осадових гірських порід. Зерна гравію розмірами 5...70 мм мають округлу обкатану форму з гладкою поверхнею.

Щебень — це сипкий матеріал у вигляді зерен неправильної форми, що одержують подрібненням гірських порід, які характеризуються міцністю при стиску 20... 120 МПа. Зерна щебеню мають кутасту форму та шорстку поверхню, а тому міцність їх зчеплення з цементним каменем значно вища, ніж у гравію. Для виробництва щебеню подрібнюють вивержені породи — граніт, діабаз, діорит; щільні осадові породи — вапняк, доломіт; метаморфічні — кварцити. При подрібненні на сучасних кар'єрах щебень поділяють на фракції: 5...10 мм, 10...20 мм, 20...40 мм, 40...70 мм. У складі крупних заповнювачів обмежують вміст глинистих та пілуватих частинок, тобто зерен розміром менше 0,05 мм (для гравію не більше 1...2% за масою, для щебеню — не більше 1...3%). Голчастих та пластинчастих частинок у щебені для бетону не повинно бути більше 35% за масою, оскільки збільшення їх вмісту істотно послаблює бетон.

Міцність крупного заповнювача повинна перевищувати міцність бетону, склад якого проектується. Границя міцності щебеню на стиск для вивержених порід повинна бути не нижче 80 МПа, для метаморфічних та осадових — 60 і 30 МПа відповідно.

Пісок природний за складом може бути кварцовим, польвошпатним та карбонатним. Штучний пісок отримують подрібненням гірських порід або супутних продуктів промисловості, наприклад, металургійних шлаків. Придатність піску як дрібного заповнювача для бетону визначається комплексом показників, основними з яких є зерновий склад і модуль крупності, а також вміст пілуватих та глинистих частинок (не повинен перевищувати 3% за масою), які погіршують зчеплення заповнювача з цементним каменем, а також вміст органічних домішок, які руйнують цементний камінь.

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, у тому числі пластифікуючі, стабілізуючі, водоутримуючі добавки, що поліпшують перекачування сумішей; добавки поризуючі (повітров'язувальні, піно- та газоутворювачі); добавки, що регулюють процеси тужавіння і твердіння (сповільнюють або прискорюють) та добавки, які змінюють характер процесів структуроутворення бетону і надають йому спеціальних властивостей (наприклад, протиморозні).

Пластифікуючі добавки збільшують рухомість, тобто знижують жорсткість суміші, не погіршуючи міцності бетону.

Суперпластифікатори — це синтетичні полімерні речовини, що використовуються в кількості 0,1...1,2% від маси цементу, і відрізняються сильним розріджувальним ефектом, час дії якого обмежується строком 2...3 години від моменту введення.

Прискорювачі твердіння призначені, насамперед, для скорочення строків розпалублення конструкції при монолітному бетонуванні, а у виробництві збірного залізобетону — для зменшення часу теплової обробки виробів та збільшення оборотності бортооснащення.

Добавки поліфункціональної дії (комплексні) одночасно регулюють декілька властивостей бетонної суміші і бетону. Так, введення до суперпластифікаторів додаткових компонентів дозволяє змінювати час тужавлення та швидкість набору міцності бетону, подовжує термін легкоукладальності бетонної суміші, регулює порову структуру в напрямку зменшення кількості відкритих пор, що сприяє підвищенню щільності, водонепроникності, міцності, морозостійкості і корозійної стійкості.

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- і корозійною стійкістю, водонепроникністю, тріщиностійкістю.

Міцність — це здатність бетону чинити опір руйнуванню від внутрішніх напружень, що виникають під дією навантажень або інших факторів.

Традиційно нормативною характеристикою вважається границя міцності при стиску, що визначається після 28 діб тверднення зразків-кубів із ребром 15 см у нормальних умовах.

Раніше для характеристики міцності бетону використовували поняття *марки*, що була регламентована нормативними документами та визначалася як округлене (до найближчого меншого показника) значення середньої границі міцності (кгс/см²): М50, М75, М100, М150, М200, М250, М300, М350, М400, М500, М600.

Проте цей показник не дає достатньо повного уявлення про міцність бетону при великих обсягах його виробництва. Зміна якості цементу та заповнювачів, помилки у дозуванні та технології призводять до утворення неоднорідної структури бетону та до варіювання його властивостей. Більш вірогідним є висновок про міцність бетону за оцінкою коефіцієнта варіації, що дорівнює відношенню середнього квадратичного окремих ре-

зультатів визначення міцності до середньої міцності бетону. Чим менше його значення, тим бетон є більш однорідним за своїми властивостями.

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 (МПа), яка приймається з нормативним коефіцієнтом варіації 13,5% із забезпеченістю 0,95 (досягається не менш ніж у 95 випадках із 100) (ДСТУ Б В.2.7-176:2008).

Між класом бетону та середньою міцністю партії, що контролюється, існує залежність:

$$B = R_{cp} \cdot (1 - 1,64 \cdot C_v),$$

де B — чисельне значення класу бетону, МПа; R_{cp} — середня міцність бетону, МПа; C_v — коефіцієнт варіації міцності бетону, який становить 13,5%.

Для переходу від класу бетону до середньої міцності можна використувати формулу:

$$R_{cp} = \frac{B}{0,778}.$$

Для більшості бетонів клас визначають через 28 діб тверднення при нормальних умовах, тобто при температурі $t = 20 \pm 2^\circ\text{C}$ та відносній вологості повітря не менше 90%.

Для важкого бетону стандартизовані такі класи:

— за міцністю при стиску: B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60; B65; B70; B75; B80;

— за міцністю при розтягу: B_{0,4}; B_{0,8}; B_{1,2}; B_{1,6}; B₂; B_{2,4}; B_{2,8}; B_{3,2}; B_{3,6}; B_{4,0};

— за міцністю при згині: B_{0,4}; B_{0,8}; B_{1,2}; B_{1,6}; B_{2,0}; B_{2,4}; B_{2,8}; B_{3,2}; B_{3,6}; B_{4,0}; B_{4,4}; B_{4,8}; B_{5,2}; B_{5,6}; B_{6,0}; B_{6,4}; B_{6,8}; B_{7,2}; B_{8,0}.

Морозостійкість бетону є непрямым показником його довговічності та характеризується найбільшим числом циклів наперемінного заморожування та відтавання, що спроможні витримати зразки бетону (в стані, насиченому водою або сольовим розчином) без зниження міцності більше ніж 5%.

За морозостійкістю важкий бетон поділяють на марки: F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500, F600, F800, F1000.

Водонепроникність бетону пов'язана зі щільністю його структури і залежить від виду використаних заповнювачів, у тому числі від їх щільності,

гранулометричного складу та пустотності, пористості цементного каменю та міцності зчеплення його із заповнювачами.

Характеристикою водонепроникності бетону є його марка, що відповідає максимальному тиску (0,2...2 МПа), при якому ще не спостерігається фільтрація води крізь стандартний зразок. За водонепроникністю розрізняють такі марки бетону: W2; W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20.

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

Теплопровідність важкого бетону у повітряно-сухому стані в середньому становить 1,2 Вт/(м·К), що у 2...4 рази більше за теплопровідність легкого бетону. **Теплоємність** важкого бетону визначає у межах 0,75...0,92 кДж/(кг·К). **Температурний коефіцієнт лінійного розширення** важкого бетону становить $10 \cdot 10^{-6}$ м/К.

Легкі бетони мають середню густину не вище 2000 кг/м³. На відміну від важкого бетону на щільних заповнювачах, структура легких бетонів насичена повітряними порами та пустотами. Досягається це такими технологічними прийомами, як вилученням зі складу бетонної суміші дрібного заповнювача (піску), що збільшує об'єм міжзернових пустот; використанням легких пористих заповнювачів (природних чи штучних); поризацією сировинної суміші при введенні піно- та газотвірних добавок (рис. 7.5).

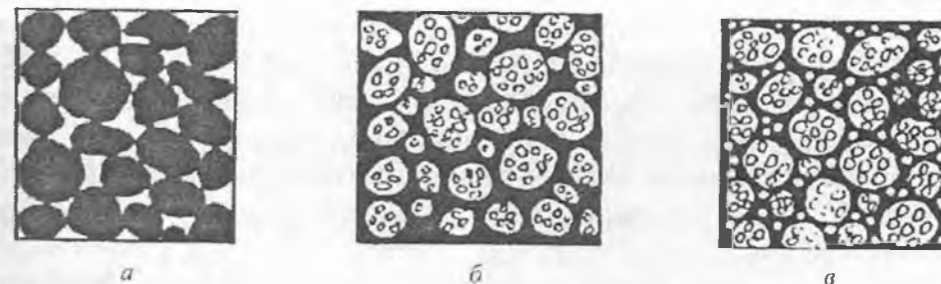


Рис. 7.5. Структура легких бетонів:

а — крупнопористого; б — щільного на пористих заповнювачах; в — поризованого

Відповідно до цього, розрізняють легкі щільні бетони на пористих заповнювачах, крупнопористі на пористих та щільних заповнювачах і поризовані бетони. В окрему групу легких бетонів виділяють ніздрюваті, які поділяють на піно- та газобетони (рис. 7.6).

Вихідні матеріали для легких бетонів. Як в'язучі речовини використовують портландцемент (звичайний або швидкотверднучий) та шлакопортландце-

мент. При отриманні виробів автоклавного твердіння застосовують будівельне вапно, а неавтоклавних ніздрюватих бетонів — портландцемент, гіпс, каустичний магнезит тощо.

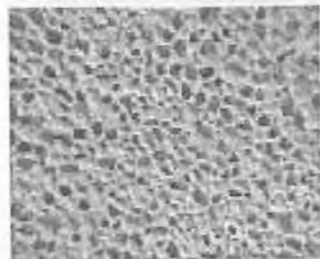


Рис. 7.6. Структура ніздрюватого бетону

Заповнювачі для приготування бетонних сумішей можуть бути природними, штучними або отриманими з відходів промисловості. *Природні пористі заповнювачі* виготовляють у вигляді щебеню та піску подрібненням пористих магматичних чи осадових гірських порід (вулканічного туфу, пемзи, вапнякового туфу, вапняку-черепашника, опоки тощо). У сучасному будівництві найчастіше використовують *штучні пористі заповнювачі*, які одержують поризацією природної сировини чи промислових відходів. Такими заповнювачами

є керамзит, зольний гравій, аглопорит, шлакова пемза, спучений перліт та вермикуліт. Придатні також гранульовані доменні та електротермофосфорні шлаки, паливні золи і шлаки.

Коригувальні добавки (пластифікатори, прискорювачі твердіння) дозволяють регулювати властивості бетонних сумішей та виробів на їх основі. Для поризації бетонної суміші використовують газо- та піноутворювачі.

Легкі бетони на пористих неорганічних заповнювачах класифікують за такими ознаками:

- за призначенням: конструкційні; конструкційно-теплоізоляційні; теплоізоляційні та спеціальні (жаростійкі, хімічно стійкі та ін.);
- за видом пористих заповнювачів: керамзитобетон, шлакобетон тощо;
- за структурою: щільні (суцільної структури), поризовані, крупнопористі;
- за крупністю заповнювачів: звичайні з максимальною крупністю заповнювачів 20 і 40 мм та дрібнозернисті з максимальною крупністю заповнювачів до 10 мм.

Легкі бетони за середньою густиною в сухому стані (кг/м^3) поділяють на марки від D300 до D2000.

Основним показником *міцності* легкого бетону є клас, який визначають за характеристичною міцністю при стиску (МПа): для конструкційних бетонів передбачені класи від B12,5 до B40; для конструкційно-теплоізоляційних — від B1 до B15; для теплоізоляційних — B0,35; B0,75; B1; B2.

Теплопровідність легких бетонів на пористих заповнювачах визначає в межах від 0,09 до 0,66 Вт/(м·К).

За *морозостійкістю* конструкційні легкі бетони поділяють на марки від F15 до F500.

Легкі бетони широко застосовуються у житловому, цивільному, промисловому, транспортному, сільському й інших видах будівництва для виготовлення монолітних та збірних конструкцій, у тому числі й армованих. Легкі бетони, які відповідають вимогам щодо морозостійкості і водонепроникності, доцільно використовувати для виготовлення зовнішніх огороджувальних конструкцій житлових та промислових будівель, у мостових конструкціях і гідротехнічних спорудах.

Застосування легких бетонів дозволяє зменшити масу будівельних виробів та конструкцій, знизити вартість транспортних і монтажних операцій, скоротити витрати на опалення (за рахунок поліпшення теплоізоляції), підвищити вогне-, морозо- та сейсмостійкість будівель і споруд.

Крупнопористий бетон отримують після затвердіння бетонної суміші, що складається з цементу, крупного заповнювача, пластифікуючих добавок та води. Структура такого бетону характеризується наявністю крупних порот, утворених за рахунок відсутності в його складі дрібного заповнювача, а міжзерновий простір заповнюється цементним тістом лише частково. Кількість цементного тіста в такому бетоні визначається мінімальним його об'ємом, потрібним для того, щоб укрити тонким шаром кожне зерно заповнювача (рис. 7.7).

Заповнювачами для крупнопористого бетону є щебінь або гравій із щільних чи пористих гірських порід, штучні пористі заповнювачі, паливні шлаки, цегляний бій.

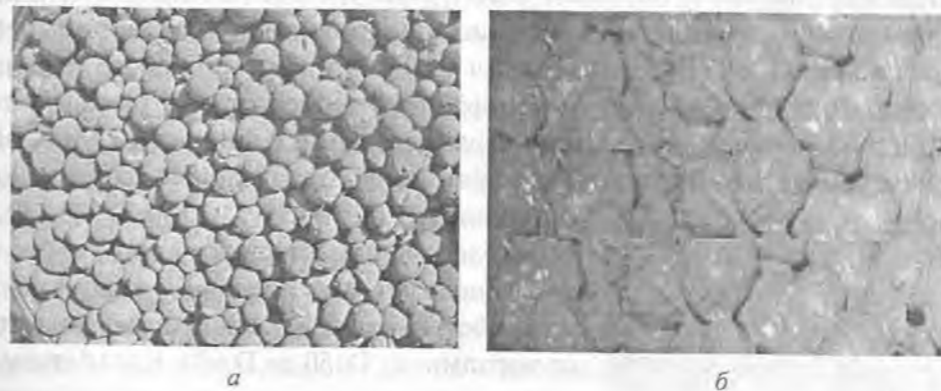


Рис. 7.7. Керамзит (а) та крупнопористий бетон (б) на його основі

Застосовуючи природний гравій, одержують крупнопористий бетон із середньою густиною $1700 \dots 1900 \text{ кг/м}^3$, а якщо скористатися пористими заповнювачами, то можна знизити середню густину до $500 \dots 700 \text{ кг/м}^3$.

Залежно від границі міцності при стиску крупнопористі бетони поділяють на класи В1; В2; В2,5; В3,5; В5 і В7,5. Міцність крупнопористого бетону на розтяг не нормується. Теплопровідність крупнопористого бетону залежить від його середньої густини і становить 0,30...0,98 Вт/(м·К).

Крупнопористий бетон застосовують лише в конструкціях, які експлуатуються в умовах стиску, в тому числі для виготовлення монолітних або збірних стін опалюваних будівель заввишки до чотирьох поверхів. Оскільки бетон має наскрізну пористість, то для уникнення продування стін їх слід обштукатурювати з обох боків. Іноді бетон використовують при виготовленні тришарових огорожувальних конструкцій, наприклад, у середньому шарі рекомендується застосовувати крупнопористий керамзитобетон із середньою густиною 550 кг/м³.

Крупнопористий бетон також використовують для виготовлення панелей із горизонтальною розрізкою стін. При застосуванні легких пористих заповнювачів одержують теплоізоляційний крупнопористий бетон, з якого виготовляють плити для теплоізоляції стін і покриттів будівель. Крупнопористий бетон придатний також для виготовлення звукопоглинальних виробів у вигляді плит та блоків.

Легкі бетони на пористих органічних заповнювачах. До таких бетонів належать полістиролбетон (заповнювачем є пінополістирол) та арболіт (заповнювачем є деревна стружка). Характеристика легких бетонів, отриманих із використанням деревних заповнювачів, наведена у главі 8.

Полістиролбетон — це легкий бетон, який містить портландцемент або його різновиди, дрібний кремнеземистий заповнювач (кварцовий пісок або золу-винесення ТЕС), заповнювач у вигляді гранул спіненого полістиролу та модифікуючі добавки (пластифікатори, прискорювачі твердіння тощо) (рис. 7.8). Полістирол спінений гранульований є продуктом одно- або багатоступінчастого спінювання полістиролу і характеризується маркою за насипною густиною 10, 15, 20, 25, 30, а розмір зерен змінюється від 0 до 20 мм.

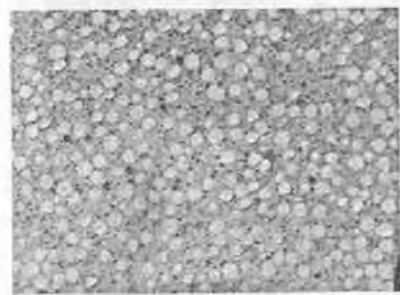


Рис. 7.8. Структура полістиролбетону

За показником середньої густини полістиролбетону в сухому стані характеризується марками від D150 до D 600. Клас бетону за міцністю при стиску в проектному віці повинен становити від В 0,5 до В 2,5. Коефіцієнт теплопровідності змінюється від 0,055 до 0,145 Вт/(м·К). Морозостійкість бетону повинна становити від F25 до F100. Крім того, такі бетони характеризуються високою зву-

коізоляцією (індекс зниження приведенного рівня ударного шуму шару полістиролбетону завтовшки 50 мм, на який укладено цементний розчин товщиною 50 мм, становить 23 дБ), високими гідроізоляційними властивостями при збереженні паропроникності. Матеріал належить до групи Г1 (низької горючості); його використовують у житловому і цивільному будівництві для тепло- та звукоізоляції підлог і покрівель.

Поризований бетон є різновидом легких бетонів на пористих заповнювачах. Його отримують поризацією розчинової суміші або заміною її поризованим цементним тістом, виключивши зі складу дрібний заповнювач. Для поризації таких бетонів застосовують невелику кількість піно- та газотвірних добавок. Залежно від виду використаного заповнювача і способу поризації, бетони дістають відповідну назву, наприклад керамзитопінобетон, керамзитогазобетон. Порівняно з легким бетоном щільної структури поризований бетон має відносно низькі середню густину та коефіцієнт теплопровідності.

Марки поризованих бетонів за середньою густиною становлять D800...D1400, класи за міцністю при стиску — В2,5...В7,5. Поризовані бетони, які відрізняються покращеними теплофізичними характеристиками, доцільно використовувати для зовнішніх огорожень (стінові панелі, панелі покриттів).

Ніздрюватий бетон — це штучний пористий матеріал, структура якого характеризується наявністю рівномірно розподілених сферичних пор діаметром до 2 мм, заповнених повітрям або газом. Об'єм пор може досягати 85% загального об'єму ніздрюватого бетону. Різновидами ніздрюватого бетону є газо- та пінобетон.

Ніздрюватий бетон — екологічно чистий матеріал, він не виділяє токсичних сполук, рівень радіоактивності його нижче допустимих меж і не перевищує 350 Бк/кг. Для його виготовлення використовують розповсюджені матеріали: пісок, вапно, цемент, воду, причому при їх переробці не утворюються відходи, які забруднюють повітря, воду та ґрунт. За екологічними показниками ніздрюватий бетон наближається до дерев'яних конструкцій, але він не піддається гниттю (як деревина) та корозії (як метал). За даними Міністерства охорони здоров'я, коефіцієнт екологічності, наприклад, для стін із деревини становить 1,0; для ніздрюватого бетону — 2,0; керамічної цегли — 10,0; керамзитобетону — 20,0. Стіни з ніздрюватого бетону створюють комфортні умови, в тому числі мінімальну величину коливань температури в середині приміщення. Ніздрюватий бетон за рахунок власної високої повітро- та паропроникності забезпечує часткову інфільтрацію антропогенних (шкідливих речовин життєдіяльності людини).

Ніздрюватий бетон має звукопоглинальні властивості, не горить і ефективно запобігає розповсюдженню вогню, а тому його можна застосовувати для кладки стін усіх класів пожежної безпеки. Так, наприклад, границя вогнестійкості без руйнування структури матеріалу стіни з ніздрюватого бетону завтовшки 100 мм становить 2 години, а границя розповсюдження вогню — 0 см.

Вироби з такого бетону легко піддаються обробці різними інструментами, що дає змогу виготовляти будівельні конструкції різної конфігурації, прорізати канали та отвори під електричні кабелі або трубопроводи. Конструкції з ніздрюватого бетону легко ґрунтуються і фарбуються або покриваються шпалерами.

Газобетон виготовляють із використанням хімічного способу спучування розчинової суміші. Сьогодні існують технології автоклавного газобетону (газосилікату) на основі суміші вапна, портландцементу, із кремнеземистими добавками, а також добавки газоутворювача — алюмінієвої пудри. Газобетон виготовляють за литвювою, вібраційною або ударною технологіями формування масиву бетону, а залежно від способу одержання готових виробів розрізняють різальну технологію та технологію виготовлення виробів в індивідуальних формах. Після розрізання масиву виробу піддають автоклавній обробці.

Нині випускають дрібні стінові та теплоізоляційні блоки із системою «паз-гребінь» із достатньо високою точністю розмірів (похибка до 0,5 мм), що надає можливість використовувати мінімальну кількість розчинової суміші (клею) при муруванні. Сучасні технології дозволяють отримати вироби з гладкою поверхнею із закритими порами для захисту від вологи і відмовитись від штукатурення стін із таких блоків.

Світова практика житлового будівництва надає перевагу дрібноштучним стіновим виробам при зведенні малоповерхових житлових будинків. Деякі підприємства виробляють також крупнорозмірні армовані елементи у вигляді плит покриттів товщиною 10...25 см (Франція), армовані вироби довжиною до 6 м — стінові панелі, плити покриттів і перекриттів, перегородкові плити висотою 2,5...4,2 м (Фінляндія), елементи повної заводської готовності розмірами 1,2x8 м товщиною 30 см з оздобленням тонкошаровим покриттям (Японія) — стінові панелі та плити перекриттів для житлових і промислових будівель.

Пінобетон отримують змішуванням водного розчину в'язучих речовин із піною та кремнеземистим компонентом. Основними перевагами пінобетонної технології є можливість транспортування суміші і формування ніздрюватої структури бетону при звичайній температурі, недоліком є велика витрата в'язучої речовини.

Зазвичай технічну піну готують інтенсивним збиванням водного розчину піноутворювачів (наприклад, клеєканіфольного, смолосапонинового тощо), які містять поверхневоактивні речовини. Твердіння виробів відбувається в пропарювальних камерах при атмосферному тиску. Позитивною ознакою пінобетону є те, що його можна отримати безпосередньо на будівельному об'єкті.

Технічні характеристики ніздрюватих бетонів. За показниками середньої густини встановлено марки ніздрюватого бетону від D300 до D1200.

Залежно від характеристик міцності на стиск, розрізняють класи ніздрюватого бетону від B0,35 до B15.

За морозостійкістю ніздрюваті бетони поділяють на марки від F15 до F100.

Теплопровідність ніздрюватого бетону залежить від його середньої густини та вологості і змінюється в межах 0,08...0,30 Вт/(м·К); такий бетон має високі звукопоглинальні та звукоізоляційні властивості.

Міцність споруд на основі ніздрюватого бетону підвищують, використовуючи різні конструктивно-технологічні рішення, наприклад, влаштування каркасних будівель із внутрішніми несучими стінами і колонами, монолітних поясів жорсткості, бетонних рамок, армованих панелей перекриттів, несучих перетинок та ін. Особливо ефективними є вироби з ніздрюватого бетону для малоповерхового будівництва (в індивідуальних будинках типу «котедж») або багатоповерхового каркасного будівництва.

Різновид ніздрюватих бетонів — бетони так званої варіатропної будови, особливість яких полягає в тому, що середня густина бетону плавно змінюється від однієї поверхні виробу чи конструкції до іншої. Це забезпечує оптимальну роботу конструкцій: зовнішні шари виконують переважно конструкційні і захисні функції, а внутрішні — теплоізоляційні.

Ніздрюваті бетони використовують для виготовлення армованих панелей зовнішніх стін та покриття будівель, неармованих стінових блоків і каменів, а також тепло-, звукоізоляційних та жаростійких виробів. Стіни з ніздрюватого бетону в 1,3...2 рази легші, ніж стіни з керамзитобетонних панелей, вартість їх також менша. Застосовують ніздрюватобетонні вироби у житлових, громадських, промислових та сільськогосподарських будівлях із відносною вологістю повітря не більше ніж 75%. Зовнішні поверхні огорожувальних конструкцій із ніздрюватого бетону захищають шаром облицювального розчину, керамічною плиткою, гідрофобними покриттями.

Дрібнозернисті бетони виготовляють із використанням крупного заповнювача, розмір якого не перевищує 10 мм. Одним із способів поліпшення властивостей каменю є застосування ефективних способів ущільнення

цементно-піщаної суміші, наприклад, пресування, трамбування, вібропресування, вібровакуумування.

Такий бетон застосовують для дорожніх покриттів, при зведенні гідротехнічних споруд, для виготовлення густоармованих конструкцій та тонкостінних армоцементних виробів, використовуючи для армування сітки з дроту діаметром до 2 мм.

Торкретбетон — бетон, отриманий на основі дрібнозернистої бетонної суміші за допомогою торкретування, при цьому суміш ущільнюється під час її нанесення на поверхню. Торкретбетон характеризується високою міцністю, щільністю, водонепроникністю і застосовується для виготовлення армоцементних конструкцій для одержання водонепроникного шару, який захищає напружену спіральну арматуру при виготовленні напірних труб. Використовують торкретбетон також для одержання фактурного шару зовнішніх стінових панелей та для виправлення дефектів при виготовленні конструкцій із залізобетону.

Для виготовлення торкретбетону доцільно застосовувати швидкотверднучий портландцемент, при цьому склад бетонної суміші, що містить в'язучу речовину і пісок, має бути 1:1 або 1:2, водоцементне відношення повинно становити 0,28...0,32.

На основі дрібнозернистого бетону отримують стінові дрібноштучні вироби, плити бетонні тротуарні, фігурні елементи брукування, декоративні фасадні плитки, декоративні вироби для зовнішнього та внутрішнього застосування, бетонну черепицю.

Спеціальні бетони. Розширення галузей застосування будівельних композитів (при одночасному зростанні вимог споживачів щодо їх якості) сприяє створенню широкої гами бетонів із спеціальними властивостями, в тому числі високоміцних, дорожніх, декоративних, жаростійких, корозійностійких тощо, які можуть бути використані замість дефіцитних керамічних, металевих, кам'яних та інших матеріалів.

Високоміцний бетон — визначають як бетон із міцністю на стиск не менше 50 МПа. Сьогодні отримання бетонів міцністю до 100 МПа вже не становить великої проблеми, а в наукових колах мова йде про можливість створення бетонів міцністю 400...800 МПа.

Міжнародними організаціями з будівництва прийняті нові терміни та їх визначення щодо бетонів такого типу. Високоміцний бетон (**High Strength Concrete**) — це бетон, який характеризується міцністю при стиску 72...156 МПа. Високоякісний бетон (**High Performance Concrete**) — це бетон із високими експлуатаційними властивостями при водоцементному відношенні менш як 0,4. Перевагами таких бетонів вважають поліпшену

легкоукладальність і міцність, що сприяє прискоренню будівництва та створенню більш економічних і довговічних конструкцій. Головними галузями використання високоякісних бетонів є висотне будівництво, атомні електростанції, морські гідротехнічні споруди, мости, різні інженерні споруди, дорожні покриття.

Основними умовами отримання високоміцних бетонів є застосування високоактивних в'язучих речовин (портландцементи, лужні цементи, в'язучі речовини низької водопотреби (ВНВ), використання пластифікуючих добавок, у тому числі суперпластифікаторів, а також мікронаповнювачів. Впровадження високоміцних бетонів у будівництво дозволяє суттєво зменшити габарити конструкції, а відповідно, і об'єм бетону, скоротити витрати арматурної сталі.

Як мікронаповнювачі використовують ультрадисперсні речовини, наприклад, відходи виробництва феросплавів і кристалічного кремнію, відомі як мікрокремнезем. Вони містять ультрадисперсні частинки сферичної форми діаметром 0,1 мкм (питома поверхня — 1200...2500 м²/кг, насипна густина — 150...250 кг/м³).

Серед високоміцних бетонів останнього покоління найбільшу увагу привертають:

1) *бетони, отримані на основі портландцементу, модифіковані суперпластифікаторами та мікронаповнювачами.* У зарубіжній фаховій літературі такі бетони відомі під назвою DSP (densified small particles). Міцність при стиску таких матеріалів досягає 100 МПа, а при гідротермальній обробці — 300...500 МПа;

2) *портландцементні бетони, які містять у своєму складі водорозчинні полімери* (наприклад, гідроксиполімерцелюлозу та гідролізований поліхлоридвініл), що підвищують ступінь ковзання частинок і тому забезпечують щільне укладання їх. Ці композити відрізняються високою міцністю при стиску та згині (до 150 МПа); модулем пружності 40...50 ГПа, опором утворенню тріщин — 1 кДж · м⁻². У зарубіжній літературі такі бетони відомі під назвою MDF (makro defect free);

3) *бетонні полімерні композити*, які поділяють на три групи:
— бетони полімерно-цементні (PCC — Polymer Cement Concrete);
— бетони, що просочені (імпрегновані) полімерами (PIC — Polymer Impregnated Concrete);

— бетони полімерні (PC — Polymer Concrete).

Порівняно зі звичайними бетонами, PCC є стійкішими до дії динамічних сил, здатні до перетворення та розсіювання енергії, відрізняються більшими значеннями міцності при стиску, згині і розтягу, більшою адгезією

та водонепроникністю. Використовують такі композити для будівництва сходів, доріг, підлог, для ремонту та нарощування нового бетону на старий, для усунення тріщин, зміцнення перекриттів, антикорозійного захисту бетонів та як ущільнюючий матеріал.

Імпрегновані бетони, порівняно зі звичайними, характеризуються меншою пористістю, підвищеною стійкістю до дії агресивних середовищ, низькою повзучістю і відносно високими пружними властивостями. Використовують ці композити для гідротехнічного будівництва при спорудженні нафтових платформ у морі, для влаштування покриттів мостів, будівництва тунелів, корозійностійких підлог, контейнерів для радіоактивних відходів, труб, що працюють під тиском, зносостійких матеріалів.

Полімерні бетони (РС) отримують на основі синтетичних смол (полімерів або мономерів) і відповідних заповнювачів. Композити характеризуються високою міцністю при стиску, хімічною стійкістю, стійкістю до дії атмосферних факторів та добрим зчепленням. Використовують такі матеріали для виготовлення корозійностійких підлог, антикорозійного захисту матеріалів, фундаментів для верстатів.

Високоміцні фібробетони нового класу HPFRC (High Performance Fiber Reinforced Concrete) відрізняються від звичайних фібробетонів підвищеним вмістом волокон, що обумовлює подібність їх характеристик до відповідних характеристик металу, наприклад, міцність при стиску досягає 800 МПа. При цьому має місце висока міцність при розтягу, добре зчеплення з волокнами і низька здатність до утворення тріщин.

Гідротехнічний бетон застосовують для виготовлення виробів та бетонування споруд, які періодично або постійно контактують із водою, в тому числі гідроелектричних станцій, набережних, споруд промислової гідротехніки (відстійники, градирні). Залежно від умов їх експлуатації, розрізняють гідротехнічний бетон надводний, підводний (який постійно перебуває у воді або під водою) та той, що міститься в зоні перемінного рівня води.

Для конструкцій підводних зон доцільним є використання шлакопортландцементу та пуцоланового портландцементу, а для бетонів надводних зон краще застосовувати гідрофобний та пластифікований портландцемент. Для виготовлення зовнішніх частин гідротехнічних конструкцій найчастіше використовують сульфатостійкий цемент. Для підвищення водонепроникності та морозостійкості гідротехнічного бетону застосовують пластифікуючі і повітровтягувальні добавки (милонафт, СНВ, СДО тощо).

Гідротехнічний бетон повинен відрізнятися міцністю при стиску та розтягу, водостійкістю, водонепроникністю, морозостійкістю, стійкістю до хімічної корозії у водному середовищі і низьким тепловиділенням при

твердінні. Зазвичай використовують гідротехнічні бетони класів В7,5...В40, морозостійкістю від F50 до F500, водонепроникністю — W2...W20.

Основними вимогами до **дорожнього бетону** є висока міцність при розтягу та стиску, підвищена морозостійкість, зносостійкість та корозійна стійкість.

Залежно від призначення, розрізняють бетони для одно- та двошарових покриттів, а також для основ удосконалених покриттів. Як дорожні бетони використовують бетони класів В5...В40, для яких границя міцності при згині становить від 1,5 до 5,5 МПа. Бетон одношарового та верхнього шару двошарового покриттів повинен мати відповідну морозостійкість: F200 — для суворого, F150 — помірного і F100 — м'якого клімату.

Для одно- та двошарових покриттів доріг рекомендовані портландцементи М500, а для основ удосконалених покриттів — портландцементи та шлакопортландцементи марок М300 та М400.

При обладнанні пішохідних переходів, паркових доріжок, а також при виготовленні елементів малої архітектури для міського благоустрою використовують **кольорові бетони**. Їх отримують при введенні до бетонної суміші луго- та світлостійких пігментів у кількості 8...10% від маси цементу. В окремих випадках (для посилення декоративного ефекту) використовують заповнювачі, що мають потрібний колір, наприклад, червоні кварцити, туфи, мармур.

Декоративний бетон застосовують для надання художньої виразності фасадам та інтер'єрам будівель, у тому числі при облицюванні стін і підлог. Основні види бетонів та їх характеристики наведено у розділі 7.5.

Жаростійкий бетон використовують при зведенні промислових агрегатів і будівельних конструкцій, що експлуатуються при дії температур від 300 до 1800°C.

Як в'язучі речовини для виготовлення жаростійких бетонів найчастіше застосовують портландцемент, шлакопортландцемент, глиноземистий цемент, рідинне скло та лужні в'язучі. Як наповнювачі і заповнювачі придатні керамзит, аглопорит, перліт, вермикуліт, шамот (фракціонований матеріал із випаленої глини).

Корозійностійкий бетон застосовують при експлуатації промислових об'єктів та гідротехнічних споруд в агресивних середовищах, що представлені розчинами солей, кислот і лугів. Як в'язучі речовини використовують рідинне скло, лужні цементы, поліефірну смолу, фураноєпоксидну смолу тощо. Заповнювачами є кварцовий пісок, щебінь із кварциту, андезиту, діабазу, базальту.

Бетон для захисту від радіації виготовляють за звичайною технологією та застосовують у спеціальних спорудах: ядерних реакторах, атомних електростанціях, рентген-кабінетах.

Захист від радіації, залежно від її джерела, досягається за рахунок використання щільних бетонів із високою густиною (в першу чергу при дії γ -випромінювання) та бетонів, що містять у складі легкі елементи, в тому числі гідроген у вигляді хімічно або фізично зв'язаної води (для захисту переважно від α -, β -випромінювання). Захисна здатність бетонів оцінюється товщиною шару, при якій потік радіоактивного випромінювання послаблюється вдвічі порівняно з початковим.

Як в'язучі речовини використовують портландцемент та шлакопортландцемент, а також кальційалюмінатні та лужні цементи. Як заповнювачі застосовують важкі природні або штучні матеріали (відходи чавунного і сталеливарного виробництва), в тому числі для особливо важкого бетону — залізні руди: магнетит, гематит, лимоніт та баритові руди.

Бетон для захисту від радіації повинен мати відповідну міцність при стиску і відносно низький модуль пружності, бути вогнестійким та жаростійким.

Бетон, здатний до самоущільнення, одержують із сумішей, що ущільнюються без механічної обробки під дією власної ваги. Бетонні суміші такого типу потребують підвищеної витрати цементу, мають високу рухомість. Технологічні властивості литих сумішей покращуються за рахунок використання мікронаповнювачів, суперпластифікаторів нового покоління та комплексних модифікаторів.

Сьогодні високорухомі бетонні суміші з осадкою конуса 18...20 см широко використовуються в збірному, а особливо в монолітному будівництві. Висока рухомість бетонних сумішей дає можливість бетонувати споруди, застосовуючи бетононасоси, що істотно підвищує продуктивність праці, покращує її умови, скорочує строки та поліпшує якість будівництва.

Бетон «нульової енергії» здатний до самоущільнення за рахунок використання суперпластифікаторів нового покоління (у вигляді сополімерів акрилатів та карбоксилатів) і ретельно підібраної гранулометрії крупних та дрібних заповнювачів. Це дозволяє зменшити енерговитрати на укладання та ущільнення бетонної суміші, отримати підвищену початкову міцність для швидкого розпалублення форм, а також використати тепло гідратації для підвищення міцності в часі (за рахунок ізолювання форм і поверхні бетону ізолюючим матеріалом). Використання вказаної технології дозволяє, крім того, отримати якісну поверхню бетону.

Прозорий бетон (розділ 1.3) містить оптичні скляні волокна різної довжини, які створюють світлопрозорий ефект (рис. 1.27). Фізико-механічні властивості такого бетону подібні до звичайного. Цей бетон здатний пропускати світло навіть при товщині в декілька метрів. Внаслідок високої вартості такого матеріалу його не використовують для крупномасштабного будівництва, а пропонують лише в рекламних цілях, у тому числі для оформлення фасадів окремих будівель.

Особливу увагу архітекторів привертає технологія, що дозволяє бетону змінювати не тільки колір (між двома обраними заздалегідь кольорами), але й показувати нескладні малюнки або текст. Такий бетон-екран під назвою *Chronos Chromos Concrete*, тобто *бетон, що змінює колір у часі* (але не світиться), можна використовувати для зовнішніх або внутрішніх стін, або інших бетонних конструкцій (фото 22). Зміна кольору бетону досягається комп'ютерним керуванням температурою нагрівання визначених частин матеріалу за допомогою проводів у середині конструкції. Бетон змінює колір з чорного на білий, з червоного на білий або із сірого на білий. Одна зміна кольору, а відповідно зображення, займає 5 секунд.

Бетон, здатний до самоочищення та очищення повітря, отримують на основі цементів, що містять наночастинки діоксиду титану (TiO_2). Розмір наночастинок не перевищує 100 нм. Діоксид титану використовують як каталізатор, який під дією ультрафіолетових променів розкладає деякі небезпечні речовини (наприклад, оксид азоту, NO_x (NO_2), SO_2 , бензол та поліциклічні ароматичні вуглеводні), а також знешкоджує бактерії (це явище відоме як фотокаталіз). Крім того, бетон набуває яскравого білого кольору, тобто відрізняється покращеними декоративними властивостями (фото 23).

7.4. Залізобетонні вироби та конструкції

Для розширення конструкційних можливостей бетону використовують його армування, що дозволяє отримати різні види композиційних матеріалів із поліпшеними експлуатаційними характеристиками.

Залізобетон — композиційний будівельний матеріал, властивості якого обумовлені спільною роботою матриці у вигляді бетону, та армувальним компонентом у вигляді сталевих арматур.

Бетон здатний чинити опір навантаженням при стисканні, а сталь характеризується високою міцністю при розтягу, і тому в залізобетоні її розташовують так, щоб вона сприймала розтягувальні зусилля, а стискувальні передавалися на бетон. Можливість спільної роботи сталевих арматур

та бетону зумовлена міцним зчепленням між ними і майже однаковими температурними коефіцієнтами лінійного розширення.

Незважаючи на деякі недоліки залізобетону як конструкційного матеріалу (висока власна маса виробів та конструкцій, значна тепло- і звукопровідність), його широко застосовують завдяки високим фізико-механічним властивостям, довговічності, вогнестійкості, доступній сировинній базі при відносній простоті виготовлення виробів, економії металу в деяких конструкціях, незначних експлуатаційних витратах, можливості створення на його основі різноманітних архітектурних форм.

Залізобетон впливає на формоутворення у сучасній архітектурі завдяки пластичності та простоті виготовлення елементів, широко використовується у просторових конструкціях у вигляді тонкостінних оболонки, циліндричних сегментів, криволінійних поверхонь тіл обертання (куля, гіперболічний параболоїд) для створення різноманітних малих архітектурних форм.

Нові тенденції щодо розширення застосування залізобетону пов'язані зі зменшенням його маси і наданням більшої декоративності його поверхні (використання білого та кольорового цементів для оздоблення поверхні, утворення фактури підбором виду та гранулометрії заповнювача, застосування механічної обробки поверхні). Залізобетонні конструкції за способом виготовлення поділяють на монолітні та збірні.

Монолітні конструкції зводять безпосередньо на будівельному майданчику, застосовують у будівлях і спорудах, які важко розділити на окремі стандартні елементи, при великій кількості типорозмірів, нестандартності та малій повторюваності виробів і елементів конструкцій, при необхідності надати архітектурної виразності спорудам, при створенні гідротехнічних, меліоративних та транспортних об'єктів, що витримують великі навантаження у процесі експлуатації (рис. 7.9).



Рис. 7.9. Зведення конструкції будівлі з монолітного залізобетону

Застосування монолітного залізобетону доцільне при виконанні робіт індустріальними методами, в тому числі при використанні металевих або дерев'яних опалубок (ковзких, переставних, пересувних) при зведенні башт, промислових труб, градирень, силосів, багатоповерхових будівель і тонкостінних оболонки покриттів. Для бетонування багатоповерхових

хових будинків найчастіше використовують ковзку опалубку (це проста форма, що встановлюється за периметром стін і піднімається гідродомкратами залежно від швидкості бетонування).

Для монолітного залізобетону застосовують рухомі бетонні суміші, які можна подавати за допомогою насосів і укладати в опалубку з мінімальними втратами енергії. Досвід монолітного домобудування виявив техніко-економічні переваги цього методу будівництва порівняно з цегляним та крупнопанельним (зниження енерго- та матеріалоемності). Проте монолітне бетонування потребує великої кількості ручної праці, що збільшує строки будівництва та ускладнює проведення робіт узимку.

Збірні залізобетонні вироби та конструкції виготовляють на механізованих і автоматизованих підприємствах. Особливо ефективним є застосування збірного залізобетону при мінімальній кількості типорозмірів виробів, великому обсязі їх виготовлення та мінімальних відстанях перевезення (до 200 км).

Перевагою збірного залізобетону, порівняно з монолітним, є істотне підвищення продуктивності праці та якості будівництва, скорочення строків будівництва. Проте збірні залізобетонні конструкції мають значну масу і розміри, що потребує потужного спеціалізованого підйомно-транспортного обладнання.

Класифікацію збірних залізобетонних конструкцій здійснюють за видом армування, середньою густиною, видом бетону, внутрішньою будовою та призначенням.

За видом армування залізобетонні конструкції бувають зі звичайним армуванням та *попередньо напружені*. Звичайний спосіб армування передбачає укладання сталевих стержнів, сіток чи каркасів у бетонну суміш, але він не перешкоджає утворенню мікротріщин у зоні розтягування бетону. Тріщини можуть призвести до корозії арматури під дією вологи та газів. Запобігти цьому можна за рахунок використання *попередньо напруженого залізобетону*. Такий спосіб підвищення якості використовують при будівництві багатопронісних залізобетонних мостів і шляхопроводів із малою стрілою підйому, а також при зведенні тонкостінних просторових конструкцій.

Для виготовлення *попередньо напружених виробів* натягування арматури можна виконувати до і після бетонування конструкції. Використання попереднього напруження дозволяє значно збільшити прогони залізобетонних конструкцій (у першу чергу балкових), знизити їх масу, скоротити витрату арматурної сталі та складових матеріалів у бетоні, підвищити жорсткість, тріщиностійкість, витривалість до багаторазових навантажень, а

відповідно, і довговічність залізобетону, знизити вартість будівництва. При цьому архітектурні залізобетонні конструкції набувають витонченості, «легкості» зі збереженням характерної для бетонних споруд статичності та монументальності, причому прогони залізобетонних мостів досягають 150...200 м.

Головним недоліком несучих і огорожувальних залізобетонних конструкцій є висока власна маса — особливо при збільшенні габаритів залізобетонних будівель. Так, при прогоні близько 300 м залізобетонний міст стає важчим ніж металевий у 5 разів, збільшується трудомісткість і вартість зведення конструкцій. Разом з тим, висока вогнестійкість, жорсткість, технологічність зведення та інші переваги залізобетонних конструкцій впливають на вибір та використання бетону у будівництві.

Збірні залізобетонні вироби поділяють на вироби загальнобудівельного призначення, для житлових, громадських, промислових будівель; для споруд сільськогосподарського та гідротехнічного будівництва.

Вироби для цивільного та промислового будівництва становлять 80% загального обсягу виробництва збірного залізобетону. Залізобетонні вироби масового виробництва мають бути типовими та уніфікованими, щоб їх можна було застосовувати у будівлях і спорудах різного призначення.

Як приклад доцільного та вдалого використання збірного залізобетону можна навести його застосування при спорудженні мостів із нависними сегментами. Сьогодні мости з прогонами до 50 м споруджуються тільки зі збірних балкових конструкцій. Ефективним також є використання технології збірного залізобетону для виготовлення архітектурних елементів багатоповерхових споруд. У заводських умовах є можливість виготовлення архітектурних конструкцій за дво- або тристадійною технологією, причому їх декоративні властивості можуть бути обумовлені утворенням різної текстури та фактури поверхонь, застосуванням різноманітної кольорової гами, включаючи оздоблення з природного каменю або кераміки.

Арматура є важливим компонентом залізобетону. Арматурою називають сталеві стержні та каркаси і сітки, розміщені у масі бетону згідно з характером роботи конструкції.

Для армування залізобетонних конструкцій застосовують стержньову та дротяну арматуру зі сталі. Як ненапружену арматуру здебільшого використовують стержньову сталеву арматуру періодичного профілю класів А 400, а також арматурний дріт періодичного профілю Вр-І. До ефективних видів ненапруженої арматури належать стержнева сталеві класів А800, А1000, високоміцний дріт і арматурні канати з нього.

Збірні залізобетонні вироби можуть бути лінійними (колони, ригелі, балки, прогони, палі, ферми); площинними (плити покриттів та перекриттів, панелі стін і перегородок, стінки бункерів та резервуарів, підпірні стінки); блоковими (масивні блоки фундаментів, стіни підвалів, огорожувальних конструкцій); просторовими (об'ємні елементи санітарних кабін, ліфтів, блок-кімнат, кільця криниць, коробчасті елементи силосів). Із залізобетону виготовляють практично всі частини житлових і громадських будівель (рис. 7.10). За умовами транспортного та вантажопідйомного обладнання довжина елементів, як правило, не перевищує 25 м, ширина — 3 м і маса — 25 т.

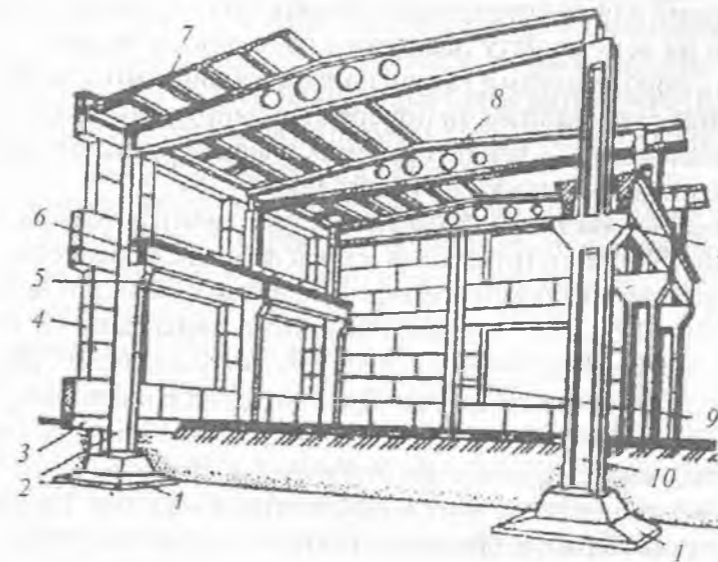


Рис. 7.10. Розріз одноповерхової промислової будівлі:
1 — фундаменти; 2 — колони зовнішнього ряду; 3 — фундаментна балка; 4 — елементи стін; 5 — консолі колон; 6 — підкранова балка; 7 — панелі перекриттів; 8 — балки покриттів; 9 — торцеві колони; 10 — колони внутрішнього ряду

Основними конструкціями цивільного будівництва є:

- фундаментні блоки з важкого бетону класу В10, які мають лише монтажну арматуру;
- суцільні і порожнисті блоки стін підвалів із важкого бетону класів В7,5 і В10;
- вироби для каркасів будівель — колони та горизонтальні елементи — ригелі і прогони, якими з'єднують між собою колони, виготовлені з важкого бетону класів В15...В40.

— панелі для зовнішніх стін неопалюваних будівель із важких та легких бетонів класу В15 і вище, а також для опалюваних будівель — одношарові з легких або ніздрюватих бетонів та шаруваті з важкого бетону з теплоізоляційним прошарком (тришарові панелі із внутрішнім теплоізоляційним шаром пінополістиролу, мінеральної вати, ніздрюватого бетону тощо);

— панелі для внутрішніх стін, виготовлені з важкого чи легкого бетону класу В10 та вище; панелі перегородок, армовані та неармовані — з різних видів бетону;

— стінові блоки суцільні і з внутрішніми пустотами з легкого бетону середньою густиною до 1200 кг/м³, які мають конструкційну та монтажну арматуру і застосовуються для зовнішніх та внутрішніх стін;

— конструкції для міжповерхових перекриттів — панелі і плити (вироби шириною на всю кімнату називають панелями, а вузькі — плитами), виготовляють порожнистими та суцільними ребристими з важкого бетону класів В15...В25 зі звичайним чи попередньо напруженим армуванням;

— об'ємні елементи — блоки з окремих плоских елементів або монолітні для санітарно-технічних кабін і шахт ліфтів.

Конструкції промислового будівництва: фундаменти під колони з бетону класів В10...В25, конструкції для каркасів будівель представлені колонами, підкрановими балками, фермами та арками. Колони виготовляють з бетону класів В15...В40 і армують зварними каркасами чи попередньо напруженою арматурою; ферми та арки з бетону класів В30...В45 застосовують як несучі елементи покриттів. Для покриттів використовують балки, а також оболонки — армовані криволінійні плити. Номенклатура виробів для багатоповерхових виробничих будівель включає елементи каркаса та перекриттів: колони, ригелі, плити перекриттів, балки під технологічне обладнання, сходові марші, огорожувальні панелі й інші елементи.

Вироби для інженерних споруд широко застосовують у транспортному, сільськогосподарському, гідротехнічному та інших видах будівництва.

Вироби для транспортного будівництва — це мостові конструкції, опори контактної мережі електрифікованих залізниць, шпали, тубінги, плити покриттів доріг і аеродромів, блоки опорядження тунелів тощо. Здебільшого їх виготовляють із важких бетонів класів В25...В40 і вище із попередньо напруженою арматурою. Крім високої міцності, до бетону ставлять підвищені вимоги щодо морозостійкості та водонепроникності.

Як споруди водогосподарського призначення застосовують бетонні та залізобетонні труби. Труби діаметром 10...60 см та більше, завдовжки 1...2 м виготовляють за спеціальною технологією та використовують для безнапірних водоводів і каналізації. Напірні труби виготовляють діаметром 59...120 см і більше завдовжки 4...6 м.

Вироби для сільськогосподарських споруд виготовляють із важкого бетону. Це елементи збірних силосних ям, башт, траншей, а також деталі каркаса теплиць тощо. **Вироби для гідротехнічного будівництва** мають широку номенклатуру: балки, фундаментні плити, підпірні елементи річкових набережних, оболонки тощо. Їх виготовляють із важкого морозостійкого бетону класів В15...В30 і вище.

Подальший розвиток залізобетону пов'язаний із істотним зниженням його маси за рахунок використання легких, у тому числі ніздрюватих бетонів, із застосуванням високоміцних бетонів класів В60 та вище (для несучих конструкцій); збільшенням випуску попередньо напруженого залізобетону; широким впровадженням ефективних тонкостінних конструкцій; підвищенням якості вихідних матеріалів; удосконаленням технології заводського виробництва виробів і методів зведення збірних та монолітних конструкцій. Також неповною мірою розкриті естетичні можливості залізобетону, що реалізуються за рахунок здатності матеріалу до формоутворення і зміни кольору, фактури та текстури.

Різновидом залізобетону є **трубобетон**, в якому металева труба, заповнена бетоном, виконує одночасно функції арматури (як поздовжньої, так і поперечної) та опалубки, що значно спрощує виконання робіт і поліпшує умови праці, особливо при зведенні висотних та багатоповерхових споруд.

Дисперсноармований бетон виник як альтернатива залізобетону, особливо в разі його застосування для тонкостінних конструкцій. Різновидами цього бетону є фібробетон, сталеві фібробетон, склоцемент, азбестоцемент.

Фібробетон — композиційний матеріал, в якому як армувальний компонент використовують фібру (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.

До органічних природних волокон належать сизалеві та бавовняні, до штучних — нейлонові, поліефірні, поліпропіленові, поліетиленові, акрилові; до неорганічних природних — азбестові, до штучних мінеральних — скляні, сталеві.

Армування в'язучих матеріалів волокнами дозволяє підвищити міцність цементного каменю при розтягу та згині на 50...240%. Міцність при стиску може бути підвищена на 90% для цементного розчину і на 15% для бетону. Ударна в'язкість, опір стиранню, морозостійкість бетонів при армуванні волокнами може зростати на 200...300%.

Сьогодні для виготовлення фібробетону на основі портландцементу використовують, в основному, сталеві (1...2,5% за об'ємом) та поліпропі-

ленові волокна (1...4%), які додають до бетонної суміші з максимальною крупністю заповнювача до 10 мм. Дисперсне армування дає змогу збільшити міцність бетонів при розтягу і згині у 2...3 рази, при цьому міцність при стиску зростає тільки на 10...30%, але значно підвищуються границя стомлюваності, зносостійкість та опір механічним і тепловим ударам.

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. Отриманий матеріал характеризується підвищеними фізико-механічними характеристиками: високою міцністю на стиск (60...80 МПа), розтяг (10...25 МПа), згин (15...42 МПа), коефіцієнт теплопровідності — 0,35 Вт/(м·К), морозостійкість — 25...100 циклів. Азбестоцемент є вогнестійким, низькоелектропровідним, водонепроникним. Теплостійкість азбестоцементу не перевищує 500°C. Недоліками азбестоцементних матеріалів є крихкість та короблення при зміні вологості. В деяких країнах використання азбестоцементу обмежено з огляду на екологічно небезпечні аспекти його виготовлення і застосування.

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 та безнапірні і вироби спеціального призначення. Найчастіше використовують хвилясті та плоскі азбестоцементні листи для влаштування покрівель і облицювання будівельних конструкцій, азбестоцементні труби для напірних та безнапірних трубопроводів і як компонент багат шарових панелей типу «сандвіч», призначених для влаштування стінових огорож.

7.5. Будівельні розчини та бетони в екстер'єрі

Зазвичай для влаштування фасадів і створення малих архітектурних форм використовують матеріали та вироби на основі водостійких в'язучих речовин.

Вироби бетонні стінові дрібноштучні (цегла, камені і блоки повнотілі та порожнисті, рядові та лицьові) виготовляють із різною кількістю, розташуванням і формою порожнин. Маса однієї цеглини не повинна перевищувати 4,4 кг, каменю — 12 кг, блока — 36 кг. Дрібноштучні вироби отримують вібраційним методом або вібропресуванням, литтям або іншими способами з легких та важких бетонних дрібнозернистих сумішей.

Вироби бетонні стінові дрібноштучні лицьові поділяють на цеглу та камені повнотілі і порожнисті з незабарвленими та забарвленими лицьовими поверхнями.

За середньою густиною вироби поділяють на легкі, густина яких становить до 1400 кг/м³, полегшені — з густиною 1401...1650 кг/м³ та важкі — більше 1650 кг/м³. Середня густина потовщеної цегли, каменів і блоків не повинна перевищувати 1650 кг/м³, одинарної цегли — 1950 кг/м³.

За міцністю при стиску вироби поділяють на марки: від М10 до М200 (класи від В3,5 до В12,5). Цегла та блоки повинні мати марку не нижче М75. За морозостійкістю вироби поділяють на марки: від F15 до F50.

Вироби застосовують відповідно до будівельних норм та правил для несучих і огорожувальних конструкцій житлових, громадських, промислових та сільськогосподарських будівель, в основному при малоповерховому будівництві.

Одним із різновидів дрібнозернистого бетону є **силікатний бетон** автоклавного твердіння, який отримують на основі вапняно-кремнеземистих в'язучих і дрібних мінеральних заповнювачів. Вихідну сировину (вапно та кварцовий пісок) піддають спільному помелу у співвідношенні 1:1, змішують із заповнювачем (кварцовим піском), зволожують, витримують у силосах для гашення вапна. Із отриманої суміші вологістю 5...9% пресують сирець під тиском 15...20 МПа, який піддають обробці протягом 8...12 год в автоклаві — спеціальному герметично закритому апараті, де створюється насичена пара при різних значеннях температури і тиску. При твердінні силікатних виробів під час автоклавної обробки відбувається реакція взаємодії між гідроксидом кальцію та кремнеземистим компонентом з утворенням гідросилікатів кальцію.

Із силікатного бетону виготовляють переважно дрібноштучні щільні силікатні вироби (цеглу і камені), а також ніздруваті (блоки, крупнорозмірні вироби). Цеглу виготовляють повнотілою та порожнистою, камені — тільки порожнистими.

Випускають одинарну (250×120×65 мм), потовшену (250×120×88 мм) **силікатну цеглу та порожнисті камені** (250×120×138 мм), які мають марки за міцністю від М75 до М300, при цьому лицьові вироби повинні мати марки не менше М125 (цегла), М100 (камені). Лицьова повнотіла цегла може виготовлятися із однією або двома сколотими гранями (типу «рваний камінь»). За середньою густиною силікатні вироби поділяють на легкі (середня густина ρ_m 1450 кг/м³, полегшені ($\rho_m = 1451...1650$ кг/м³) та важкі ($\rho_m > 1650$ кг/м³).

Марки за морозостійкістю силікатної цегли і каменів становлять F15, F25, F35 і F50; а морозостійкість лицьових виробів має бути не нижчою за

F25. Застосовують силікатну цеглу та камені для зведення кам'яних і армокам'яних конструкцій у надземній частині будівель із нормальним та вологим режимами експлуатації. Силікатну цеглу не можна застосовувати для влаштування фундаментів і цоколів будівель, які зазнають впливу ґрунтових та стічних вод нижче гідроізоляційного шару.

Лицьові вироби можна виготовляти *незабарвленими та кольоровими* — забарвленими в масі або із зовнішнім пофарбуванням, або з декоративним покриттям. Відомі такі способи виготовлення кольорової силікатної цегли: забарвлення силікатної суміші у масі перед формуванням сирцю; нанесення кольорової пасти чи суспензії на відформований сирець; забарвлення цегли кольоровими розчинами солей; нанесення легкоплавких кольорових глазурей, лаків, емалей на запарену цеглу.

Ніздрюваті силікатні вироби (газо-та піносилікати) поділяють на *теплоізоляційні*, із середньою густиною до 500 кг/м^3 , що застосовують для утеплення будівельних конструкцій (стін, покриттів), теплових установок (печей, котлів); *конструкційно-теплоізоляційні* середньою густиною $500...900 \text{ кг/м}^3$, міцністю $2,5...7,5 \text{ МПа}$ — в конструкціях зовнішніх стін у вигляді великих стінових блоків та панелей; *конструкційні* з середньою густиною $900...1200 \text{ кг/м}^3$, міцністю $7,5...20,0 \text{ МПа}$, які випускають армованими у вигляді панелей перекриттів і покриттів.

Декоративні фасадні плити бетонні виготовляють на основі модифікованих бетонних сумішей. Головними складниками є звичайні або білі цементи, пластифікатори, барвники, дрібний декоративний заповнювач. При формуванні дрібнозернистих бетонів структура поверхні плити може імітувати цеглу, природний камінь, набувати різних кольорів, а при застосуванні важкого бетону плитка може мати скельну або спліттерну (рублену — під тесане природне каміння) фактуру (фото 24). Клас за міцністю плиток повинен становити В3,5...В15, водонепроникність не менше W2, середня густина не більше 1400 кг/м^3 , морозостійкість не нижче F75. Плитку можна застосовувати одночасно з утеплювачем (наприклад, для фасадів, що вентилуються), здійснюючи монтаж сухим або мокрим способами. Плитка у 5 разів легша за цеглу, під час експлуатації захищає споруди від дії атмосферних чинників, вогню, пошкоджень грибками.

Як альтернативу стіновим конструкціям у системах вентильованих фасадів, оздоблення цоколів, а також при каркасній конструкції будівель і споруд використовують *цементні плити* (наприклад, «Аквапанель») — листовий оздоблювальний виріб прямокутної форми розмірами $900 \times 2400 \times 12,5 \text{ мм}$, що складається з легкого бетону, з двох боків армованого склотканиною сіткою (фото 25, рис. 7.11). Такий матеріал є основою для покриття різними

оздоблювальними матеріалами; відрізняється підвищеною стійкістю до екстремальних погодних умов; його можна застосовувати на криволінійних поверхнях із радіусом кривизни до 3 м.

Плити бетонні тротуарні виготовляють із важкого та дрібнозернистого бетонів і застосовують для влаштування збірних покриттів тротуарів, пішохідних зон, садово-паркових та пішохідних доріжок, зупинок громадського транспорту і автозаправних станцій.

Плити виготовляють одно- чи двошаровими, з верхнім кольоровим шаром бетону, інколи — з рифленою лицьовою поверхнею. Застосовують як органічні (0,5% маси цементу), так і неорганічні пігменти (5...8%). При виготовленні цементних плит пігменти вводять безпосередньо до бетонної суміші. Для плит застосовують важкий бетон класів В22,5...В35 (або дрібнозернистий — класу В30). Стираність плит із важкого бетону (із крупним заповнювачем) не більше $0,6 \text{ г/см}^2$, із дрібнозернистого — $0,75 \text{ г/см}^2$. Водопоглинання плит із важкого бетону не вище 5%, із дрібнозернистого — не вище 6%. Марка бетону плит за морозостійкістю залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря становить F100...F200.



Рис. 7.12. Декорування фасаду із використанням колон, сходиць, баліаєсин із бетону

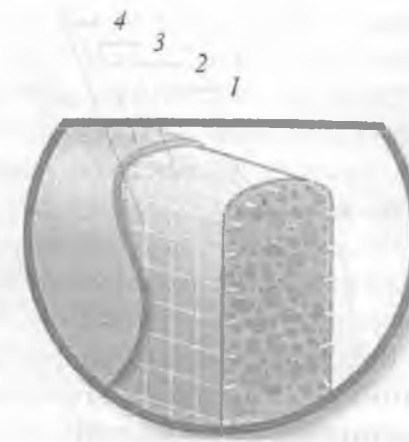


Рис. 7.11. Будова «Аквапанелі»: 1 — мінеральний заповнювач; 2 — поверхня спеціальної форми; 3 — оболонка з цементного розчину; 4 — армована склотканина

Декоративні вироби для зовнішнього та внутрішнього застосування (плитки облицювальні, підвіконні дошки, плити парпетні, сходиці, цоколи, оздоблювальні елементи колон) виготовляють на основі портландцементу з природними і штучними заповнювачами та наповнювачами та пігментами (рис. 7.12, фото 26). Фактура і колір штучного каменю залежить від співвідношення компонентів. Міцність при стиску отриманих виробів становить не менше 20 МПа, міцність при згині — не менше 3 МПа, водопогли-

нання — не більше 6%, морозостійкість — не менше 50 циклів, стира-ність — не більше 2,2 г/см².

Отримані декоративні вироби є екологічно- та пожежобезпечними, легко обробляються, їх середня густина у 1,5...2 рази менша, ніж природного каменю, що виключає необхідність підсилення огорожувальних кон-струкцій.

Фігурні елементи брукування (ФЕБ) для дорожніх покриттів відрізня-ються різноманітністю форм і кольору, що розширює дизайнерські мож-ливості при втіленні нових архітектурних рішень. Їх виготовляють за тех-нологією об'ємного вібропресування (двошарові кольорові бетонні еле-менти) або лиття (із використанням спеціальних глянсових еластичних пластикових форм-матриць із поліуретану або стиролу бутадієнакрилоні-трила (АБС), які не потребують змащування). Для отримання кольорового матеріалу суміш фарбують «інтегральним» (об'ємно-поверхневим) спосо-бом (фото 27).

Існує також технологія виготовлення так званого «ідеального каменю», яка дозволяє одержувати плитки для фасадів, що імітують природний ка-мінь, а за різноманітністю фактур, кольорів та відтінків переважають йо-го. Для отримання таких виробів застосовують портландцемент, легкі за-повнювачі, екологічно чисті мінеральні барвники і спеціальні добавки (для підвищення міцності та морозостійкості). Особливістю цієї техноло-гії є лиття суміші у спеціальні форми (фарбування може бути об'ємним або по поверхні виробу). Плитки застосовують для облицювання фасадів громадських і житлових будинків, будівель комерційного призначення, а також парканів, колон, камінів (рис. 7.13).



Рис. 7.13. Варіанти облицювання фасаду бетонними плитками, що імітують природний камінь

Черепицю бетонну випускають із використанням дрібнозернистого бетону хвилястою, плоскою, гребне-вою. Для приготування бетонної суміші застосовують як звичайний, так і білий портландцементи. До складу суміші вводять барвники мінеральні або органічні (рис. 7.14). Забарвлення черепиці може вико-нуватися по всьому об'єму або на-несенням під тиском на поверхню відформованого виробу одного чи декількох шарів цементного тіста, що містять гранулят на основі кольорового піску та полімерних емульсій. Черепицю виготовляють прокатуванням, пресуванням, екструзією, вібропресуванням тощо.



Рис. 7.14. Влаштування даху із бетонної черепиці

Мінімальне руйнівне навантаження при згині становить 0,8...0,6 кН, марка за морозостійкістю — не нижче F25. Черепиця повинна бути водо-непроникною. Бетонну черепицю використовують для покрівель житло-вих і промислових будівель із кутом нахилу 22...60°. Довговічність даху із бетонної черепиці — близько 100 років. Собівартість готових виробів у 8...10 разів нижча за собівартість керамічних аналогів. Недоліком бетон-ної черепиці є відносно велика маса: 1м² покриття важить 40...50 кг.

Для оздоблення фасадів використовують традиційні **декоративні шту-катурні розчини**, в тому числі кольорові, кам'яні, теразитові, сграфіто, а також сучасні — у вигляді сухих будівельних сумішей — «камінцеві», «мо-заїчні», «короїди».

Основою **кольорової штукатурки** є вапняно-піщана суміш із додаван-ням кольорових речовин — пігментів.

Кам'яна штукатурка складається із цементно-піщаної суміші із дола-ванням кам'яної крихти певної гірської породи, яку імітує штукатурка (мармур, граніт, пісковик та ін.). Це досить товстошарове покриття (10...15 мм), яке дозволяє виключити фінішне шпаклювання з вирівню-ванням незначних дефектів поверхні. Утворена фактура може бути грубо-та дрібнозернистою, майже гладкою. Покриття має високу міцність, стій-кість до дії навколишнього середовища, але погано відштовхує бруд. Для надання штукатурці брудовідштовхувальних властивостей наносять гід-рофобізуючі матеріали. Отримане покриття нагадує природний камінь,

причому спектр кольорів і асортимент текстур штукатурок дозволяє імітувати найрізноманітніші гірські породи. (рис. 7.15, а).

Штамповані фактури з використанням таких розчинів створюють по щойно нанесеному покриттю, шорстку поверхню без обробки надає нанесення крихти природного каменю, затиркою свіжовкладеного розчину отримують штукатурку крупно-, середньо- та дрібнозернистої фактури. Після затвердіння штукатурки різну фактуру поверхні («під дюни», «під шубу», «під рваний камінь») можна отримати обробкою бучардою, зубилом та його різновидами. Крім того, кам'яні штукатурки інколи оброблюють кислотою для створення певного декоративного ефекту (відкриття заповнювачів, штучного зістарення).

Різновидом кам'яної штукатурки є *камінцева* — у вигляді сухої будівельної суміші, яка містить крихту гірських порід розмірами 1,5...2,5 мм. Для надання фактури щільно укладених зерен одно- або різнофракційних суміш затирають полутерком, інколи поверхню покривають відповідними фарбами (рис. 7.15, б).

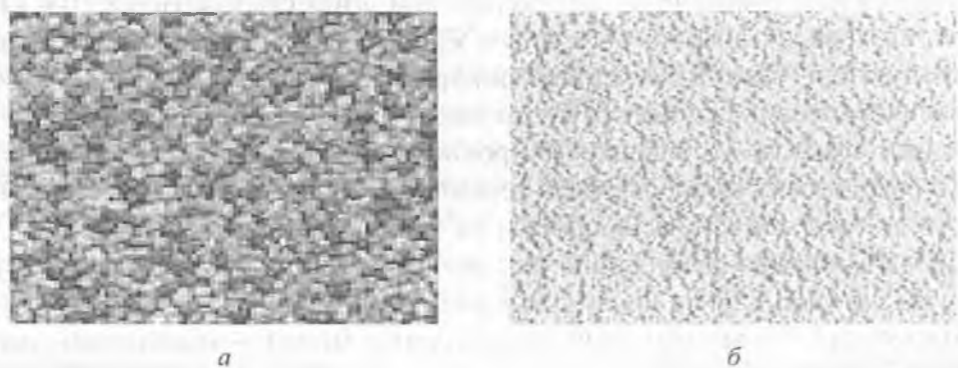


Рис. 7.15. Кам'яна штукатурка із використанням гранітної крихти (а), камінцева штукатурка із використанням кварцевих зерен і акрилової звязуючої речовини (б)

Теразитова штукатурка є різновидом цементно-піщаних і вапняних штукатурних розчинів, що містять пігменти, слюду, пісок та спеціальні добавки. Для виготовлення таких сумішей використовують дрібні (2 мм), середні (3...4 мм) та крупні (5...6 мм) заповнювачі. Теразитову суміш змішують із водою та наносять на підготовлену поверхню одним або декількома шарами. Теразитова штукатурка характеризується невисокою міцністю, але здатна до самовідновлення (відшаровування) під впливом атмосферних чинників.

Сграфіто складається із двох та більше накривних шарів цементних розчинів різних кольорів. Через певний час верхній шар частково зрізають, наче «продряпують», створюючи рельєфний кольоровий малюнок (рис. 7.16).

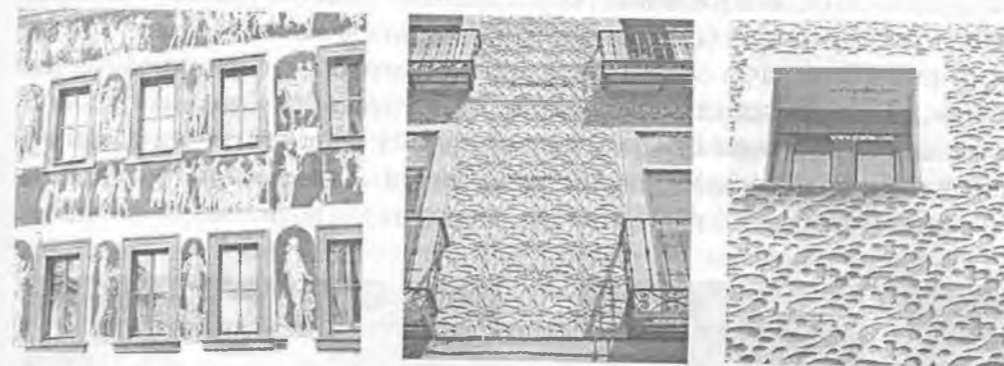


Рис. 7.16. Декорування фасадів із використанням штукатурки сграфіто

Мозаїчну штукатурку виготовляють у вигляді готової суміші полімерної прозорої звязуючої речовини (акрилової) з кольоровою крихтою (природно або штучно забарвленою) із розміром зерен від 0,5 до 3 мм (рис. 7.17).

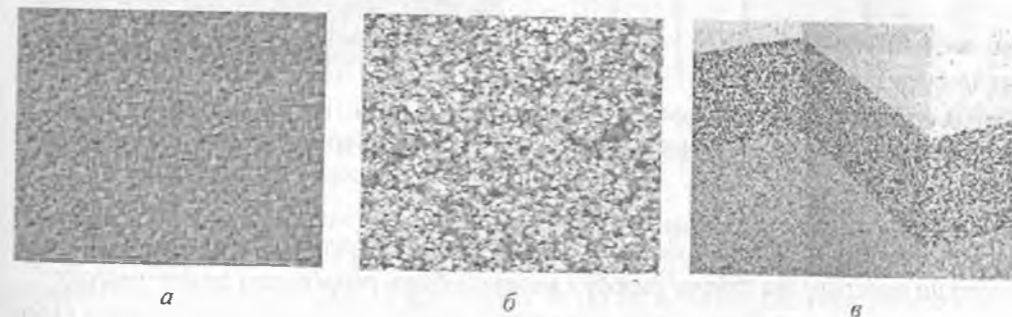


Рис. 7.17. Мозаїчна штукатурка однотонна із використанням мармурової крихти одного кольору (а), різнокольорова — із використанням гранітної, мармурової (б) та гранітної крихти різних кольорів (в)

Для декорування також широко використовують полімерноцементні штукатурки, які утворюють покриття з фактурою «коройд» (рис. 7.18, розділ 7.4).

Декоративний бетон застосовують для оздоблення фасадів та інтер'єрів будівель, у тому числі при облицюванні стін і підлог (рис. 7.19). Ці бетони виготовляють на основі білого та кольорових цементів, а також спеціально підібраних заповнювачів. Сучасна рецептура декоративного

бетону базується на досягненнях у галузі високоякісного бетону, наприклад, можливе використання багатокомпонентних в'язучих речовин із додаванням до їх складу комплексу хімічних модифікаторів (які містять суперпластифікатори, мікронаповнювачі, уповільнювачі або прискорювачі тужавлення, піногасники, компенсатори усадки, гідрофобізатори), спеціальних пігментів (при застосуванні двостадійної технології їх додавання та вирівнювачів забарвлення (диспергаторів), а також полімерних добавок. Добавки вводять як на стадії приготування в'язучих речовин, так і після затвердіння бетону (захисні полімерні покриття у вигляді акрилових плівок та воску). Особливу увагу приділяють використанню білого цементу (М500...700) та якісних заповнювачів і наповнювачів (фото 28).

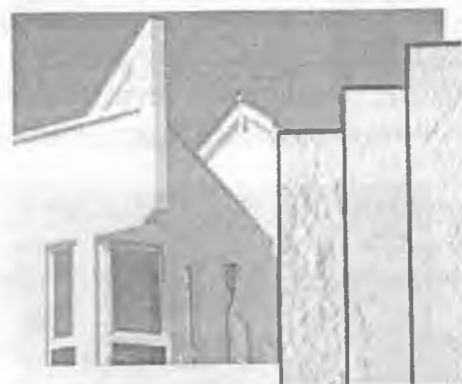


Рис. 7.18. Декорування фасаду із використанням штукатурки «коройд»



Рис. 7.19. Оздоблення інтер'єру із використанням декоративного бетону

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

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

– застосування заповнювачів із обмеженою крупністю (до 5...10 мм) та певної форми зерен як природного (мармур, граніт, туф, вапняк, доломіт), так і штучного походження (фарфор, клінкер, скляна крихта). Технологія «митого бетону» передбачає відкриття заповнювача введенням добавок для поверхневого уповільнення твердіння бетону з наступним змиванням крихкого шару;

– застосування 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. Останнім часом набуло розвитку застосування полімерних форм жорстких (твердий ПВХ пластик) і еластичних та гнучких (ПВХ, поліуретан, АБС-пластик), які не потребують змащення, є хімічно стійкими і стійкими до стирання.

Для виявлення структури моноліт бетону розрізують на плити, поверхню шліфують, полірують або надають незвичайної фактури за допомогою спеціальних пристроїв (піскоструменевої обробки, лазеру). Для полірування використовують спеціальні пасти та віск. Поверхнєве просочування сприяє закріпленню отриманої структури матеріалу і підвищенню його довговічності.

Сучасні технології декоративного бетону можна поділити на декілька видів.

Штампований (друкований, пресований) бетон отримують покриттям свіжовкладеного віброущільненого бетону (який містить поліпропіленову фібру) шаром кольорового зміцнювача, що складається із в'язучої речовини, пігменту та наповнювача. Рельєф створюють пресуванням за допомогою штампів, далі наносять захисне покриття (високонаповнений акриловий компаунд) (фото 29). Товщина покриття вертикальних поверхонь становить 20 мм, горизонтальних — 80...150мм, клас бетону — не нижче В25, морозостійкість більше 300 циклів. Отримане покриття відрізняється хімічною стійкістю, стійкістю до розчинників та мастил, кольоростійкістю, стійкістю до стирання, легкістю відновлення, ударостійкістю, відсутністю пилоутворення

Трафаретний бетон є різновидом штампованого; за рахунок нанесення трафаретів є можливість створення різнокольорових покриттів із чіткими границями (швами). Після затвердіння на поверхню бетону наносять захисний полімерний лак (фото 30).

Напилений бетон отримують нанесенням на існуючу бетонну поверхню двох кольорових шарів (базового та верхнього) полімерцементного покриття з декоративними і захисними функціями. Загальна товщина покриття становить до 5 мм. За властивостями такий бетон є аналогом штапованому бетону, але він надає можливість покращення характеристик «старого» бетонного покриття.

«Структурний бетон» характеризується визначеною текстурою або формою та створюється за допомогою пластмасової прокладки у вигляді рулонів, яку закріплюють на поверхні опалубки. Це дозволяє приймати

різноманітні пластичні рішення, опалубка легко відокремлюється і може бути використана багаторазово. Для підвищення терміну експлуатації неофактурені поверхні бетону можна покривати прозорим захисним полімерним покриттям.

Для покращення експлуатаційних властивостей та підвищення терміну експлуатації на декоративні бетони наносять спеціальні покриття. З цією метою використовують полімерні фарби та лаки, які глибоко проникають у пори бетону та утворюють кольорове і захисне покриття, що запобігає запиленню, підвищує зносостійкість, стійкість до впливу навколишнього середовища, є світлостійким, гігієнічним та відрізняється високими декоративними властивостями.

Кислотне фарбування бетону здійснюють нанесенням на існуючу механічно очищену бетонну поверхню кислотних барвників у рідкому стані, які вступають у реакцію з компонентами бетону, заповнюють пори бетону, утворюючи неоднорідне кольорове покриття та ущільнюючи поверхню бетону (глибина проникнення барвника 0,5...1 мм). Після висихання поверхню покривають лаком-герметиком. Для отримання дзеркальної поверхні додатково наносять глянсовий лак, а після його висихання поверхню натирають спеціальним воском. Таке покриття характеризується високою щільністю, запобігає пилоутворенню, є стійким до дії хімічних і механічних чинників, використовується, в основному, для ремонту старої підлоги (фото 31).

7.6. Будівельні розчини та бетони в інтер'єрі

Для оформлення інтер'єрів використовують декоративні вироби і штукатурні розчини, в тому числі декоративні сухі будівельні суміші.

Починаючи із 50-х років минулого століття, архітектори та проектувальники визначили переваги залізобетонних каркасних конструкцій у поєднанні з методами «сухого будівництва» і почали використовувати їх при проектуванні офісних будівель, виконаних за допомогою технологій, що відповідають вимогам «гнучкого» планування та забезпечують високу якість життя і праці.

Перевагами «сухого будівництва» є можливість декорування з одночасним вирішенням проблем звукоізоляції, теплоізоляції та акустики. Зазвичай «сухі системи будівництва» є екологічними і створюють комфортний стан приміщень. При цьому збільшується внутрішній простір, зменшується термін введення будівлі в експлуатацію. Слід також звернути увагу на можливість втілення архітектурно-дизайнерських проектів будь-

якої складності за рахунок можливостей формоутворення, в тому числі створення криволінійних, ступінчастих, гофрованих та інших елементів. При цьому поверхня, яку необхідно обробляти тільки в місцях швів, готова для фарбування, обклеювання шпалерами або декоративного штукатурення.

Системи «сухого будівництва» використовують для влаштування перегородок, підвісних стель, пристінних обшивок, що дозволяє майже в 10 разів знизити масу конструкції порівняно з керамічною кладкою, а також знизити витрати на арматуру та бетон приблизно на 25%. Використання систем «сухого будівництва» для влаштування підлоги також вирішує проблеми, пов'язані з шумом під час руху та передачею ударного шуму на вертикальну конструкцію. Ця ергономічна конструкція є оптимальною основою для рулонних, текстильних і паркетних настилів. Комплектна система для «сухого будівництва» представлена номенклатурою певних матеріалів та виробів і елементів кріплення, за функціональною ознакою поділяється на декілька груп: перегородки, облицювання, стелі, підлоги, мансарди.

Плити гіпсові для перегородок та внутрішнього облицювання стін виготовляють з гіпсових в'язучих із мінеральними (кварцовий пісок, пемза, туф, перліт) чи органічними (деревна тирса, стружка, паперова макулатура) заповнювачами або без них у вигляді прямокутних паралелепіпедів двох типів: пазогребеневі та пазові (рис. 7.20).

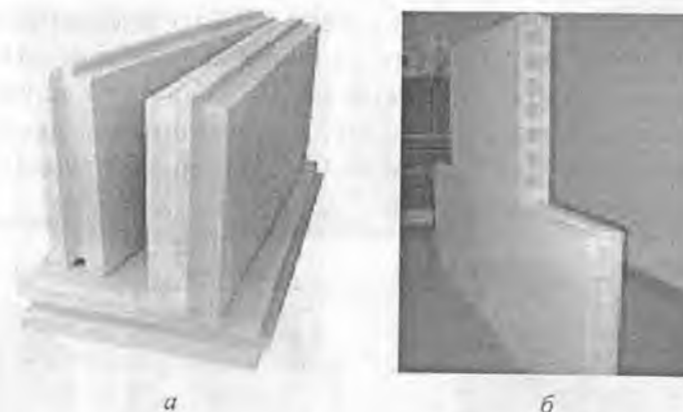


Рис. 7.20. Плити гіпсові пазогребеневі перегородкові та облицювальні повнотілі (а) та пустотні (б)

Плити випускають довжиною 600...900, шириною 300...600, товщиною 50, 80, 100 мм. Середня густина плит облицювальних має бути не більше 1100 кг/м³, перегородкових — не більше 1350 кг/м³. Міцність при стиску

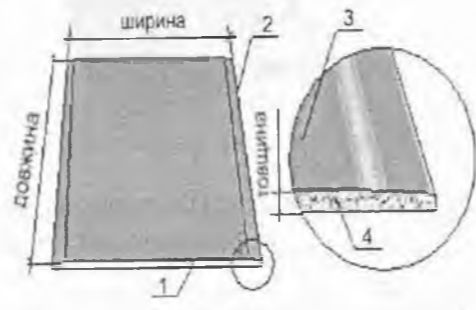
перегородкових плит становить 5 МПа, при згині — 2,4 МПа, облицювальних — 3,5 та 2 МПа відповідно. Плити належать до групи важкоспалимих, звукоізоляція від повітряного шуму від 41 Дб. Існують різновиди перегородкових плит — повнотілі та порожнисті, а також вологостійкі (гідрофобізовані). Вони легко монтуються, утворюючи гладку поверхню під фарбування і шпалери, не потребують ґрунтування. Використовують плити для влаштування перегородок та внутрішнього облицювання приміщень із сухим і нормальним режимом експлуатації з відносною вологістю повітря не більше 70%.

Гіпсокартонні листи («суха штукатурка») — листовий оздоблювальний матеріал, що складається з тонкого шару затверділої гіпсової в'язучої речовини, вкритої з обох боків картоном і міцно з'єднаної з ним (рис. 7.21, а, б). Залежно від властивостей та застосування, листи можуть бути: звичайні (ГКЛ); вологостійкі (ГКЛВ); із підвищеним опором впливу відкритого полум'я (ГКЛП); вологостійкі, що відрізняються підвищеним опором впливу відкритого полум'я (ГКЛВП). Вологостійкий матеріал виготовляють із добавкою гранул силікону, а вогнестійкий — із добавкою скловолкна або мінерального волокна (ровінгу).

Розміри листів становлять: довжина 2000...4000, ширина 600 та 1200, товщина від 6,5 до 24 мм. За формою поздовжні краї листів бувають прямі, стончені, напівкруглі, круглі. Маса 1 м² листа змінюється від 6,5 до 24 кг залежно від його товщини. Середня густина гіпсокартонних листів становить 800...900 кг/м³, вологість не повинна перевищувати 1% за масою. Руйнівне навантаження залежно від товщини листа та умов прикладання сили становить від 15 до 60 кгс. Водопоглинання листів ГКЛВ та ГКЛВП не повинно бути більшим за 10%, а опір впливу відкритого полум'я повинен бути не менше 20 хв.



а



б

Рис. 7.21. Гіпсокартонні листи КНАУФ (а) та схема їх будови (б): 1 — торцева кромка; 2 — поздовжня кромка; 3 — лицьова кромка; 4 — сердечник

За призначенням гіпсокартонні листи поділяють на звичайні — для облицювання стін, влаштування міжкімнатних перегородок, підвісних стель та виготовлення декоративних і звукопоглинальних виробів (товщина листа — 12,5 мм), вологостійкі — в приміщеннях із вологим режимом експлуатації (вологість повітря 82...85% при умові постійного впливу не більше 10 годин на добу) з додатковим покриттям гідроізоляційними плівками, водостійкими ґрунтовками, фарбами, керамічною плиткою і покриттям із полівінілхлориду (товщина листа 12,5 мм), вогнестійкі — для оздоблення повітроводів та комунікаційних шахт, арочні — для створення складних форм і криволінійних поверхонь, що виключає появу дефектів у вигляді тріщин та порушень геометричних розмірів (товщина листа 6,5 мм).

Останнім часом при влаштуванні гіпсокартонних підвісних стель у приміщеннях різного функціонального призначення широко використовують криволінійні та ламані гіпсокартонні елементи, що надає стелям особливої художньої виразності, в тому числі за рахунок організації тривимірного простору, підвищує їх функціональність, забезпечує потрібний рівень екологічності та пожежостійкості несучих конструкцій, знижує рівень шуму (рис. 7.22).

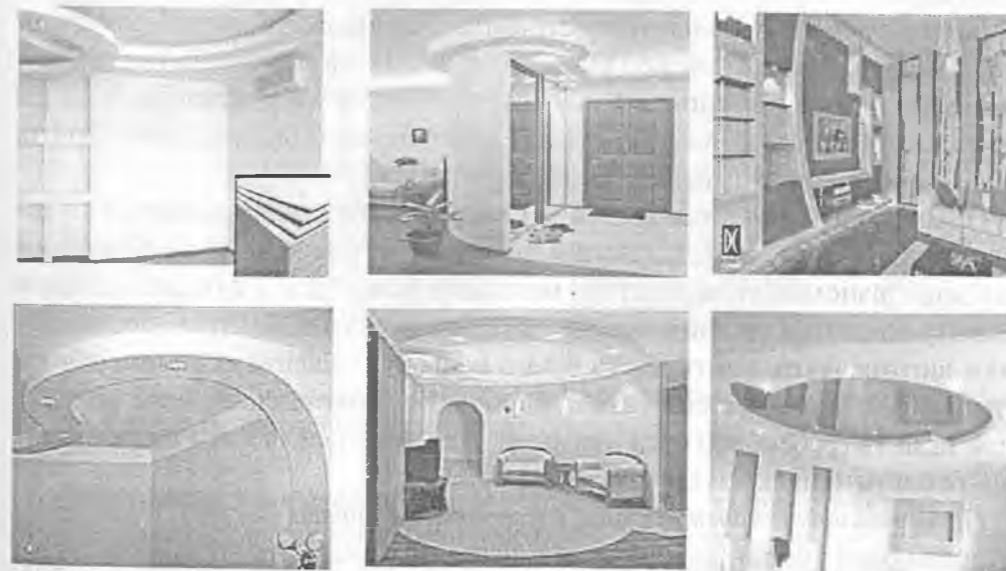


Рис. 7.22. Приклади влаштування стін і стель в інтер'єрі із використанням гіпсокартонних листів

Для надання художньої виразності поверхню гіпсокартонних виробів покривають паперовими, текстильними шпалерами і на полімерній основі склошпалерами; фарбами клеєвими (крім силікатних), олійними, водоемульсійними, емалями, різними видами декоративних полімерних плиток, рельєфними декоративними штукатурками на основі синтетичних смол, облицьовують керамічними або скляними плитками.

Використовують гіпсокартонні листи для оздоблення стін, влаштування перегородок, підвісних стель, вогнезахисних конструкцій, виготовлення декоративних і звукопоглинальних виробів.

Гіпсоволокнисті листи — матеріали, отримані напівсухим пресуванням суміші гіпсу з армувальним компонентом у вигляді розпушеної целюлозної макулатури у кількості до 10%. Такі листи не поступаються за міцністю гіпсокартонним, твердість і пожежобезпечність їх вища, але й вартість вища, ніж гіпсокартону, їм властива висока вогнестійкість та здатність до звукоізоляції. Такі листи мають міцність при згині не нижче 5 МПа, міцність при стиску не нижче 10 МПа, середню густину — 1250 кг/м^3 , коефіцієнт теплопровідності — $0,22 \dots 0,36 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, і тому їх можна застосовувати не тільки для влаштування і опорядження стін, перегородок та стель, дахових приміщень, мансард, а й для влаштування (вирівнювання) основ підлоги.

Плити гіпсові декоративні виготовляють з гіпсової в'язучої речовини та армують скловолокном або склосіткою. Вони мають квадратну форму, розміри їх зазвичай становлять 300×300 та 600×600 мм при товщині 15, 20 або 25 мм. Плити використовують для внутрішнього опорядження стін та стель у приміщеннях із відносною вологістю до 70%.

Гіпсові плити для стель і кесонів є одночасно оздоблювальними та декоративними виробами. Сучасний асортимент таких плит відрізняється широким різноманіттям текстур і малюнків (рис. 7.23, 7.24), що дозволяє облаштувати інтер'єр приміщення у будь-якому стилі. Як правило, виробники виготовляють плити чисто білого кольору (коефіцієнт світловідбиття більше 80%), але їх можна також фарбувати. Бокові грані плит можуть мати пази та гребені або бути прямими. Для зменшення маси на тильному боці роблять ненаскрізні пустоти.

Гіпсоволокнисті конструкційні елементи та вироби (панелі, перегородки, підвіконні дошки, декоративні плити) виготовляють переважно методом екструзійного формування. Такі вироби мають гладку поверхню, точні геометричні розміри, підвищену міцність (при стиску до 30 МПа, при згині — до 20 МПа), не потребують теплової обробки.

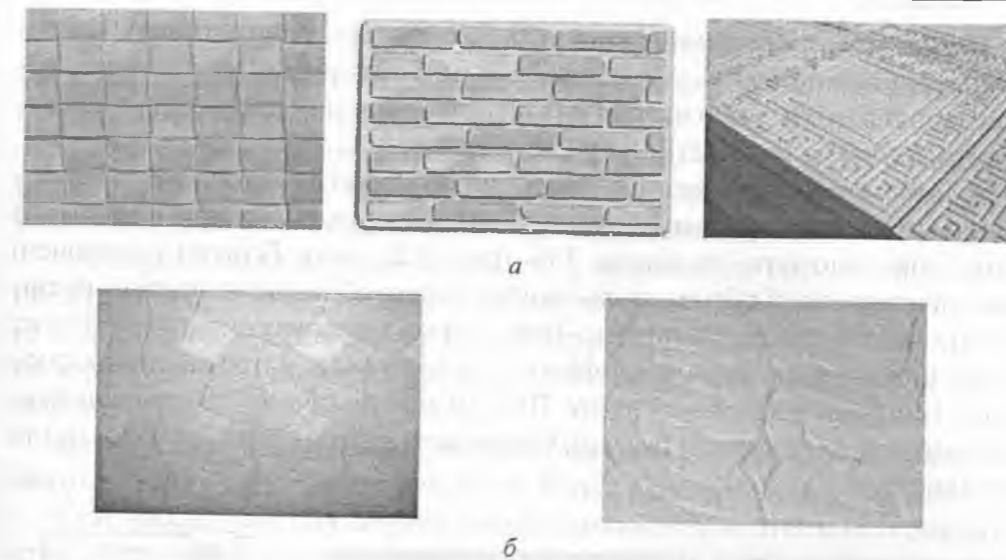


Рис. 7.23. Декоративні гіпсові плити для облицювання стін (а) та стель (б)

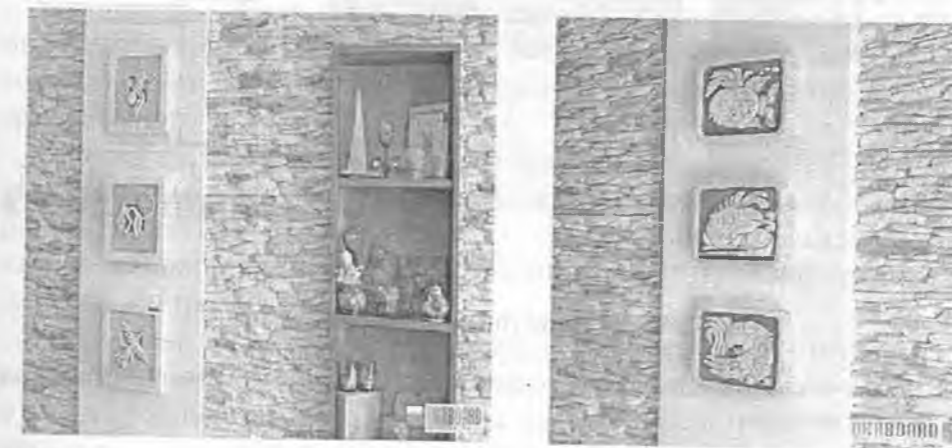


Рис. 7.24. Оформлення інтер'єру із використанням декоративної гіпсової плитки з імітацією природного каменю

Високоміцні облицювальні гіпсові плити з міцністю при стиску до 50...70 МПа отримують методом двоступеневого пресування. Декоративна фактура поверхні плит може бути різною, у тому числі імітувати природний мармур. Використовують їх для облицювання інтер'єрів будівель і споруд замість природного мармуру. Поверхня плит може бути плоскою та рельєфною, лощеною і полірованою.

Плити звукопоглинальні гіпсові литі складаються з гіпсової перфорованої матриці, заповненої звукопоглинальним матеріалом (наприклад, мінеральною ватою), і призначені для влаштування підвісних стель та внутрішнього облицювання стін.

Плитки акустичні гіпсові перфоровані виконують одночасно звукопоглинальну і оздоблювальну функції і використовуються в приміщеннях із відносно вологістю не більше 70% (рис. 7.25, а-в). Плитки призначені для влаштування підвісних стель і внутрішнього облицювання стін у будівлях громадського та культурно-побутового призначення (концертних залах, вокзалах, ресторанах, офісах і т.п.), а також у промислових спорудах із підвищеним рівнем шуму. Плитки акустичні можуть бути з підстиляючим шаром (у вигляді бязевої, бавовняної тканин або скловолокна) та без нього.

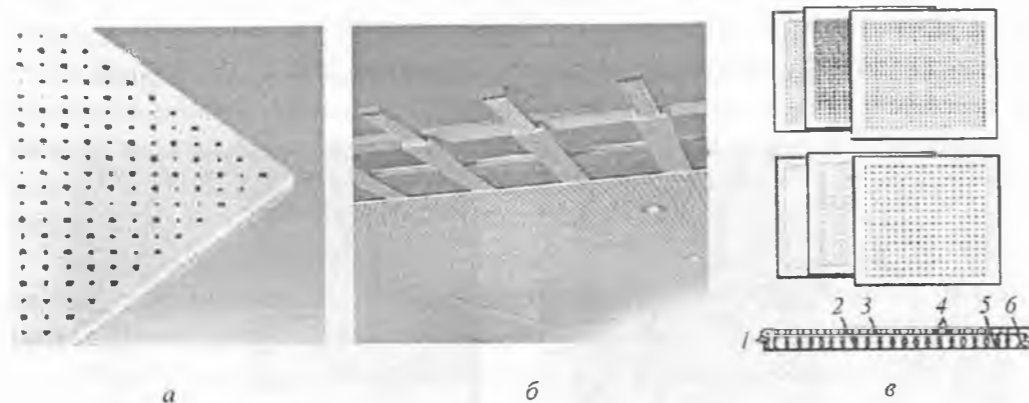


Рис. 7.25. Акустичні гіпсові плити КНАУФ:
зовнішній вигляд (а, б), поперечний розріз (в):

1 — арматура; 2 — мінераловатна плита; 3 — бавовняна тканина; 4 — отвори; 5 — алюмінієва фольга; 6 — гіпсова плита

Плитки без підстиляючого шару застосовують тільки разом із звукопоглинальним матеріалом, товщина останнього 50...100 мм. Як звукопоглинальний матеріал використовують мінеральні, скло- і органоволокнисті плити та мати.

Плити мають розміри 600×600, 600×1200, 300×600, 810×800 мм, їх товщина змінюється від 30 до 40 мм. Перфораційні отвори можуть бути квадратними, круглими чи прямокутними, діаметр отворів — 6...10 мм, ступінь перфорації — 30...40%. Середня густина плит становить 900 кг/м³, вологість — не більше 1%.

Акустичні плити разом із звукопоглинальним матеріалом укладають у гіпсовий футляр і встановлюють за допомогою дерев'яного або спеціального алюмінієвого каркаса (рис. 7.25, б).

Архітектурно-декоративні вироби та деталі — колони, капітелі, ніші, розетки, карнизи, тяги, кронштейни, елементи балюстрад тощо виготовляють із гіпсових в'язучих чи з розчинових або бетонних сумішей на їх основі.

Формують вироби способом лиття у жорсткі чи гнучкі (силіконові, поліуретанові) форми; способом протягування на твердій і рівній поверхні за допомогою спеціального формоутворюючого шаблона; «викруткою» на верстатах типу токарних чи гончарного круга, використовуючи змінні шаблони.

Вироби складної форми (капітелі, скульптурні композиції) виготовляють методом склеювання з окремих більш простих елементів.

Сухі декоративні штукатурки використовують при отриманні покриття стін у вигляді камінцевих і мозаїчних штукатурок, так званих «короїдів», об'ємних (ліпних), тонкошарових штукатурок (у тому числі фрески, венеціанські штукатурки), варіотропних систем та рідких шпалер.

Декоративні штукатурні покриття стін і стель створюють за рахунок використання барвників, наповнювачів (заповнювачів) різного виду, розміру та форми зерен, а також технологічного прийому нанесення і виду застосованого інструмента.

В інтер'єрі використовують «мозаїчні» штукатурки (рис. 7.17) — прозорі із зернами кольорових гірських порід, «камінцеві» (рис. 7.15), що створюють зернисте непрозоре покриття, зазвичай білого кольору. Кольорові камінцеві покриття отримують додаванням пігменту безпосередньо перед нанесенням (розділи 7.4, 7.5).

На основі дрібнозернистої суміші з використанням мінеральної (цементної, вапняної, цементно-вапняної; силікату калію) або полімерної в'язучої речовини отримують штукатурні рельєфні покриття, застосовуючи певну техніку нанесення за допомогою спеціальних інструментів. Більш технологічними, стійкими до стирання та довговічними є полімерні декоративні штукатурки на основі водної дисперсії акрилових смол, які можна наносити на будь-які основи (фото 32, 33).

Покриття є гідрофобними і мають достатню міцність, а також високу декоративність. Особливістю таких штукатурок є висока пластичність та здатність до утворення рельєфу при використанні спеціальних інструментів на поверхні стіни.

Додаванням до тонкозернистих сумішей заповнювача розміром до 2 мм у вигляді кварцевих обкатаних зерен і застосуванням певного інстру-

мента отримують штукатурки з назвою «короїд», що нагадують кору дерева, хвилі тощо (рис. 7.26).

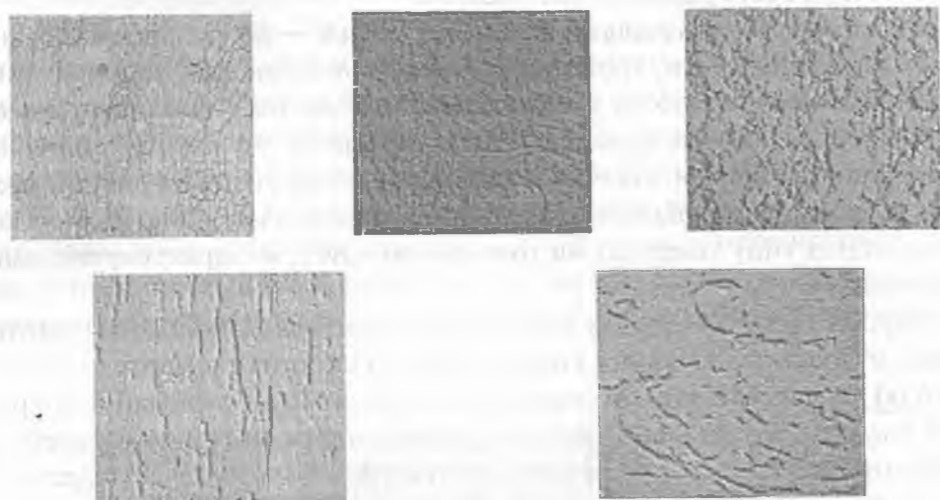


Рис. 7.26. Варіанти структурних штукатурок для стін і стель із фактурами «короїд», створеними за допомогою різної технології нанесення

Використанням штукатурної суміші на основі водорозбавленого акрилового полімеру, дрібнодисперсного мармурового наповнювача та целюлозних волокон отримують *об'ємні (лепні) покриття*, в тому числі і крупнорельєфні (при нанесенні у два шари) (рис. 7.27). На поверхню також наносять фарби, наприклад, перламутрові, а також віск.

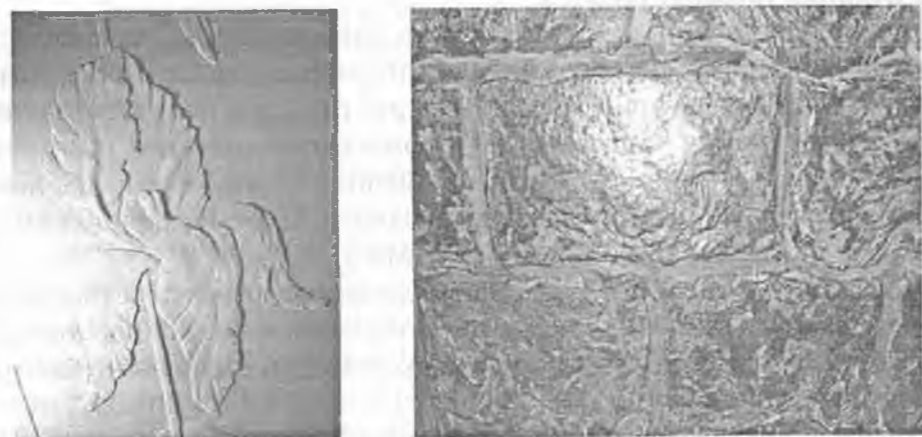


Рис. 7.27. Об'ємні штукатурки

Тонкошарові штукатурки — високопластичні тонкодисперсні матеріали, що містять полімерцементні, акрилові, силікатні та силіконові складові і наносять за допомогою різного інструмента (валика, шпателя, пензля тощо) для створення покриття з високими декоративними властивостями (рис. 7.28). Структурні покриття для внутрішніх робіт відрізняються широкою гамою кольорів та характеризуються високою міцністю, стійкістю до миття, можливістю здійснення фрагментарного ремонту.

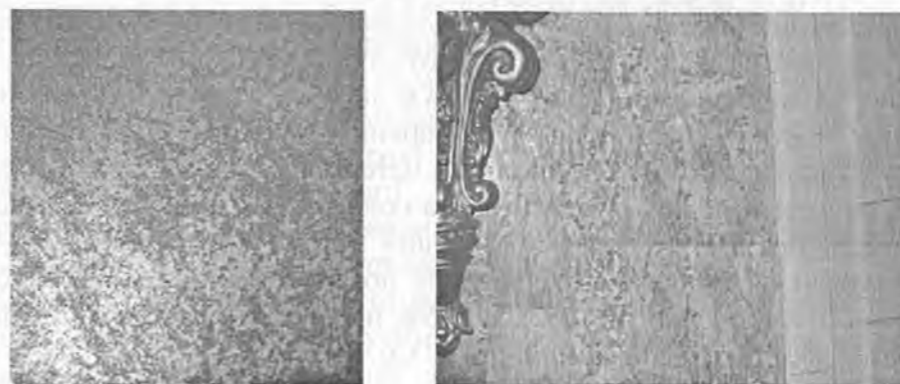


Рис. 7.28. Тонкошарові штукатурки

Різновидом тонкошарових покриттів є *венеціанські штукатурки* — тонкодисперсні пластичні полімермісткі матеріали, які при нанесенні спеціальними методами (з підпресовкою) утворюють покриття, що дозволяють імітувати поліровані поверхні гірських порід (граніту, мармуру тощо) або отримувати унікальний об'ємний малюнок. Вихідні суміші містять як в'язучу речовину гашене вапно та водну дисперсію акрилового полімеру, як наповнювач — мармуровий, гранітний, вапняковий, малахітовий, оніксовий пил та природний або синтетичний пігмент. Основними складовими кожного покриття є ґрунтовка, відповідна база і тонер. Тонер можна додавати і до першого, і до другого компонента, які подібні за складом, але відрізняються ступенем дисперсності та вмістом полімерної речовини. Ці покриття є довговічними, декоративними, але відрізняються високою трудомісткістю і вартістю (фото 34).

Фреска — це живопис кольоровими фарбами по мокрій вапняній штукатурці з закріпленням воском через деякий час твердіння (5...7 діб) (гл. 16).

«Штучний мармур» — штучний камінь із полірованою поверхнею, виготовлений із мінеральних в'язучих речовин із використанням заповнювачів і барвників. За зовнішнім виглядом та текстурою поверхні штучний

мармур імітує гірські породи — мармур, малахіт, яшму, граніт. Колір його може бути білим, одно- та багатокольоровим, із текстурою у вигляді прожилок, плям, орнаменту.

Широке розповсюдження техніки штучного мармуру отримала для оздоблення монументальних будівель у XIII ст, а пізніше — у XVII ст. для декорування великорозмірних поверхонь і форм складної конфігурації у стилі бароко. Прикладом використання такої техніки є оздоблення імператорського палацу у Павловську (Росія) (рис. 7.29).

Отримують штучний мармур загладжуванням брусом або прасуванням. Для його виготовлення використовують як в'язучі портландцемент, гіпс, вапно, як заповнювачі — пісок, гравій, щебінь, а також як наповнювачі крихту та муку з гірських порід, як барвники — охра, сурик, мумію, умбру, ультрамарин, сажу. Додатковими матеріалами є клеї, мило, віск, бензин, скипидар, тальк, шліфувальні та полірувальні абразиви для надання дзеркального блиску поверхні. Перший метод (загладжування брусом) придатний не тільки для оздоблення поверхні (бетонної, цегляної, дерев'яної), але й для отримання виробів, наприклад, у вигляді плиток розмірами 400×800 мм, товщиною 18...20 мм.



Рис. 7.29. Використання штучного мармуру для декорування інтер'єру імператорського палацу у м. Павловську — італійського залу (а, б), підвісних колон грецького залу (в)

Штучний мармур за другим способом (прасування) використовують для створення тонкошарового покриття. Його виготовляють із високоякісної вапняної штукатурки з додаванням спеціальної емульсії, причому дзеркальний блиск отримують за допомогою гарячих прасочок, а рисунок —

за допомогою нанесення кольорових вапняно-мильних емульсій по гладкій поверхні штукатурки.

Застосовують штучний мармур для внутрішнього оздоблення стін, перегородок, колон, пілястр, архітектурних деталей (карнизів, поясків, фільонки, ваз, тумб, балясин, капітелей), а також і для зовнішнього оздоблення в місцях, захищених від атмосферних впливів — лоджіях, галереях. Основними перевагами такого матеріалу є можливість покриття поверхонь (бетонних, кам'яних, дерев'яних), будь-якої конфігурації та розмірів із отриманням рисунків і забарвлення широкою кольоровою гамою. Причому такий матеріал на відміну від природного каменю характеризується меншою теплопровідністю, тобто є «теплим». Останнім часом штучний мармур використовують в основному для реставраційних робіт та відновлення втрачених пам'яток архітектури внаслідок значної вартості вихідних матеріалів та складності технології.

Крім гіпсових в'язучих речовин і портландцементу, для оздоблення інтер'єру широко використовують **магнезіальні в'язучі**.

Фіброліт — це матеріал, виготовлений із деревної вовни чи стружки, зв'язаної магнезіальними в'язучими композиціями на основі розчину хлориду магнію (гл. 8). Суміш пресують у формах і висушують при температурі 150...200°C.

Використовують фібролітові плити як акустичні або теплоізоляційні вироби для утеплення стін, підлог, покриттів, для заповнення багатошарових стін, перегородок, перекриттів каркасних будівель. Середня густина теплоізоляційного фіброліту становить 300...350 кг/м³, акустичного — 350...400 кг/м³, конструкційно-теплоізоляційного — 400...500 кг/м³; матеріал є неводостійким, тому його потрібно захищати від зволоження; теплопровідність у сухому стані дорівнює 0,10...0,15 Вт/(м·К).

Фібролітову фанеру використовують як «суху штукатурку» і виготовляють на основі суміші деревної вовни чи стружки та магнезіальних в'язучих композицій.

Ксилоліт одержують внаслідок твердіння суміші тирси, магнезіальної в'язучої речовини та розчину хлориду магнію. Отриману масу використовують для влаштування підлог чи для виготовлення плит, у тому числі облицювальних (гл. 8).

Ксилолітові плити виготовляють пресуванням гарячої ксилолітової маси при тиску до 30 МПа. Їх роблять двошаровими: нижній шар більш пористий, верхній — щільний. Середня густина плит 1500...1600 кг/м³, міцність при стиску 85 МПа, а при згині — 48 МПа. Застосовують ксилолітові плити для влаштування підлог та опорядження стін.

Ксилолітові підлоги поряд із низьким коефіцієнтом теплопровідності і зносостійкістю мають декоративний вигляд, добре забарвлюються. Завдяки високій міцності та незначній стираності ці підлоги можна застосовувати у промисловому, житловому і цивільному будівництві: на текстильних фабриках, харчових та виноробних виробництвах; у приміщеннях з інтенсивним рухом — вестибюлях клубів, кінотеатрів, їдалень, у коридорах шкіл, дитячих садків, лікарень. Особливо ефективно застосовувати ксилолітові підлоги у вибухонебезпечних приміщеннях, де потрібні антистатичні підлоги.

Ксилолітові підлоги за своїми властивостями наближаються до дерев'яних, їм притаманна властивість «дихати», яка обумовлює комфортність у приміщенні завдяки регулюванню відносної вологості повітря. На відміну від дерев'яних підлог, ксилолітові мають ряд переваг: вони неспалімі (витримують температуру до 1000°C); мають високу адгезію до будь-якої основи, а також до різних лаків і фарб; відрізняються низькою стираністю. Ці підлоги не пліснявіють та не гниють, перешкоджають появі шкідливих мікроорганізмів.

Розробкою останніх часів є **магnezитові плити**, які складаються з магnezіальної в'язучої речовини і хлориду магнію, скляного волокна, перліту, деревної тирси, інколи — армувальної скляної сітки (рис. 7.30, а, б). Поверхню таких листів покривають або декоративним папером, або плівкою ПВХ. Цей листовий матеріал довжиною 1830...2440 мм, шириною 915...1220 мм і товщиною 3...20 мм є негорючим, його міцність при згині становить 16 МПа, коефіцієнт теплопровідності — 0,14 Вт/(м К), коефіцієнт звукоізоляції — 44...47 дБ. Матеріал має широкий спектр використання: для облицювання внутрішніх стін і перегородок, стін у вологих приміщеннях, підвісних стель, відкосів вікон, дверних і меблевих полотен, щитів опалубки.

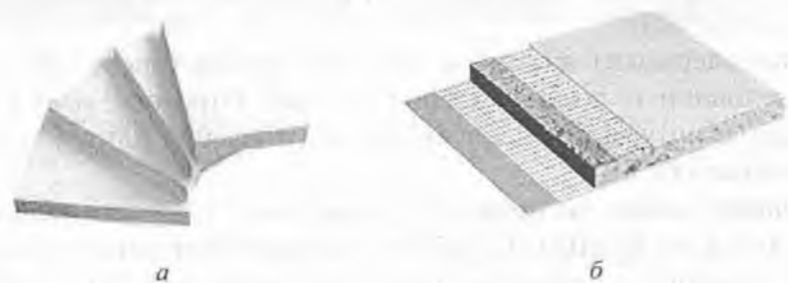


Рис. 7.30. Магnezитові плити:
а — звичайні, б — армовані склосіткою

Декоративні бетонні суміші використовують для влаштування підлог, а також для отримання виробів (стілники, барні стійки, парапети, підвіконня, відкоси, балясини), які можуть бути застосовані для оформлення інтер'єру приміщення. В останньому випадку більш придатним є полірований різнокольоровий бетон на основі білого портландцементу М700, органічних пігментів, поліпропіленової фібри та мінеральних заповнювачів.

Традиційною є технологія отримання декоративних монолітних бетонних підлог «терацо», що передбачає використання кольорового цементу, виготовленого на основі білого або розбіленого сірого цементу (з додаванням білої кам'яної муки), а також кольорових заповнювачів (мармуру, граніту, базальту, лабрадориту). Після затвердіння бетон підляють шліфуванню, поліруванню із використанням воскових паст. Такі підлоги відрізняються високою міцністю, низькою стираністю, декоративністю.

Бетон з неофактуреною поверхнею набуває все більше використовують при виконанні оздоблювальних робіт (рис. 7.31, а). Неофактурені поверхні придатні для таких конструкцій, як колони, балки, стіни, перекриття, причому часто із залученням спеціально підготовленої щитової опалубки (нестругана дощана, стругана, повністю гладка із спеціальними щитами, що дозволяє не застосовувати в подальшому штукатурку, але може створювати на стиках щитів ритмічний малюнок). Для отримання фактурної поверхні також використовують джутову тканину, натягнуту на дерев'яну опалубку (рис. 7.31, б).

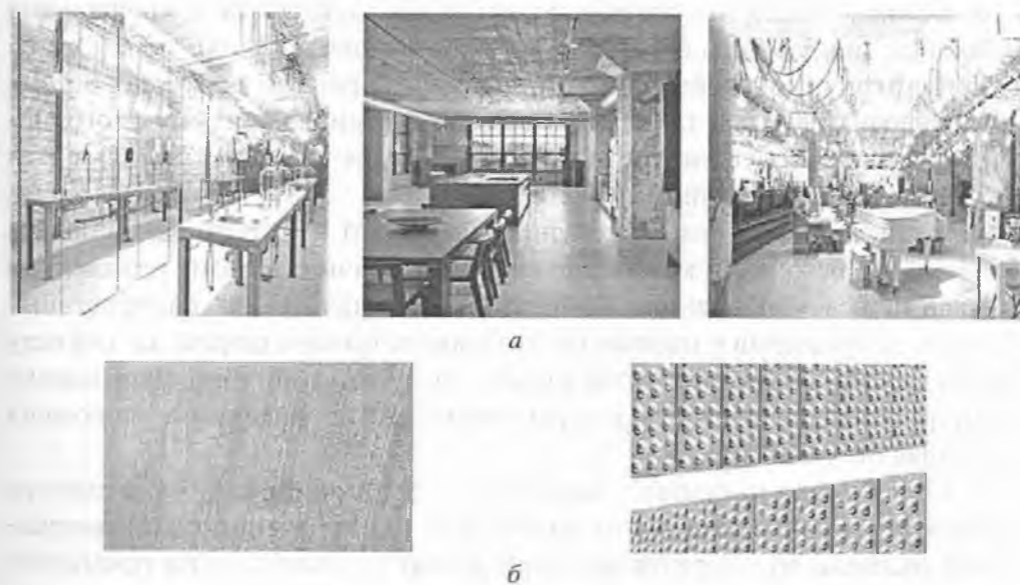


Рис. 7.31. Бетон із неофактуреною поверхнею в інтер'єрі (а), приклади фактурної поверхні бетону (б)

7.7. Переваги та недоліки матеріалів на основі мінеральних в'язучих речовин

1. Бетон — *універсальний матеріал* із високим рівнем надійності в різноманітних умовах експлуатації, призначений для зведення монолітно-каркасних та збірних промислових і громадських будівель, гідротехнічних та транспортних споруд.

2. Бетон — *економічний матеріал* завдяки наявності достатньої сировинної бази і відносно простої технології, що виключає високоенергоємні процеси, такі, як випалювання та розплавлення.

3. Бетон — *довговічний, достатньо вогнестійкий, міцний і стійкий до дії атмосферних впливів матеріал*, який має високу несучу здатність та витримує статичні та динамічні навантаження.

4. Бетон — *матеріал, здатний до формоутворення*, який можна використовувати для створення складних крупнорозмірних конструкції будь-якої конфігурації як у монолітному вигляді, так і у вигляді дрібноштучних виробів. При цьому існує можливість покращення декоративних властивостей не тільки за рахунок формоутворення, але і варіювання кольором та фактурою. Декоративний бетон характеризується високою архітектурно-будівельною виразністю, гармонійним поєднанням із навколишнім середовищем.

5. Бетон — *екологічно чистий матеріал*: він складається з мінеральних складових, під час його виготовлення не утворюються рідкі, тверді, газоподібні токсичні відходи. Замість природної сировини до складу бетону можна вводити відходи та побічні продукти промисловості, крім того, бетон можна застосовувати для зв'язування небезпечних (токсичних) відходів у безпечні для людини матеріали.

6. Будівельні розчини за рахунок відсутності крупного заповнювача (порівняно з бетонами) мають підвищену пластичність і тому придатні до укладання без ущільнення. Технологічною особливістю використання будівельних розчинів є нанесення їх відносно тонким шаром на пористу основу (цеглу, бетон, пористий камінь), тому вони повинні мати високу водоутримувальну здатність, яку регулюють застосуванням наповнювачів та спеціальних добавок.

7. Сухі будівельні суміші є основою для отримання широкого спектра високоефективних будівельних розчинів — від мурування стін і опорядження будівель до покриття автомагістралей та спорудження промислових об'єктів. Асортимент продукції представлений бетонами, мурувальними розчинами, штукатурками, гідроізоляційними, теплоізоляційними,

акустичними сумішами, клеями, шпаклівками, а також сумішами для влаштування підлог, що здатні до самовирівнювання. Гарантована якість сухої суміші забезпечується за рахунок високої технологічності заводських процесів і сучасним рівнем будівельної хімії.

8. Недоліком бетону та будівельного розчину є те, що це *анізотропні матеріали*. Їм притаманні *низька міцність на розтяг і згин, низька тріщиностійкість, а також високі середня густина та коефіцієнт теплопровідності, відносно низькі термо- і корозійна стійкість*. Подолання недоліків досягається керуванням складом та структурою матеріалу за допомогою певних технологічних прийомів, що обумовлює можливість отримання матеріалу з наперед заданими властивостями.



МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ З ДЕРЕВИНИ

Зв'язки людини з деревиною різноманітні і пов'язані з різними напрямками виробничо-господарської діяльності, побуту та духовного життя. 170...120 тис. років до н.е. люди будували своє житло із гілок і жердин (нерідко в поєднанні з кістками великих тварин та камінням), використовували ударні списи з деревини (рис. 8.1, а). Пізніше змінилась обробка деревини у зв'язку з застосуванням техніки пиляння, свердління та шліфування (рис. 8.1, б). 12...9 тис. років до н.е. на Близькому Сході, а далі в Європі широке розповсюдження отримали лук і стріли, почалося виготовлення з деревини човнів (рис. 8.1, в, г).

У 3-му тис. до н. е. були винайдені пила та відповідна технологія обробки деревини. На Русі така технологія деревообробки зберігалася аж до XVII ст. До XIX ст. з деревиною було пов'язане суднобудування. З деревини виготовлялися ткацькі верстати, човники, гребені, веретена та інші знаряддя ткацтва. У XII...XIII ст. з деревини будували мости, кріпосні споруди, храми та палаци, деякі з них збереглися до наших днів як пам'ятки архітектури. Сьогодні в Україні налічують близько 1,5 тис. таких пам'яток — дерев'яних церков, побудованих 400...500 років тому, в тому числі чотири церкви у Львівській області (рис. 8.2, а-г).

Всесвітньо відомий архітектурний ансамбль Кижі (Карелія), що складається з двох церков (Преображенської та Покровської) й дзвіниці XVIII...XIX ст. (рис. 8.3), є пам'яткою культурної спадщини Російської Федерації. Причому Преображенська церква (1714 р.) заввишки 37 м побудована однією сокирою без цвяхів.

У XIX ст. почалося широке застосування круглого лісу для виготовлення стовпів телеграфних і електричних ліній, а також шпал для залізниць. Із цього часу неухильно збільшується використання деревини у целюлозно-паперовій та лісохімічній промисловості, а також для виробництва фанери, деревностружкових і деревноволокнистих плит, паперу та

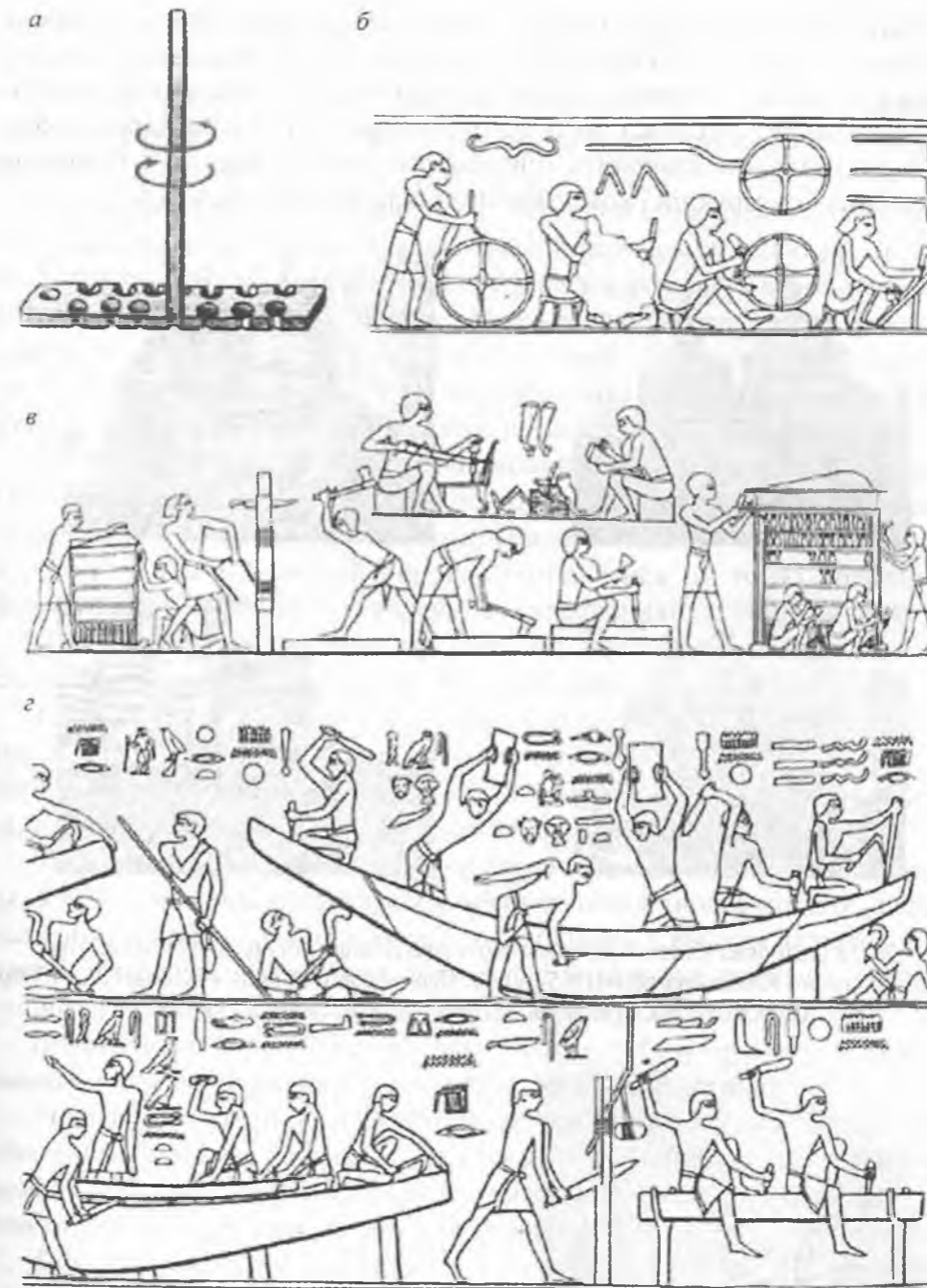


Рис. 8.1. Використання деревини в період:
а — палеоліту, б — неоліту, в, г — мезоліту

картону. Високий коефіцієнт конструктивної якості, стійкість в агресивних середовищах, технологічність і декоративність забезпечили конструкціям і виробам з деревини широке використання у будівництві. Ефективне поєднання деревини з полімерами, мінеральними в'язучими, волокнами та металами становить принципово нову основу для створення дерев'яних конструкцій і композиційних дерев'яних матеріалів.

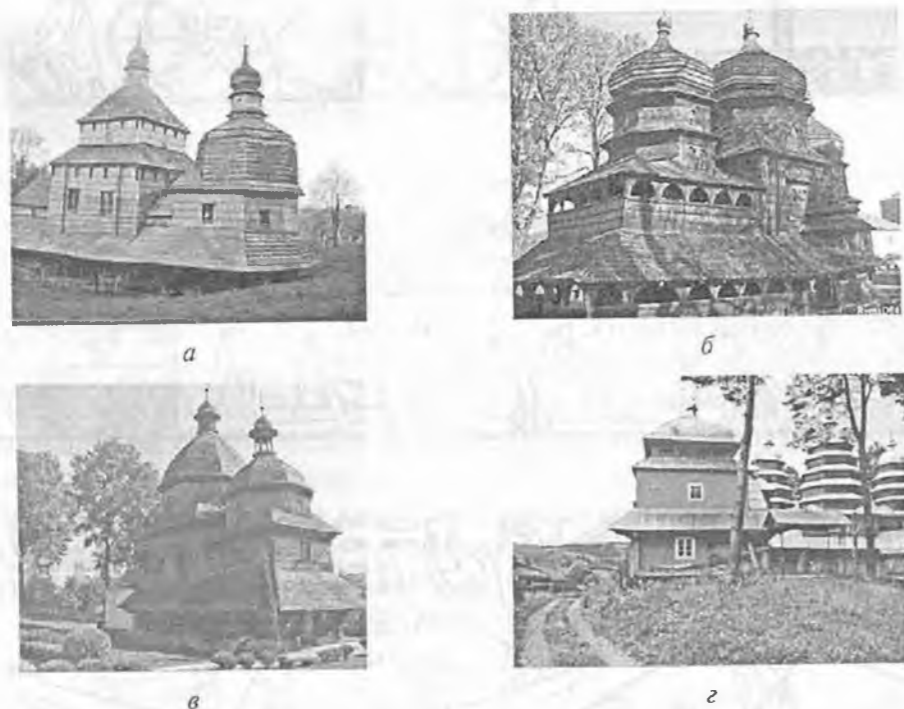


Рис. 8.2. Церква Святого Духа в с. Потеличі Львівської області (1502 р.) (а), церква Святого Юра в Дрогобичі (1657 р.) (б), Церква Святої Трійці у Жовкві (1720 р.) (в), Церква Різдва Пресвятої Богородиці у Маткові (1838 р.) (г)



Рис. 8.3. Архітектурний ансамбль Кизького погосту, о. Кижі, Росія

8.1. Деревина: склад, структура, властивості

Дерево складається з коріння, стовбура та крони. Стовбур — основна частина дерева, з якого одержують 60...90% деревини. Верхня частина стовбура — вершина, нижня — окоренок.

Мікроструктура та хімічний склад. Деревина є продуктом рослинного походження, який характеризується шарувато-волокнистою будовою та складається з живих і відмерлих клітин різної форми та величини. Живі клітини мають оболонку, в середині якої міститься протопласт, який має плазму та ядро. Оболонка клітини складається з целюлози, або клітковини $(C_6H_{10}O_5)_n$. У процесі росту клітини оболонка дерев'яніє, що пов'язано з появою лігніну, який надає деревині пружності та твердості.

Целюлоза — лінійний гетероланцюговий полімер, що має велику кількість гідроксильних груп, здатних до утворення водневого зв'язку. Целюлоза, як основна речовина деревини, утворює шарувату клітинну оболонку, здатну при механічній обробці розпадатися на тонкі волокна — фібрили, а при хімічній — утворювати мікрофібрили.

Лігнін — природний полімер сітчастої структури, кількість якого у складі хвойних порід досягає 28...30%, а листяних — 18...24%.

Екстрактивні речовини — низькомолекулярні сполуки (смоли, ефірні масла, барвники тощо), які просочують стінки клітин та накопичуються у порожнинах міжклітинного простору. Вони надають колір і запах деревині, підвищують її стійкість проти гниття та ураження грибами.

Таким чином, *деревина* — природний органічний композиційний матеріал, в якому матриця представлена просторовою сіткою з лігніну, а армувальний компонент (наповнювач) — волокнами у вигляді целюлози. Характер структури деревини, в тому числі його кори, визначає експлуатаційні властивості та довговічність отриманих матеріалів і виробів.

Деревні породи поділяють на *ядрові* (сосна, дуб, модрина, ясен) та *заболонні*, які не мають ядра (береза, осика, граб, вільха, липа).

Макроструктура — будова деревини, що помітна неозброєним оком або при невеликому збільшенні. У структурі деревини розрізняють кору, камбій, заболонь, ядро, стрижень, стрижневі промені та річні шари, які помітні на поперечному розрізі стовбура (рис. 8.4).

Кора захищає дерево від зовнішніх впливів і складається з двох шарів: зовнішнього (кірки) та внутрішнього (лубу). **Камбій** — тонкий шар клітин, здатних до поділу та росту; більша частина їх відкладається у бік деревини, менша — у бік лубу. **Заболонь** — світла частина деревини, що

складається з молодих клітин, по яких рухається волога з розчиненими в ній поживними речовинами. *Ядро* — центральна, темніша частина деревини, яка складається з відмерлих клітин, просочених смолистими та дубильними речовинами. Ядро не містить живих клітин і не бере участі у фізіологічних процесах, але забезпечує міцність та твердість стовбура дерева. *Стрижень* складається з великих та тонкостінних, слабо зв'язаних між собою дірчастих клітин. Ця частина стовбура є найслабшою, легко піддається загниванню. *Річні шари (кільця)* утворюються в період росту. Клітини ранньої деревини (весняні) дірчасті, мають низьку механічну міцність, а клітини пізньої деревини (що утворена влітку) — більш щільні та міцні. Розрізняють три основних розрізи стовбура: торцевий, або поперечний — перпендикулярний до осі стовбура; радіальний — уздовж стовбура і такий, що проходить через стрижень; тангенціальний — паралельний осі стовбура.

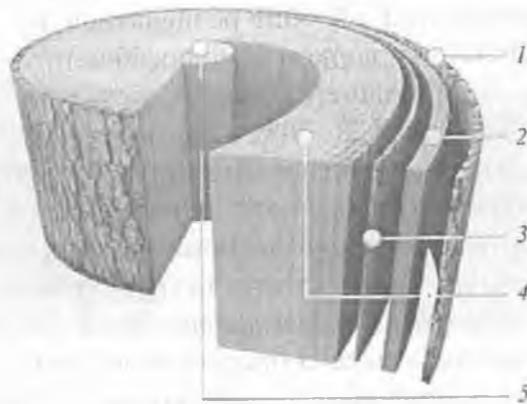


Рис. 8.4. Будова стовбура дерева:

1 — кора; 2 — луб; 3 — камбій; 4 — заболонь; 5 — серцевина

Деревні породи поділяють на хвойні та листяні. До *хвойних порід* належать сосна, ялина, модрина, ялиця, кедр, тис та ін.

Сосна — ядрова порода, смолиста, має високу міцність і низьку середню густину ($470...540 \text{ кг/м}^3$), важко піддається загниванню; застосовують у вигляді кругляка, пиляних матеріалів та для виготовлення столярних виробів і меблів.

Ялина — порода зі стиглою деревиною, малосмолиста, має високу міцність, низьку середню густину ($440...500 \text{ кг/м}^3$); застосовують для виготовлення будівельних конструкцій і столярних виробів.

Модрина — ядрова смолиста порода з високою твердістю, середня густина — $630...730 \text{ кг/м}^3$, стійка проти загнивання, схильна до розтріскування; застосовують у гідротехнічному будівництві, при зведенні мостів, а також для виготовлення шпал.

Ялиця — порода без'ядрова, річні кільця широкі, не містять смоляних ходів, менше стійка порівняно з іншими хвойними породами та не застосовується у вологих умовах експлуатації.

Кедр — ядрова порода, має низьку середню густину, її міцність нижча, ніж у сосни; використовують як будівельний ліс, пиломатеріали для виготовлення столярних виробів.

Тис — ядрова порода; використовується для виготовлення меблів.

До *листяних порід* належать дуб, бук, вільха, осика, береза, липа, ясен, горіх та ін.

Дуб — ядрова порода, має гарну текстуру, високі міцність та середню густину (720 кг/м^3), стійка проти загнивання; застосовують у мостобудуванні, гідротехнічному будівництві, для виготовлення фанери, паркету, меблів, столярних виробів.

Бук — розсіяно-пориста стиглодеревна порода, тверда, середня густина — 650 кг/м^3 , пружна, малостійка проти загнивання; використовують для виготовлення меблів, столярних виробів і паркету.

Вільха — заболонна порода з м'якою деревиною, легко піддається обробці, нестійка проти загнивання; з неї виготовляють столярні вироби і фанеру.

Береза — заболонна порода, середня густина — 650 кг/м^3 , має високу міцність, нестійка проти загнивання; застосовують для виготовлення фанери, паркету, столярних виробів, поруччя, а також при проведенні опоряджувальних робіт.

Ясен — ядрова порода, має високу міцність і середню густину ($660...740 \text{ кг/м}^3$), пружність, гарну текстуру, нестійка проти загнивання; застосовують для виготовлення опоряджувальних покриттів, меблів, столярних виробів.

Осика — заболонна стиглодеревна порода, легка (середня густина — $420...500 \text{ кг/м}^3$), м'яка; застосовують для виготовлення тари, фанери, щепи.

Липа — заболонна порода, легка, м'яка, нестійка у вологих умовах; використовують для виготовлення меблів, фанери, тари.

Горіх — має гарну текстуру; застосовують для виготовлення декоративної фанери.

Фізичні властивості деревини. *Вологість* значною мірою зумовлює якість деревини. Розрізняють *гігроскопічну вологість*, зв'язану в стінках клітин, та *капілярну*, яка заповнює порожнини клітин і міжклітинний

простір. При висиханні деревина спочатку втрачає вільну (капілярну) вологу, а далі починає виділяти гігроскопічну. Вологість деревини, що дорівнює 12%, умовно вважається *стандартною*.

Істинна густина деревини майже однакова для різних порід і становить 1,53...1,55 г/см³. *Середня густина* деревини залежить від виду породи, вологості та пористості і може бути в межах 450...900 кг/м³.

Усихання, розбухання, короблення деревини відбуваються зі зміною вологості. Зменшення лінійних розмірів та об'єму деревини при подальшому висушуванні, що характеризується видаленням з неї гігроскопічної вологи, називають *усиханням*. Зволоження сухої деревини до досягнення нею граничного значення гігроскопічності, що призводить до потовщення стінок деревних клітин та збільшення розмірів і об'єму виробів, називається *розбуханням*. *Короблення* деревини виникає внаслідок неоднакового усихання в різних напрямках. Широкі дошки більше коробляються, ніж вузькі, а тому ширина дощок не перевищує 12 см.

Теплопровідність деревини залежить від породи, напряму волокон і вологості. Так, при вологості 15% теплопровідність уздовж волокон у дуба дорівнює 0,45 Вт/(м·К), у сосни — 0,35 Вт/(м·К), впоперек волокон відповідно 0,22 і 0,17 Вт/(м·К). *Теплоємність* сухої деревини різних порід у межах 1,26...1,42 Дж/(г·К), при збільшенні вологості теплоємність зростає. *Температурний коефіцієнт лінійного розширення* деревини залежить від виду породи й напряму волокон: уздовж волокон — $0,2 \cdot 10^{-5}$... $0,1 \cdot 10^{-4}$ К, впоперек — $0,3 \cdot 10^{-4}$... $0,6 \cdot 10^{-4}$ К⁻¹.

Електропровідність сухої деревини досить незначна, вона є добрим ізолятором, має питомий електричний опір 10^{13} ... 10^{15} Ом·м, і її відносять до полярних діелектриків.

Стійкість деревини до дії агресивних середовищ досить висока. Слаболужні розчини майже не руйнують деревину; у кислому середовищі руйнування починається при рН < 2. У морській воді деревина зберігається гірше, ніж у прісній.

Механічні властивості деревини. *Міцність* деревини характеризується здатністю чинити опір зовнішнім механічним впливам і залежить від породи, середньої густини, вологості, наявності вад тощо.

Міцність при стиску деревини визначають уздовж та впоперек волокон на зразках-призмах перерізом 20×20 мм і завдовжки 30 мм. Міцність деревини при стиску уздовж волокон у 4...6 разів більша за її міцність впоперек волокон. Міцність зразків при стандартній вологості 12% визначають за формулою:

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

де R_{12} — границя міцності при 12%-й вологості, %; R_w — границя міцності при вологості W , %; W — вологість деревини під час випробування, %; α — поправковий коефіцієнт на вологість (для всіх порід $\alpha = 0,04$).

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 перевищує міцність при стиску вздовж волокон, але менша за міцність при розтягу і становить для різних порід 50...100 МПа.

Міцність при сколюванні деревини вздовж волокон становить у середньому 3...13 МПа. Міцність при сколюванні впоперек волокон у 3...4 рази вища за міцність при сколюванні вздовж волокон.

Статична твердість деревини дорівнює навантаженню, потрібному для вдавлювання в поверхню зразка половини металевої кульки на глибину 5,64 мм (площа відбитка дорівнює 1 см²). За твердістю за торцем деревину поділяють на три групи: м'яка з твердістю 35...50 МПа (сосна, ялина, ялиця, вільха); тверда — 50...100 МПа (дуб, клен, каштан, береза); дуже тверда — понад 100 МПа (самшит, кизил).

Пружність деревини характеризується здатністю відновлювати первинну форму після припинення впливу зовнішніх сил, якщо цей вплив не перевищує певної межі. Вона залежить від вологості, густини, кількості та розмірів серцевинних променів і віку дерева. Найбільшу пружність мають дуб та ясен. *В'язкість (пластичність)* деревини характеризується здатністю змінювати свою форму (наприклад, гнутися) під дією зовнішніх сил і зберігати її після припинення такого впливу. Вона залежить від породи, віку, вологості та температури деревини. До найбільш в'язких порід належать в'яз, дуб, ясен, верба. *Крихкість* — властивість, протилежна пружності, яка полягає в тому, що під дією зовнішньої сили форма деревини дещо змінюється. Коли зовнішня сила досягає граничної величини, відразу настає руйнування. Пересушена деревина стає більш крихкою. *Розколюваність* деревини характеризується здатністю чинити опір розколу під дією зусиль, що імітують вбивання клину вздовж волокон. Розколювання пояснюється слабким зчепленням волокон деревини за довжиною дерева. Осика, ялина, сосна здатні легко розколюватися; клен, граб, береза та дуб розколюються важче. *Пробійність* деревини характеризується здатністю утримувати цвяхи, шурупи, милиці, скоби. Вона залежить від породи деревини, її густини та вологості. Деревина твердих порід при вбиванні в неї цвяхів розколюється швидше, ніж деревина м'яких порід.

Зовнішній вигляд деревини визначається її **кольором, блиском та текстурою**. **Колір** деревини залежить від наявності дубильних, смолистих і фарбувальних речовин у клітинах; кліматичних умов; атмосферних факторів; місця існування; віку дерева; ураження деревини різними видами грибків та ін. 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). **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 нормальної структури деревини, а саме розташування річних кілець та променів. Чим менше рівномірно розташовані волокна, чим більше та виразніше промені, тим яскравіше текстура.

Вади деревини — недоліки окремих її ділянок, які знижують якість та обмежують можливості використання. Вади деревини можуть бути пов'язані з відхиленнями від її нормальної будови, пошкодженнями та захворюваннями в період росту дерева або його зберігання й експлуатації. Їх поділяють на такі групи: тріщини (рис. 8.5), сучки (рис. 8.6), хімічні забарвлення, пошкодження комахами (червоточина), грибками, трухлявини, дефекти форми стовбура, вади будови деревини, рани, ненормальні відкладення в середині деревини.

Вади будови деревини включають **нахил волокон, завилькуватість, завиток, крен, засмолок, прорість, сухобокість** (рис. 8.7). До групи вад форми стовбура належать **збіжистість, закомелістість, овальність, нарости та кривизна**.

Поряд із вадами, які впливають на якість деревини, остання має недоліки, пов'язані з легкою займистістю та руйнуванням в результаті життєдіяльності мікроорганізмів і комах. Щоб запобігти **загниванню** деревини, вживають ряд заходів, мета яких полягає у захисті її від зволоження. Якщо заходи конструктивного характеру не є дієвими, деревину просочують **антисептиками** — хімічними речовинами, які вбивають грибні спори або створюють середовище, в якому їх життєдіяльність стає неможливою. До антисептиків ставиться ряд вимог: вони мають знищувати грибні клітини,

бути пожегобезпечними і нешкідливими для здоров'я людини, не мати неприємного запаху, не знижувати міцність, якість та декоративність деревини, бути дешевими і недефіцитними матеріалами, не викликати корозії металевих кріплень дерев'яних елементів. Антисептики поділяють на розчинні та нерозчинні у воді. До водорозчинних антисептиків належать фторид натрію, кремнефторид натрію, динітрофенолят натрію, мідний купорос тощо. До водонерозчинних належать маслянисті і кристалічні антисептики. Дерев'яні будівельні конструкції та вироби антисептують різними способами: поверхневою обробкою з послідовним просоченням у гарячій і холодній ваннах; просоченням під тиском у автоклавах та обмазкою антисептичними пастами.

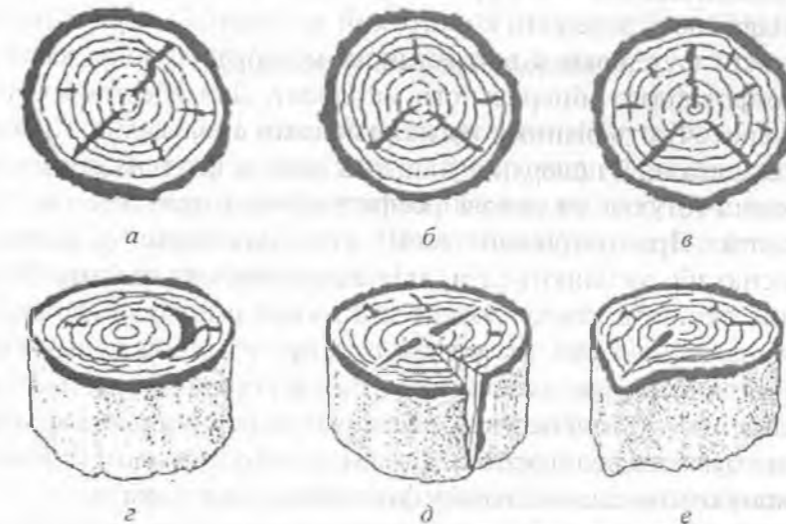


Рис. 8.5. Види тріщин:

а — мітик простий; б, в — мітик складний і хрестовий; г — відлупина; д — морозна відкрита; е) морозна закрита

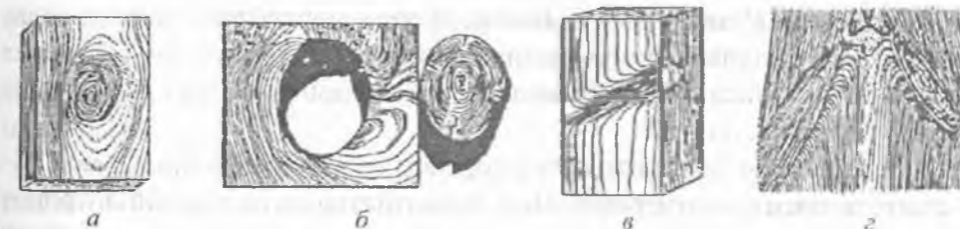


Рис. 8.6. Різновиди сучків:

а — зрощений здоровий; б — незрощений (випадаючий); в — зшивний; г — розгалужений (лапчатий)

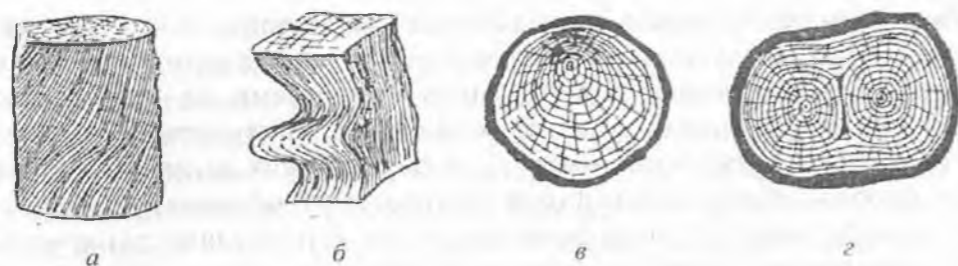


Рис. 8.7. Вади будови деревини:

а — нахил волокон; б — завилькуватість; в — крег; г — подвійний стрижень

Щоб запобігти *займанню* деревини, передбачають ряд конструктивних заходів: віддаляють дерев'яні конструкції від джерел нагрівання; влаштовують захисні футерівки з вогнестійких матеріалів; покривають шаром малотеплопровідного мінерального матеріалу. Для оберігання від вогню деревину просочують різними вогнезахисними сполуками — *антипіренами*, які наносять на її поверхню у вигляді паст та фарб. Вогнезахисні пастові речовини готують на основі фосфату або сульфату амонію, бури, борної кислоти. При нагріванні вони легко плавляться і перекривають доступ кисню або виділяють газу, які не підтримують горіння. Вогнезахисні фарбові суміші виготовляють із зв'язуючої речовини (рідинне скло), наповнювача (кварцовий пісок, крейда) та лугостійкого пігменту. При підвищенні температури фарба спучується й утворює пористий захисний шар, який знижує температуру на поверхні деревини. Як і антисептики, антипірени бувають вологостійкими та невологостійкими. Перші, як правило, виконують не тільки захисну функцію, але і декоративну.

Комплексний захист деревини від загоряння та гниття передбачає додавання до вогнезахисних складів антисептиків. Серед комплексних засобів вогне- і біозахисту деревини відомі покриття «Сенеж ОГНЕБІО», ДСА-1, призначені для обробки нових і раніше оброблених антипіренами або антисептиками дерев'яних крокв, балок, ферм, обрешіток, перекриттів, обшивок, перегородок, стін та інших пиляних, струганих, зроблених із колод елементів конструкцій громадського, виробничого та сільськогосподарського призначення.

Значне поліпшення властивостей деревини досягається при її модифікації синтетичними полімерами. При цьому натуральна деревина просочується мономером або низьков'язким полімером, які потім переводять у твердий стан під дією тепла, хімічних реагентів або іонізуючого випромінювання. Таким чином, проблема захисту деревини повинна вирішуватися за допомогою сучасних засобів, у тому числі антисептиків, антипіренів

та комплексних засобів, які не тільки захищають дерев'яні конструкції, але безпечні для людини, тварин і навколишнього середовища.

Іноваційні методи підвищення якості деревини дозволяють вирішити дві проблеми — зменшити ризик утворення грибка та знизити гігроскопічність деревини. До таких методів відносять: теплову обробку деревини по всьому перерізу при температурі 150...270°C, при якій відбувається зміна хімічної структури стінок клітин без зміни їх хімічного складу; просочування деревини гарячими рослинними оліями методом надлишкового тиску-вакууму або меламіновими смолами, що блокують хімічну взаємодію між клітинами деревини та водою; ацетилювання — хімічний процес, внаслідок якого відбувається заміщення гідроксильних груп у деревині.

8.2. Способи декорування деревини

Природні декоративні властивості деревини можуть бути підсилені і підкреслені відповідним оздобленням. Вибір виду оздоблення залежить від твердості та густини самої деревини, її кольору, текстури, наявності в ній смоляних і дубильних речовин. Підготовка поверхні деревини містить столярну та опоряджувальну складові.

Столярна підготовка включає закладення сучків і тріщин, циклювання, шліфування поверхні, зачистку шкуркою, проклеювання торців та інші операції створення поверхні, придатної для декорування.

Опоряджувальна підготовка передбачає знесмолення (для хвойних порід), ґрунтовку, підмазування тріщин, заглиблень, торців і шпаклювання з наступним сушінням та шліфуванням. **Знесмолення** виконується із застосуванням ацетону, кальцинованої соди, їдкого натру, поташу для забезпечення адгезії лакофарбової плівки до деревини. Крім того, смола погіршує зовнішній вигляд покриття.

Оздоблення поверхні деревини зі збереженням природної текстури здійснюється **фарбуванням та тонуванням** деревини. Метою фарбування є зміна натурального кольору деревини, найчастіше для імітації цінних, декоративних порід. Фарбування може бути поверхневим, глибоким та протравним.

Поверхнєве фарбування виконується механічним нанесенням водних розчинів барвників на підготовлену поверхню з наступним її сушінням і лощінням.

Глибинне фарбування передбачає обробку деревини розчинами та газами, які змінюють її колір у масиві. Для цього використовують пари нітратної кислоти, аміаку, сірчаний газ.

Для протравного фарбування застосовують розчини манганату калію, мідного купоросу, нітратної кислоти.

Для імітації цінних порід виконують поверхневе та глибинне фарбування більш дешевої деревини. При цьому вибирають породи, текстура яких нагадує текстуру цінних порід. Потрібна текстура деревини може бути створена штучно, із використанням таких способів, як *аерографія*, *акваграфія*, *друкування*, *декалькоманія*.

Аерографія — нанесення малюнка барвником за допомогою аерографа, який працює за принципом звичайного фарборозпилювача.

Акваграфія — метод нанесення текстури обробкою деталей із деревини спеціально підібраним складом фарб. Елементи занурюються у фарбу в горизонтальному положенні. Отриманий малюнок нагадує розводи мармуру або волокна дуже валькуватої деревини. Якщо елемент занурюється у фарбу у вертикальному положенні, характер малюнка змінюється (з'являються смуги), а спосіб нанесення його називають *водною монотопією*.

Імітація *друкуванням* — нанесення малюнка, що імітує цінну породу за допомогою кліше, влаштованого за принципом поліграфічного. Більш художній спосіб — *декалькоманія*, коли застосовується спеціальний папір — калькома з нанесеним на нього малюнком, який наклеюють на поверхню деревини.

Непрозоре оздоблення доцільно використовувати для порід, які не мають декоративної текстури та кольору. Його виконують клейовими, масляними та емалевими фарбами.

До *прозорих оздоблень* належать вощення, матування, мастикування, лісирування, глазурування, лакування та полірування, які створюють матове або блискуче прозоре покриття, інколи підфарбоване барвником.

Вощення — розтирання на поверхні деревини воску, приготовленого на скипидарі або бензині. Воскова плівка має незначну поверхневу прозорість і низьку температуру плавлення, тому зверху такі покриття рекомендовано вкривати прозорим спиртовим лаком.

Мастикування — розтирання на поверхні деревини воскової пасти, що застосовується для вощення, з добавкою каніфолі, масляного лаку, сухих пігментів та мила. Така плівка надає деревині глянсуватості і має більшу поверхневу міцність та довговічність, ніж вощена.

Матування — нанесення на поверхню спеціальних складів — матолейнів. Їх виготовляють у вигляді паст, які складаються зі спиртових розчинів смол, змішаних із густою оліфою. Матування доцільне для лакованих та полірованих поверхонь при нанесенні на них малюнка чи орнаменту.

Лісирування — покриття поверхні висихаючими оліями або натуральною оліфою, рекомендоване для оздоблення хвойних порід із ретельно підбраною текстурою.

Глазурування — нанесення на поверхню спеціальних складів — глазурей (оліфа, скипидар, барвники) для надання деревині певного кольору.

Протягом століть майстри розвивали і вдосконалювали найбільш розповсюджений вид декорування деревини — *різьблення*, яке можна поділити на такі групи: плосковіємне, або поглиблене; прорізне, або ажурне (рис. 8.8, а); скульптурне, або об'ємне (рис. 8.8, б); плоскорельєфне; рельєфне; домове (корабельне) (рис. 8.8, в).



Рис. 8.8. Види різьблення деревини:
а — прорізне (ажурне), б — скульптурне (об'ємне), в — рельєфне

Різьблення можна використовувати для декорування фасадів будинків, дверей, вікон, балконів, терас та для оздоблення інтер'єрів.

Мозаїка — витончений вид декоративного оздоблення, використовується при виготовленні меблів, створенні художніх панно, оформленні вставок, дверей тощо. З дерев'яної мозаїки можуть виконуватися цілі композиції, основним матеріалом є стругана облицювальна фанера або шпон із різних порід деревини товщиною 0,5...1,5 мм. Для створення мозаїки використовують дуб, клен, граб, березу, горіх, каштан, грушу, самшит.

Найбільш розповсюдженими видами мозаїки з утворюваною абсолютно гладкою поверхнею є *маркетрі*, *інтарсія*, *інкрустація*.

Маркетрі — мозаїка, в якій фон та малюнок виконані зі шпону різних порід, що відрізняються одна від одної кольором та текстурою (фото 35).

Інтарсія — вид мозаїки, при виконанні якої у вирізані ділянки однієї породи вкладається шпон іншої породи. Малюнок і фон перебувають в

одній площині. Якщо у вирізані ділянки вставляють інші матеріали (перламутр, метал, камінь), то декор називають *інкрустацією*.

Випалювання. При стиканні з предметом, зовнішня температура якого досягає 150°C та вище, деревина змінює свій колір, набуваючи коричневих тонів. Поверхня деревини з випаленим малюнком може бути залишена у натуральному вигляді або піддається *розпису* акварельними чи олійними фарбами, *металізації*; *гравіюванню*; *тисненню*; *золоченню*, *срібленню* та *бронзуванню*.

8.3. Характеристика матеріалів і виробів із деревини

Для будівництва використовують вироби з натуральної деревини, в тому числі пиломатеріали, погонажні вироби, фанеру, клеєні дерев'яні конструкції, модифіковану деревину, а також композиційні матеріали з відходів деревини (паркеліт, ламінат, деревноволокнисті плити, деревностружкові плити та ін.).

Вироби на основі кондиційної деревини. *Пиломатеріали* — продукція з деревини, виготовлена поздовжнім розпилюванням колод на частини, які потім піддають поздовжньому і поперечному розкроюванню. За способом механічної обробки пиломатеріали поділяють на *круглі*, *пилені*, *лущені*, *фрезеровані* (стругані), *колоті* та *подрібнені* (тирса, стружка).

Пиломатеріали виготовляють з деревини хвойних порід — сосни, ялини, модрина, кедр, і листяних порід — дуба, бука, граба, в'яза, ільма, берези, вільхи, осики, тополі, липи. За характером обробки розрізняють пиляний матеріал, якщо його поверхні утворені після проходження розпилювання, і стругані, у якого принаймні одна частина чи обидві крайки оброблені струганням або фрезеруванням. За якістю деревини пиломатеріали поділяють на сорти, які визначаються сукупністю вад деревини та дефектів обробки. Пиломатеріали випускають у вигляді брусів, брусків, дощок, шпал, обаполів та ін. (рис. 8.9).

Брус — пиломатеріал, товщина і ширина якого понад 100 мм, брусок — пиломатеріал завтовшки до 100 мм, ширина його не більше за потрійну товщину.

Дощка має товщину до 100 мм, а її ширина більше за потрійну товщину. Широкі сторони дошки називають *пластями*, вузькі — *окрайками* (або *кромками*). Лінію перетину пластів та крайки називають *ребром*. Розрізняють дошки *обрізані* та *необрізані*.

Обапів — продукція, що одержана з бічної частини колоди, і така, що має одну пропиляну, а другу непропиляну або частково пропиляну поверхню.

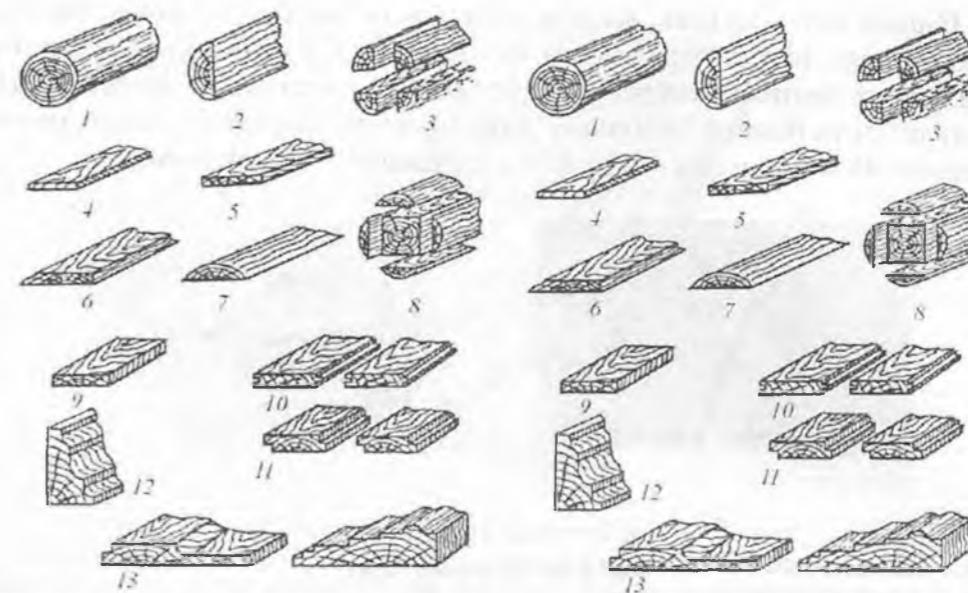


Рис. 8.9. Види пиломатеріалів:

1 — будівельна колода; 2 — пластина; 3 — чвертки; 4, 5 — обрізані дошки; 6 — необрізна дошка; 7 — обапів; 8 — брус; 9 — дошка, стругана з чотирьох боків; 10 — шпунтовані дошки з пазом та гребенем; 11 — фальшовані дошки; 12 — плінтус; 13 — налічники

Покрівельні матеріали для тимчасових будівель випускають таких видів: *дрань*, *плитки* дерев'яні та *гонт*. Матеріали для покрівель виготовляють з осики, сосни, ялини, ялиці.

Погонажні вироби та вироби для підлоги. *Деталі дерев'яні профільні* — це підвіконні дошки, поруччя для металевих билиць, дошки для покриття підлог та ін. Для виготовлення струганих виробів застосовують деревину сосни, кедр, ялини, смереки, а для приміщень із вологістю не більше 70% можна використовувати деревину бука, берези, вільхи, тополі та липи. Дошки для покриття підлог виготовляють завтовшки 28...36 мм.

Дерев'яні торцеві шашки виготовляють із деревини хвойних порід, найчастіше із сосни. Шашки укладають без проміжних шарів, безпосередньо на бетон.

До дерев'яних деталей для влаштування паркетних покриттів належать штучний паркет, паркетні дошки і щити, мозаїчний паркет. Для виробництва паркету використовують цінні породи деревини з високою твердістю (дуб, бук, горіх, ясен, каштан, модрина).

Паркет штучний (рис. 8.10) складається із паркетних планок, які, залежно від профілю ребер, поділяються на типи: П1 — планки з гребенями і пазами на протилежних ребрах і торцях, П2 — планки з гребенем на одному ребрі та пазами на іншому ребрі і торцях. Паркетні планки мають товщину 48 мм, ширину — 20...50 мм і довжину — 100...400 мм.



Рис. 8.10. Штучний паркет

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

Паркетні дошки — це тришарова конструкція з паркетних планок, наклеєних за певним малюнком на основу (рис. 8.11). На ребрах і торцях є пази та гребені для з'єднання паркетних дошок між собою, причому пази середнього шару розташовані перпендикулярно волокнам деревини нижнього шару, що підвищує міцність і стійкість паркетних дошок до зміни температури та вологості. Паркетні дошки відрізняються зносостійкістю; тривалим терміном експлуатації (до 25 років); забезпечують термо- та звукоізоляцію, опір деформаціям і механічним пошкодженням; не потребують особливого догляду. Призначені для влаштування підлог у житлових будинках.

Паркетні щити спочатку застосовували при наборі художнього паркету з різних порід деревини, а зараз використовують переважно для влаштування підлог у житлових і громадських будівлях. Вони мають такі розміри: 400×400; 500×500; 600×600; 800×800 мм. Товщина щита може бути 22; 25; 28; 30; 32 і 40 мм. Вологість деревини готової продукції повинна становити $9 \pm 2\%$. Щит складається з паркетних планок, квадратів шпону або фанерної облицювальної плити, наклеєних за певним візерунком на основу.



Рис. 8.11. Будова паркетної дошки:

1 — декілька шарів лака; 2 — верхній шар із деревини твердих порід із волокном уздовж довжини дошки; 3 — шпунт; 4 — паз; 5 — середній шар із соснових або ялинових рейок; 6 — нижній шар із волокном уздовж довжини дошки з фанери

Залежно від конструкції основи, паркетні щити поділяють на типи: ПЩ1 — з рамковою основою у вигляді обв'язки, кутові типові з'єднання якої виконують на клею, та рейок заповнення, що закріплені у пазах брусків обв'язки; ПЩ2 — з рейковою основою, облицьованою з обох боків лушеним шпоном; ПЩ3 — з основою з деревностружкової плити, облицьованої з двох боків лушеним шпоном або з основою з цементостружкової плити; ПЩ4 — з основою із двох склеєних між собою шарів рейок, укладених у взаємно перпендикулярних напрямках. Залежно від виду лицевого покриття, виготовляють щити: П — облицьовані паркетними планками; Ш — облицьовані квадратами струганого або лушеного шпону; Ф — облицьовані квадратами фанерної облицювальної плити. Залежно від породи та якості деревини лицевого покриття, щити поділяють на марки А і Б.

Щити паркетні художні призначені для покриття підлог раритетних будівель. Це двошарова дерев'яна основа з лицевим покриттям із паркетних планок, наклеєних на основу у вигляді квадратних елементів, які розташовані у шаховому порядку. Лицьове покриття щитів набирають не менше ніж із трьох різних порід деревини. Вони мають такі розміри: 400×400; 500×500; 600×600; 800×800 мм. Товщина щита може бути 22; 25; 28; 30; 32 і 40 мм. Вологість деревини готової продукції повинна становити $9 \pm 2\%$. (рис. 8.12).

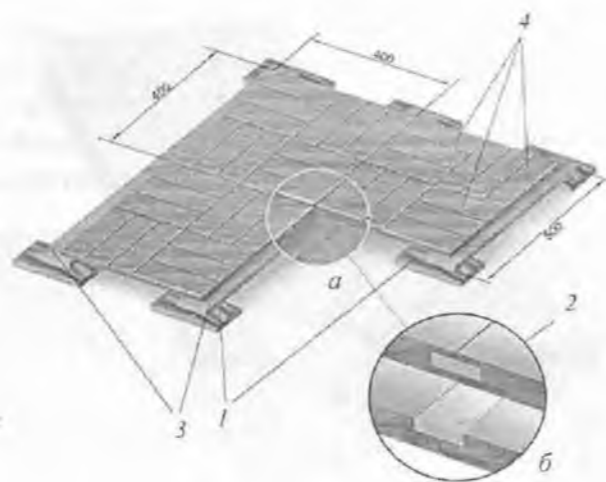


Рис. 8.12. Схема кріплення паркетного щита (розміри в мм):
1 — прокладки; 2 — способи з'єднання паркетних щитів; 3 — лаги, 4 — паркетні щити; а — з'єднання паркету типу «шип-паз»; б — з'єднання паркету типу «паз — вставна рейка — паз»

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

Розміри щитів мозаїчного паркету 400×400; 480×480; 520×520; 600×600; 650×650 мм. Планки, з яких набирають щити, можуть мати довжину 100...200 мм і ширину 20...45 мм. Товщина планок з деревини твердих листяних порід становить 8 мм, а з сосни та модрина — 12 мм.

Покриття з пробкової деревини за конструкцією поділяють на покриття, призначені для приклеювання плитки на основу по всій площі підлоги та покриття типу «плаваюча підлога», панелі якої не приклеюються до основи, а з'єднані між собою так само, як паркетні дошки або ламінат. Схема будови пробкового покриття наведена на рис. 8.13.

Покриття, «здатні до приклеювання», виготовляють у вигляді плиток різних розмірів (300×300; 450×150; 450×450; 600×300 мм). Їх товщина буває 3; 4 і 6 мм.

«Плаваюча» підлога — це спеціальні пластини розмірами 900×185 мм і товщиною від 9 до 13 мм. Такі дошки складаються за принципом «сендвіча»: жорстка несуча основа товщиною 4...6 мм із ДВП плити середньою густиною 650...850 кг/м³ або плити з густиною понад 850 кг/м³, яка зверху покрита шаром пресованої пробки товщиною 2...4 мм, а знизу — тонким

шаром (2 мм) деревини або пробки. «Плаваючу» підлогу не кріплять до основи, а збирають як мозаїку, тобто стики пластин склеюють водостійким клеєм ПВА способом «шип-паз».

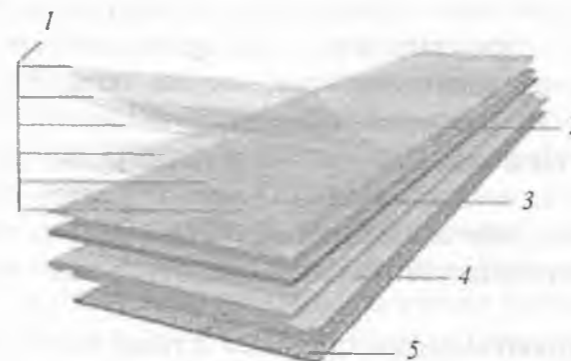


Рис. 8.13. Будова пробкового покриття:
1 — шість шарів лаку; 2 — облицювальний шар; 3 — гнучкий захисний шар пробки; 4 — несучий шар (основа) з деревно-волоконистої плити із замком; 5 — шар із інтегрованої пробкової підкладки

Пробкові покриття для підлоги відрізняються високою міцністю, твердістю, стійкістю до стирання, ударо- та вологостійкістю, еластичністю, високими тепло-, звукоізоляційними і звукопоглинальними властивостями, здатністю приймати первісну форму після впливу точкових навантажень.

Облицювальні матеріали та виробы. Пробкові покриття для стін. Для внутрішнього оформлення приміщень використовуються плитки з гладкою або шорсткою поверхнею (300×600×3 мм), панелі, листи, рулони (1000×100×2 мм) з агломерованої пробки, що покрита декоративним пробковим шпоном, і шпалери з тонкого шару пробки на паперовій основі (5500×760×2 мм). Пробкові настінні листи бувають одно- та двошаровими. Основний шар двошарових листів іноді фарбують, а на нього цільним шаром напресовують шпон із натуральної пробки. Пробкові панелі можуть бути шліфовані, вкриті воском або лаком.

Пробкові покриття для стін відрізняються декоративністю; не вимагають спеціального догляду, оскільки вони є антистатиками і легко відштовхують пил; добре миються; практично не вбирають запахи та стійкі до дії хімічних речовин; не схильні до старіння; мають добрі акустичні, тепло-, звукоізоляційні і радіаційнозахисні властивості.

Галузь застосування пробкових покриттів — оздоблення стін та підлоги аеропортів, супермаркетів, готелів, офісів, лікарень, дитячих садків.

Технічна пробка випускається у вигляді плиток і панелей розмірами 300×300; 450×150; 600×300; 450×450 мм без декоративного шару. Для її виготовлення використовують пресовану, подрібнену кору пробкового дуба, що склеюється суберином — речовиною, що входить до складу пробки. Технічна пробка випускається в рулонах, пластинах і гранулах. Це легкий, конструкційно-теплоізоляційний, хімічно інертний, стійкий до дії ультрафіолетового випромінювання, не схильний до гниття матеріал. Використовують як підкладку під «плаваючу підлогу», щитовий паркет, лінолеум, як тепло- та звукоізоляційний матеріал у бетонних перекриттях, студіях звукозапису, домашніх кінотеатрах, музичних кімнатах, спальних приміщеннях, при влаштуванні теплої підлоги, а також фасадів, дахів, стель і стін.

Фанера — листовий матеріал, склеєний із трьох та більше шарів лущеного шпону (тонкого шару деревини). Зовнішні шари шпону називають сорочками, внутрішні — серединками. Розрізняють лицьову та зворотню сорочки. Зовнішня сторона фанери може бути шліфованою або ламінованою (покритаю плівками) (рис. 8.14, а, б). Листи шпону розміщують так, щоб напрями волокон у суміжних шарах були взаємно перпендикулярними. При отриманні фанери число шарів шпону є непарне: 3; 5; 7; 9 та ін. Така будова фанери зумовлює майже однакову міцність в усіх напрямках, незначне короблення, гнучкість. Товщина фанери може бути 1,5...18 мм; розміри листа — до 1525×2400 мм.

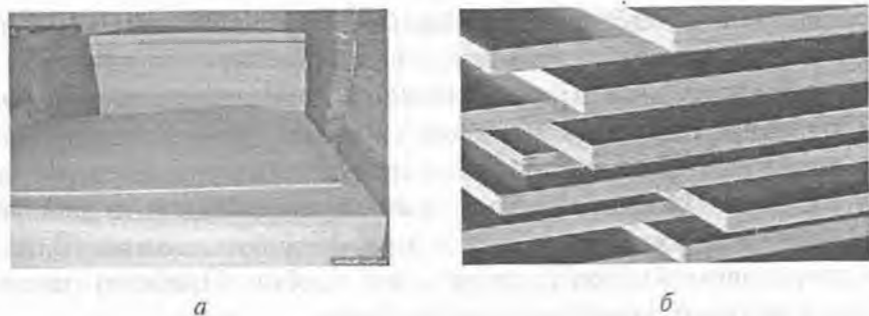


Рис. 8.14. Різновиди фанери:
а — шліфованої, б — ламінованої

Шпон — тонкий листовий деревний матеріал. Він буває струганим і лущеним (рис. 8.15). *Струганий шпон* — це тонкі листи деревини, які отримують струганням бруса поперек волокон на шпонустругальних верстатах. Його виготовляють із деревини листяних (берези, каштана, клена,

червоного дерева, дуба, ясеня) та хвойних порід (модрини, сосни). Залежно від текстури деревини, шпон поділяють на види: радіальний, напіврадіальний, тангенціальний, тангенціально-торцевий. Ширина шпону листяних і хвойних порід для першого сорту — не менше 120 мм, для другого — не менше 60 мм; довжина для першого сорту — не менше 900 мм, для другого — не менше 400 мм. Товщина шпону становить 0,4...1 мм. Вологість повинна бути $8 \pm 2\%$. Застосовують струганий шпон при виготовленні клеєних і гнотоклеєних деталей, меблів, для облицювання фанери та плит різного призначення.

Лущений шпон — це тонкий шар деревини заданої товщини у вигляді стрічки, отриманої при лущенні циліндричного відрізка деревини на лущильних верстатах. Його виготовляють із деревини берези, вільхи, клена, дуба, ясеня, бука, тополі, сосни, ялини, кедра. Стрічку шпону, яку отримують у результаті лущення, розрізають спеціальними ножицями на листи заданого формату, які потім сушать, обрізають, сортують і укладають в стопи на зберігання. Залежно від якості деревини, обробки та призначення, шпон поділяють на вісім сортів (А, АВ, В, ВВ, С, перший, другий і третій). Лущений шпон виготовляють товщиною — 0,35; 0,55; 0,75; 0,95; 1,15; 1,5...4 мм; шириною — 150...700 мм, 700...2500 мм; довжиною — 800...2500 мм. Застосовують такий шпон для облицювання поверхонь виробів з деревини та виготовлення клеєної шаруватої деревини. Випускають також хвилястий шпон, який отримують при лущенні або струганні ножом, лезо якого має хвилястий профіль.

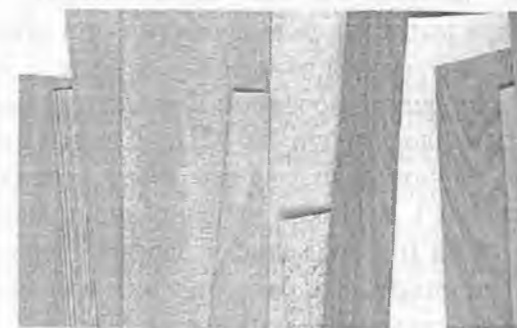


Рис. 8.15. Різновиди шпону з декоративних порід деревини

Клеєну фанеру виготовляють із деревини листяних і хвойних порід: берези, сосни, бука, вільхи тощо. Її товщина становить 4...40 мм, міцність при згині — 40...70 МПа, середня густина — 600...900 кг/м³; міцність при згині пресованої клеєної фанери — 130 МПа, середня густина — 1300 кг/м³.

Залежно від водостійкості застосованого клею, розрізняють фанеру підвищеної (на фенолформальдегідному клеї), середньої (відповідно на карбамідному й альбуминказеїновому клеях) та обмеженої водостійкості (на казеїновому клеї). Фанеру підвищеної водостійкості використовують для облицювання зовнішніх стін і виготовлення опалубки; фанеру середньої та обмеженої водостійкості — для влаштування внутрішніх перегородок, облицювання стін і стель приміщень.

Декоративну клеєну фанеру виготовляють із березового, вільхового або липового шпону й опоряджують з одного або двох боків полімерними плівками або струганим шпоном із цінних порід дерева (дуба, груші тощо); застосовують для внутрішнього облицювання стін, перегородок, виготовлення вбудованих меблів та ін.

Полімермодифікована деревина — композиційний матеріал, який отримують об'ємним просоченням малоцінних, несортних порід деревини (вільха, тополя, осика, береза) синтетичними рідкими мономерами або олігомерами з подальшою полімеризацією під впливом зовнішнього джерела енергії. Окрім збереження структури натуральної деревини, полімермодифікована деревина, відрізняється міцністю, твердістю, водо- та хімічною стійкістю. Технологія модифікації деревини передбачає два процеси: просочення деревини олігомерами або мономерами та їх отвердження. Для модифікації деревини застосовуються полімери (фенол-формальдегідні, резорцин-формальдегідні, сечовиноформальдегідні, меламін-формальдегідні, карбамідні, кремнійорганічні, фуранові, ненасичені полієфіри, поліакрили) та мономері (стирол, метилметакрилат, акрилонітрил). При просоченні деревини метилметакрилатом міцність деревини при стиску вздовж волокон зростає в 3 рази; поперек волокон — у 4...6 разів, а її стираність знижується вдвічі. При просоченні деревини фенолспиртами (до 50...55%) її міцність зростає у 3 рази, досягаючи 180 МПа. Спеціально розроблені барвники та добавки, що вводять до складу мономера, дозволяють отримувати деревину різних кольорів і відтінків: червоно-коричневий (сандал, палісандр), темно-коричневий (горіх), мідно-червоний (червоне дерево), чорний (морений дуб). Порівняльна характеристика властивостей натуральної та модифікованої деревини наведена в табл. 8.1.

Основні властивості деревини, модифікованої полімерами, відкривають такі напрями її використання: високоякісний паркет, віконні рами, входні дверні блоки; меблі і обладнання для офісів; облицювальні панелі; елементи будівельних конструкцій; конструкції для сільськогосподарських та хімічних виробництв; вироби, що працюють у суворих кліматичних умовах і агресивних середовищах; корабельне оснащення та декорування яхт;

обладнання для лазень, спортивних залів; реставрація архітектурних пам'яток і предметів старовини.

Таблиця 8.1

Порівняльна характеристика властивостей натуральної та модифікованої деревини

Властивості деревини певної породи	Береза		Осика	
	вихідна	модифікована	вихідна	модифікована
Середня густина, г/см ³	0,63	0,9...1,2	0,47	0,89...1,2
Твердість торцева, МПа	40...48	120...180	25...30	110...160
Міцність при згині, МПа	80...100	200...260	70...80	160...200
Міцність при стиску, МПа	45...55	100...130	30...40	100...120
Ударна в'язкість, кДж/м ³	70...80	120...260	70...80	120...220
Зносостійкість при стиранні, мм	0,5...0,6	0,2	1,2	0,3...0,4
Водопоглинання, %	70...80	3...6	70...95	3...6

Термомодифікована деревина — матеріал, який отримують за спеціальною технологією термічної обробки таких порід деревини, як береза, бук, дуба, ялина, липа, модрина, вільха, сосна, ясен. Відомі чотири способи термічної обробки деревини: одностадійна обробка водяною парою при температурі 150...200°C (вміст кисню в повітрі до 3,5%); багатостадійна обробка «волога-тепло-тиск» насиченою парою або водою (процес варіння) при температурі 160...190°C (150...200°C); обробка в гарячому маслі та нагрівання до температури 180...220°C; обробка в середовищі інертних газів (замість водяної пари або олії деревину обробляють в середовищі азоту з вмістом кисню до 2% при підвищеному тиску). Відмітною рисою всіх вищезазначених способів є кінцеве поступове охолодження та зволоження матеріалу до вологості, при якій здійснюється експлуатація матеріалу.

Термомодифікована деревина відрізняється стабільністю розмірів, низьким водопоглинанням, низькою теплопровідністю, підвищеними міцнісними показниками, стійкістю до впливу факторів зовнішнього середовища, порівняно з немодифікованою. Для виробів з такої деревини характерне потемніння природних кольорів (колір змінюється від світло-до темно-коричневого) (рис. 8.16). Властивості термомодифікованої деревини можна змінювати залежно від температури та тривалості обробки, тиску і виду середовища, а також від породи та початкової вологості деревини. Але при цьому необхідно враховувати, що покращення одних влас-

тивостей може викликати погіршення інших. Модифікована деревина має такі напрями застосування: зовнішнє і внутрішнє облицювання будинків; виробництво вікон, дверей, терас, парканів; теплоізоляція стін; садові меблі; елементи будівельних конструкцій; малі архітектурні форми; покриття для підлоги; зміцнення водних шляхів.

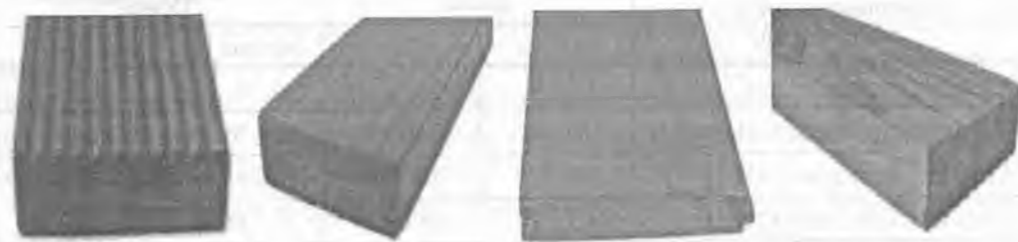


Рис. 8.16. Різновиди термомодифікованої деревини

Вироби на основі відходів переробки деревини. *Паркетит* — матеріал у вигляді двошарових плиток, основу яких виготовляють із тирси та верстатної стружки, змішаних із зв'язуючими, а облицювальний шар виготовляють зі шпону листяних порід (береза, осика, вільха, тополя), просоченого або модифікованого синтетичними полімерами.

Ламінат (від лат. lamina — шаруватий) є багатошаровою конструкцією, яка складається із лицьового декоративного шару (паперопласту), отриманого гарячим пресуванням декількох шарів паперу, просочених меламінформальдегідною смолою; несучого шару (основи), як правило, із твердої деревноволокнистої плити; компенсуючого шару — паперопласту із 2...3 шарів крафт-паперу (рис. 8.17). Ламінат має форму дошки довжиною — 1200...1300 мм, шириною — 190...200 мм та товщиною — 7...8 мм, візерунок поверхні імітує натуральну деревину, іноді природне каміння або керамічну плитку. Для виготовлення ламінатних покриттів використовують спеціальні прес-камери, які гарантують термостатичне пресування протягом декількох годин при температурі більше 150°C. За цей час відбувається полімеризація смоли з утворенням покриття з високими механічними властивостями. Ламіновані покриття відрізняються абразивною стійкістю; антистатичністю; здатністю витримувати стиск при довготривалому навантаженні; швидкістю та простотою укладання; придатністю для монтажу системи опалення в підлозі.



Рис. 8.17. Будова ламінату:

1 — спеціальний високоміцний шар із акрилової або меламінової смоли; 2 — лицьовий декоративний шар; 3 — спеціальна вологостійка піна; 4 — несучий шар (основа) з деревноволокнистої плити; 5 — шар із вологостійкого паперу

Деревношаруваті пластики (ДШП) — листи (товщиною до 15 мм) або плити (товщиною понад 15 мм), виготовлені з тонкого луценого березового шпону, просоченого та склеєного полімерами резольного типу. Деревні пластики відрізняються від фанери тим, що мають більшу середню густину та вищі фізико-механічні характеристики. Шпон просочують полімерним розчином в автоклавах при тиску 0,4...0,5 МПа; сушать; збирають у пакети; пресують на багатоповерхових гідравлічних пресах при тиску 15...16 МПа й температурі 140...150°C. Властивості ДШП: середня густина — 1300 кг/м³; міцність при стиску — 100...180 МПа, при згині — 150...280 МПа, при розтягу — 140...280 МПа; ударна в'язкість — 25...80 кДж/м²; водопоглинання за 24 год — не більше 5%. Їх використовують для облицювання внутрішніх приміщень громадських і адміністративних будівель та як конструкційний матеріал.

Декоративний паперово-шаруватий пластик (ДПШП) — листовий оздоблювальний матеріал, який отримують методом гарячого пресування спеціальних видів паперу, просочених синтетичними термореактивними зв'язуючими (фенолальдегідними, карбамідними та їх композиціями) (рис. 8.18). Зазвичай його декорують однотонним або різнокольоровим друкованим малюнком. Довжина листів пластику — 400...3000 мм, ширина — 400...1600 мм, товщина — 1,0; 1,3; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0 м. Нині виготовляють ламінований пластик безперервного пресування у вигляді рулонів однієї товщини (середнього тиску (CPL)) та листів різної товщини (високого тиску (HPL)); останній є більш міцним і довговічним. Виготовляють

такі види пластику HPL: *декоративний* (конструкційний) товщиною 0,8...25 мм — для оздоблення приміщень та виготовлення деталей інтер'єру (перегородок, душових кабін); *важкоспалимий* (класу Г1) з добавкою антипірену товщиною 0,8...25 мм у вигляді панелей — для внутрішнього оздоблення приміщень, а також кабін транспортних засобів (вагони залізниці, метро, автобусів), як меблевий матеріал для виготовлення торговельного, виставкового обладнання; *постформінг* (із здатністю надання форми після додаткового розігрівання заготовки) товщиною 0,6 мм — для виробництва будівельних конструкцій і деталей меблів складної конфігурації (стілники, фасади стійок); *фасадний* (клас Г1) товщиною 8...12 мм, який є різновидом фасадних панелей для оздоблення фасадів; *бекінг* товщиною до 0,8 мм — для виробництва меблів, торгового та виставкового обладнання як баланс для компенсації напружень і захисту від проникнення вологи. Сучасні пластики складаються на 70% із целюлози та на 30% зі смоли, вони характеризуються зносо-, вологостійкістю, стійкістю до впливу хімічних речовин і до дії ультрафіолетового випромінювання, відрізняються високими механічними властивостями. Широка гама кольорів і текстур (глянсова, напівматово (стандартна), структурна (шагрень), які імітують природний камінь та деревину, дозволяє гармонічно поєднує пластики у будь-яких елементах інтер'єру. Для додаткового захисту поверхню пластика можна покривати захисним шаром. Завдяки таким властивостям пластики використовують у виробництві меблів різного призначення, торговельного обладнання, у суднобудівництві, вагонубудівництві, оздобленні житлових, службових і громадських приміщень, ліфтобудуванні та ін. Найчастіше застосовують для облицювання меблів, стін приміщень із значною інтенсивністю експлуатації (вестибюлі, коридори, аудиторії); для оздоблення ванних кімнат, лабораторій (завдяки водостійкості і гігієнічності).

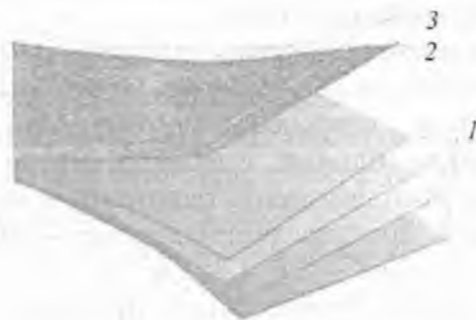


Рис. 8.18. Будова декоративного паперово-шаруватого пластику: 1 — картонний крафт-папір; 2 — декоративний папір; 3 — захисний шар

Деревностружкові плити (ДСП) виготовляють гарячим пресуванням деревних стружок із полімерними зв'язуючими речовинами (рис. 8.19, а). Згідно з нормативними документами, плити поділяють: за фізико-механічними показниками — на марки П-А і П-Б; за якістю поверхні — на 1-й і 2-й сорти; за видом поверхні — зі звичайною та дрібноструктурною (Д) поверхнею; за ступенем обробки поверхні — на шліфовані (Ш) і нешліфовані; за гідрофобними властивостями — із звичайною та підвищеною (У) водостійкістю; за вмістом формальдегіду — на класи емісії Е1, Е2, Е3. Товщина плит зазвичай становить 1...2,5 см; середня густина — в межах 500...800 кг/м³; границя міцності при розтягу — 0,3 МПа, при згині — 13...22 МПа; розбухання по товщині — 14...25%. Перевагами ДСП є висока міцність, однорідність структури, вологостійкість, легкість в обробці. Плити доцільно використовувати для внутрішнього оздоблення стін; як основу під килимові та лінолеумні покриття, а також для надання декоративного ефекту приміщенню.

Орієнтовано-стружкові плити (ОСП) — щільна тришарова деревна плита, яку виготовляють методом гарячого пресування великорозмірної (3...8 см) тонкої стружки хвойних порід, змішаної зі зв'язуючим матеріалом, із наступним шліфуванням розрізаного полотна плити (рис. 8.19, б). Кожен шар проклеюють водостійкими смолами та пресують під дією високого тиску і температури. Плити є водостійкими, для плит густиною 650...720 кг/м³ границя міцності при статичному вигині становить 40...50 МПа, в поздовжньому та поперечному напрямі — 20...25 МПа. Їх доцільно використовувати у каркасному житловому та промисловому будівництві; для облицювання зовнішніх і внутрішніх стін, мансард, дахів; при виготовленні стінових панелей, меблів тощо.

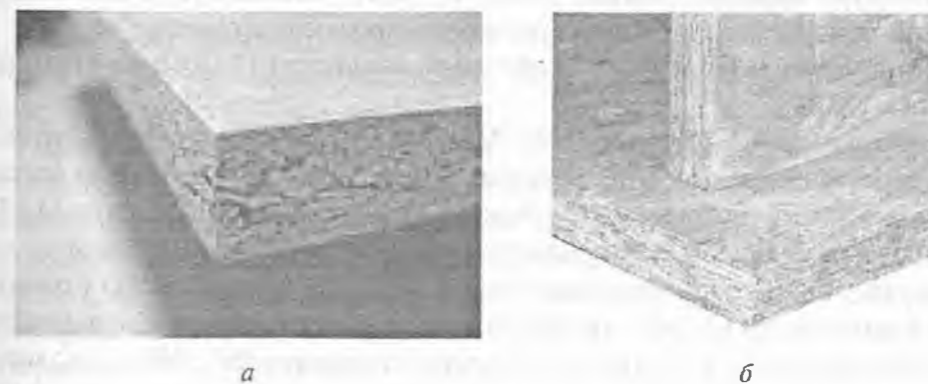


Рис. 8.19. Деревностружкова (а) та орієнтовано-стружкова плити (б)

Деревноволокнисті плити (ДВП) виготовляють гарячим пресуванням волокнистої маси, яка складається з органічних, переважно целюлозних, волокон, води, наповнювачів, синтетичних полімерів і деяких спеціальних добавок. Сировиною є відходи деревообробних виробництв. Залежно від тиску при пресуванні та виду подальшої обробки, деревноволокнисті плити поділяють на надтверді, тверді, напівтверді та м'які, а за призначенням — на ізоляційно-опоряджувальні та ізоляційні. Залежно від границі міцності при згині, тверді та надтверді плити виготовляють марок: Т-350; Т-400; НТ-500 (літери означають вид плит: Т — тверді, НТ — надтверді, а цифри відповідають мінімальній границі міцності при згині в кгс/см²). М'які плити за густиною поділяють на марки: М-1, М-2, М-3. Середня густина для м'яких плит становить 250...400 кг/м³, для напівтвердих — 401...850 кг/м³, для твердих — 851...950 кг/м³, для надтвердих — більше 950 кг/м³; коефіцієнт теплопровідності становить 0,06; 0,1; 0,18; 0,24 Вт/(м·К) відповідно; границя міцності при згині — не менше 1,2; 15; 40; 50 МПа відповідно. Міцність плит при розтягу в 1,5 разу менше міцності при згині. Пористість, залежно від тиску пресування, може досягати 80%. Тверді плити застосовують для внутрішнього оздоблення будівель; облицювання салонів літаків і кают пароплавів; для влаштування перегородок, стель, настилення підлог; для виготовлення дверних полотен і вбудованих меблів; надтверді плити використовують для покриття підлог.

Деревноволокнисті плити з лакофарбовим покриттям (матовим або глянсовим) мають більшу водостійкість та служать опоряджувальним матеріалом при будівництві житлових і громадських будівель, для виготовлення полотен дверей та інших виробів. *Оздоблювальні деревноволокнисті плити* облицюють синтетичною плівкою з прокладкою текстурного паперу під колір і текстуру деревини цінних порід. Ці плити застосовують для облицювання стін та стель у медичних установах, продуктових магазинах.

Різновидами ДВП є плити середньої щільності (МДФ) та високої щільності (ХДФ).

Плити середньої щільності МДФ (Medium Density Fiberboard) виготовляють змішуванням деревних волокон та полімерних матеріалів із подальшим пресуванням під високим тиском. Від звичайної ДВП плити МДФ відрізняються більш щільною поверхнею; вологостійкістю, стійкістю до набухання у воді; кращими показниками міцності; однорідністю і рівномірним розподілом волокон по всій товщині; можливістю ламінування та нанесення малюнка. Середня густина плит становить 750...850 кг/м³; міцність при згині — 22 МПа. Їх використовують як внутрішні та зовнішні панелі; при виробництві меблів; як основу при виготовленні паркету.

Плити високої щільності ХДФ (High Density Fiberboard) — тонкий листовий матеріал, отриманий методом гарячого пресування при високому тиску подрібнених деревних волокон із полімерними зв'язуючими речовинами (рис. 8.20, а). Плити ХДФ однорідні за своєю структурою; характеризуються щільною і твердою поверхнею; стабільністю розмірів; високими показниками міцності при відносно невеликій товщині листа та легко піддаються обробці. Середня густина плит становить від 850 до 1050 кг/м³; мінімальна міцність при згині — 45 МПа. Розрізняють шліфовані, декоративні та перфоровані плити ХДФ (рис. 8.20). Їх застосовують для виготовлення підвісних стель; оздоблення стін у житлових приміщеннях; як декоративні вставки для м'яких і корпусних меблів; в якості офісних перегородок та звукоізоляційного матеріалу тощо.

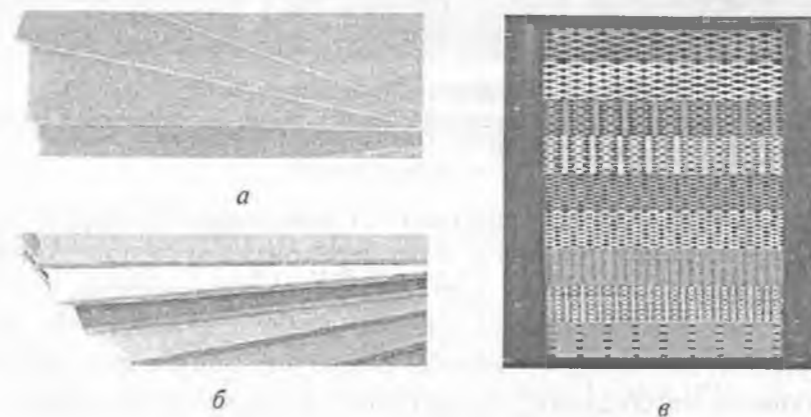


Рис. 8.20. Різновиди плит високої щільності ХДФ: шліфована (а); декоративна (б) та перфорована (в)

Плити середньої щільності МДФ та високої щільності ХДФ використовують для виготовлення дверей, полотно їх у розрізі зображено на рис. 8.21.

Цементностружкові плити (рис. 8.22) виготовляють пресуванням суміші деревної стружки, портландцементу, хімічних добавок (наприклад, рідинного скла) та води. Як сировину для виробництва плит використовують деревину хвойних і листяних порід. Їх випускають двох марок: ЦСП-1, ЦСП-2. Довжина плит — 3200 і 3600 мм, ширина — 1200 і 1250 мм, товщина — 8...40 мм. Середня густина плит становить 1100...1400 кг/м³; твердість — 9...12 МПа; вони водостійкі (водопоглинання не більше 16%), морозо- та біостійкі; клас за вогнестійкістю — Г1; добре обробляються інструментом; мають високу механічну міцність при стиску.

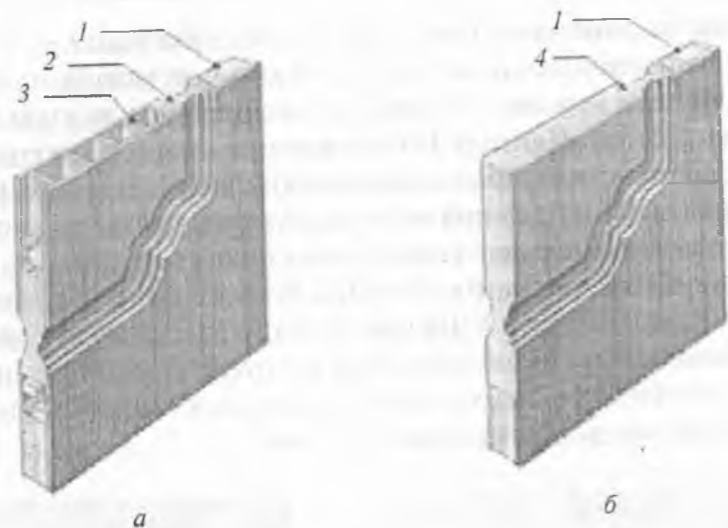


Рис. 8.21. Розрізи полотна дверей (а, б):
1 — сосновий брус; 2 — плита середньої щільності МДФ; 3 — стільники з МДФ;
4 — плита високої щільності ХДФ

Їх застосовують для внутрішнього та зовнішнього оздоблення стін; при виготовленні плит покриттів, плит перекриттів малоповерхових будівель; облицювання каркасних перегородок, підвісних стель, санітарно-технічних кабін, екранів, огорож, елементів підлог, столярно-будівельних виробів. Плити, які використовуються в середині приміщень, покривають лакофарбовими матеріалами, декоративними плівками, шпалерами.

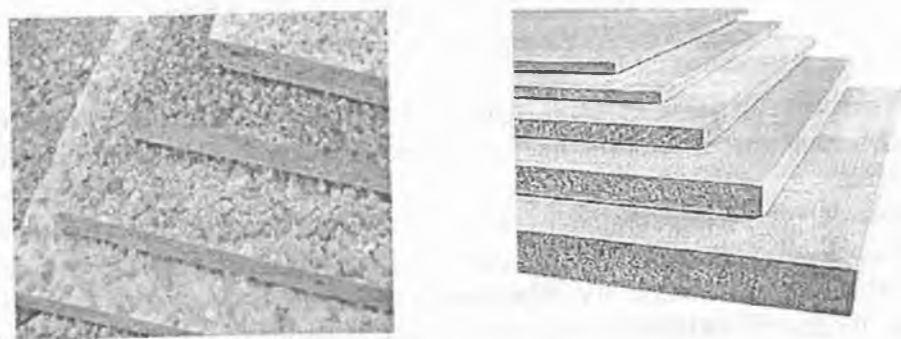


Рис. 8.22. Цементностружкові плити

Арболіт — різновид легкого бетону на основі мінеральних в'язучих речовин і заповнювачів, отриманих із деревних відходів після спеціальної обробки їх мінералізатором (рис. 8.23, а, б). Відходи лісопильного та дере-

вообробного виробництв (деревина сосни, ялини, ялиці, берези, вільхи, бука, дуба) переробляють на шепу, а потім на коротку стружку. Заповнювач із деревини надає арболіту легкості, обумовлює тепло- та звукоізоляційні властивості, повітропроникність, а мінеральна в'язуча речовина — міцності, вогне- та біостійкості. Арболіт поділяють на класи: В 0,35...В1,0 (теплоізоляційний) та В 1,5...В3,5 (конструкційно-теплоізоляційний).



Рис. 8.23. Блоки (а) й плити (б) та будівництво стін малоповерхової будівлі з арболіту (в)

Середня густина арболіту становить 400...850 кг/м³; коефіцієнт теплопровідності — 0,08...0,17 Вт/(м·К); марки за морозостійкістю — F15...F50; коефіцієнт звукопоглинання — 0,17...0,6 (при частотах звуку 125...2000 Гц). Його використовують для будівництва котеджів і малоповерхових будівель при зведенні перекриттів, стін та перегородок (рис. 8.23, в) як конструкційний, тепло- і звукоізоляційний матеріал.

Фіброліт одержують із тонкої деревної стружки (вовни) хвойних порід та портландцементу (рис. 8.24, а-г). Довжина стружки 1...5 мм, а товщина 0,2...0,5 мм. Плити з фіброліту випускають таких розмірів: довжина — 240 і 300 см, ширина — 60 і 120 см, товщина — 3...15 см.

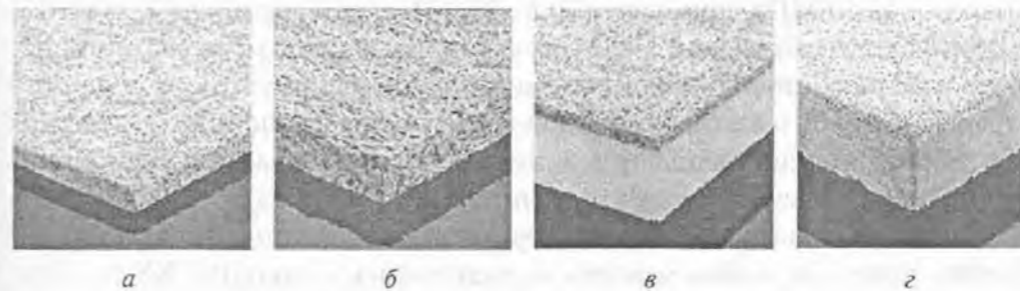


Рис. 8.24. Види фібролітових плит:
звичайна (а); акустична (б); композитна (в) та високої щільності (г)

За густиною їх ділять на марки Ф-300 (теплоізоляційний) та Ф-400, Ф-500 (конструкційно-теплоізоляційний). Коефіцієнт теплопровідності фіброліту становить 0,08...0,1 Вт/(м·К); він пористий, водостійкий (водопоглинання не більше 35...45%), міцний, вогнестійкий, добре піддається обробці (свердлінню, різанню, вбиванню в нього шурупів та цвяхів).

Магнезіальний фіброліт отримують шляхом формування та наступного висушування суміші каустичного магнезиту або доломіту, які змішані водним розчином хлористого або сірчаноокислого магнію з тонкою деревною стружкою (вовною). Товщина стружки зазвичай становить 0,3...0,5 мм, довжина — 2...3 мм, використовують також стрічковидну стружку довжиною 25...30 см, отриману на спеціальному різальному обладнанні з м'якої деревини — ялини, сосни, тополі та ін.

Середня густина плит різної товщини (4...50 мм) становить 300...1400 кг/м³; коефіцієнт теплопровідності — 0,09...0,24 Вт/(м·К); коефіцієнт звукопоглинання — 0,2...0,46 (у діапазоні частот 1000 Гц); звукоізоляція — 20...23 Дб. Порівняно з цементним фібролітом, міцність та біостійкість магнезіального фіброліту вища, водночас недоліками цього матеріалу є підвищена гігроскопічність і низька водостійкість.

Фіброліт використовують у будівництві як конструкційний, тепло- і звукоізоляційний матеріал; як незнімну опалубку при зведенні стін, при влаштуванні перекриттів, перегородок у дерев'яно-каркасному та монолітному житловому будівництві, для облицювання стель, стін і влаштування підлог.

Ксилоліт одержують в результаті твердіння суміші, що складається з магнезіальної в'язучої речовини та деревної тирси, змішаної розчином хлориду або сульфату магнію (густиною 1,14...1,24 г/см³), та пігментів. Він має такі технічні характеристики: середню густина — 900...1550 кг/м³; коефіцієнт теплопровідності — 0,2...0,5 Вт/(м·К); границю міцності при стиску — 5...50 МПа, при згині — 0,5...2,0 МПа, при розтягу — 2...6 МПа.

Ксилоліт відрізняється достатньою твердістю, зносо-, кислотостійкістю, вогнетривкістю, гігієнічністю, можливістю різноманітного колірною забарвлення. Його застосовують для влаштування безшовних монолітних або збірних покриттів підлоги у житлових, громадських і виробничих приміщеннях (із сухим режимом експлуатації) (рис. 8.25).

Біокомпозити на основі відходів деревини. Виробництво будівельних деревних пластиків — *біокомпозитів* — розпочалось наприкінці ХХ ст. Воно передбачає широке залучення біотехнологій, що обумовлюють інтегроване використання біохімії, мікробіології та інженерних наук.



Рис. 8.25. Різновиди безшовних підлог із ксилоліту

В якості зв'язуючих при отриманні біокомпозитів використовують природні склеювальні речовини. Основними компонентами, які присутні в деревині, є три натуральні полімери — целюлоза, геміцелюлоза і лігнін.

Лігнін у деревині виконує функцію зв'язуючої речовини (матриця), а целюлоза — армувального компонента. Отримання біокомпозитів полягає в тому, що під впливом тиску і температури подрібнена рослинна сировина набуває здатності до утворення монолітного матеріалу.

Для підвищення ефективності технологічного процесу використовують ферментацію деревини лігнінруйнівними грибами — ксилотрофами. Технологічний процес виробництва біокомпозитів включає наступні етапи: підготовку рослинної сировини, ферментацію лігнінруйнівними грибами, сушіння і дозування деревних частинок, формування «пакета», холодне підпресування, гаряче пресування, фінішну обробку готових плит. Плити товщиною 8...20 мм отримують одно- та тришаровими. Найвищі показники міцності та водостійкості мають біокомпозити з густиною більше 1000 кг/м³.

8.4. Конструкційні матеріали та вироби з деревини

Справжня революція у використанні деревини в архітектурі в ХХ ст. пов'язана з відкриттям водостійких клеїв, які дають можливість отримати будь-яку форму внаслідок удосконалення деревообробної техніки та поліпшення якості самої деревини за допомогою хімічної обробки.

Дерев'яний будинок — ідеальний варіант котеджу. Його безперечними перевагами є міцність, легкість (не знадобиться масивний фундамент), незмінність форми при тривалій експлуатації, здатність добре утримувати тепло, пропускаючи повітря, 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 та ін.; *будинки зі звичайного бруса*; *збірні будинки заводського виготовлення*, які випускають брусовими, каркасно-щитовими та каркасно-обшивними одно- і двоповерховими; *будинки з оциліндрованих колод*.


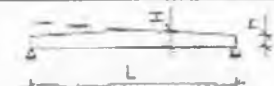
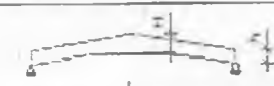
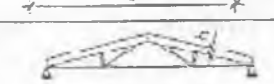
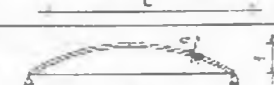
При зведенні *каркасно-щитових будинків* (канадські будинки) заповнення каркаса здійснюється фібролітовими або деревно-волокнистими плитами. При спорудженні *каркасно-обшивного будинку* каркас збирається з брусів (вертикальних стійок, нижньої та верхньої обв'язки). Зовнішні та внутрішні стіни дерев'яних будинків облицьовують під натуральну деревину, обшивають обрізними дошками, сайдингом, азбестоцементними кольоровими плитами.

Зведення *будинків ручної рубки з оциліндрованих колод* у наш час майже не використовується, оскільки відрізняється значною трудомісткістю та тривалістю.


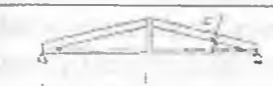

Дерев'яні клеєні конструкції бувають двох видів: несучі та огорожувальні. *Несучі конструкції* багатопарові, тобто склеєні з декількох шарів деревини. До них належать плоскі конструкції (балки, арки, ферми, панелі) та просторові (оболонки, куполи) (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

Номенклатура великопрогонних дерев'яних клеєних конструкцій

Конструктивна схема виробу	Найменування конструкцій	Рекомендована довжина прогону, l, м	Висота, h, мм	Ширина, b, мм
	пряма балка постійного перерізу	до 32	1600	200
	гребенева (двосхила) балка	до 32	1600	200
	односкатна балка-бумеранг	до 32	1600	200
	кроквяна ферма із затяжкою	до 24	1600	200
	клеєна арка із затяжкою	до 60	1600	200

Закінчення табл. 8.2

Конструктивна схема виробу	Найменування конструкцій	Рекомендована довжина прогону, l, м	Висота, h, мм	Ширина, b, мм
	клеєна арка постійного перерізу	до 32	1600	200
	балочна опора із затяжкою	до 60	1600	200
	тришарнірна рама	до 50	1600	200

Іноді їх підсилюють уклеюванням металевої або пластмасової арматури. Для склеювання деревини найкращими є резорцинові, фенольні, карбамідні та полівінілацетатні клеї. Міцність, водостійкість, біо- та вогнестійкість таких конструкцій вищі, ніж аналогічних суцільних дерев'яних конструкцій; вони практично не піддаються всиханню та коробленню.

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

Балки мають різні контури та форми поперечного перетину (рис. 8.26, а). Висота перерізу визначається не менше 1/15 прогону.

Клеєні шпонові балки — конструкції, які виготовляють склеюванням декількох шарів шпону хвойних порід деревини товщиною до 3,2 мм. Ширина балок знаходиться в діапазоні від 100 до 180 см, а товщина — від 2,5 до 25 см. Вони відрізняються високою міцністю, точністю розмірів та прямолінійністю.

Арки — один із найпоширеніших видів клеєних несучих конструкцій; найчастіше застосовують трикутні арки прогоном 12 і 18 м, що складаються з клеєних прямолінійних верхніх поясів і металевої затяжки (рис. 8.26, б).

Рами — несучі конструкції, які найчастіше складаються зі спарених прямокутних елементів перерізом 140×1200 мм (рис. 8.26, в).

За конструктивним виконанням склепіння та куполи поділяють на *суцільні тонкостінні*, утворені шарами дошок або фанери; *ребристі*, що спираються на арки, і *кружально-сітчасті*, що збираються зі стандартних косяків.

Останнім часом запропоновано конструкції просторових покриттів подвійної кривизни з поверхнею параболоїда, еліпсоїда, гіперболоїда, гіперболоїчного параболоїда. Створення таких конструкцій стало можливим завдяки вдосконаленню способів склеювання деревини та використанню модифікованої деревини.

Дерев'яні клеєні конструкції застосовують для будівель громадського призначення (стадіони, льодові палаци, басейни, аквапарки, магазини, виставкові центри); будівель із особливими вимогами до корозійної стійкості, акустики, сейсмостійкості, радіопрозорості; як уніфіковані несучі елементи; деталі малоповерхових будинків, елементи будівельної опалубки; деталі інтер'єру; об'єкти транспортного призначення (мости, залізничні шпали).

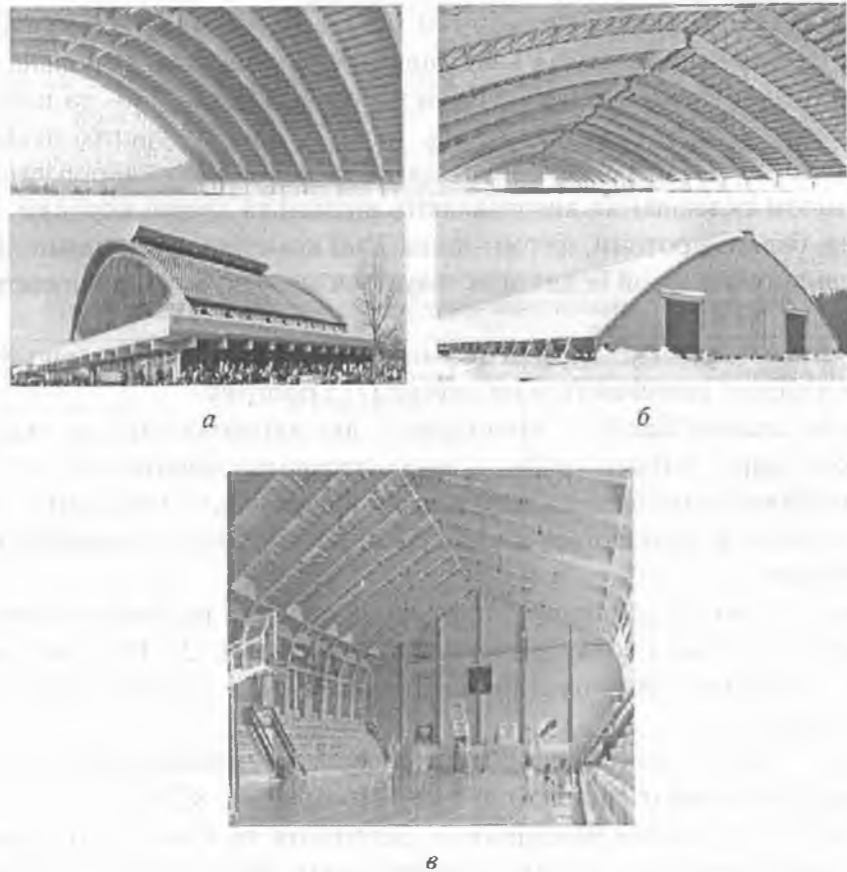


Рис. 8.26. Клеєні несучі конструкції:
а — балки, б — арки, в — рами

В якості *огороджувальних конструкцій* масового застосування виготовляють панелі розмірами 3,0×1,5 м, облицьовані фанерою, та плоскі панелі стін і покриттів розмірами 6,0×1,5 м. Як поздовжні ребра в таких панелях використовують клеєні багатошарові елементи, у тому числі із фанерною хвилястою стінкою, гнуті фанерні швелери тощо.

До клеєних належать тришарові панелі — деревностружкові та деревноволокнисті плити, покриті фанерою, із середнім шаром із пінопласту, що спінюється безпосередньо в порожнині панелі. Для збільшення несучої здатності панелі мають дерев'яний каркас. Використовують як перегородки; панелі багатоповерхових і збірно-розбірних будинків.

8.5. Матеріали та вироби з деревини в екстер'єрі

Дерев'яні панелі «блок-хаус» (Block-House — «захисна споруда») — найсучасніші матеріали, що використовуються для зовнішнього оздоблення будинку. Панелі «блок-хаус» (рис. 8.27) виготовляють із деревини хвойних і листяних порід, які завдяки спеціальній обробці здатні протистояти пересиханню. Виробляють їх шириною 90; 130; 160; 180 мм, довжиною — 3–6 м та використовують для оздоблення як зовнішньої, так і внутрішньої частини будівлі.

Дерев'яний сайдинг — вид облицювання фасаду будівлі, для якого використовуються панелі з деревини (ясен, дуб, кедр тощо), покриті спеціальними покриттями, що частково накладаються одне на одне. Сайдинг — міцний матеріал із низькою теплопровідністю; здатний приховувати нерівності та шорсткості робочої зони, маскувати відкоси; стійкий до впливу атмосферних факторів та ультрафіолетових променів.

Дерев'яні фасадні панелі використовують для влаштування *вентильованого фасаду*: із зовнішнього боку несучих конструкцій на основу (із залізобетону, бетонних блоків або цегли) кріплять несучий каркас, на який навішують дерев'яні панелі, просочені спеціальними речовинами, а між панеллю та основою розміщують шар утеплювача, залишаючи повітряний зазор 40...80 мм (рис. 8.28). Його застосовують при будівництві та реконструкції житлових, адміністративних, громадських і промислових будівель для підвищення їх архітектурної виразності. Для зміни архітектурного вигляду будівлі можна також використовувати вентильований фасад без утеплювача.

Дерев'яна черепиця — покрівельний і фасадний матеріал, виготовлений із порід деревини, які мають велику кількість річних кілець. Часто використовують у вигляді гонту (шинделя) — невеликих дощок, які мають

клиноподібний переріз. Виготовляють гонт із добірної деревини різних порід (сибірська модрина, ялина, дуб, осика, червоний канадський кедр тощо). Характеризується такий матеріал високими естетичними властивостями, легкістю, морозостійкістю, простотою монтажу, терміном експлуатації до 100 років. Застосовується при влаштуванні покрівлі дахів будинків, котеджів, лазень, альтанок, а інколи як фасадний матеріал.



Рис. 8.27. Використання дерев'яних панелей «блок-хаус» для влаштування фасаду



Рис. 8.28. Використання дерев'яних панелей при влаштуванні вентилязованого фасаду

Малі архітектурні форми з деревини. До малих архітектурних форм для ландшафтного дизайну та садово-паркової архітектури, що виготовляється з деревини, належать бесідки, трельяжі, перголи, пілястри, альтанки, садові лавки, шезлонги, колодязі, коромисла, млини, а також дитячі ігрові комплекси (гойдалки, гірки, пісочниці, будиночки) (рис. 8.29) та предмети інтер'єру (столи, стільці, стільниці, барні стійки та ін.) (рис. 8.30).

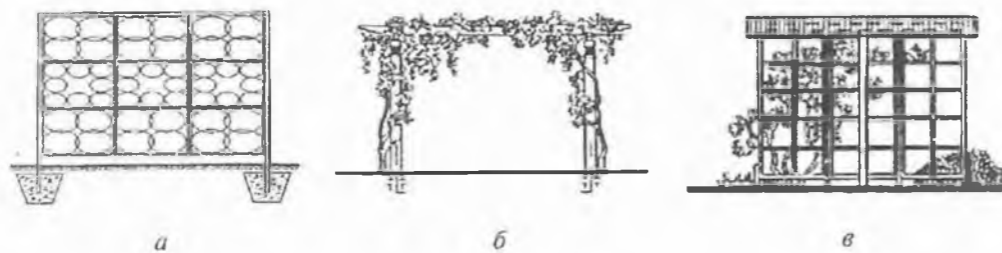
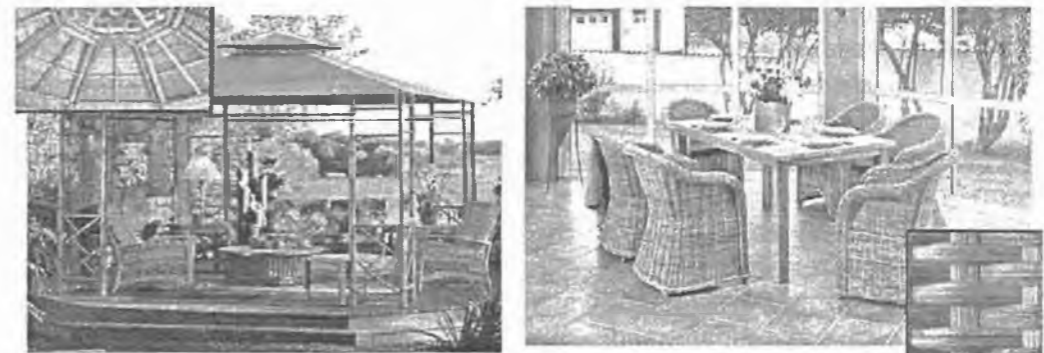


Рис. 8.29. Малі архітектурні форми з деревини: декоративні трельяжі (а); перголи (б); альтанки (в)

Трельяж — решітчаста стінка, обсаджена декоративними ліанами. Декоративні трельяжі-стінки можна використовувати не тільки на території

парків, але й на вулицях, у місцях відпочинку. **Дерев'яні альтанки** — легкі криті споруди в саду або парку для відпочинку. Будують альтанки найрізноманітнішої форми: круглі, трапецієподібні та ін. Стіни альтанок виконують із тонких дерев'яних планок у вигляді трельяжів, які служать опорою для витких рослин. **Навіси** розміщують у парках, скверах, садах, на пляжах, дитячих ігрових майданчиках та у місцях очікування громадського транспорту. **Перголи** — це тонкі ґрати з дахом, часто використовуються у поєднанні із садовими лавками. Перголи можуть бути круглими, ламаної форми, криволінійного обрису та ін.

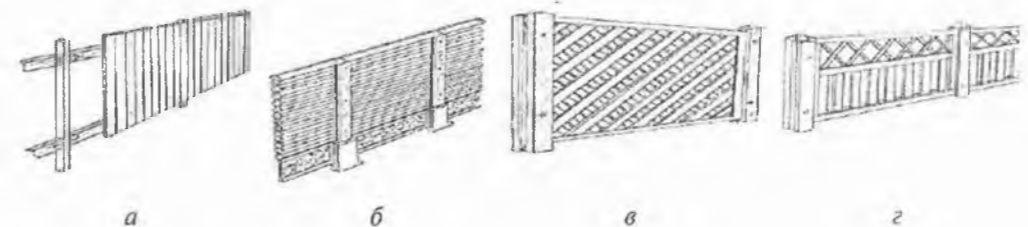


а

б

Рис. 8.30. Використання деревини для ландшафтного дизайну — бесідка з бамбука (а) та оформлення інтер'єру — меблі з ротангу (ротангової тропічної пальми) (б)

Дерев'яні паркани. Функціональне навантаження на сучасні паркани досить широке. Вони бувають традиційні та декоративні. Паркани та огорожі є невід'ємною частиною садових ландшафтів (рис. 8.31).



а

б

в

г

Рис. 8.31. Різновиди дерев'яних парканів: а — паркан «Класичний»; б — паркан «Крос»; в — паркан «ґрати»; г — штахетник комбінований

8.6. Матеріали та вироби з деревини в інтер'єрі

Сьогодні деревина є найпоширенішим матеріалом для оздоблення інтер'єру. Вона може бути залишена в натуральному вигляді або пофарбована у будь-який колір за допомогою кольорових тонувальних лаків, фарб.

Столярні вироби. Асортимент столярних виробів із деревини досить різноманітний. У дизайні інтер'єру для підкреслення його індивідуальності традиційно віддається перевага дерев'яним дверям, вікнам і сходам (рис. 8.32).

Щитові двері для житлових і громадських будівель представлені дерев'яною рамою із суцільним або пустотним заповненням, облицьованою з обох сторін шпоном, твердою древноволокнистою плитою або фанерою. Суцільне заповнення дверей виконують із дерев'яних брусків, деревностружкових плит, а пустотні заповнення утворюють зі смужок фанери, твердої древноволокнистої плити, паперових стільників тощо. Полотна дверей фарбують олійною фарбою, емалями або імітують під деревину цінних порід плівкою або текстурним папером. Для виробництва міжкімнатних дверей із масиву використовують дуб, сосну, ясен, бук, горіх, червоне дерево. Двері з масиву різних порід деревини відрізняються малюнками і текстурою; менше піддаються впливу цвілі, комах, грибків та зберігають свій естетичний вигляд. За технологією виготовлення розрізняють двері з цільного та клеєного масиву. Дверне полотно із цільного масиву має високу міцність; надійність і гарну природну текстуру, але важче дверей, виготовлених із клеєного масиву.



Рис. 8.32. Столярні вироби в інтер'єрі: вікна (а), двері (б), сходи (в)

Для виробництва вікон використовують сосну, модрина, ялицю, ялину, дуб, бук, ясен, вільху тощо. Виготовлення дерев'яних вікон включає такі етапи: підготовку пиломатеріалу із цільного або клеєного масиву; пе-

реробку заготовленого бруса у віконні профілі заданого перерізу; склеювання профілів у коробки і стулки; фарбування та встановлення склопакетів і фурнітури. Вони характеризуються високими звуко- та теплоізоляційними властивостями, міцністю, зносо- і морозостійкістю; стійкістю проти гниття. Сходи є найважливішим елементом у будівлі й одним із ключових моментів конструкції інтер'єру, тому що це сполучна ланка між різними поверхами. Вони можуть бути одно- і двомаршевыми, прямими та поворотними, з прямими і забіжними сходами, з проміжними майданчиками та без них.

«Молдинги» (формотвірні елементи) використовують для художнього оформлення приміщень, поділу простору на зони або для маскування стиків між різними видами оздоблення, наприклад, між шпалерами та пофарбованими ділянками стіни, між стінами і підлогою або стелею. За допомогою «молдингів» може бути вирішено і таке завдання, як захист стінових панелей від механічних пошкоджень, наприклад, від ударів деревною ручкою або стирання стіни, яка розташована поруч зі стільцем. До «молдингів» належать плінтуси, стельові карнизи, наличники, рейки для картин, рами для дзеркал, профілі, круглі колони, склепіння, арки, куполи тощо. Досить поширеним елементом декору інтер'єрів, що виконують функцію «молдингів», є *дерев'яні декоративні балки для стелі* (фото 35).

Дерев'яні перегородки можуть бути трьох видів: одинарні, подвійні та каркасно-обшивні. **Одинарні** виготовляють з обрізних або шпунтованих дощок товщиною 40...50 мм. Для їх з'єднання між собою можна застосовувати круглі дерев'яні шипи діаметром 8...10 мм або цвяхи без капелюшків. Дерев'яні перегородки можуть розташовуватися не тільки по балках чи лагах, але й між ними або паралельно до них.

Дерев'яні подвійні перегородки частіше зводять зі щитів шириною 50...60 см, що складаються з дощок, скріплених рейками. Між щитами прокладають звукоізоляційні матеріали. Перегородки кріпляться до стелі та підлоги за допомогою рейок і плінтусів. Гладкі, добре обстругані перегородки, що не потребують шпаклівки, промашують оліфою та покривають лаком або емаллю.

Каркасно-обшивні перегородки збирають за допомогою шипів, врубок, цвяхів і встановлюють на лаги або балку. Крок несучих стояків повинен бути не менше 50...90 см. Як звуко- та теплоізоляційний шар використовують дрібний шлак. Обшивають каркас фанерою, ДВП, ДСП або гіпсокартонними листами. Дерев'яні перегородки міцні та мають привабливий зовнішній вигляд. Їм можна надати будь-якої форми, прикрасити різьбленням, виконати інкрустацію або інтарсію.

Покриття для підлоги представлені матеріалами з натуральної деревини, в тому числі мозаїчним паркетом (фото 36), дошками паркетними (фото 37, а), паркетними щитами (фото 37, б), (§8.3), та композиційними матеріалами з відходів переробки деревини — ламінатом (фото 37, в, г, д), паркетітом (§8.3) тощо. Для покращення екології житлового простору в інтер'єрах все частіше застосовують пробкові покриття (фото 37, е). Природний малюнок пробки дуже привабливий, крім того, його тонуєть у широку гаму відтінків, завдяки чому з'являється багато варіантів застосування цього матеріалу в інтер'єрах різного стилю. Текстура пробкових покриттів різноманітна — від дрібнозернистої до пластинчастої, що нагадує мрамур. Світла колористична гама представлена теплими відтінками жовтого та коричневого. Є також покриття із барвистими вкрапленнями та навіть кольорові, які чудово поєднуються з іншими оздоблювальними матеріалами. *Плітуси та аксесуари* можна вважати заключним акордом покриття підлоги або для надання контрастного ефекту між стінами і покриттям, або для здійснення плавного переходу. Для покращення зовнішнього вигляду плітусів використовують додаткові аксесуари — заглушки, ламінований поріг тощо. Ці деталі вибирають того ж кольору, що і плітус для отримання ефекту безперервної лінії. Для декоративного оздоблення інтер'єрів також використовують скульптури з деревини або деревину з цікавими вадами, наприклад, завилькуватістю, кривизною, різними сучками тощо.

Дерев'яні решітки широко застосовують у різних інтер'єрних рішеннях в якості ґрат на батареї, а також при влаштуванні декоративних огорож. Ґрати та профілі для обрамлення радіаторів опалення виготовляють із деревини бука, дуба, сосни, ясеня, вільхи.

Для оздоблення стін і стель використовуються як вироби з натуральної деревини, так і штучні матеріали, отримані на основі відходів переробки деревини, наприклад, деревноволокнисті, деревностружкові, орієнтовано-стружкові плити, а також плити середньої щільності МДФ та високої щільності ХДФ (§8.3). Ці матеріали покривають лаками, краще безбарвними, що дозволяє зберегти та підкреслити текстуру дерева різних порід. Таку ж функцію виконують тонкі пластинки шпону, які наклеюють на деревину менш цінних порід.

Дерев'яні стінові панелі відрізняються гарними акустичними та теплоізоляційними властивостями. При виготовленні стінових панелей збирають блок з лицьового, виворотного і ядерного шпону, який з'єднують із суцільною панеллю за допомогою гарячого пресування. Потім панель фарбують та полірують за допомогою лаку або воску з пігментами. Для надання стіновим панелям необхідних властивостей (привабливого зовніш-

нього вигляду, вологостійкості, стійкості до вицвітання й атмосферних впливів) їх покривають шпоном, ламінованою плівкою, вологостійкими складами, здійснюють тиснення та протравлювання. Конструкції стінових панелей поділяють на *рейкові панелі, що складаються*, — нагадують звичайні дошки, які кріпляться одна до одної; *плиткові панелі, що складаються*, — мають вигляд квадратних плиток; *листові панелі* — крупнорозмірні гнучкі листи, на поверхню яких можна наносити малюнок.

Декоративні стінові панелі мають безліч варіантів малюнка на поверхні (імітація натуральної деревини або каменю, тканини, малюнок з об'ємною геометрією) (рис. 8.33). Вони поділяються на *вологостійкі* (панелі з натуральної деревини; панелі із фанери з натуральним шпоном; панелі з поверхнею, ламінованою плівкою різних кольорів; панелі, поверхня яких покрита пластиком) і *невологостійкі* (панелі на основі ДСП). Стінові панелі використовують для внутрішнього облицювання стін та стель службових, виробничих, громадських, офісних і житлових приміщень; при переплануванні квартир та створенні аркових прорізів; влаштуванні перегородок; виготовленні елементів меблів, шаф-купе, гардеробних кімнат.

В останні роки для оздоблення стін широко використовуються *матеріали з агломерованої пробки* (рис. 8.34, §8.3), в тому числі плитки з гладкою або шорсткою поверхнею, панелі, листи, рулони з покриттям із декоративного пробкового шпону та шпалери з тонкого шару пробки на паперовій основі. Пробкові шпалери не вимагають спеціальної обробки поверхні стіни, вони добре тримаються на будь-якій основі. До безперечних переваг настінних покриттів із пробки можна віднести добре поєднання з іншими оздоблювальними матеріалами, що дозволяє використовувати їх фрагментарно. Пробкові плитки різного кольору застосовують для створення мозаїки.



Рис. 8.33. Дерев'яні панелі в інтер'єрі



Рис. 8.34. Рулонне агломероване пробкове покриття стін в інтер'єрі

Пробкова тканина — спеціально оброблений тонкий шпон коркового дуба на флізеліні. Даний матеріал за своїми властивостями не поступається натуральній шкірі. Із пробкової тканини виготовляють м'які меблі й оформляють інтер'єри.

«Глибока» переробка деревини дає можливість отримати *картон і папір*, якими оздоблюють приміщення. На їх основі отримують прості паперові шпалери або грубоволокнисті, які використовують для обклеювання стін. Такий варіант оздоблення застосовують досить часто, оскільки дані матеріали є найбільш економічними.

«**Рідка деревина**» — деревно-полімерний композит, що містить термопластичну зв'язуючу речовину. Із суміші полімеру та подрібненої деревини можна виготовляти будь-які профілі, причому новим матеріалам властиві якості як пластмаси, так і деревини.

«Рідку деревину» застосовують при виготовленні меблів; архітектурних елементів інтер'єру (дошок для підлоги, вагонки, плінтусів, профілів дверної коробки, наличників, наповнювачів для дверей) та технічних профілів (кабельних коробок, фіксаторів тощо). Для покращення естетичних властивостей «рідку деревину» фарбують «під натуральну деревину».

Дерев'яні люстри, торшери, бра, підвісні світильники, настільні світильники є прикрасою в інтер'єрі кабінету, офісу або вітальні дерев'яного будинку. Всі дерев'яні люстри, торшери та бра виготовляють тільки з якісних порід деревини, що відповідає всім європейським нормам пожежної безпеки. Із якісної сухої деревини виготовляють **меблі**, в тому числі кухонні, для спальні, вітальні та кабінету.

8.7. Переваги та недоліки матеріалів із деревини

1. Деревина як будівельний матеріал характеризується *порівняно високою міцністю при розтягу і стиску, невеликою середньою густиною, достатньою пружністю, низькою теплопровідністю, гарним зовнішнім виглядом*. З точки зору співвідношення показників середньої густини та міцності деревину можна порівнювати з металами.

2. Деревина відрізняється *екологічністю*: всі вироби та конструкції, які отримані з використанням деревини, не становлять загрози навколишньому середовищу.

3. Деревина є *технологічним матеріалом*: досить легко піддається склеюванню, без особливих зусиль з'єднується цвяхами, шурупами, добре обробляється.

3. *Покращення властивостей і зовнішнього вигляду деревини досягається при просочуванні її полімерами*. Так, полімермодифікована деревина відрізняється підвищеною міцністю (до 180 МПа), твердістю, водостійкістю, біологічною та хімічною стійкістю.

4. Дерев'яні споруди в сприятливих умовах мають досить *тривалий термін експлуатації* (кілька сотень років).

5. Універсальність властивостей і великий асортимент відкривають широкі можливості використання деревини при виготовленні різноманітних виробів і зведенні споруд, для декорування інтер'єрів та екстер'єрів.

6. Недоліками деревини є *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 та 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 загниванню деревину просочують *антисептиками*, для підвищення вогнестійкості — *антипіренами*. Для покращення експлуатаційних властивостей і зовнішнього вигляду деревина підлягає термічній обробці або обробці полімерами.



БІТУМНІ І ДЬОГТЬОВІ В'ЯЖУЧІ РЕЧОВИНИ ТА МАТЕРІАЛИ НА ЇХ ОСНОВІ

Матеріали на основі бітумних і дьогтьових в'язучих речовин застосовували ще в глибоку давнину переважно для отримання гідроізоляційних матеріалів. Так, у IV...V ст. до н.е. природний бітум використовували при будівництві єгипетських і вавилонських споруд: храмів, ритуальних басейнів та гробниць. В VI ст. до н.е. бітум було використано як цементуючий і водостійкий матеріал у Вавилоні при будівництві каналів, ізоляції тунелів, а також при влаштуванні асфальтових дорожніх покриттів. У 1300 р. італійський мандрівник Марко Поло вперше вказав на поклади «рідкого асфальту» в Баку.

У розвинених країнах асфальти та бітуми найбільшого застосування набули в 40-ві роки XIX ст., спочатку в дорожньому будівництві, а потім при виробництві лаків, фарб і гідроізоляційних матеріалів. Враховуючи недовговічність матеріалів на основі бітумних в'язучих речовин, у XVIII ст. почали використовувати модифікацію бітуму природним каучуком. Пізніше для модифікації бітуму почали застосовувати штучні полімерні матеріали.

Сьогодні виготовляють два основні класи покрівельних бітумно-полімерних матеріалів, що модифіковані атактичним поліпропіленом (АПП) або стирол-бутадієн-стирольним каучуком (СБС). Перші відрізняються високою теплостійкістю, гнучкістю (до -20°C), високою стійкістю до атмосферних впливів і ультрафіолетового випромінювання; другі — гнучкістю (до -30°C), але чутливі до ультрафіолетового випромінювання. Як і раніше, основне призначення бітуму — гідроізоляція та антикорозійний захист бетонних і залізобетонних промислових споруд, а також побутових, каналізаційних, промислових стічних конструкцій.

9.1. Загальні поняття та класифікація

Органічні в'язучі речовини — це природні або штучні тверді, в'язкопластичні та рідкі матеріали, які складаються з хімічних сполук, молекули яких містять атоми карбону. Органічні в'язучі речовини можна розгляда-

ти як дисперсні системи у вигляді суміші різних сполук, у тому числі метанових $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, нафтоєнових C_nH_{2n} , ароматичних $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ та гетероциклічних, а також високомолекулярних вуглеводнів і неметалевих похідних.

Сировиною для виробництва органічних в'язучих речовин є продукти органічного походження, в тому числі: нафта, кам'яне вугілля, горючі сланці, торф. Цю сировину піддають хімічній переробці (фракційній розгонці, сухій деструктивній перегонці), в результаті чого, крім таких продуктів, як бітуми, дьогті, одержують також смолоподібні залишки, з яких додатковою переробкою отримують речовини, які можна віднести до органічних в'язучих матеріалів.

За механізмом твердіння органічні в'язучі речовини поділяють на *коагуляційні* (бітуми, дьогті) та *поліконденсаційні*.

Залежно від властивостей, хімічного складу, виду сировини та технологічного процесу, *органічні в'язучі речовини коагуляційного твердіння* поділяють на *бітумні* (природні, нафтові, сланцеві) речовини, які містять вуглеводні метанового, нафтоєнового й ароматичного рядів, а також їх кисневих, сірчанних і азотних похідних; *дьогтьові* (кам'яновугільні, торф'яні, деревні) речовини, які складаються із суміші ароматичних вуглеводнів та їх кисневих, азотних або сірчанних похідних; *бітумнополімерні*, які вміщують нафтові бітуми та полімери; *гумобітумні*, одержані внаслідок спільної переробки нафтових бітумів і старої гуми; *гумодьогтьові*, отримані спільною переробкою старої гуми та дьогтьопродуктів.

9.2. Бітумні в'язучі речовини

До бітумних в'язучих матеріалів належать *природні та штучні (нафтові) бітуми*. *Природні бітуми* — це в'язкі рідини та тверді речовини чорного чи темно-коричневого кольору, що утворилися внаслідок природного процесу окиснювальної полімеризації нафти. Найчастіше природні бітуми містяться (5...20%) у пісках, пісковиках, вапняках, доломітах і сланцях, утворюючи лінзи, а іноді й цілі асфальтові озера. *Штучні (нафтові) бітуми* одержують переробкою нафтової сировини. Залежно від в'язкості, нафтові бітуми поділяють на тверді, напівтверді та рідкі, а залежно від способу переробки — на *залишкові*, *окиснені* і *крекінгові*. *Залишкові* одержують у результаті атмосферно-вакуумної перегонки високосмолистої нафти після відбору бензину, гасу та масляних фракцій. *Окиснені* бітуми одержують продуванням повітря крізь нафтові залишки відгонки з мазуту масляних фракцій, які називаються *гудроном*. Гудрон є основною сировиною для одержання нафтових бітумів. *Крекінгові* бітуми одержують розкладанням

при високій температурі нафти та нафтових масел із метою збільшення виходу бензину.

За консистенцією бітуми поділяють на *тверді, напівтверді і рідкі*, за призначенням — на *дорожні, будівельні, покрівельні та гідроізоляційні*.

Тверда частина бітуму — високомолекулярні вуглеводні і їх похідні з молекулярною масою 1000...5000; густиною понад 1000 кг/м³, об'єднані загальною назвою *асфальтени*. Це тверді неплавкі крихкі кристалічні речовини. Вміст асфальтенів у бітумах становить 50%. Вони підвищують температуру розм'якшення та твердість. До складу бітумів можуть входити також тверді вуглеводні — *парафіни*, які зазвичай погіршують їх властивості, підвищуючи крихкість, особливо при зниженні температури. Бітуми зі значною кількістю парафіну (більше 5%) називають *парафіністами*. За своєю будовою бітум — це колоїдна система, в якій дисперговані асфальтени, а дисперсійним середовищем є смоли та масла.

Смоли — аморфні речовини темно-коричневого кольору з молекулярною масою 500...1000 та густиною, близькою до 1000 кг/м³. Смоли обумовлюють в'язучі властивості бітумів; надають їм пластичності; збільшують адгезійну здатність. *Смолисті речовини* — тверді або напівтверді продукти, які легко розчиняються в бензині, хлороформі, бензолі, маслах. У бітумах їх міститься 16...30%. *Масляні фракції* бітумів складаються з різних вуглеводнів із молекулярною масою 100...500 і густиною менше 1000 кг/м³. У бітумах їх міститься 45...60%. Маслянисті речовини надають бітумам рухомості, оскільки смоли частково здатні в них розчинятися.

Властивості бітумів визначаються їх природою, співвідношенням складових компонентів (масел, смол і асфальтенів) та технологією отримання. Для бітумів, на відміну від мінеральних в'язучих речовин, характерні гідрофобність, атмосферостійкість, підвищена деформативність, здатність розм'якшуватися при нагріванні. Густина бітумів залежить від складу, вона в межах 800...1300 кг/м³; коефіцієнт теплопровідності становить 0,5...0,6 Вт/(м·К); теплоємність — 1,8...1,97 кДж/(кг·К); коефіцієнт об'ємного теплового розширення при температурі 25°C — $(5...8) \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$; стійкість при нагріванні, що характеризується втратою маси при термічній обробці бітуму при температурі 160°C протягом 5 год, повинна становити не більше 1%; температура спалаху, залежно від марки бітуму, має бути в межах 60...240°C. Реологічні властивості бітуму залежать від його групового складу та будови. Поверхневий натяг бітумів при температурі 20...25°C становить $(25...35) \cdot 10^{-11} \text{ Дж/м}^2$.

Основними показниками якості бітумів є в'язкість (твердість), деформативність та теплостійкість. За цими показниками тверді і напівтверді

бітуми поділяють на марки. Позначення марки бітуму складається з літер, які пов'язані з його призначенням, наприклад **БНК 90/30** — бітум нафтовий покрівельний та цифр, перша з яких відповідає температурі розм'якшення, а друга — пенетрації (в'язкості). На відміну від зазначеного, для дорожніх бітумів цифри (перша і друга) пов'язані з межами зміни пенетрації, наприклад, **БНД 200/300**.

Тверді бітумні матеріали, як і інші речовини аморфної будови, не мають певної точки плавлення. Вони характеризуються температурою розм'якшення, яка залежить від їх складу, збільшується при підвищеному вмісті асфальтенів та смол і визначається на приладі «кільце і куля» («КіК»).

Поряд з перевагами, органічні в'язучі речовини, в тому числі бітумні та дьогтьові, мають деякі **недоліки**: їх не можна вважати за екологічно безпечні матеріали, враховуючи пожежонебезпечність і виділення токсичних речовин під час нагрівання та старіння.

Старіння бітумних і дьогтьових матеріалів пов'язане із перебігом окиснювальних процесів під впливом атмосферних факторів (повітря, теплоти, сонячного світла, а особливо ультрафіолетового випромінювання), що призводить до підвищення крихкості та зменшення тріщиностійкості. При дії повітря відбувається *окиснення і полімеризація* вуглеводнів, у тому числі ненасичених, зі зміною їх хімічного складу, а відповідно, і властивостей. Причиною старіння бітуму є також *синерезис* (самозагушення бітумних мас внаслідок структурних перетворень, що відбуваються під впливом сил тяжіння та навантаження) та *емульгування* (пов'язане з наявністю у компонентах суміші поверхнево активних речовин, домішок глини та вапна, що призводить до зниження адгезійних властивостей і розшарування матеріалу). За від'ємних температур зростає крихкість та збільшується кількість мікропор і тріщин у структурі матеріалу. Зі збільшенням у складі бітумів сполук, що містять кисень, нітроген та сульфур, стабільність матеріалів на його основі зменшується. До негативних характеристик також належать залежність в'язкості бітумів від температурного фактора і здатність їх до горіння. Для підвищення довговічності бітуму до його складу вводять антиокиснювальні добавки (інгібітори) або модифікують полімерними добавками (атактичний та ізотактичний поліпропілени, стирол-бутадиєн-стирольний каучук, етиленпропілен-бутеновий каучук).

Завдяки складності та високому ступеню полімеризації сполук, які входять до складу бітумів, вони мають відносно високу кислотостійкість. Проте тривала дія водних розчинів (концентрацією до 40...45%) сполук лужних металів при звичайній та підвищеній температурах призводить до поступового руйнування бітумних складових, навіть насичені розчини вапна здатні оми-

лювати бітуми. Бітумні матеріали є стійкими до дії неокиснених органічних кислот, однак сильні окислювачі руйнують їх. Бітумні речовини є гідрофобними, вони не змочуються та не розчиняються у воді, що дозволяє їх використовувати як основний компонент гідроізоляційних матеріалів. Відносна хімічна інертність бітумів забезпечує їх застосування у будівництві для антикорозійного захисту.

Наведені властивості бітумів зумовили їх використання в гідротехнічному і дорожньому будівництві; для виробництва покрівельних, гідроізоляційних та антикорозійних матеріалів. Дорожні бітуми застосовують для виготовлення асфальтових бетонів і розчинів; будівельні — для виготовлення асфальтових, приклеювальних та ізоляційних мастик, бітумно-гумових матеріалів; покрівельні — для виробництва покрівельних мастик, рулонних і гідроізоляційних матеріалів.

Рідкі бітуми розраховані для використання в холодному або нагрітому стані при температурі від 20 до 120°C, тому вони мають порівняно невелику в'язкість, яка забезпечує необхідну легкоукладальність сумішей у дорожнє полотно.

Сланцеві бітуми — органічні в'язучі речовини, які одержують при нагріванні горючих сланців без доступу повітря. Вони бувають *в'язкі* та *рідкі*.

За складом і властивостями сланцеві бітуми дещо відрізняються від нафтових. Так, вони містять більше асфальтенів та смол, але менше масел, тому мають досить високу розтяжність. Галузі використання сланцевих бітумів майже такі самі, як нафтових.

9.3. Дьогтьові в'язучі речовини

Дьогті — в'язкі рідини чорного або бурого кольору, які складаються з вуглеводнів та їх сірчаних, азотних і кисневих похідних, одержаних конденсацією пароподібних продуктів, що утворюються при розкладанні органічних матеріалів в умовах високої температури без доступу повітря. За вихідною сировиною дьогті поділяють на *кам'яновугільні*, *торф'яні*, *деревні* та *сланцеві*, залежно від методу переробки сировини — на *коксіві* і *газові*, а з урахуванням технології отримання — на *сирі*, *відігнані* та *складені*.

Кам'яновугільні дьогті, у свою чергу, поділяють на два види:

а) *низькотемпературні* первинні, одержані при напівкоксуванні, яке завершується при 500...600°C; в'язкі темно-бурі рідини густиною 850...1000 кг/м³, що складаються з насичених і ненасичених вуглеводнів та фенолу;

б) *високотемпературні*, одержані при коксуванні, яке закінчується при 1000...1300°C; чорні в'язкі рідини густиною 1120...1280 кг/м³, з температурою розм'якшення 40...70°C.

Відігнані дьогті одержують внаслідок фракціонування сирової низькотемпературної смоли з виділенням із неї лігроїнової та гасової фракцій. Вони за властивостями близькі до високотемпературних дьогтів. Залишковим продуктом перегонки цієї смоли є *кам'яновугільний пек* — продукт чорного кольору густиною 1200...1280 кг/м³ у вигляді суміші висококонденсованих карбо- і гетероциклічних сполук.

Торф'яні дьогті одержують у спеціальних генераторах або в коксувальних печах. Їх густина при температурі 20°C становить — 1030...1050 кг/м³. Вони належать до типу низькотемпературних смол; містять у своєму складі до 10...15% фенолу та до 10% твердого парафіну; мають меншу тепло- і атмосферостійкість, ніж кам'яновугільні; характеризуються кращою адгезією до кам'яних матеріалів.

Деревні дьогті виготовляють із деревних низькотемпературних смол, які одержують із хвойних та листяних порід у газогенераторних установках. **Складені кам'яновугільні дьогті** одержують сплавленням пеків із дьогтьовими маслами або знесводненими сирими дьогтями. Вони не розчиняються в жодному з відомих розчинників і мають підвищену біостійкість.

Атмосферостійкість дьогтьових матеріалів нижча, порівняно з бітумними. Однак, дьогті (порівняно з бітумами) відрізняються підвищеною адгезією до інших матеріалів; мають вищу біостійкість, що пояснюється токсичністю фенолу, який міститься в їх складі. Дьогті використовують у тих самих галузях будівництва, що і бітуми, але їх застосування більш доцільне там, де є загроза виникнення біокорозії.

9.4. Характеристика матеріалів на основі бітумних і дьогтьових в'язучих речовин

На основі бітумних і дьогтьових в'язучих речовин виготовляють рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали, штучні вироби, мастики, емульсії, пасти, асфальтові бетони і розчини.

Бітумні матеріали. **Бітумні рулонні покрівельні матеріали** за структурою полотна поділяють на *основні* та *безосновні*. Як основу рулонного матеріалу застосовують покрівельний картон, склотканини, фольгу, тканини на основі поліефірних волокон, окисовані модифіковані еластоміри та пластоміри, азбестовий папір. На картонній основі виготовляють руберойд, пергамін; на склооснові — склоруберойд, склоповість, гідробутил, гідро-

склоізол; на основі фольги — фольгоізол, фольгоруберойд; на азбестовому папері — гідроізол. Основні та безосновні рулонні матеріали застосовують для влаштування покрівель і гідроізоляції.

Руберойд — рулонний покрівельний та гідроізоляційний матеріал, який виготовляють просочуванням покрівельного картону м'якими нафтовими бітумами з наступним покриттям з однієї або з обох сторін тугоплавким нафтовим бітумом і нанесенням тонкого шару подрібненого мінерального порошку, слюди або кольорової мінеральної посипки.

Руберойд випускають дев'яти марок: РКК-420А, РКК-420Б, РКК-350Б, РКЧ-450Б, РКП-350А, РКП-350Б, РПП-300А, РПП-300Б, РПЕ-300. Для районів із холодним кліматом використовують руберойд РЕМ-350 із еластичним покривним шаром бітуму, модифікованим полімерами. Термін експлуатації руберойду становить 5...7 років. Влаштування покрівлі з руберойду потребує укладання принаймні 4...5 шарів рулонного матеріалу з використанням рідких мастик.

Євроруберойд — рулонний покрівельний та гідроізоляційний матеріал, виготовлений нанесенням модифікованого бітуму з двох сторін на армувальну основу (рис. 9.1). Євроруберойд характеризується досить великою товщиною (від 3 мм), що значно знижує кількість шарів покрівлі (1 шар євроруберойду замінює 4...5 шарів звичайного руберойду).

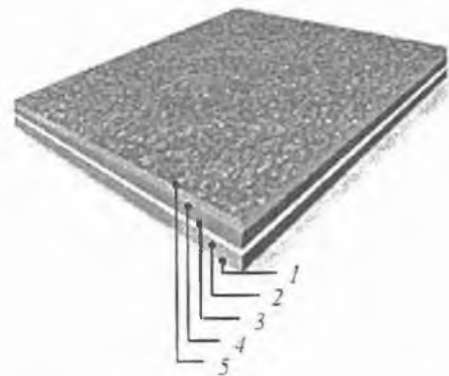


Рис. 9.1. Схема будови євроруберойду: 1 — захисна плівка; 2 — модифікований бітум; 3 — армувальна основа; 4 — модифікований бітум; 5 — мінеральна посипка

Як основу застосовують склотканину, склоповсть і поліефірні волокна. В якості полімерних добавок використовують атактичний поліпропілен (АПП) або стирол-бутадиєн-стирольний каучук (СБС). Вони дозволяють розширити інтервал робочих температур бітуму, знижуючи температуру його крихкості та підвищуючи температуру розм'якшення; забезпечують високу стійкість до атмосферних впливів, високу адгезію до кам'яних матеріалів, цегли, бетону, металу, деревини; міцність і еластичність у широкому діапазоні температури, теплостійкість — до 115°C, гнучкість, водо- та паронепроникність; стійкість до гниття, універсальність для всіх кліматичних зон, значне зниження трудозатрат і вартості робіт при влаштуванні або ремонті покрівлі; гарантійний термін експлуатації євроруберойду — 15 років. Використову-

ється при влаштуванні одно- та багатошарового покрівельного килима на нових дахах; на вентиляваних покрівлях; при ремонті старих покрівель; для гідроізоляції скатних покрівель, фундаментів, підземних споруд, мостів, резервуарів, водоймищ, трубопроводів, каналів, басейнів тощо.

Різновидами євроруберойду є *споліеласт*, *споліпласт*, *техноеласт*, *уніфлекс*.

Споліеласт — рулонний матеріал, який вкладається на покрівлю методом наплавлення в один або два шари. Має міцність при розриві — 4,4...6,3 МПа; теплостійкість — 90...105°C; відносне подовження — 4...44%; термін експлуатації — не менше 20 років.

Споліпласт — покрівельний гідроізоляційний полімерно-бітумний рулонний матеріал. Стійкий до дії високих і низьких температур, інфрачервоного, ультрафіолетового та радіоактивного випромінювання; водо-, паро- і вологонепроникний; не руйнується під дією грибків та бактерій; міцність на розрив уздовж полотна: для склополотна нетканого — не менше 3,6 МПа; для поліестера та склотканини — не менше 6 МПа; гнучкість на брусі з заокругленням 20 мм — -15°C; теплостійкість — +120°C; гарантійний термін експлуатації — 15 років.

Техноеласт — рулонний матеріал, що має основу, просочену бітумом, модифікованим штучним каучуком (СБС). Має гнучкість при температурі до -25°C; температура розм'якшення становить 110...115°C; міцність при розтягу на основі склотканини — 8 МПа, на поліефірній тканині — 7 МПа; водонепроникність при тиску 0,001 МПа — протягом 72 годин, а при тиску 0,2 МПа — протягом 2 годин. Призначений для влаштування покрівель із невеликими нахилами, а також для гідроізоляції, до якої висуваються підвищені вимоги щодо надійності та довговічності.

Уніфлекс — рулонний покрівельний і гідроізоляційний матеріал, що має основу зі склотканини, нетканого поліефірного полотна. З обох сторін основи його покривають модифікованою полімерно-бітумною сумішшю (стирол-бутадиєн, стирол-бітум). Міцність уніфлексу при розтягу в разі використання як основи склотканини — до 8 МПа, склополотна — до 6 МПа; абсолютна водонепроникність при тиску 0,2 МПа повинна зберігатися протягом 2 годин; температура розм'якшення — +100°C. Призначений для влаштування покрівельного килима будівель і споруд різного призначення, гідроізоляції фундаментів, мостів, тунелів.

Наплавлений руберойд — покрівельний матеріал, який поєднують із основою за рахунок розплавлення потовщеного нижнього покривного шару, не застосовуючи покрівельної мастики. При цьому поліпшуються умови праці та підвищується її продуктивність.

Пергамін — рулонний матеріал, що виготовляють просочуванням покрівельного картону розплавленим нафтовим бітумом із температурою розм'якшення не нижче 40°C. Він є підкладковим матеріалом під руберойд і використовується для пароізоляції. Під тиском 0,01 МПа протягом 10 хв на ньому не повинно бути ознак протікання води, водопоглинання — не більше як 20%.

Склоруберойд та склоповсть виготовляють нанесенням бітумної (бітумно-гумової або бітумно-полімерної) в'язучої речовини з обох боків на скловолокнисте (інколи поліефірне) полотно або склоповсть і покриттям з одного або двох боків суцільним шаром посипки. Залежно від виду посипки та призначення, склоруберойд випускають таких марок: С-РК (із крупнозернистою посипкою), С-РЧ (із лускатою посипкою) та С-РМ (із пиловидною та дрібнозернистою посипками). Застосовують склоруберойд для верхнього та нижнього шарів покрівельного килима і для обклеювальної гідроізоляції. Після просочення бітумною масою біостійкої основи, що має підвищені фізико-механічні властивості, дозволяє одержати склоруберойд терміном експлуатації до 30 років. На основі скло- та синтетичних волокон випускають широку номенклатуру матеріалів із різними назвами, наприклад, рубемаст, склобіт, скламаст, еластобіт, елабіт, лінокром, філізол, ізопласт (Росія); ірмаст (Білорусь); бітулін (Франція).

Армобіт — покрівельний та гідроізоляційний матеріал, що отримують при двосторонньому нанесенні на скловолокнисту основу полімербітумної в'язучої речовини. Він відрізняється високою теплостійкістю (не нижче 75°C), гнучкістю, морозостійкістю і незначним водопоглинанням (не більше 5%).

Гідросклоізол — гідроізоляційний рулонний матеріал, який складається із склооснови (тканої чи нетканої сітчастої, дубльованої склополотном), покритої з обох боків шаром бітумної маси: бітуму, пластифікатора та мінерального наповнювача — меленого тальку або магнезиту. Матеріал має високу міцність при розтягу в поздовжньому напрямку до 7,5 МПа, температура крихкості становить $-20...-10^{\circ}\text{C}$, теплостійкість — $60...65^{\circ}\text{C}$. Гідросклоізол наклеюють без застосування мастик рівномірним оплавленням його поверхні полум'ям газоповітряного пальника, не допускаючи зосередженого нагрівання всієї товщини гідроізоляційного шару. Він призначений для гідроізоляції залізобетонних тунелів, прогонів мостів, шляхопроводів та інших інженерних споруд.

Фольгоізол — покрівельний і гідроізоляційний матеріал із рифленої алюмінієвої фольги марок М (відпалена), Т (загартована), покритої з нижнього боку шаром бітумно-полімерної або бітумно-гумової в'язучої речовини. Рулон фольгоізолу має довжину 10 м, ширину 1 м. Випускають

його двох марок: ФК — фольгоізол покрівельний для влаштування верхнього шару рулонного килиму покрівель із різними нахилами і ФГ — фольгоізол гідроізоляційний для влаштування захисного покриття теплоізоляції трубопроводів. Застосовують його також для гідроізоляції підземних та гідротехнічних споруд. Він є довговічним, має високу міцність на розрив. Зовнішня поверхня фольгоізолу може бути забарвлена в різні кольори атмосферостійкими лаками.

Фольгоруберойд — рулонний покрівельний та гідроізоляційний матеріал, що виготовляється з руберойду, на поверхню якого з одного боку наносять рифлену алюмінієву фольгу, а з іншого — обгортковий папір. Застосування світловідбивної фольги дозволяє використовувати бітумну в'язучу речовину із більш низькою, ніж у руберойда, температурою розм'якшення. Випускають фольгоруберойд двох марок: АРХ-420 (гнучкий при від'ємній температурі) та РА-420 (гнучкий при додатній температурі). Ширина рулону фольгоруберойду становить 1025 мм при ширині полотна фольги 1000 мм. Він характеризується високою міцністю на розрив та тривалим терміном експлуатації. Застосовується для гідроізоляції підземних та гідротехнічних споруд та в якості захисного покриття трубопроводів, розташованих у приміщеннях, на відкритому повітрі та в каналах при температурі навколишнього середовища від -40 до $+70^{\circ}\text{C}$.

Ондуфлеш — багатошаровий матеріал: верхній шар — захисно-декоративна плівка з алюмінієвої або мідної фольги (товщиною 0,05 мм); середній шар — бітумна зв'язуюча речовина з полімером (термоеластопластом); нижній шар — запобіжна поліетиленова плівка, яка знімається перед застосуванням. Він має довжину 5 м, ширину — 75...300 мм, товщину — 1,5 мм; міцність при розтягу матеріалу становить 3,5 Н/мм; гнучкість при температурі до -15°C . Перевагою ондуфлеша є те, що після усунення поліетиленової плівки матеріал легко сам приклеюється до основи. Використовується при відновленні покрівлі; ремонті тріщин у бетоні та водостічних жолобах.

Металоізол — гідроізоляційний матеріал із алюмінієвої фольги, покритої з обох боків бітумною мастикою. Його випускають двох марок, що відрізняються товщиною алюмінієвої фольги. Він має високу міцність на розрив, водонепроникність; пластичність і довговічність. Застосовують для гідроізоляції підземних та гідротехнічних споруд.

Гідроізол — рулонний безпокровний гідроізоляційний матеріал, виготовлений просочуванням азбестового картону нафтовим бітумом. Гідроізол випускають двох марок: «ГИ-Г» та «ГИ-К» в рулонах шириною полотна 950 ± 5 мм, загальною площею $20 \pm 0,5$ м². Розривне навантаження при розтягу в поздовжньому напрямку становить 3,7 МПа. Він призначений

для влаштування гідроізоляційного шару в підземних та гідротехнічних спорудах, а також для захисного антикорозійного покриття. Відомо, що звичайний, а також окисдований бітуми руйнуються під впливом ультрафіолетових променів і стають крихкими при температурі менше $+5^{\circ}\text{C}$. Застосування полімерних добавок-модифікаторів сприяє підвищенню терміну експлуатації (15...25 років) бітумних матеріалів за рахунок збільшення їх міцності, еластичності, корозійної стійкості та стійкості до дії низьких температур та ультрафіолетового випромінювання, причому багатшаровий покрівельний килим замінюється одношаровим.

Бітумно-полімерні мембрани — рулонні гідроізоляційні матеріали, отримані на основі склотканини або поліефірних волокон і дистильованого бітуму, модифікованого полімерними добавками СБС та АПП. Вони складаються з кількох шарів. Нижня поверхня мембран покрита тонкою поліетиленовою плівкою «поліфлем», яка повністю розплавляється при укладанні такого матеріалу на поверхню (основу) за допомогою спеціального пальника. Товщина таких матеріалів становить 3...6 мм; температура використання — $-50...+150^{\circ}\text{C}$; міцність при розтягу — 8,0...9,4 МПа; опір руйнуванню при розриві — 11...16 МПа; мінімальна температура влаштування покриття з такого матеріалу — -20°C . Додавання полімеру знижує температуру крихкості покривного бітуму до 50°C , підвищує термін експлуатації покриття в 1,5...2 рази, а при застосуванні комбінованої основи зі склотканини та поліефірних волокон підвищується міцність і стійкість до займання. Часто використовують *геотекстиль* (геотканину) — матеріал на основі полімерних волокон, які виконують декілька функцій — запобігають змішуванню шарів ґрунту, фільтрують потік води із дрібними частинкам та зміцнюють покриття. Схема влаштування покрівлі із використанням мембрани наведена на рис. 9.2, фото 38.

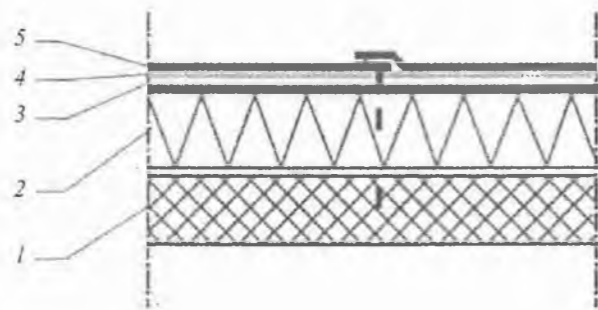


Рис. 9.2. Схема влаштування покрівлі із мембраною:

1 — бетонна плита; 2 — утеплювач; 3 — бітумне покриття; 4 — геотекстиль; 5 — мембрана

Ізол виготовляють на основі гумобітумної композиції, одержаної термомеханічною обробкою девулканізованої гуми, нафтового бітуму, мінерального наповнювача, антисептика та пластифікатора. Ізол випускають у рулонах (загальна площа полотна — 10...15 м², ширина — 800...1000 мм, товщина — 2 мм). Матеріал є еластичним, біостійким, його міцність при розтягу становить 0,55...0,6 МПа, відносне подовження — 70...80%, водопоглинання — 22...18%, тривалий термін експлуатації (довше, ніж у руберойду майже в 2 рази). Застосовують для гідроізоляції гідротехнічних споруд, басейнів, резервуарів, підвалів, антикорозійного захисту трубопроводів, для покриття дво- та тришарових покрівель. Приклеюють ізол холодною або гарячою мастикою.

Бризол виготовляють прокатуванням маси, отриманої змішуванням нафтового бітуму, подрібненої гуми, азбестового волокна та пластифікатора. Бризол стійкий до сульфатної кислоти при концентрації до 40% і у хлоридній кислоті — при концентрації до 20%. Застосовують для захисту від корозії підземних металевих конструкцій і трубопроводів. Приклеюють до поверхні бітумно-гумовою мастикою.

Еластобіт виготовляють із бітумно-полімерної в'язучої речовини. Він відрізняється підвищеною міцністю, гнучкістю, еластичністю, здатністю деформуватися без розриву у широкому інтервалі температур (температуростійкість до 150°C , температура крихкості в'язучої речовини -40°C).

Гідробутил — гідроізоляційний безосновний матеріал, який зберігає еластичність у діапазоні температур $-60...+120^{\circ}\text{C}$, має високу адгезію до бетону та металу. Випускається у рулонах двох марок: гідробутил-І (гідроізоляційний) та армогідробутил АК (покрівельний), армований нетканою основою. Гідробутил виготовляють із гумових сумішей на основі бутилкаучуку (гідробутил-І) та бугилкаучуку із хлорсульфополіетиленом (армогідробутил АК). Призначений для влаштування покрівель житлових, громадських і промислових будівель та споруд у північних районах.

Армогідробутил АГ-І виготовляють із гумових сумішей на основі бутилкаучуку, використовуючи сухе цинкове білило, стеаринову кислоту, технічний сульфур і парафін. Армують його нетканим клесеним полотном. Призначений для влаштування покрівель. Температурний інтервал застосування армогідробутилу становить $-45...+140^{\circ}\text{C}$.

Бутизол — рулонний покрівельний та гідроізоляційний матеріал у вигляді двошарової стрічки з гумовим покриттям чорного кольору на основі бутилрегенерату. В якості підкладки використовують поліетиленову, поліпропіленову плівку та інші рулонні матеріали. Поверхню основи для наклеювання бутизолу ґрунтують бітумно-полімерною емульсією «БПЕ». Ширина

полотна бутизолу 800...1400 мм, товщина 1...3 мм; водопоглинання за 24 год — не більше 0,02%; відносне подовження — не менше 100%; залишкове подовження — 15...35%; температура застосування від $-5...+30^{\circ}\text{C}$. Призначений для ізоляції металевих та бетонних конструкцій.

Бутерол — гідроізоляційний матеріал, який виготовляють вальцево-каландровим способом із сумішей на основі синтетичних каучуків, термоеластопласту, пластифікатора, вулканізуючих агентів і наповнювачів. Гідроізоляційний килим отримують із двох або більше шарів бутеролу завтовшки до 2 мм кожний. Для наклеювання бутеролу застосовують бітумно-полімерну мастику МБПК-75.

Монобітел — гідроізоляційний матеріал, який складається з поліетиленової плівки, з обох боків укритої сульфідним папером, просоченим м'яким бітумом. На обидві сторони полотна наносять покривний шар із бітумно-полімерної в'язучої речовини, змішаної з мінеральним наповнювачем та антисептиками. Застосовують для влаштування гідроізоляційного шару панелей покриття типу «Монопанель», а також у комбінації з іншими матеріалами для влаштування багатошарових покривельних килимів або утворення паронепроникних шарів.

Лінокром — покривельний та гідроізоляційний матеріал, що складається з міцної негниючої основи (склотканини, склоповсті або нетканого поліефірного полотна), на яку з обох сторін наноситься бітумна маса. Нижня сторона лінокрому закрита легкоплавкою полімерною плівкою, верхня — плівкою або мінеральною посипкою (крупнозернистою чи дрібнозернистою). Лінокром наплавляють за допомогою пропанового пальника на підготовлену основу із бетону або цементно-піщану стяжку. Гарантійний термін експлуатації — більше 20 років. Застосовують для влаштування покривель дахів із невеликим нахилом, а також для гідроізоляції фундаментів будівель і споруд.

Звукотеплоізол — високоефективний звуко-, тепло- та гідроізоляційний матеріал. Ефективність звукопоглинання досягається використанням багатошарової пружної склоповсті з несучим захисним шаром із полімеризованого бітуму з наповнювачем. Його міцність при розриві на основі склополотна — 3,6 МПа, на основі поліефірного волокна — до 6,0 МПа; теплостійкість — більше 100°C ; гнучкість на брусі діаметром 20 мм без змін при температурі до -15°C ; теплостійкість більше 120°C . Матеріал випускається з дрібнозернистою та крупнозернистою сланцевою посипками.

Штучні вироби виготовляють у вигляді асфальтових гідроізоляційних плит, черепиці, каміння гідроізоляційного та збірних гідроізоляційних залізобетонних виробів.

Плити покривають попередньо просоченим бітумом склотканини або металевої сітки шаром гарячої гідроізоляційної мастики чи піщаної асфальтобетонної суміші і подальшого пресування. Плити можуть бути армовані та неармовані. *Неармовані плити* випускають довжиною 80...100 см, шириною 50...60 см та товщиною 1...2 см, *армовані* — довжиною 100...120 см, шириною 75...120 см і товщиною 2...4 см. Застосовують для влаштування гідроізоляції та заповнення деформаційних швів.

Плитка «Шангелс» (від англ. shingle — плоска покривельна плитка, відома як дранка, гонт) — листи з целюлозного або азбестового картону, просочені бітумом і покриті кольоровою мінеральною посипкою. Одна плитка імітує 3...4 штуки черепиці.

У сучасному будівництві влаштовують дахи з великим ухилом ($30...60^{\circ}$), поверхня яких є декоративним елементом будівлі. В таких випадках як покривельний матеріал використовують *м'яку бітумну черепицю*, яку одержують вирубкою з рулонних матеріалів плоских аркушів (фото 39). Схема будови м'якої черепиці наведена на рис. 9.3.

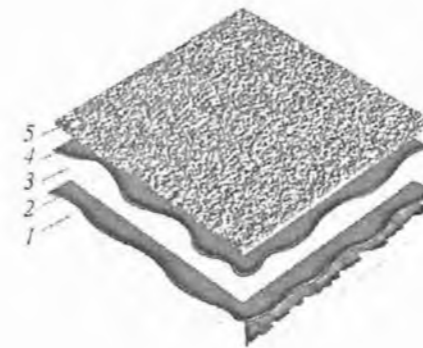


Рис. 9.3. Схема будови м'якої черепиці:

1 — приклеювальний шар із СБС-модифікатора та захисної силіконової плівки; 2 — модифікований бітум; 3 — армувальна основа (скловолокно); 4 — модифікований бітум; 5 — мінеральна посипка

Найвідомішими є такі типи м'якої черепиці:

- «*Бардолін*» (Франція) — хвилясті листи на основі скловолокна, покриті з обох боків бітумом; розмірами 100×35 см і товщиною 3 мм;
- «*Катепал*» (Фінляндія) — листи на основі склоповсті, просоченої окисненим бітумом; розміром $100 \times 31,7$ см і товщиною 3,8 мм;
- «*Моравія*» та «*Делта*» (Чехія) — листи розмірами 330×1000 мм та 278×955 мм, товщиною 3,5 мм; міцність при розтягу 4,8 та 4,6 МПа;

— «Флоренція» та «Рим» (Італія) — листи на основі склопвсті, просоченої бітумом, модифікованим атактичним поліпропіленом (АПП); розмірами 100×32 мм та 100×33 мм. Листи покриті мінеральною посипкою різних кольорів та відтінків.

М'яка черепиця характеризується різноманітністю форм і забарвлень; водонепроникністю; стійкістю до дії корозії та гниття; високим поглинанням звукової енергії; стійкістю до зміни температур в інтервалі $-45^{\circ}\text{C} \dots +150^{\circ}\text{C}$; міцністю зразків при розтягу в межах 8...10 МПа; водопоглинанням до 2%; стійкістю до ультрафіолетового випромінювання; легкістю монтажу; безшумністю під дощем і градом; терміном експлуатації більше 50 років.

Єврошифер — легкі хвилясті (гофровані) бітумні листи відомі як *ондулін* (Франція), *ондура* (США) та *гутаніт* (Швейцарія) розмірами 2000×910; 2000×950; 2000×1060 мм, отримані гарячим пресуванням целюлозного волокна, просоченого бітумною в'язучою речовиною. Верхній шар листів покритий полімерними смолами з мінеральними барвниками. Єврошифер не містить шкідливих домішок і виготовляється з екологічно чистих матеріалів, що забезпечує захисні функції та сприяє зберіганню привабливого зовнішнього вигляду (фото 40, а, б, в). Єврошифер характеризується легкістю монтажу; високою луго-, кислотостійкістю, стійкістю до дії мікроорганізмів, промислових газів та кліматичних змін; низьким водопоглинанням; масою 1 м^2 — 3 кг; середньою густиною — 950...1250 $\text{кг}/\text{м}^3$; міцністю при згині — до 8 МПа; терміном експлуатації до 50-ти років із гарантованою водонепроникністю не менше 10-ти років. За рахунок горизонтального направлення ниток листи мають високу поперечну гнучкість (уздовж хвилі) і їх можна

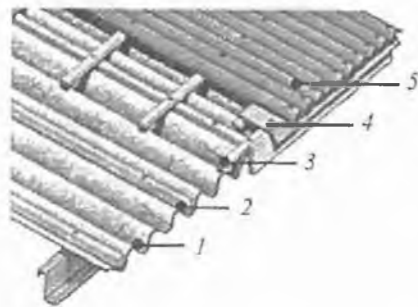


Рис. 9.4. Схема встановлення Єврошиферу при проведенні ремонтних робіт:

1 — стара покрівля; 2 — карнизний карниз (крапельник); 3 — поздовжня планка нового решетування; 4 — крайня поперечна планка нового решетування; 5 — листи Єврошиферу

вкладати на криволінійну поверхню з радіусом кривизни більше 6 м. Єврошифер може укладатися на вертикальні поверхні або поверх старої покрівлі (рис. 9.4); використовується також для зведення огорож.

Каміння гідроізоляційне виготовляють просочуванням природних чи штучних пористих матеріалів (цегли, бетону, туфу, опоки, крейди, вапняку) бітумом або кам'яновугільними дьогтьопродуктами. Каміння водонепроникне, тому його застосовують для гідроізоляції у вигляді кладки і футерівки на цементному та асфальтовому розчинах.

Збірні гідроізоляційні залізобетонні вироби одержують просочуванням залізобетонних елементів (паль, плит, секцій труб, тюбінгів тощо) органічними в'язучими речовинами на глибину 10...15 мм. Застосовують для антикорозійного та гідроізоляційного захисту споруд, які зазнають механічних ударів і впливу мінеральних вод.

Емульсії — дисперсні системи, які складаються з двох рідин, що не змішуються між собою, причому одна рідина є диспергованою в іншій. Стійкість утвореної емульсії досягається уведенням до її складу емульгаторів — поверхнево-активних речовин (ПАР) або тонкодисперсних твердих порошоків, які, з одного боку, знижують поверхневий натяг між бітумом та водою, а з іншого — надають частинкам певного заряду, що перешкоджає їх злипанню.

Емульгаторами є мила (нафтенкових, сульфонафтенкових) органічних кислот, лігносульфонат технічний (ЛСТ), асидол, олеїнова кислота. Тверді емульгатори адсорбуються на поверхні бітуму та дьогтю, утворюючи захисний шар, що перешкоджає злипанню окремих глобул, диспергованих у воді. До них належать тонкі порошки глини, вапна, цементу, кам'яного вугілля і сажі. Вміст бітуму (дьогтю) у звичайних емульсіях становить 50...60%. Вміст водорозчинних емульгаторів у складі емульсії не перевищує 3%, твердих емульгаторів — 5...15%. Емульсії застосовують для влаштування захисних гідро- та пароізоляційних покриттів, ґрунтування основи під гідроізоляцію, приклеювання штучних та рулонних матеріалів, а також гідрофобізації поверхонь виробів. Зберігають емульсію в металевій тарі в закритих приміщеннях при температурі не нижче 0°C .

Бітумні пасти готують із бітуму, води та емульгатора. Як емульгатори використовують неорганічні тонкодисперсні мінеральні порошки (вапно, глина, мелений трепел), що містять активні колоїдні частинки розміром менше 0,005 мм. Уміст бітуму (дьогтю) в пастах становить 60...70%. Пасти застосовують для влаштування захисного гідроізоляційного покриття; ґрунтування поверхні, яка ізолюється; ущільнення стиків у покрівлі; як в'язучу суміш для виготовлення холодних мастик.

Мастики — клейові суміші, якими не тільки з'єднують різні матеріали між собою, але й покривають поверхні деталей та конструкцій (відносно товстим шаром) для запобігання корозії, заповнюють щілини, раковини, отвори й інші заглиблення, щоб одержати однорідну гладку поверхню або забезпечити герметичність швів. Для приготування мастик використовують бітумні чи дьогтьові суміші, мінеральні дисперсні наповнювачі (тальк, магнезит, вапняк, доломіт, крейду, цемент, золу); волокнисті наповнювачі (азбест, мінеральну вату); емульгатори та добавки-антисептики. Волокнисті наповнювачі армують матеріал, збільшуючи його опір при згині, й адсорбу-

ють на своїй поверхні масла, і це сприяє підвищенню теплостійкості та твердості мастики, крім того, зменшується витрата бітуму або дьогтю.

Мастики розрізняють:

а) *за видом в'язучого матеріалу* — бітумні, бітумно-гумові, бітумно-полімерні;

б) *за способом застосування* — гарячі, які використовують із попереднім підгрівом до температури 160°C — для бітумних мастик і до температури 130°C — для дьогтьових мастик; холодні (містять розчинник), які застосовують без підгріву при температурі повітря, не нижче 5°C, із підгрівом до 60°C — при температурі повітря, нижче 5°C;

в) *за призначенням* — приклеювальні, покрівельно-ізоляційні, гідроізоляційні асфальтові, антикорозійні.

Приклеювальні мастики придатні для склеювання рулонних матеріалів при влаштуванні багатошарових дахових покриттів та обклеювальної гідроізоляції. Марку мастики встановлюють за показником теплостійкості, що характеризується граничною температурою, при якій шар мастики товщиною 22 мм, нанесений для склеювання двох зразків пергаменту, не витікає зі шва. Зразок витримують протягом 5 год на покрівлі з нахилом 45°. Марку мастики вибирають залежно від максимальної температури повітря та схилу покрівлі.

Гідроізоляційні асфальтові мастики застосовують для влаштування литої і штукатурної гідроізоляції, а також як в'язучу речовину для виготовлення плит та інших штучних виробів.

Гарячі бітумно-мінеральні мастики виготовляють із бітуму з додаванням 30...64% мінерального наповнювача. Їх використовують для заливної гідроізоляції швів гідротехнічних споруд. *Холодні асфальтові мастики* одержують змішуванням бітумно-вапнякової пасти з мінеральними наповнювачами без нагрівання компонентів; використовують їх для штукатурної гідроізоляції.

Асфальтові антикорозійні мастики — суміш розплавлених тугоплавких бітумів із наповнювачами; призначені для захисту будівельних конструкцій та трубопроводів від агресивних впливів розведених розчинів кислот і лугів, оксидів нітрогену, сульфурного газу, аміаку та парів кислот при температурі до 60°C.

Бітумно-гумові мастики складаються зі сплавленої суміші бітуму та порошку гуми, а також добавок каучуку чи синтетичної смоли для надання їм теплостійкості й еластичності при від'ємних температурах. Мастики використовують у гарячому та холодному станах для ізоляції підземних сталевих трубопроводів.

«Рідка гума» — мастика холодного нанесення і миттєвого твердіння на основі двокомпонентної полімерно-бітумної водної емульсії. За своїм зовнішнім виглядом «рідка гума» чорна, еластична, водонепроникна, здатна до розтягування. Наноситься механізованим способом розпилення й утворює монолітну безшовну мембрану без стиків і примикань на поверхні будь-якої геометричної форми та конфігурації, в тому числі на вертикальній; твердіє без підгріву (рис. 9.5).

Покриття з «рідкої гуми» відрізняється еластичністю; високою міцністю; у затверділому стані не стає крихким і ламким; відповідає сучасному рівню вимог техніки безпеки завдяки відсутності запаху і токсичних елементів; є пожегобезпечним; стійким до дії ультрафіолетового випромінювання, температурного фактора та широкого спектра хімічних продуктів; має здатність до зчеплення із будь-яким матеріалом, незалежно від стадії затвердіння або віку попереднього покриття; не вимагає спеціального обслуговування; його можна легко відремонтувати та відновити; термін експлуатації становить не менше 20 років. Застосовується при влаштуванні покрівель; при проведенні ремонтних робіт старого покриття; для гідроізоляції будинків, що споруджуються в районах із інтенсивним сонячним випромінюванням і тривалим впливом від'ємних температур.

Гідрофобний газоасфальт виготовляють на основі бітумно-вапнякової пасти з додаванням 10...15% портландцементу й алюмінієвої пудри як газоутворювача. Використовують у покрівельних панелях та для теплогідроізоляції трубопроводів.

Асфальтобетонна суміш — суміш мінеральних матеріалів різної крупності (піску, щебеню або гравію розмірами 5...40 мм, тонкомелених вапняків) та бітуму. Залежно від максимального розміру заповнювача, асфальтобетони поділяють на *крупнозернисті* (розмір заповнювача до 40 мм), *середньозернисті* (розмір заповнювача до 25 мм), *дрібнозернисті* (розмір заповнювача до 15 мм) та *піщані* (заповнювач — пісок розміром зерен до 5 мм). *Крупнозернисті суміші* застосовують тільки для влаштування нижнього шару покриття, шорстка та пориста поверхня якого дає міцне зчеплення з верхнім шаром. Для верхнього шару покриття при значному поздовжньому нахилі в період інтенсивного руху використовують *дрібнозернисті суміші*. Такі покриття мають підвищену жорсткість, що забезпечує



Рис. 9.5. Схема нанесення «рідкої гуми» на основу: 1 — бетонна основа; 2 — скіс (200 мм); 3 — шар мастики; 4 — шар «рідкої гуми» товщиною 2 мм; 5 — мембрана

добре зчеплення з автомобільними шинами. *Піщані суміші*, виготовлені на подрібненому піску з підвищеним умістом зерен розмірами 5...1,25 мм, застосовують для верхнього шару дорожнього покриття із середньою інтенсивністю руху та на ділянках, де необхідно створення водонепроникного шару.

Асфальтобетонна суміш може бути укладена у гарячому або холодному станах та ущільнена котками. Підстеляючий шар під асфальтобетонне покриття називається *біндером*. Асфальтобетон виготовляють трьох марок: I, II, III, водопоглинання за об'ємом для яких становить не більше 0,5; 1,0 та 1,5%; границя міцності при стиску при температурі не менше 50°C — 1,0; 0,8; 0,6 МПа; при температурі не менше 20°C — 2,5; 2,3; 2,0 МПа відповідно.

Асфальтобетонні суміші, залежно від в'язкості бітуму та температури при укладанні в дорожнє полотно, поділяють на *гарячі, теплі та холодні*.

Гарячу суміш готують на основі в'язких бітумів та укладають при температурі не нижче 120°C. Формування структури асфальтобетону в основному закінчується після ущільнення поверхні дорожніми котками. З використанням в'язких та рідких бітумів, температура укладання яких не нижче 70°C, виготовляють *теплу суміш*. Процеси структуроутворення в асфальтобетоні (залежно від виду бітуму та погодних умов) можуть тривати від 2...3 годин до 2 тижнів. *Холодну суміш*, виготовлену на рідких бітумах, укладають при температурі навколишнього середовища не нижче 5°C. Структура асфальтобетону формується повільно (20...40 діб) залежно від швидкості загуснення бітуму, а також від погодних умов та інтенсивності руху автомобілів. Особливістю холодних асфальтобетонних сумішей є здатність деякий час залишатися сипкими, що дозволяє їх зберігати (без погіршення властивостей) протягом 8 місяців. Холодні суміші використовують для покриття та ремонту доріг із невеликою інтенсивністю руху. Середня густина асфальтобетону становить від 2300 до 2400 кг/м³; міцність при стиску залежить від температури, наприклад, при 20°C вона дорівнює 3...5 МПа, при 50°C — тільки 0,8...1,0 МПа; водопоглинання не повинно перевищувати 2%. Використовують для виготовлення підлог у промислових будівлях, де температура не перевищує 30...40°C; влаштування стяжок на покриттях та у дорожньому будівництві.

Застосування модифікованого бітуму у складі асфальтових сумішей дозволяє дорожньому покриттю не руйнуватися при температурі приготування асфальтобетонної суміші; бути гнучким при низьких температурах; стійким до зовнішніх навантажень і забезпечує можливість збільшення терміну експлуатації.

Литий асфальтобетон відрізняється від відомих «гарячих» аналогів тим, що всі порожнини в його структурі заповнені в'язучою речовиною. Перевагою литого асфальтобетону є можливість проведення робіт при досить низьких температурах (до -10°C), здатність до ущільнення навіть при невеликих навантаженнях, довговічність, зносостійкість та шорсткість. Разом з тим він має деякі недоліки: здатність до деформацій улітку та схильність до тріщиноутворення у зимовий період.

Дьогтьові матеріали. *Дьогтьові покрівельні рулонні матеріали* представлені толлю та його різновидами. *Толь* — рулонний матеріал, виготовлений просочуванням та покриттям покрівельного картону дьогтями з посипкою піском або мінеральною крихтою. Толь із крупнозернистою посипкою застосовують для верхнього шару плоских покрівель; із піщаною посипкою — для покрівель тимчасових споруд, гідроізоляції фундаментів та інших частин споруд. Толь гідроізоляційний, що випускають без покривного шару і посипки, використовують як підкладковий матеріал для влаштування багатошарових покрівель, а також для паро- та гідроізоляції

Дьогтьобетон — штучний будівельний матеріал, отриманий ущільненням суміші дьогтю, щебеню, піску та мінерального порошку. Залежно від в'язкості дьогтю, дьогтьобетонні суміші поділяють на *гарячі і холодні*. Для отримання гарячих сумішей використовують окиснені дьогті та дьогті, модифіковані добавками полімерів (вінілхлориду, полістиролу та ін.).

Залежно від крупності зерен щебеню, дьогтьобетони поділяють на *крупнозернисті* (розмір зерен до 40 мм) і *дрібнозернисті* (розмір зерен до 20 мм). Кількість щебеню визначає характер макроструктури дьогтьобетону, а також його фізичні та механічні властивості.

Порівняно з асфальтобетоном, дьогтьобетон має меншу міцність, водо-, теплостійкість і пластичність, але, водночас, дьогтьобетонні покриття характеризуються підвищеною зносостійкістю та шорсткістю, що збільшує безпеку руху транспорту. Це пояснюється тим, що дьогть має меншу в'язкість, слабші когезійні сили міжмолекулярної взаємодії, наявність легких речовин, які прискорюють термін формування структури дьогтьобетону в покритті, а також сприяють більш інтенсивній зміні його властивостей. Крім того, дьогтьобетон інтенсивно старіє в результаті випаровування легких фракцій із дьогтю й окислення його під дією кліматичних факторів, що призводить до меншої тріщиностійкості в зимовий період.

Дьогтьобетон застосовують для влаштування покриттів на дорогах низьких категорій за межами населених пунктів, тому що він має різкий неприємний запах і виділяє шкідливі речовини, для влаштування нижніх конструктивних шарів покриттів, де температура нагрівання матеріалу від сонячних променів на 6...8°C нижча, ніж у верхньому шарі.

9.5. Способи підвищення архітектурної виразності матеріалів на основі бітумів і дьогтів

Дах є декоративним елементом будівлі і тому велика увага приділяється матеріалам для підвищення архітектурної виразності, що використовуються при його влаштуванні.

М'яку черепицю покривають за технологією керамізації під час випалювання при високій температурі базальтовим гранулятом, який відрізняється нульовим поглинанням вологи, захищає шари бітумного наповнювача від ультрафіолетових променів і механічних пошкоджень, забарвлюється в різні кольори (більше 200 відтінків). Ця технологія дозволяє зберегти незмінність кольору протягом всього терміну експлуатації покрівлі та неповторність екстер'єру будинку. М'яка черепиця має підвищені фізико-механічні характеристики; стійка до добових і сезонних перепадів температури; атмосферних опадів та інших несприятливих кліматичних умов (§9.4). Деякі різновиди м'якої черепиці наведені на рис. 9.6.

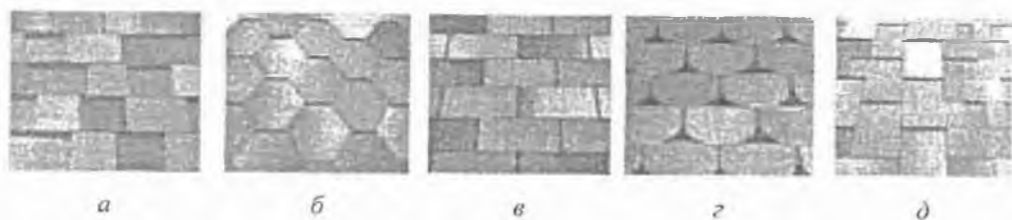


Рис. 9.6. Різновиди м'якої черепиці:
а — «майстер»; б — «мозаїка»; в — «стандарт»; г — «традишнл»; д — «готик»

Декоративні властивості *бітумно-полімерних мембран* покращуються за рахунок покриття зовнішньої поверхні крупною мінеральною посипкою (лускою), що відрізняється різноманітним забарвленням та характером текстури. Додавання полімеру до їх складу знижує температуру крихкості покривного бітуму до 50°C, підвищує довговічність покриття в 1,5...2 рази, а при застосуванні комбінованої основи із склотканини та поліефірних волокон забезпечується стабільність розмірів, підвищується міцність та стійкість до займання (§9.4).

На зовнішню поверхню *євроруберойду* наносять захисну сланцеву мінеральну посипку, яка захищає покрівлю від ультрафіолетового випромінювання та механічних пошкоджень, надає їй естетичного зовнішнього вигляду. Нижню поверхню матеріалу покривають поліетиленовою плівкою, що запобігає склеюванню матеріалу в рулоні та служить індикато-

ром при наплавленні. Використання бітумно-полімерних модифікаторів забезпечує високу стійкість до атмосферних впливів; теплостійкість до 115°C; стабільність та еластичність при від'ємних температурах (§9.4).

Бітумні в'язучі речовини використовуються не тільки для отримання покрівельних і гідроізоляційних матеріалів, але й є основним матеріалом при влаштуванні *дорожнього покриття*. Окрім ряду технологічних характеристик, дорожнє покриття повинно мати й естетичний вигляд.

Сучасне *асфальтове дорожнє покриття* («шитий» асфальт) (рис. 9.7) складається з ретельно підбраного складу піску, кам'яного (бутового) бо-рошна та бітуму. Для нижніх шарів використовується щебінь крупніших фракцій, що підвищує міцність покриття і дозволяє зменшити витрату вихідних матеріалів, а для верхніх — дрібніший щебінь, завдяки чому забезпечується водонепроникність та зносостійкість поверхні. При цьому дорожня поверхня повинна бути певною мірою шорсткою, щоб уникнути пробуксовки шин і полегшити витіснення води протектором. Перевагами «шитого» асфальту є підвищені міцність, водонепроникність, зносостійкість, морозостійкість (його можна використовувати на крайній півночі).



Рис. 9.7. Дорожнє покриття із сучасного асфальтобетону («шитий» асфальт)

Якість дорожнього покриття підвищується також за рахунок використання спеціальної *поверхневої обробки*. Поверхнева обробка — технологічний процес влаштування на дорожніх покриттях тонких шарів з метою підвищення шорсткості, водонепроникності, зносостійкості, щільності та покращення естетичного вигляду дороги. Як сировинні матеріали застосовують фракціонований щебінь і органічні в'язучі речовини, в тому числі в'язкі бітуми, бітуми з добавками дьогтю, бітуми та дьогті з добавками

полімерів, бітумні емульсії. В'язуча речовина забезпечує гідроізоляцію покриття і приклеювання кам'яного матеріалу до основи. Отримане покриття дороги використовується як профілактичний шар, що захищає його основні конструктивні шари від передчасного руйнування та перешкоджає формуванню ожеледі.

9.6. Переваги та недоліки матеріалів на основі бітумів і дьогтів

1. Будівельні матеріали на основі бітумів та дьогтів характеризуються *гідрофобністю і водонепроникністю*, тобто не змочуються, не руйнуються та не розчиняються у воді, що дозволяє їх використовувати як основний компонент гідроізоляційних матеріалів.

2. *Здатність міцно зчіплюватися* з кам'яними матеріалами, деревиною та металом, а також надавати гідрофобні властивості матеріалам, обробленим бітумом, забезпечує широкі можливості використання бітумів і дьогтів при гідроізоляції різноманітних виробів і споруд.

3. Бітумні матеріали відрізняються *в'язкістю, деформативністю; здатністю набувати пластичності* при нагріванні та *відновлювати свою початкову в'язкість при охолодженні* і з'єднувати в моноліт мінеральні зерна заповнювачів, що дозволяє отримувати монолітні еластичні гідроізоляційні покриття, дорожні покриття, покриття аеродромів.

4. Відносна хімічна інертність бітумів (*стійкість до дії водних розчинів мінеральних солей, лугів, кислот, агресивних рідин та газів*) сприяє їх застосуванню у будівництві для влаштування антикорозійного захисту конструкцій.

5. Недоліками матеріалів на основі бітумів і дьогтів є *екологічна небезпека*, пов'язана з виділенням отруйних та вибухонебезпечних газоподібних речовин — окису вуглецю та сірководню, а також продуктів у вигляді сірчистого заліза під час нагрівання; *пожежо-небезпечність* зумовлена горючістю і виділенням токсичних хімічних речовин під час горіння; *старіння* з підвищенням крихкості та зменшенням тріщиностійкості під впливом атмосферних факторів; *залежність в'язкості бітумів від температурного фактора; горючість; низька морозостійкість*, що спричиняє здатність бітумних матеріалів руйнуватися під дією низьких від'ємних температур. *Підвищення якості матеріалів на основі бітумів досягається при модифікації їх полімерами*. Покрівельні матеріали та асфальтобетони, модифіковані полімерами, відрізняються підвищеною міцністю, стійкістю до корозійних впливів, зносостійкістю і мають необхідні деформаційні властивості.



ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ

Отримання штучних полімерів відоме людству з давніх часів. Наприклад, варка столярного клею з рогів і копит та казеїнового клею з молока або сої була відома ще у Стародавньому Єгипті. Сучасні полімери та матеріали на їх основі належать до групи нових, які набули розповсюдження протягом останніх 150 років.

Наука про полімери почала розвиток завдяки інтенсивним пошукам способів синтезу каучуку. У 1831 р. С.В.Лебедев здійснив полімеризацію бутадієнового каучуку. У 1835 р. А.В.Реньо отримав полівінілхлорид, а у 1939 р. Є.Симон — полістирол. Історію пластмас відраховують від моменту синтезу А.Паркесом у 1856 році целулоїду, який тривалий час використовували для виготовлення кінематографічної плівки. У 1872 р. А.Байєр отримав фенолформальдегідні смоли (ФФС), які лише на межі XIX—XX ст. були використані в складі електроізоляційно-конструкційних матеріалів — бакеліту та карболіту. Наприкінці 20-х років XX ст. розвиток електроніки обумовив створення нових матеріалів, що поєднують конструкційні та електроізоляційні властивості — на основі триацетатцелюлози були отримані стріли. З них виготовляли корпуси приладів та креслярські інструменти, пізніше — негорючі плівки, які замінили целулоїдні.

Найпоширенішою галуззю використання полімерних матеріалів є будівництво. Перші будинки з пластмас з'явилися наприкінці 20-х років XX ст. у США. Для побудови «Вінілайтхауса», представленого на Чиказької виставці у 1933 р., використано панелі з полівінілхлориду розмірами 240×70×5 см. Для будівлі контори фірми «Васко» використані панелі з поліметилметакрилату та пінопласту. Помітне зростання виробництва пластмас почалось із 1935 р., коли був розроблений найміцніший серед полімерів — склопластик. У 1945 р. будівельні пластмаси все частіше використовують для оздоблення будівель та для створення огорожувальних конструкцій. У середині 50-х років XX ст. у США, Японії, Великобританії,

нії, Франції, Швейцарії налагоджено випуск каркасних будівель із пластмасовими панелями. Здатність пластмас до утворення складних форм було показано при будівництві «Будинку-равлика» із склопластику у Франції і «Будинку майбутнього» у США.

10.1. Загальні поняття та класифікація полімерних матеріалів

Полімерними речовинами називають високомолекулярні сполуки, які складаються з елементарних (мономерних) ланок, об'єднаних у макромолекули різної будови. Головними критеріями класифікації полімерних речовин є хімічна природа, походження, спосіб синтезу та тверднення, склад основного ланцюга макромолекул і характер їх 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 *природних полімерів* належать складові деревини (лігнін та целюлоза), а також бавовна, вовна, шкіра, каучук тощо. *Штучні полімерні* матеріали отримують синтезом із простих низькомолекулярних речовин — *мономерів*. До штучних відносять поліетилен, поліпропілен, фенолформальдегідні смоли.

За характером просторової структури полімерні матеріали поділяють на лінійні, розгалужені та просторові. Структурні елементи можуть розташовуватись у макромолекулі у вигляді відкритого ланцюга або побудованої в лінію послідовності мономерів (лінійні полімери, наприклад, каучук природний), ланцюга з розгалуженням (розгалужені, наприклад, амінопектин), тривимірної сітки (зшиті просторові полімери, наприклад, отверджені епоксидні смоли).

За способом синтезу та тверднення органічні штучні полімерні речовини поділяють на *полімеризаційні та поліконденсаційні*.

При реакції *полімеризації* процес сполучення молекул мономера відбувається без зміни його 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, поліурета-

ни, а також фенолоальдегідні, карбамідні, епоксидні, кремнійорганічні полімери.

За здатністю до пластичних деформацій при дії температурного фактора органічні полімери поділяють на термопластичні та терморективні.

Термопластичні полімери (поліетилен, полістирол) як полімеризаційного, так і поліконденсаційного типу, при підвищенні температури здатні до пластичних деформацій: при нагріванні вони розм'якшуються і переходять у в'язкопружний стан, а при охолодженні — твердіють, зберігаючи задану форму. Такі перетворення можуть повторюватися неодноразово. *Терморективні полімери* також обох типів (фенолформальдегідні, карбамідні та інші полімери) здатні розм'якшуватись при підвищенні температури, але після охолодження вони не можуть зворотно змінювати свої властивості. Це пояснюється об'єднанням лінійних молекул у просторові сітки. З цієї ж причини терморективні полімери здебільшого є теплостійкішими, ніж термопластичні. Незворотні зміни в структурі терморективних полімерів можуть бути викликані не тільки дією температурного фактора, але й хімічного реагенту (розчинника), ультрафіолетового або γ -випромінювання.

Полімерними матеріалами, або пластичними масами, називають матеріали, які містять у своєму складі високомолекулярні органічні речовини та на певній стадії виробництва набирають пластичності, яка повністю або частково втрачається після затвердіння полімеру.

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.

Будівельні матеріали і вироби на основі полімерних органічних речовин класифікують *за видом основного полімеру*, який входить до їх складу, *за методом виробництва та галуззю застосування* в будівництві.

Залежно від *фізичного стану*, при нормальній температурі й інших властивостей, пластмаси поділяють на *жорсткі* (модуль пружності $E > 1$ ГПа) (фенопласти, амінопласти, гліфталеві), *напівжорсткі* ($1 \geq E > 0,4$ ГПа) (поліпропілен, поліаміди), *м'які* ($E = 0,02 \dots 0,4$ ГПа) (полівінілацетат, поліетилен) та *еластичні* ($E < 0,02$ ГПа) (каучуки, поліізобутилен).

Залежно від *кількості введеного наповнювача*, розрізняють пластмаси ненаповнені (найчастіше до них належать плівки), наповнені — містять до 70% наповнювача (рулонні, плиткові й ін.), високонаповнені — містять наповнювача більше 70% від маси полімеру.

За *структурою* пластмаси бувають щільні, ніздрюваті, крупнопористі, волокнисті, шаруваті; за *фактурою поверхні* — гладкі, рифлені, тиснені; за *кольором* — одно- та багатокольорові.

10.2. Характеристика сировини та технологія виготовлення полімерних матеріалів

Полімерні речовини виготовляють із простих 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 стані. Для твердих полімерів характерна аморфна чи кристалічна структура. Завичай утворення кристалів у складі полімерів супроводжується втратою їх еластичності та призводить до збільшення жорсткості і зменшення здатності до деформацій. Крім чистих полімерів, широко використовують *сополімери* — високомолекулярні речовини, отримані сумісною полімеризацією декількох полімерів, при цьому утворюються речовини зі зміненими властивостями, наприклад, удароміцний полістирол одержують сополімеризацією стиролу з мономерами синтетичних каучуків.

До *полімеризаційних полімерів*, з яких виготовляють будівельні пластмаси, належать поліетилен, поліпропілен, поліізобутилен, полівінілхлорид, полівінілацетат, полістирол, поліакрилати.

Поліетилен має лінійну будову молекули, його отримують на установках високого, середнього та низького тиску. Він характеризується порівняно високою корозійною стійкістю (низька розчинність в органічних розчинниках і стійкість до дії кислот, лугів та солей), водостійкістю і міцністю, але має низьку теплостійкість (80°C), невисоку температуру плавлення (105...135°C), схильність до старіння. На основі поліетилену виготовляють труби, фітинги, плівки, пінопласти.

Поліпропілен є прозорим, не має запаху, не поступається перед поліетиленом за водо- та хімічною стійкістю, переважає його за теплостійкістю (температура розм'якшення — 160°C) і механічними властивостями. Застосовують поліпропілен для виготовлення плівок, листових та плиткових облицювальних матеріалів, волокон для килимових матеріалів, пінопластів, погонажних і санітарно-технічних виробів. Матеріали з поліетилену та поліпропілену легко зварюються і піддаються механічній обробці.

Поліізобутилен — еластичний, каучукоподібний матеріал, водо- та корозійностійкий, але він розчиняється в ароматичних вуглеводнях (бензо-

лі, толуолі) та мінеральних маслах, набухає в жирах і рослинних оліях, має значну морозостійкість. Недоліками поліізобутилену є підвищена повзучість та займистість. Поліізобутилен у поєднанні з наповнювачами (сажею, графітом, тальком) застосовують у складі герметиків для ущільнення швів у панельних будівлях. Із поліізобутилену виготовляють гідроізоляційні матеріали та клеї.

Полівінілхлорид є продуктом полімеризації вінілхлориду (білого порошку аморфної будови, позбавленого запаху); стійкий до дії кислот, лугів, спирту, бензину, мастильних речовин, міцність при розтягу — 50...60 МПа, при згині — 80...120 МПа, температура розм'якшення становить 80°C, теплостійкість досягає 60°C. Недоліками полівінілхлориду є зниження міцності при підвищенні температури, повзучість при тривалій дії навантаження та низька морозостійкість. Полівінілхлорид застосовують для виробництва труб, захисних покриттів, резервуарів. Цей полімер використовують для виготовлення лінолеумів, гідроізоляційних і теплоізоляційних матеріалів.

Полівінілацетат виготовляють у вигляді полівінілацетатної емульсії з вмістом твердої фази полімеру понад 50% — в'язкої однорідної рідини білого кольору. Характеризується високою адгезійною здатністю, світлостійкістю, еластичністю. Полівінілацетат застосовують у виробництві водостійких шпалер, приклеювальних мастик та клеїв, безшовних мастикових підлог, а також у полімерцементних бетонах.

Полістирол — твердий, пружний, безбарвний і прозорий полімер (пропускає до 90% сонячних променів видимої частини спектра), водостійкий, добре чинить опір дії лугів та концентрованих кислот (крім нітратної та льодяної оцтової), є стійким до радіоактивного випромінювання, міцність при згині становить 90...95 МПа, при стиску — 80...110 МПа. Основними недоліками є крихкість, погана стійкість до дії органічних розчинників, а також низька стійкість до ультрафіолетового випромінювання. Із полістиролу виготовляють пінопласти, облицювальні плитки та ін. Співполімеризацією стиролу з каучуком одержують удароміцний полістирол.

Поліакрилати — безбарвні, світло- та атмосферостійкі, прозорі, температура розм'якшення — 80...100°C, міцність на розтяг — до 75 МПа. Із поліакрилатів у будівництві найбільшого поширення набув метилметакрилат — органічне скло, що пропускає понад 99% сонячного світла і здатне пропускати до 70% ультрафіолетових променів (на відміну від звичайного скла). Поліметилметакрилат застосовують для скління теплиць, оранжерей, басейнів, а також у вигляді емульсій для фарб та лаків.

Поліконденсаційні полімери застосовують у будівництві як конструкційні і облицювальні пластмаси, ефективні теплоізоляційні матеріали, композиції для влаштування монолітних покриттів підлог, гідрофобізації тощо.

Фенолальдегідні полімери бувають як термоактивними (резольними), так і термопластичними (новолаковими). Для виготовлення будівельних матеріалів широко використовують резольні фенолформальдегідні полімери, їх застосовують як зв'язуючу речовину у виробництві деревношаруватих і деревностружкових плит, сотопластів, мінераловатних матеріалів, газонаповнених матеріалів, лаків та клеїв. Із прес-порошків формальдегідних полімерів методом гарячого пресування виготовляють профілі, розетки, вентиляційні решітки. Вироби, отримані на основі цих полімерів, є високоміцними, важкогорючими, але можуть виділяти токсичні речовини — феноли.

Аміноальдегідні полімери виготовляють у вигляді водних розчинів та емульсій, які отверджують мінеральними та органічними кислотами. Аміноальдегідні полімери використовують у виробництві опоряджувальних, теплоізоляційних пластмас, шаруватих пластиків і клеїв. Матеріали на їх основі характеризуються високою твердістю, міцністю, тепло- та світлостійкістю, відмінними декоративними властивостями.

Епоксидні полімери виготовляють у в'язко-рідкому стані, перехід полімеру в твердий стан досягається за допомогою отверджувачів при нормальній і підвищеній температурах. Епоксидні полімери характеризуються високою адгезією до різних будівельних матеріалів, незначною усадкою, високою міцністю. Використовують їх для виготовлення водо- та хімічно стійких клеїв, як зв'язуючий компонент для склопластиків, полімербетонів і для влаштування зносостійких безшовних підлог.

Поліуретани придатні для виготовлення пінопластів, волокон, плівок, листових матеріалів, які витримують високу вологість та температуру до 110°C. Ці матеріали є пожежонебезпечними, і тому їх використовують у поєднанні з неорганічними наповнювачами або у конструкціях, захищених від вогню.

Полієфіри застосовують для виготовлення склопластиків, світлопрозорих та кольорових покриттів, санітарно-технічних виробів, фасадних фарб і лаків. Робоча температура при експлуатації полієфірних пластмас становить -30...+80°C.

Кремнійорганічні полімери (або силікони) характеризуються високою теплостійкістю (понад 400°C), а також водостійкістю, гідрофобністю, хімічною стійкістю, морозостійкістю. Недоліками їх є невисока міцність і слабка

адгезія до інших матеріалів. Ці полімери застосовують для виготовлення захисних та жаростійких покриттів, гідрофобізуючих речовин, клеїв, емалей, фарб, герметиків і пінопластів.

Пластмаси, крім полімерної речовини, яка виконує роль зв'язуючої речовини, містять інші *компоненти* для надання необхідних властивостей.

Пластифікатор підвищує гнучкість та еластичність полімерів, поліпшує умови їх переробки, а також сприяє зниженню крихкості. Як пластифікатори використовують дибутилфталати, адипінати, фосфати. Кількість пластифікатора зазвичай становить 30...50% від маси полімеру.

Наповнювач вводять для поліпшення структури та підвищення технічних властивостей: теплостійкості, міцності, твердості, зносостійкості, зменшення повзучості, а також деформацій усадки. Знижуючи витрату полімеру, наповнювачі зменшують собівартість пластмаси.

Стабілізатор сприяє збереженню властивостей пластмас у процесі експлуатації, підвищує їх довговічність, запобігаючи ранньому старінню під впливом сонячної радіації, нагрівання та інших чинників. До стабілізаторів належать антиоксиданти, термо- і світлостабілізатори, протистомлювачі. Вони містять солі кальцію, свинцю, цинку, сажу, ефіри саліцилової кислоти.

Зшивні агенти — речовини, які створюють у полімерній матриці хімічні зв'язки між макромолекулами, що підвищують міцність, світло-, тепло- та хімічну стійкість. Їх поділяють на отверджувачі для пластмас та вулканізатори для каучуків.

Отверджувач (каталізатор) прискорює процес твердіння полімерів. Отверджувачі — аліфатичні й ароматичні аміни, поліаміди кислот, ангідриди кислот, поліізоціанати, фуриловий спирт, стирол та ін. Вулканізуючі агенти — сірка, полісульфіди, діаміни та ін.

Структуроутворювачі — речовини, які вводять для отримання полімерної матриці певної структури. До них відносять тонкодисперсні порошки оксидів, нітридів металів, карбідів, солі органічних кислот.

Барвники (мінеральні та органічні) використовують для об'ємного фарбування пластмас. Як мінеральні пігменти застосовують вохру, мумію, сурик, умбру, ультрамарин, а як органічні — нігразин, хризоїдін. Світлі кольори пластмасам надають білі пігменти — літопон, діоксид титану, оксид цинку.

Змащувальні матеріали (парафін, віск, стеарат) запобігають прилипанню полімерів до поверхні формувального обладнання.

Стійкість пластмас проти займання підвищують *антипірени* (галогенмісткі сполуки, похідні фосфору, сполуки сурми, ізоціанати).

Антистатика запобігають виникненню і накопиченню статичної електрики на виробках із полімерних матеріалів. До них належать електропровідні наповнювачі (порошки металів, графіт, сажа), полімери з антистатичними властивостями, поверхнево активні речовини (аламін, алкамон, бутилстеарат, алкілофосфати, алкілосульфати металів). Їх вміст становить до 1% від маси полімеру.

Антисептики запобігають виникненню і розповсюдженню мікроорганізмів. Вони представлені кремнефторидом натрію, сорбіною кислотою, тетрацикліном, нізіном.

Пороутворювачі — речовини, які застосовують для утворення в полімерному матеріалі пор. До них відносять органічні та неорганічні рідкі і тверді речовини, які розкладаються при нагріванні з виділенням CO_2 , NH_3 , N_2 ; гази (азот, вуглець, аміак), які вводять у композицію під тиском; рідини з низькою температурою кипіння.

Особливості виготовлення. Головною перевагою пластмас порівняно з іншими матеріалами є їх висока технологічність. Вони легко піддаються механічній обробці і добре склеюються. Технологічні процеси виробництва пластмас, як правило, механізовані та автоматизовані. Виготовлення полімерних матеріалів і виробів передбачає підготовку сировинних компонентів, їх дозування, змішування, формування та стабілізацію. Вироби формують вальцюванням (каландруванням), екструзією, пресуванням, литтям під тиском, термоформуванням, зварюванням, склеюванням тощо.

Ніздруваті теплоізоляційні матеріали виготовляють спінуванням та пороутворенням. Екструзією отримують погонажні (довгомірні) вироби профільовані і рулонні матеріали; пресуванням — вироби з високим вмістом наповнювача та з використанням термореактивних полімерів; литтям під тиском — вироби складної конфігурації, профільні та погонажні вироби з термопластичних пластмас, литтям без тиску виготовляють малі архітектурні форми і декоративні елементи. Каландруванням отримують еластичні матеріали для підлог у вигляді рулонів та гнучких плит.

10.3. Способи декорування полімерних матеріалів і виробів

Полімерні матеріали дозволяють імітувати фактуру і малюнок будь-якого матеріалу, в тому числі природного каменю і деревини. Декоративний ефект пластмасових будівельних матеріалів досягається шляхом використання та зміни: рисунка, рельєфу, фактури, кольору не тільки по всьому об'єму матеріалу, але й по лицьовій поверхні.

Відомі технологічні способи виробництва дозволяють отримати полімерні матеріали певної *форми*, в тому числі в зручному для виконання оздоблювальних і облицювальних робіт вигляді — тобто тонких плівок або полотен різної товщини; виробів — плит, плиток і фігурних деталей; рідинно-в'язких матеріалів для влаштування монолітних покриттів (наливних підлог), а також лакофарбових матеріалів.

Художня виразність підсилюється наданням *фактури* в процесі виготовлення матеріалів. Фактура може бути гладкою (рівною без виступів, впадин) і шорсткою, тисненою (за рахунок витискування на поверхні рельєфних зображень та візерунків), ворсовою (з ворсом різної форми і висоти). Кількість фактурно-кольорових рішень не обмежена.

Декоративну обробку лицьової поверхні пластмас виконують різними способами, серед яких фарбування (об'ємне та поверхневе), друкування, тиснення, аплікація, декалькоманія, металізація.

На практиці використовують об'ємне забарвлення і друкування на лицьовій поверхні тонких рулонних матеріалів (плівок).

Спосіб високого (типографського) друку дозволяє отримати чистий і чіткий відтиск малюнка, але довготривале висихання фарб призводить до того, що цей спосіб використовують рідко. Принцип *офсетного друку* пов'язаний із накатуванням фарби на друкувальні елементи, фарбовий відтиск переходить на еластичний гумовий циліндр, а з нього — на матеріал.

Якісним відтворенням різних зображень вирізняється *глибокий друк*, що передбачає використання циліндра зі спеціальними комірками. Деякі переваги має *спосіб трафаретного друку*, в якому фарбу продавлюють ракелем (скребком) на матеріал крізь трафарет, що є друкованою формою. Цей спосіб відрізняє простота конструкції, висока якість зображення (можливість отримання фарбової плівки завтовшки 70 мкм), економічність.

При оздобленні *тисненням*, малюнок отримують натискуванням гарячого штамп на спеціальну плівку, що має металізоване або пігментоване покриття.

Аплікація — нанесення на поверхню матеріалу накладних елементів різних складів (папір, полімерна плівка, тканина). Ці елементи оздоблення наносять на поверхню готового матеріалу або закріплюють на виробі у процесі його формування.

При *декалькоманії*, на відміну від прямого друку, зображення наносять попередньо на спеціальну підкладку, а потім переводять на поверхню матеріалу одним із трьох способів — мокрим, сухим або термічним. Відповідно як матеріал для підкладки використовують заґрунтований шаром клею папір, полімерну плівку, целофан або металеву фольгу.

При металізації (нанесенні тонкого шару металу) поверхня пластмас набуває здатності до відбиття світла, твердості та абразивної стійкості. *Хіміко-гальванічна металізація* передбачає нарощування електролітичним способом шару металу на електропровідному підшарі матеріалу. В цьому випадку для отримання покриття високої якості використовують полімерні матеріали визначеної міцності. *Металізація напиленням* у вакуумі пов'язана з випаровуванням нагрітих металів і конденсацією їх парів на поверхні матеріалу. Найпридатнішими для металізації у вакуумі є пластмаси на основі поліметилметакрилату та полістиролу. *Металізація пневморозпиленням* базується на покритті поверхні полімерного матеріалу тонким шаром металу розпиленням його розплаву за допомогою стислого повітря. Товщина металопокриття становить 20 мкм та більше.

10.4. Основні властивості полімерних матеріалів

Порівняно з відомими традиційними будівельними матеріалами (кераміка, деревина, метали), полімерні матеріали з'явилися відносно недавно (початок ХХ ст.), але міцно зайняли провідні позиції завдяки високій економічності та технологічності.

Загальні властивості полімерних матеріалів залежать від багатьох факторів: хімічної будови полімерів, типу добавок (наповнювачів, пластифікаторів, барвників), технології виготовлення. Різноманітність пластмас визначає діапазон зміни їх властивостей.

Середня густина полімерних матеріалів змінюється від 10 до 2200 кг/м³, причому найменший показник (10...20 кг/м³) мають ніздрюваті пластмаси з пористістю до 95%.

Низька середня густина і відносно висока міцність дають змогу створювати ефективні (легкі та міцні одночасно) конструкції з полімерних матеріалів. За коефіцієнтом конструктивної якості серед усіх будівельних матеріалів пластмаси займають перше місце. Наприклад, СВМ (скловолокнистий анізотропний матеріал) має *коефіцієнт конструктивної якості* 225 МПа (для порівняння виробу з важкого бетону мають коефіцієнт конструктивної якості 21 МПа). Границя міцності при стиску склопластиків досягає майже 350 МПа, текстоліту — до 250 МПа, а границя міцності при розтягу та згині склопластиків становить, відповідно, 450 і 550 МПа. Особливістю пластмас є те, що міцність при стиску майже така сама, як міцність при стиску кам'яних матеріалів. Співвідношення міцності при стиску і розтягу для склотекстоліту становить 0,6; СВМ (стекловолокни-

стий анізотропний матеріал) — 0,9; для порівняння цей же показник для сталі — 1, сосни — 0,4, бетону — 0,1.

Водопоглинання щільних гідрофобних полімерних матеріалів становить 0,1...0,5%, а високопористих може досягати 30...90% за об'ємом. Завдяки високій непроникності полімерні плівкові та рулонні матеріали, а також мастики, особливо на основі синтетичних каучуків, широко застосовують для гідроізоляції.

Полімерні матеріали характеризуються низькими показниками електро- і теплопровідності, тому їх використовують як діелектрики та теплоізоляційні матеріали, коефіцієнт теплопровідності більшості полімерних матеріалів змінюється в межах 0,23...0,7 Вт/(м·К), а для газонаповнених знижується до 0,03 Вт/(м·К), тобто наближається до теплопровідності повітря.

Хімічна стійкість матеріалів залежить не лише від полімеру, а й від інших компонентів. Найчастіше пластмаси використовують для захисту від корозії будівельних конструкцій у воді, розчинах солей, лугів та кислот. В той же час більшість полімерних матеріалів розчиняється в органічних розчинниках. Особливо стійкими до дії кислот та розчинів солей є матеріали на основі політетраетилену, поліетилену, поліізобутилену, полістиролу, полівінілхлориду.

Позитивною характеристикою багатьох матеріалів на основі полімерів є низька *стираність*, тому їх широко використовують для влаштування підлог. Так, стираність полівінілхлоридних плиток для підлог становить 0,05 г/см², лінолеуму гліфталевого — 0,06 г/см². Деякі пластмаси відрізняються високим *опором удару* (ударною в'язкістю).

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. Звичайне скло пропускає менше 1% ультрафіолетових променів, органічне — більше 70%. Також слід відмітити меншу густину пластмас: скло з полістиролу має густину 1060 кг/м³, звичайне віконне — 2500 кг/м³.

Полімерним матеріалам можна надавати будь-якої форми не тільки за рахунок способу формування, але і легкості обробки готового виробу (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 та конструкції;

вони легко зварюються, що дозволяє здійснювати роботи з монтажу пластмасових трубопроводів.

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 композиції пігментів можна одержати матеріал будь-якого забарвлення і 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*, яка не перевищує 60...80°C, і лише деякі види мають теплостійкість 200...350°C (фторопласт, кремнійорганічні полімери).

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 рівня їх токсичності. Полімерні матеріали мають низьку *поверхневу твердість*: для пластмас із волокнистими наповнювачами вона досягає 25, органічного скла — 20, полістирольних і акрилових пластиків — 15 кг/мм², наднизьку твердість мають целюлозні пластики (етроли) — 4...5 кг/мм² (у сталі — 450). При тривалій дії напружень пластмаси схильні до необоротних деформацій *повзучості*. Із підвищенням температури повзучість зростає і призводить до небажаних деформацій конструкцій.

Значним недоліком полімерних матеріалів є високий *температурний коефіцієнт лінійного розширення*, який коливається в межах $(25...190) \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, що в 2,5...19 разів вище, ніж сталі. Великі значення температурного коефіцієнта лінійного розширення пластмас у поєднанні з малою теплопровідністю можуть спричинити появу тріщин у будівельних виробках при різних змінах температури.

Полімерні матеріали відрізняються високими *діелектричними властивостями*. Вони здатні акумулювати статичну електрику на поверхні. Для запобігання цьому явищу до складу пластмас вводять антистатичні добавки.

Окремі види матеріалів на основі полімерів схильні до *старіння*, тобто їх властивості під впливом теплоти, світла, кисню повітря з часом погіршуються.

При старінні можливе протікання двох процесів: першого — *структурування* (зшивка молекул), що призводить до втрати еластичності, появи крихкості і розтріскування пластмас, та другого — *деструкції* (розкладання полімеру на низькомолекулярні продукти). Недостатньо вивченою

властивістю полімерних матеріалів є довговічність, що обмежує можливість їх застосування у відповідальних конструкціях.

10.5. Полімерні матеріали для огорожувальних конструкцій і зовнішнього опорядження будівель

Полімерні матеріали для огорожувальних конструкцій. Архітектурні форми з пластмас залежно від виду конструкції можна поділити на лінійно-площинні, жорсткі просторові оболонки, пневматичні, а також різні комбіновані (рис. 10.1, а). За допомогою пластмас архітектурні форми стають більш легкими та прозорими. Однією з архітектурно-будівельних проблем є створення великопрогонних світлопрозорих майданів міст, вулиць і стадіонів. В останні роки створюють ще захисні, так звані кліматичні, оболонки для покриттів крупних населених пунктів і сільськогосподарських споруд, які є морозостійкими, еластичними, світлопрозорими. До таких матеріалів належать і світлопрозорі оболонки з надлишковим внутрішнім тиском (пневматичні оболонки). Ці повітроопорні споруди призначені для виставкових павільйонів, оранжерей, теплиць, тимчасових будинків.

Для *шатрових покриттів* у вигляді несучих мембранних конструкцій використовують армовані плівки.

Оболонки покриттів відносять до найефективніших конструкцій із пластмас. Використовують такі конструкції для перекриття театрів, концертних залів, спортивних арен тощо. Пластмасові оболонки вдало поєднують такі властивості, як легкість, міцність, індустріальність зведення, вони дозволяють перекривати прогони споруд від 3 до 110 м (рис. 10.1, б).



Рис. 10.1. Оболонки перекриттів із полімерних матеріалів:
а — стадіону, б — пасажу

Полімербетони — це композиційні матеріали, які одержують внаслідок твердіння суміші, що складається з полімерної зв'язуючої речовини, мінеральних заповнювачів та наповнювачів. Як полімерний компонент застосовують фуранові, епоксидні, фенолоформальдегідні і поліефірні смоли. До мінеральних наповнювачів належать порошки з розміром частинок менше 0,16 мм, до заповнювачів — піски із розміром зерен до 5 мм і щебінь фракцій 5...40 мм. Полімербетони відрізняються хімічною та атмосферостійкістю, низькою теплопровідністю, довговічністю, вони дозволяють створювати конструкції будь-якої форми з покращеними декоративними властивостями (рис. 10.2, а, б).



Рис. 10.2. Використання полімербетонів:
а — в екстер'єрі (влаштування елементів сходів), б — декорування стін в інтер'єрі

Найвищі фізико-механічні властивості мають полімербетони, отримані на основі епоксидних смол. Границя міцності полімербетонів при стиску становить 60...120 МПа, при згині — 12...40 МПа, морозостійкість — 200...300 циклів. Вони мають високу зносостійкість та хімічну стійкість. Ударна міцність полімербетону на фуранових смолах у 4...6 разів вища, ніж у цементних бетонів.

Бетонополімери отримують просочуванням цементних бетонів полімерами та мономерами для модифікації властивостей матеріалу.

Полімерні бетони і бетонополімери мають підвищену міцність, зносо-, морозо- та корозійну стійкість.

Різновиди сендвіч-панелей, а також вироби на основі склопластику одночасно виконують декілька функцій, тобто виступають як *огороджувальні конструкції* і використовуються для *опорядження стін*.

Тришарові панелі — плоскі або просторові конструкції, складені з легкого тепло-, звуко-, віброізоляційного матеріалу, обклеєні з обох боків жорсткими обшивками з різних матеріалів, у тому числі з тонколистового алюмінію, корозійностійкої сталі, склопластиків, фанери, азбестоцементу (рис. 10.3). Найчастіше для середнього шару використовують полістирольний пінопласт, якому при всіх позитивних характеристиках притаманні деякі недоліки: низька теплостійкість (70...80°C) та невисока вогнестійкість.

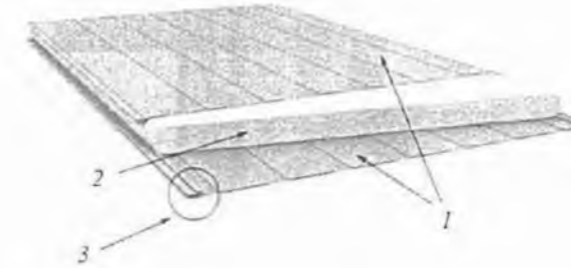


Рис. 10.3. Схема будови тришарової панелі:
1 — оцинкована тонколистова сталь; 2 — шар теплоізоляційного матеріалу; 3 — лабіринтові замки

Більшою міцністю і теплостійкістю (до 130°C) характеризується пінополівінілхлорид, але його застосування обмежене внаслідок високої вартості та низької корозійної стійкості. Для тришарових панелей також використовують пінополіуретан, який у рідкому стані заливають у порожнини, після чого він спінюється і склеюється з листами обшивки.

Тришарові панелі класифікують за призначенням (для стін та покриттів), а також з урахуванням теплофізичних властивостей (утеплені, неутеплені). Середня густина панелей становить 40...70 кг/м³, що дозволяє значно знизити масу споруди і підвищити індустріальність будівництва.

Фасадні сендвіч-панелі складаються з декількох шарів різної товщини — зовнішніх двох шарів металу (сплав із алюмінію, марганцю і мангану), запресованої між ними пластини з пластику та пароізоляційного шару. Стикування панелей здійснюється пазогребневим способом. Стики та шви обробляють мастиками-герметиками, прокладками з поліуретану, що сприяє підвищенню звукоізоляції. Термін експлуатації таких виробів — не менше 30 років; температура використання — $-180 + 100^{\circ}\text{C}$; коефіцієнт теплопровідності — 0,01 Вт/(м К); міцність при згині — 24 МПа; клас за пожежобезпечністю — Г1.

Сендвіч-панелі на основі касетного профілю — тонколистова стальна конструкція, всередині якої встановлюють утеплювач, а зовнішнім шаром є фасадні панелі (рис. 10.4).

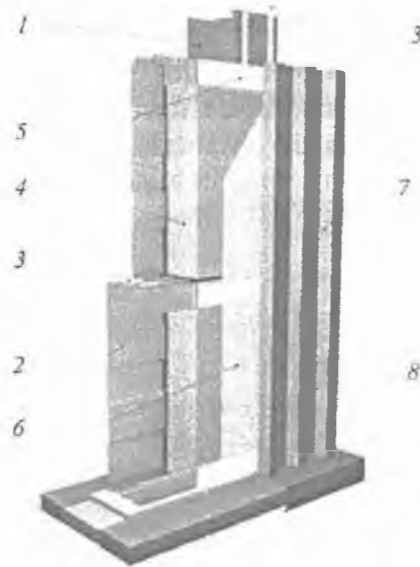


Рис. 10.4. Схема будови сендвіч-панелі на основі касетного профілю:
1 — колона; 2 — касета; 3 — ущільнювач; 4 — шар теплоізоляційного матеріалу;
5 — терморозподільна смуга; 6 — вітрозахисна мембрана; 7 — фасад; 8 — відлив цоколя

Товщина касетного профілю залежить від кліматичних умов і відповідає товщині теплоізоляції — від 100 до 200 мм. Сендвіч-панель завтовшки 10 см має такий самий термічний опір як шлакобетон (95 см), кладка з цегли (140 см), ніздрюватий бетон (60 см). Ці панелі краще використовувати у районах із холодним кліматом і значними перепадами температур.

Тришарові фасадні сендвіч-панелі на основі вологостійкої фанери містять також термоізолюючий шар — пінополіуретан, зовнішнє покриття виконують із керамічної плитки. Товщина такої панелі 50 мм. При площі однієї панелі $0,5 \text{ м}^2$ її маса становить 11 кг.

Сендвіч-панель із полімерним покриттям (рис. 10.5) виготовляють із алюмінію або оцинкованої сталі. Поверхня металевих панелей може бути гладкою або перфорованою. Товщина листів панелей до 0,55 мм. Вони мають захисне полімерне покриття у вигляді поліестеру (звичайного або матового), пуралу, пластизолу, полівінілфториду (рис. 10.6). Маса сталевих панелей досягає 9 кг/м^2 , алюмінієвих — 7 кг/м^2 .

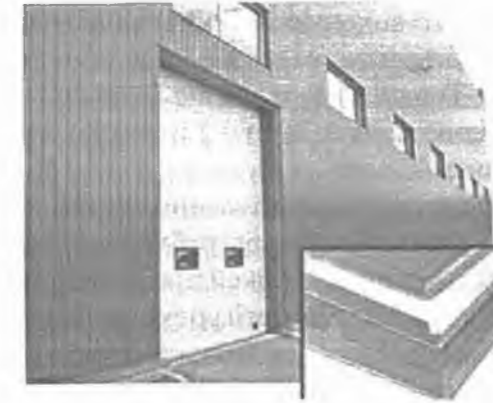


Рис. 10.5. Фасад промислової будівлі із сендвіч-панелей із полімерним покриттям

Покриття на основі полієфіру мають стійкий колір, глянсовий блиск, високу пластичність, теплостійкість близько 120°C . Використовують такі покриття для зовнішніх і внутрішніх поверхонь огорожувальних конструкцій. Пуралове покриття — це покриття на основі поліуретану, має щільну структуру, є міцним, стійким до ультрафіолету, хімічних впливів, витримує високі перепади температур. Пластизол дозволяє створювати декоративне покриття з різними текстурами і зазвичай використовується в умовах підвищеного забруднення навколишнього середовища. Полівінілфторидне покриття — композиційний матеріал, який складається з полівінілфториду (80%) і акрилу (20%); зберігає властивості в інтервалі температур від -60 до $+120^\circ\text{C}$, є стійким до ультрафіолетового випромінювання, агресивних середовищ, механічних впливів.

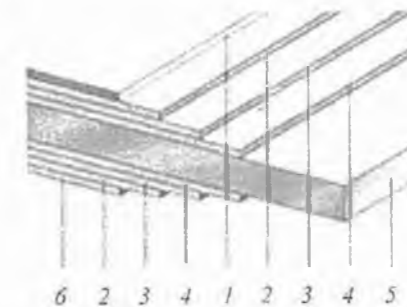


Рис. 10.6. Схема будови сендвіч-панелі з полімерним покриттям:
1 — полімерне покриття; 2 — шар ґрунтовки; 3 — шар пасивуючого покриття;
4 — цинково-алюмінієве покриття; 5 — сталевий лист; 6 — шар захисного лаку

Внутрішній шар панелі виконують із пінополістиролу — негіроскопічного матеріалу з водопоглинанням до 2% і робочим інтервалом температур від -180 до $+80^{\circ}\text{C}$. Товщина панелей від 50 до 200 мм; маса 1 м^2 від 9,6 до 12,6 кг; теплопровідність від 0,78 до 0,2 Вт/(м К). Розрахункове вігрове навантаження становить 45 кг/м^2 .

Склопластики — це конструкційні композиційні матеріали, які складаються зі скляного безперервного або рубленого волокна і смол (поліефірних, фенолформальдегідних, епоксидних). Склопластики мають високу міцність, є важкоспалимими, негіроскопічними, не гниють, стійкі до дії хімічних агресивних середовищ, мають високі тепло-, електро- та звукоізоляційні властивості. За видом і розташуванням скловолокнистого наповнювача склопластики поділяють на три основні групи: скловолокнистий анізотропний матеріал (СВАМ), склопластик на основі рубленого волокна та на основі склотканини (склотекстоліт).

СВАМ — скловолокнистий анізотропний матеріал, який виготовляють із модифікованих фенолформальдегідних і епоксидних смол із армувальним компонентом у вигляді неперервного скловолокна (45...65% за об'ємом), укладеного шарами по товщині матеріалу. СВАМ, який містить 35% зв'язуючої речовини, характеризується середньою густиною $1900\text{...}2000\text{ кг/м}^3$, міцністю при стиску — 400 МПа, при згині — до 700 МПа. Використовують такий матеріал для несучих елементів тришарових плит покриттів та просторових огорожувальних конструкцій.

Сучасні різновиди склопластиків виготовляються на основі поліефірних смол і рубленого скловолокна, вони мають високу світлопрозорість (до 90%) при здатності пропускати ультрафіолетові промені. Міцність таких склопластиків при згині становить до 300 МПа, при розтягу — 600 МПа, при стиску — 350 МПа. Зі склопластику виготовляють рифлені і профільні панелі, які використовують для скління, та навісні панелі для каркасних будівель (рис. 10.7).

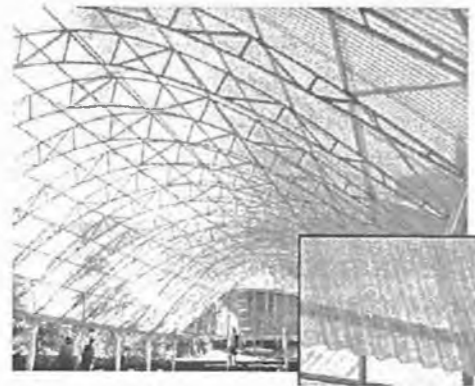


Рис. 10.7. Влаштування даху з використанням хвилястих листів із склопластику

Напівпрозорий склопластик та покрівельні листи з нього використовують для оранжерей, теплиць, промислових будівель, плафонів вуличного освітлення, трубопроводів, рекламних тумб і щитів. Вироби можуть експлуатуватись у різних умовах,

мають незначну масу, є корозійно- та вандалостійкими. Декоративні склопластикові панелі можуть імітувати цеглу, природний камінь, деревину.

Гарячим пресуванням пакетів із скловолокнистої тканини, просоченої зв'язуючою речовиною, виготовляють шаруватий листовий матеріал — *склотекстоліт*, що відрізняється високою міцністю при розтягу (220...390 МПа). Застосовують його при влаштуванні електророзподільних щитів, для обшивки тришарових панелей стін і покриттів у будівлях хімічних підприємств.

Опоряджувальні матеріали. До полімерних матеріалів для облицювання фасадів належать полівінілхлоридний сайдинг, навісні плити із зовнішнім металевим шаром (так звані касетні фасали), штучний камінь, профільнопогонажні вироби, сучасні декоративні штукатурки, лакофарбові покриття.

Полівінілхлоридний (вініловий) сайдинг — фасадне облицювання, що імітує природні матеріали — тесаний камінь, деревину (рис. 10.8). Такий матеріал, відомий як «вагонка», випускають у комплекті із системою аксесуарів — деталей для оформлення фасадів, вікон (віконниці, наличники) дверей, карнизної частини дахів (фото 41). Маса сайдингу — 5 кг/м^2 ; товщина — 3,5 мм; робочий інтервал температур від -50 до $+50^{\circ}\text{C}$, пожегобезпечний (група Г1), коефіцієнт теплопровідності — 0,16 Вт/(м·К), стійкий до ультрафіолетового випромінювання, вологонепроникний, зручний у монтажі, термін експлуатації — 30 років. Недоліком сайдингу є крихкість під впливом низьких температур, а також низька кольоростійкість.

Цокольний сайдинг — панель із полівінілхлориду, яка складається з двох шарів. Лицьовий шар має підвищену кольоростійкість, а внутрішній є удароміцним та морозостійким. Це нетоксичний матеріал, який не підтримує горіння, біостійкий, витримує перепади температур від -50 до $+60^{\circ}\text{C}$, морозостійкість — 60 циклів, термін експлуатації — 30 років.

Цокольний сайдинг у вигляді панелей із поліпропілену з додаванням модифікаторів має товщину 2,5...3 мм. Отримують його методом лиття під тиском у

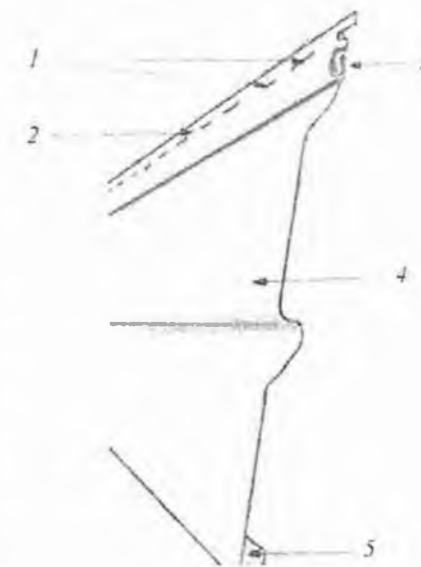


Рис. 10.8. Схема будови полівінілхлоридного (вінілового) сайдингу: 1 — проріз; 2 — перфорована планка; 3 — профільний паз; 4 — панель сайдингу; 5 — профільний шип

форму, що дозволяє імітувати цеглу, камінь та деревину. Між стіною та панелями цокольного сайдингу утворюється простір, який можна заповнити утеплювачем, створюючи зовнішню систему утеплення. Матеріал є зручним у використанні, не потребує ремонту і поновлення, для нього прийнятний інтервал температур від -50 до $+50^{\circ}\text{C}$, термін експлуатації — до 50 років. Габаритні розміри панелі — $1,0 \times 0,5$ м, маса 1 м^2 — $3 \dots 5$ кг.

Нові види *фасадних полімерних панелей* виготовляють на поліефірній зв'язуючій речовині; вони містять до 80% мінерального наповнювача (мікромармур) та армовані скловолокном. Панелі отримують методом гарячого пресування. Морозостійкість панелей — 100 циклів, робоча температура від -60 до $+70^{\circ}\text{C}$, при товщині панелей $3 \dots 4$ мм маса становить 9 кг/м^2 ; ударна міцність — 9 кг/см^2 , термін експлуатації — 40 років; недоліком є утворення токсичних речовин під час пожежі.

Фасадні панелі також виготовляють із спіненого поліуретану, покритого мармуровою крихтою. Інколи декоративний зовнішній шар виконують із фасадної клінкерної плитки. Термін експлуатації панелей становить $30 \dots 50$ років, морозостійкість — $50 \dots 100$ циклів, теплопровідність — до $0,02 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Матеріал є вологонепроникним, не піддається гниттю, маса 1 м^2 — 5 кг, міцність при згині — 20 МПа , коефіцієнт шумопоглинання до 20 дБ , експлуатується в інтервалі температур від -50 до $+110^{\circ}\text{C}$. Недоліком є те, що продукти плавлення містять токсичні речовини.

Полікарбонатний листовий пластик — сучасний будівельний матеріал, виготовлений із полікарбонатних гранул методом екструзії або лиття. Відрізняється високою міцністю, його фізико-механічні властивості не змінюються в діапазоні температур $-40 \dots +120^{\circ}\text{C}$. Він є найбільш морозостійким і теплостійким із усіх відомих прозорих листових пластиків. Полікарбонатні панелі виготовляють у вигляді монолітних (литих) листів (фото 42, а) та структурних (стільникових) панелей (фото 42, б).

Стільникові полікарбонатні панелі випускають товщиною від 4 до 40 мм. Міцність їх у 200 разів більше міцності скла й у 8 разів — акрилових панелей, світлопрозорість досягає 80% . Панелі зменшують пропускання ультрафіолетового випромінювання, є стійкими до дії сонячного випромінювання, мають низьку теплопровідність.

Ці панелі використовують у будівництві для створення світлопрозорої покрівлі, скління дахів автостоянок, автовокзалів, спортивних споруд, підвісних світлорозсіювальних стель; у сільському господарстві — для теплиць, оранжерей, зимових садів; у рекламі та дизайні — для виставкових стендів, павільйонів, вітрин. Стільниковий полікарбонат можна застосовувати не тільки для вертикального та покрівельного скління, але й для

захисних і декоративних перегородок, а також для різних елементів із внутрішнім підсвічуванням.

Монолітні (литі) полікарбонатні панелі характеризуються високою міцністю: ударна міцність полікарбонату в 250 разів більше, ніж звичайного скла і в 10 разів більше міцності органічного (акрилового) скла. Матеріал є гнучким, прозорим, має низьку густину та теплопровідність, є самозагасаючим, хімічно-, морозо- і теплостійким, відрізняється унікальним сполученням механічних, оптичних, електричних та термічних властивостей (температура його використання досягає 120°C).

Полікарбонат є найкращим матеріалом серед антивандальних пластиків і його використовують для захисного скління літаків, катерів, потягів, прозорих огорож у зоопарках, залах очікування, музеях. Із литого полікарбонату гарячим формуванням отримують елементи криволінійної форми — видовжені модульні світлові ліхтарі, окремі секції великих куполів, діаметр яких досягає $8 \dots 10$ м, вони легко транспортуються і збираються.

Крім облицювальних матеріалів у вигляді плит і панелей, для оздоблення фасадів використовують фарби на полімерній основі, причому найбільш довговічними є *акрилові* та *силіконові* (гл. 16).

Виробники зазвичай випускають повний набір матеріалів для комплексних систем покриттів, призначених для різних типів основ.

10.6. Полімерні матеріали та вироби в інтер'єрі

Для оформлення інтер'єру використовують полімерні матеріали для підлог, оздоблення стін та стель, виготовлення архітектурно-будівельних деталей, лакофарбові матеріали тощо.

Матеріали для підлог повинні мати декоративну лицьову поверхню, низьку стиранисть, міцність, еластичність. Розрізняють матеріали рулонні, плиткові і мастикові (наливні, або безшовні).

Рулонні матеріали для покриття підлог класифікують: за видом сировини — на полівінілхлоридні, алкідні, гумові, колоксилінові; за структурою — на матеріали без підоснови (одно- і багатошарові) та з підосною: тканинною, плівковою, картонною, теплоізоляційною (волокнистою, пористою, пробковою); за показниками декоративності: за кольором (одно- і багатокольорові) та за фактурою лицьової поверхні (гладкі, рифлені, тиснені, ворсові).

Найпоширенішим є *полівінілхлоридний (ПВХ) лінолеум*, який отримують із полівінілхлориду, пластифікаторів, наповнювачів, стабілізаторів,

пігментів, антистатиків. Зазвичай товщина лінолеуму становить 1,6 та 2,0 мм, деякі різновиди мають товщину до 3 мм, з лицьовим шаром завтовшки до 0,2 мм. Лінолеум може бути одно- та багатокольоровим, із гладкою та тисненою поверхнею. Виготовляють його без підоснови та на підоснові різними способами: промазним, вальцьово-каландровим, екструзійним. Багатошаровий лінолеум отримують дублюванням (склеюванням) окремих шарів, прозора поверхнева плівка забезпечує просвічування рисунка та захист його від стирання. ПВХ лінолеум має значну міцність, високий опір стиранню, не піддається гниттю, має низьку теплопровідність, є гігієнічним.

Лінолеуми за властивостями та сферою використання поділяють на *побутові*, які використовують у житлових приміщеннях незалежно від інтенсивності-руху (спальні, коридори, дитячі кімнати, вітальні, кухні); *напівкомерційні*, що призначені для приміщень із середньою інтенсивністю руху (офіси, конструкторські бюро, кабінети лікарів, перукарні, служби побуту, магазини, готельні комплекси, студії), та *комерційні* (гетерогенні та гомогенні). Комерційні гетерогенні складаються з декількох шарів: основою є склополотно, на яке з лицьової сторони нанесено тонкий шар зносостійкого пігментованого ПВХ, інколи захисний шар роблять рифленим або додають до нього гранули карборунду для підвищення опору стиранню, крім того, більшу зносостійкість лінолеуму надає поліуретанове покриття. Зі зворотного боку на склополотно наносять шар спіненого ПВХ для надання еластичності. Використовують такі покриття у приміщеннях із високою інтенсивністю руху та підвищеними вимогами до антиковзання: крупні офіси, магазини, аеровокзали, ресторани, а також промислові приміщення.

Побутовий лінолеум має такі властивості: маса 1250...2250 г/м², залишкова деформація не більше 0,2 мм, гнучкість передбачає відсутність тріщин при обхваті стержня діаметром 45 мм, водопоглинання за об'ємом не більше 1...1,5%, коефіцієнт теплопровідності 0,018...0,035 Вт/(м К), звукопоглинання після укладання лінолеуму 13...18 Дб, довжина рулону 25...35 м, ширина — 2...4 м, товщина 1,5...3 мм.

Комерційний гомогенний лінолеум складається з однорідного за структурою ПВХ різного ступеня чистоти, яка залежить від кількості доданих барвників і пластифікаторів. У процесі термічної обробки матеріал набуває твердості, частинки барвників та гранули карборунду рівномірно розподіляються по всьому об'єму матеріалу. Інколи для додаткового захисту такий матеріал покривають шаром поліуретану. Використовують лінолеум у приміщеннях із високою інтенсивністю руху: універмаги, школи, спор-

тивні комплекси, а спеціальні види — в комп'ютерних та промислових приміщеннях, відділеннях зв'язку.

Взагалі сучасні ПВХ-лінолеуми — це багатошарові комбінації ПВХ пасти з підосною із склополотна, рисунок покривають твердим шаром зносостійкого ПВХ. Популярними є малюнки «іспанська плитка», «керамічна плитка», «під деревину» тощо. За рахунок використання поверхневого поліуретанового зносостійкого покриття завтовшки 0,7 мм при загальній товщині лінолеуму 2 мм досягається можливість його застосування в зонах із інтенсивним рухом людей. Можливо виготовлення антистатичного покриття з підвищеним опором ковзанню (поверхневий шар містить тверді частинки — кварц або карборунд); лицьова поверхня зміцнюється шаром поліуретану, має рельєфний малюнок (наприклад, тиснені шашки). Використовують на сходах, у вхідній зоні, кухнях ресторанів, на трапах, підіумах.

Сучасні рулонні ПВХ покриття для житлових приміщень і приміщень із високою інтенсивністю руху передбачають використання технології імітації фактури та кольорових віштінків природного каменю за рахунок введення чіпсів — вкраплень по всьому об'єму матеріалу (фото 43). Для спортивних споруд створені спеціальні покриття з антистатичними, струмопровідними, протиковзкими властивостями (товщина від 3,6 до 7 мм). Шар поліуретану на лицьовій поверхні дозволяє подовжити термін служби, зменшує забруднення та підвищує гігієнічність. Зазвичай спортивні покриття — це рулонні гетерогенні вироби (завтовшки 7,4 мм) на спіненій ПВХ підоснові, з використанням сітки з нетканого скловолокна, а також ПВХ плівки, із просоченням бактерицидними та фунгіцидними речовинами.

Лінолеум гумовий багатошаровий (релін) — виготовляють із гумових сумішей на основі синтетичних каучуків. Залежно від складу, поділяють на типи: тип А використовують для влаштування підлог приміщень житлових, громадських, виробничих будівель та у вагонах наземного транспорту, тип Б — для приміщень із примусовою вентиляцією, тип В (антистатичний) — для приміщень хірургічних, операційних і спеціальних лабораторій. Типи А та Б виготовляють одно- та багатокольоровими, тип В — однокольоровим. Товщина реліну — 3 мм, стираність — не більше 0,05 г/см², пружність — не менше 75%, водопоглинання — не більше 1%, температура експлуатації — від -25 до +80°C. Недоліками є специфічний запах, слабе зчеплення з клейовими мастиками.

Різновидом рулонних матеріалів для покриття підлоги є *килимові вироби* на основі хімічних волокон (штучних і синтетичних), отримані з неор-

ганічних та органічних сполук. Рулонні покриття на основі хімічних волокон за показником пиловідділення належать до групи середніх, є електроізоляційними, безіскровими, допускають нагрівання до 50°C. Недоліками є забруднення пилом та необхідність вологого прибирання. Килими, залежно від матеріалу волокон, поділяють на поліамідні, поліефірні, поліпропіленові тощо. Вони можуть бути одно- і багатошаровими, без підоснови та з підосною (тканиною, плівковою або тепло- звукоізоляційною волокнистою або пористою). Кольорова гама килимів і різноманіття рисунків майже не обмежені. Фактура килимових покриттів буває рифленою, тисненою та ворсовою. Килимові покриття мають високі теплоізоляційні і акустичні властивості, безшумні, зносостійкі, еластичні, відрізняються декоративністю.

За способом виготовлення килими поділяють на *ткани* (ворсові та безворсові паласи) — виготовлені щільним поєднанням навхрест переплетених ниток, розташованих двома рядами — повздовжніми і поперечними, *неткани* (клеюві, голкопробивні (повстяні) та ворсопробивні (тафтингові)). Розповсюдженими синтетичними килимовими покриттями є *ворсоніт*, *ворсолін*, *ковролін*, *ковроплен*.

Ворсоніт — рулонний матеріал, отриманий голкопробивним способом із суміші хімічних штапельних волокон із наступним просоченням полімерною зв'язуючою речовиною.

Ворсолін — рулонний матеріал, виготовлений шляхом закріплення ворсової пряжі полівінілхлоридним полімером. Складається з двох шарів: верхній у вигляді ворсу із синтетичних волокон, нижній — ПВХ підоснова.

Ковроплен — килимове ПВХ покриття на синтетичній підоснові з друкованим малюнком, отримане дублюванням двошарової нетканої основи з прозорою ПВХ плівкою.

Ковролін — килимове покриття, виготовлене з природних і синтетичних ниток. Найміцнішим є ковролін, отриманий переплетенням натуральних ниток із основою.

Сучасні килимові покриття часто роблять із поліамідних волокон на підоснові з поліестера завтовшки від 4 до 6,2 мм, вони мають широкий спектр використання — для інтер'єрів житлових будівель, громадських установ (магазинів, готелів, ресторанів, офісів, навчальних закладів). Для приміщень із підвищеним навантаженням (аеропорти, виставкові зали, супермаркети, розважальні комплекси) виготовляють покриття з поліамідних товстих волокон або безворсові щільні килими, що нагадують фетр; вони є антистатичними та відрізняються стійким забарвленням і зносостійкістю (фото 44).

Одним із видів сучасних покриттів для приміщень зі складними умовами експлуатації (потрапляння води, бруду або при необхідності швидкого висихання) є багатошарові покриття, зовнішня поверхня яких утворена волокнами з вмістом поліаміду 80%; вона зміцнена поліефірною сіткою, середній шар із склоповсті надає стабільності, а вінілова основа підвищує водонепроникність і стійкість до дії деформацій. Такі матеріали просочують бактерицидними та фунгіцидними композиціями. Використовують їх для об'єктів соціального і медичного призначення, у приміщеннях із підвищеними вимогами до санітарного стану (реабілітаційні центри, лікарні, дитячі заклади).

Зносостійкі покриття для захисту графіки на підлозі випускають у вигляді прозорої полікарбонатної плівки з текстурою «дрібний пісок» завтовшки 125 мкм. Виготовляють також ПВХ плівку підвищеної міцності, яку можна використовувати при машинному митті підлог, текстура — тиснена, поверхня шовково-матова, не утворює відблисків, товщина 185 мкм.

Брудовідштовхувальні покриття поєднують високі декоративні властивості з практичністю. До них належать вінілові покриття зі структурою у вигляді скручених петель, які виготовляють з основою та без основи. Конструкція без основи краще затримує і поглинає значну кількість бруду; її використовують перед входом у будівлю або в тамбурі. Існують також покриття, що складаються з важкого волокна, яке затримує бруд, та легкого, що вбирає воду.

Розроблено триступеневу систему захисту від бруду, що включає три типи покриттів із різними функціями. Покриття першого ступеня має дрібні комірки і укладається на вулиці, забезпечує попереднє очищення, збираючи максимальну кількість бруду. Другий ступінь передбачає комбіноване покриття, в якому поєднується ніздрювате покриття з ворсовим (нейлоновим); його розташовують у тамбурі. Третій ступінь захисту здійснюється в середині приміщення за допомогою ворсових килимових покриттів із нейлонових волокон, які постачають у вигляді матів, доріжок та рулонів.

Рулонні покриття для підлог у ванних кімнатах та місцях відпочинку виготовляють на основі спіненого поліуретану зазвичай рельєфної поверхні з наскрізними отворами. У вологих приміщеннях замість килимових покриттів краще застосовувати полімерну плитку для підлог.

Плитки для покриття підлоги — вироби заводського виготовлення визначених розмірів, різної форми і забарвлення. Їх поділяють за *видами силовини* на полівінілхлоридні, гумові, кумаронові, колоксилінові, фенолітові, полімерцементні, полімербетонні, на основі синтетичних волокон;

за структурою — без підоснови (одно- та багатошарові) і з підосною (тканинною, плівковою або теплоізоляційною); за жорсткістю; за формою — прямокутні, квадратні, фігурні; за фактурою поверхні — гладкі, рифлені, тиснені, ворсові (розрізні, петельні, безпетельні, повстяні).

Сучасні технології передбачають виготовлення плиток для підлоги (рис. 10.9) із використанням незначної кількості полімеру для зв'язування мінерального наповнювача (кварцового піску) каландруванням, холодним та гарячим пресуванням під високим тиском. Товщина плитки становить 2 мм, вона є зносо- і кислотостійкою; призначена для житлових, громадських та промислових будівель. Для покращення декоративності передбачена можливість отримання плиток із аплікаційними вставками різного кольору.



Рис. 10.9. Полімерні плитки для підлоги в лабораторії

Перевагами плиткових виробів порівняно з рулонними матеріалами є можливість створення різноманітного малюнка поєднанням плиток різної форми та забарвлення, простота приклеювання до основи; можливість заміни пошкоджених або зношених ділянок підлоги, майже повна відсутність відходів. Плиткові вироби можна застосовувати для влаштування фальшпідлог, які забезпечують легкий доступ до схованих комунікацій при техобслуговуванні. Недоліками є трудомісткість укладання та наявність великої кількості швів, що знижує гігієнічність і довговічність покриття.

Плитки «превініл» виготовляють пресуванням полівінілхлориду, наповнювача, пігментів і пластифікаторів; використовують їх у громадських та промислових будівлях.

Гумові плити отримують пресуванням гумових сумішей на основі синтетичних каучуків і крихти зношених шин. Плитами покривають підлоги у виробничих приміщеннях, на терасах та балконах.

Зносостійку килимову плитку виготовляють на армованій скловолоконній ПВХ основі з ворсом із нейлонового волокна. Фактура може бути петельною і розрізною, зазвичай передбачено захист від плям та бруду. Плитка є зносостійкою, стійкою до ультрафіолетового випромінювання, має антибактеріальні властивості, захищає від статичної електрики; вона швидко монтується за допомогою фіксаторів або за рахунок магнітного кріплення до сталених підлог.

Ламінат — багатошарова конструкція у вигляді дошки для влаштування підлоги, укладання якої відбувається за допомогою пазогребеневої конструкції. Особливості отримання та експлуатації наведені у гл. 8.

Наливні (безшовні) покриття підлог залежно від виду полімеру бувають полівінілацетатні, поліефірні, поліуретанові, епоксидні та ін. За конструктивним рішенням і методами виконання підлоги поділяють на:

- мастичні — виконуються з литих сумішей на основі в'язучої речовини з незначною кількістю наповнювача методом напилення або розливання з наступним розрівнюванням. Вони мають товщину до 5 мм;
- розчинові — відрізняються наявністю заповнювача крупністю до 7 мм і завтовшки 5...20 мм;
- бетонні — містять заповнювач розміром більше 7 мм, мають товщину від 20 мм.

Наливні підлоги відрізняються декоративністю, гігієнічністю, легкістю очищення, опором стиранню, тепло- і хімічною стійкістю, морозостійкістю, стійкістю до ударів та дряпання. Технологія їх виготовлення проста, але влаштування є досить трудомістким порівняно з рулонними матеріалами.

Безшовні підлоги виконують монолітними на основі водних дисперсій полімерів або реакційно здатних олігомерів. Як наповнювачі використовують тонкомелені кам'яні матеріали світлого кольору — маршаліт, кварцовий пісок крупністю не більше 0,15 мм; як барвники — світлостійкі пігменти: редоксайд, оксид хрому, сурик. Можна використовувати модифікатори (полістирольний латекс, водну дисперсію гуми) та стабілізатори. Покриття складаються з двох шарів — вирівнювального (з піском крупністю 0,2...0,3 мм) і лицьового (рис. 10.10). Вони не утворюють пилу, не накопичують статичної електрики, легко очищуються. Безшовні підлоги використовують у приміщеннях з інтенсивним рухом, однак їх не можна експлуатувати, якщо транспорт має гумові шини.



Рис. 10.10. Безшовна полімерна підлога в приміщенні супермаркету (а), в інтер'єрі готелю (б)

Опоряджувальні матеріали для стін. Матеріали для опорядження стін — найширша група полімерних оздоблювальних матеріалів: листових, плиткових, рулонних, лакофарбових, профільно-погонажних та ін.

Серед *листових та плиткових матеріалів* для опорядження поширені декоративний паперово-шаруватий пластик (ДПШП), листи і плитки з полістиролу та полівінілхлориду.

Декоративний паперово-шаруватий пластик — листовий оздоблювальний матеріал, який використовують для облицювання меблів, стін приміщень із значною інтенсивністю експлуатації (вестибюлі, коридори, аудиторії), а також для оздоблення ванних кімнат, туалетів, лабораторій (фото 45). Основні властивості ДПШП наведені у гл. 8.

Деревношаруваті пластики (ДШП) — листові та плиткові матеріали, які використовують для виготовлення несучих конструкцій, каркасних перегородок, допоміжних і монтажних елементів (гл. 8).

Для влаштування перегородок, вбудованих меблів, дверей, для облицювання стін та стель використовують також *деревностружкові плити (ДСП)* (гл. 8).

Оздоблювальні листові і плиткові матеріали виготовляють на основі полістиролу, полівінілхлориду (вініпласт), поліпропілену й інших полімерів. Значного розповсюдження ці матеріали не отримали внаслідок низької твердості, горючості та складності монтажу. Найбільш відомими серед таких матеріалів є кольорові декоративні плити і листи з поліформальдегіду та полістиролу зниженої горючості з імітацією облицювання деревиною цінних порід, причому складне різьблення по дереву легко

здійснюється гарячим пресуванням (декоративні панелі «Поліформ») (рис. 10.11).

Полістирольні плитки отримують із полістиролу або суміші його з мінеральними наповнювачами способом лиття під тиском прямокутними, квадратними і фризовими, товщиною 1,25...1,35 мм. Лицьова поверхня плиток буває рівномірно забарвленою гладкою, глянцевою, напівматовою. Вони є водо- і паронепроникними, хімічно стійкими, але горючими. Їх не можна використовувати для облицювання стін, до яких примикають нагрівальні прилади, евакуаційних коридорів та дитячих закладів.

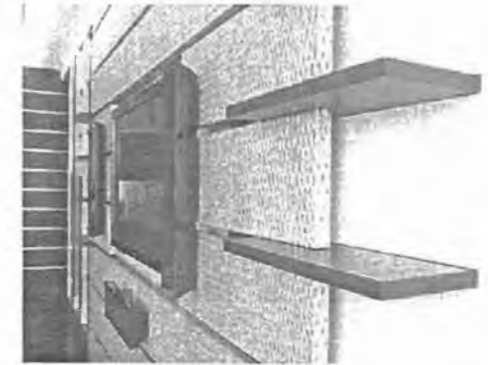


Рис. 10.11. Полімерні декоративні панелі «Поліформ» в інтер'єрі

Полістирольні плити для індустріального опорядження стін виготовляють методом екструзії з ударостійкого полістиролу завтовшки 1,5...4,0 мм.

Рулонні полімерні матеріали для внутрішнього опорядження стін, стель та вбудованих меблів поділяють на плівкові, лінкруст, текстовініт та вологостійкі шпалери.

Декоративні плівкові матеріали — один із найперспективніших видів полімерних матеріалів для внутрішнього оздоблення. Розрізняють оздоблювальні плівки безосновні та на паперовій або тканинній основі.

Полівінілхлоридні плівки застосовують у сучасному житлово-громадському будівництві для оздоблення стін, меблів і інших поверхонь. Їх виготовляють із пластифікованого полівінілхлориду одно- та багатокольорними з друкованим візерунком, гладськими та рельєфними. Розрізняють плівки безосновні, з клейовим шаром, на паперовій і тканинній основі. Плівки на звукоізоляційній основі використовують для опорядження приміщень із підвищеними акустичними вимогами.

Лінкруст — різновид плівок на паперовій основі з рельєфним рисунком. Це рулонний матеріал завтовшки 0,5...1,2 мм (фото 46). Виготовляють його нанесенням на папір пасти з полівінілхлориду чи іншого полімеру, до якого додають борошно з деревини. Після наклеювання лінкрусту на стіни його можна фарбувати олійними чи полімерними фарбами.

Текстовініт належить до рулонних матеріалів на тканинній основі. Його виготовляють нанесенням пасти, яка складається з полівінілхлориду, пластифікатора та мінеральних пігментів, на бавовняну тканину з наступ-

ним тисненням і термообробкою. Водопоглинання текстуритету не перевищує 2%. Він стійкий до зміни температур від +50 до -36°C; його видовження при розриві не перевищує 8%; застосовують для опорядження панелей стін житлових і громадських будівель.

Павіноли (штучні шкіри) подібні до текстуритету, їх застосовують у виробництві меблів, для акустичного опорядження стін, влаштування розсувних перегородок тощо.

Найпоширенішим матеріалом для оздоблення стін є шпалери. Різновидами шпалер є вологостійкі полівінілацетатні шпалери, що миються, шпалери з вініловим покриттям паперової основи, в тому числі шовкографічні, велюрові, фетрові, рідкі (варіотропні системи) (фото 47). Основні властивості шпалер наведено у гл. 16.

Варіотропні системи — декоративні оздоблювальні матеріали, які відрізняються від декоративних штукатурок тим, що складаються з декількох компонентів, які послідовно (в три етапи) наносять на поверхню: спочатку — шар клею, потім напиляють чіпси, а далі — лакове покриття, що надає поверхні стійкості до миття. Недоліком такого покриття є те, що воно не дихає.

Нанесення на деякі види шпалер воднодисперсійних (латексних або акрилових) фарб дозволяє створити зносостійке покриття, нейтральне до навколишнього середовища і стійке до миття.

Матеріали для опорядження стель. Для оздоблення *підшивних стель* (утворених безпосередньо конструкцією будівлі — плитами перекриттів) використовують воднодисперсійні (переважно акрилові) фарби, шпалери тощо.



Рис. 10.12. Підвісні стелі з полімерних плит в інтер'єрі

Полімерні матеріали *для підвісних стель*, залежно від конструкції, можуть бути акустичними, такими, що світяться, та підсвічувальними (рис. 10.12). Акустичні стелі виготовляють із пінополістирольних або пінополіуретанових плит. Для влаштування стелі, що світяться, використовують люверсні (підвішені на тросах) ґрати з пластмас; як світлорозсіювальний екран — листи з органічного скла (поліметилметакрилату), рулонні покриття зі світлопрозорої плівки.

Натяжні стелі — рівні або з нахилом, арочні або багаторівневі покриття, які розрізняють за фактурою та кольором (фото 48). Їх виготовляють із вінілового полотна матової, оксамитової, шкіряної, мармурової, лаково-глянсової фактури і монтують у вигляді хвилі, конуса або зіркового неба. Останнє передбачає використання полотна темно-синього кольору, за яким розташовують точкові джерела світла та нитки з оптичного волокна. Перевагами таких стель є висока міцність і водонепроникність, стійкість до миючих засобів, легкість монтажу, простота обслуговування та можливість реалізувати будь-які дизайнерські проекти.

Лакофарбові матеріали для опорядження стін, стель і підлог. Найбільш розповсюдженими є полімерні фарби латексні водорозбавлені та з використанням органічних розчинників, а також полімерцементні і порошкові (гл. 16).

Водоемульсійні (воднодисперсійні) фарби поділяють, залежно від виду полімеру, на акрилові, бутадієнстирольні, полівінілацетатні, силіконові. Полівінілацетатні фарби після висихання дозволяють отримати паропроникне покриття, яке можна мити водою. Акрилові фарби також утворюють паропроникне покриття, яке відрізняється підвищеною еластичністю, міцністю та водостійкістю. Застосування силіконових фарб дає змогу отримати гідрофобне протигрибкове покриття при збереженні високої паропроникності. Бутадієнстирольні фарби використовують для фарбування текстурованих шпалер, а також для ремонтного фарбування.

Полімерцементні фарби виготовляють із білого портландцементу, вапна, лугостійких пігментів, наповнювачів із додаванням водної дисперсії полівінілацетату або латексу. Покриття швидко висихають, є водостійкими. Використовують їх для фарбування бетонних, цегляних, оштукатурених поверхонь і деревноволокнистих плит.

Фарби з використанням органічних розчинників поділяють на алкідні (олійні, емалеві), каучукові тощо. Алкідними фарбами покривають, в основному, оштукатурені, дерев'яні та металеві поверхні. Ці фарби є світло- і водостійкими, але вони є пожежонебезпечними та нестійкими до впливу лугів.

Лаки гліфталеві, сечовиноформальдегідні, перхлорвінілові, поліакрилові і нітроцелюлозні використовують для покриття дерев'яних поверхонь та декоративної штукатурки. Сечовиноформальдегідні лаки придатні для покриття дощаних і паркетних підлог, перхлорвінілові — для лакування олійних покриттів, нітроцелюлозні — для тонування виробів із деревини та надання їм декоративного блиску, вони швидко висихають, але мають запах і є вогнебезпечними.

Емалеві фарби утворюють непрозоре захисно-декоративне покриття з різним блиском — матовим, напівматовим, напівглянсовим та глянсовим, вони швидко висихають, але є пожежонебезпечними і токсичними при твердінні.

Порошкові фарби, які отримують на основі епоксидних, епоксидно-поліефірних, акрилатних та поліуретанових полімерів, утворюють під час нагрівання при температурі 140...200°C міцне покриття на металевих, скляних, керамічних і деяких пластмасових поверхнях.

Архітектурно-опоряджувальні деталі (карнизи, тяги, колони, капітелі, розетки, плінтуси) виготовляють зі спіненого або екструзійного пінополістиролу, а також пінополіуретану зі спеціальним декоративно-захисним покриттям різного кольору та фактури (рис. 10.13). Такі деталі використовують як для оздоблення інтер'єрів, так і фасадів будинків, що дозволяє певною мірою здешевити, спростити будівництво і зменшити масу конструкцій.

Для створення елементів інтер'єру — колон, арок, карнизів, меблів для ванних кімнат, кухонних стільників тощо використовують *коріан* — декоративний штучний матеріал, що складається з акрилового полімеру, мінерального наповнювача та природних пігментів (рис. 10.14).



Рис. 10.13. Декоративні полімерні елементи в оформленні інтер'єру

Рис. 10.14. Стільник із полімерного композиційного матеріалу (коріану)

Цей матеріал має широку кольорову гаму, за зовнішнім виглядом подібний до природного каменю, але, на відміну від нього, є еластичним та одночасно міцним, гігієнічним, технологічним, оскільки тріщини, подряпини можуть бути легко відшліфовані і відреставровані.

10.7. Матеріали та виробництва спеціального призначення

Гідроізоляційні, покрівельні і герметизуючі матеріали — це матеріали, до яких висуваються вимоги щодо водо- та паронепроникності, тріщиностійкості, водо- і атмосферостійкості. Із полімерних матеріалів для гідроізоляції особливо широко застосовують плівки, мембрани, мастики, лаки та фарби.

Гідроізоляційні плівкові матеріали виготовляють екструзією, механічним або пневматичним витягуванням із полівінілхлориду, поліетилену, пропилену, ацетилцелюлози, синтетичного каучуку та інших полімерів. Товщина плівкових матеріалів залежить від їх призначення: для влаштування протифільтраційних завіс використовують поліетиленову плівку завтовшки 0,2 мм; для гідроізоляції тунелів та інших споруд проти дії агресивних вод застосовують полівінілхлоридну або поліетиленову плівки завтовшки 1,5...2 мм.

Плівки випускають у вигляді рулонів із міцністю при розтягу 15,0...17,5 МПа. Вони є стійкими проти дії природних вод, нейтральних, солевих, лужних і кислотних розчинів із концентрацією до 5%.

Поліетиленові плівки зазвичай отримують із поліетилену високого тиску. З метою уповільнення старіння та запобігання пошкодженню від гризунів при виготовленні додають кам'яновугільний пек, а для захисту від впливу світлових променів до складу поліетилену при його переробці вводять стабілізатор — сажу (2...3% за масою). Підвищення міцності плівки здійснюється армуванням склотканиною, синтетичними волокнами і використанням паперової або тканинної підоснови. Застосовують при влаштуванні водо- та пароізоляції, наприклад, при зведенні скатних покрівель, а також як прошарок при виконанні внутрішніх оздоблювальних робіт (укладання підлог із ламінату).

Основним недоліком поліетиленової плівки є складність її утилізації внаслідок тривалого її розкладання у природних умовах, тому останнім часом розроблена технологія виготовлення плівки, здатної до саморозкладання.

Поліпропіленові плівки відрізняються більш високими фізико-механічними властивостями. Границя міцності при розтягу їх становить 25...30 МПа; відносне подовження при розриві — 500...700%; водопоглинання — 1,5%; еластичність зберігається до -20°C .

Поліетиленові та поліпропіленові плівки використовують переважно як паронепроникний бар'єр, а як гідроізоляцію — лише при влаштуванні

«холодних» горищних покрівель. Для гідроізоляції «тепліх» покрівель частіше застосовують дифузійні мембрани.

Полівінілхлоридні плівки мають відносно подовження при розриві 100...300%, водопоглинання за 24 год — 0,15...0,2%. Старіють вони швидше, тому застосовувати їх краще в закритих конструкціях, куди не потрапляє сонячне проміння. Для попередження конденсації вологи з пари, що піднімається з піддахового приміщення, використовують багатошарові плівки, верхній і нижній шари яких ламіновані та забезпечують гідроізоляційні властивості і паронепроникність матеріалу, а тканинний прошарок — необхідну міцність.

Бітумно-полімерні мембрани — рулонні гідроізоляційні матеріали, отримані на основі склотканини або поліефірних волокон та бітуму, модифікованого стирол-бутадиєн-стирольним каучуком (СБС) або атактичним поліпропіленом (АПП), складаються з кількох шарів (гл. 9).

Полімерні покрівельні мембрани, залежно від хімічного складу полімеру, бувають ПВХ (полівінілхлоридними), ТПО (на основі термопластичних поліолефінів), ЕПДМ (на основі синтетичного каучуку — етиленпропілендієнмономеру), ПВП (поліетилену високої щільності) тощо. ТПО-мембрани більш стійкі до механічних впливів порівняно з ЕПДМ-мембранами, а останні характеризуються підвищеною еластичністю, міцністю на розрив. Інколи мембрани армують поліефірною сіткою для підвищення міцності та довговічності. Полімерні мембрани характеризуються високою міцністю, еластичністю, морозостійкістю, стійкістю до ультрафіолету та довговічністю. Їх використовують для покриття різних типів дахів як при будівництві нових будівель, так і при реконструкції. Одношарові покрівельні мембрани забезпечують високу швидкість монтажу. Також ПВП-мембрани використовують для гідроізоляції фундаментів і стін.

Пластичні полімерні гідроізоляційні матеріали отримують на основі різних смол (акрилових, поліуретанових, епоксидних, карбамідних, фуранових, кремнійорганічних тощо), отверджувачів, пластифікаторів, розчинників, наповнювачів та інших добавок. Залежно від властивостей вихідної сировини, способу виробництва та призначення матеріали виготовляють у вигляді в'язких рідин, порошоків або гранул. Залежно від складу, в тому числі вмісту заповнювачів і наповнювачів, готові полімерні суміші випускають у вигляді ґрунтовок, емульсій, мастик та розчинів.

Ці матеріали є еластичними і здатними перекривати тріщини в основах. мають високу водонепроникність та адгезію, легко наносяться і швидко структуруються. Полімерні матеріали можна наносити на бетонні, кам'яні.

металеві та дерев'яні основи, існують також різновиди, які мають добру адгезію до гіпсової штукатурки, цегляного мурування, волокнистих плит.

Наливна покрівля є одним із варіантів влаштування горизонтальних дахів. У ній декілька шарів, що укладаються поступово — склотканина, потім полімерно-бітумний розчин із наповнювачами. Ця покрівля внаслідок монолітності та еластичності є довговічною, не піддається механічним пошкодженням, може витримувати значні навантаження.

Останнім часом розроблені багатофункціональні полімерні матеріали, які одночасно є тепло-, гідро- та звукоізоляційними. До таких матеріалів належать пінополіетилен сітчастої молекулярної структури із замкненими порами з протекторним шаром завтовшки 50 мкм, що робить цей матеріал практично паронепроникним та малогіроскопічним із водопоглинанням за об'ємом менше 1%.

Будівельні *герметики* використовують для ущільнення стиків між різними конструкціями та панелями будівель із метою надання їм водо-, паротаповітронепроникності. Герметики повинні бути тепло- та морозостійкими, а також зберігати свої властивості протягом усього строку експлуатації будівлі.

Найкраще цим вимогам відповідають герметики на основі полімерів у вигляді пористих прокладок, профільованих ущільнювачів, мастик та обклеювальних плівок.

Герметики, які не твердіють, випускають на основі каучуків (поліізобутилена, бутилкаучука) у вигляді пастоподібних мас, стрічок, шнурів; а також одно- або двокомпонентних композицій на основі олігомерів (тіоколи, уретани, силоксани), які при отвердженні утворюють гумоподібні матеріали безпосередньо на місці проведення робіт без виділення летких речовин.

Герметики, що висихають, на основі розчинів каучуків в органічних розчинниках, а також воднодисперсійні на основі акрилатів утворюють герметизуючий шар після висихання розчинника або води з отверджувачем або без нього.

Найпоширенішими полімерними герметиками є силіконовий, акриловий, поліуретановий, каучуковий, полісульфідний, полібутановий (гл. 15).

Геосинтетика — переважно полімерні будівельні матеріали (інколи використовують і мінеральну сировину — скло- та базальтові волокна), призначені для створення зміцнювальних, дренажних, захисних, фільтрувальних, гідроізоляційних, теплоізоляційних систем у транспортному, цивільному і гідротехнічному будівництві. До геосинтетиків належать геотекстиль (тканина або неткане полотно), георешітки і геосітки, геомем-

брани та геокомпозити. *Геотекстиль* — ткане або неткане полотно із поліпропіленових або поліефірних ниток. Тканину використовують для створення об'ємних конструкцій (контейнери, труби) берегоукріплення та будівництва дамб, нетканий текстиль — для фільтрів і розподіляючих прошарків. За допомогою *георешіток* та *геосітки* армують відкоси при будівництві доріг, аеродромів, полігонів, а також здійснюють утримання рослинного покриву для запобігання ерозії.

Геомембрани — суцільне еластичне водонепроникне рулонне полотно з геотекстилю, покритого з одного або двох боків в'язучою речовиною, наприклад полівінілхлоридом, товщиною від 0,7 до 2 мм. Використовують для гідроізоляції промислових об'єктів, у меліоративному будівництві та при створенні каналів і штучних водойм. *Геокомпозити* створюють із різних геотекстильних матеріалів (тканих та нетканих) для покращення експлуатаційних властивостей — зміцнення покриттів, підвищення фільтрувальної здатності.

Теплоізоляційні матеріали. Полімерні теплоізоляційні матеріали класифікують за структурою, формою, видом основної сировини, середньою густиною, теплопровідністю та жорсткістю. Полімерні матеріали, що мають ніздрювату структуру з ізольованими порами, називають *пінопластами*, зі сполученими порами — *поропластами*, а будову з регулярно повторюваними порожнинами — *сотопластами*.

Полімерні теплоізоляційні матеріали поділяють також за жорсткістю (за стискуваністю під навантаженням 0,002 МПа) на м'які (понад 30%), напівжорсткі (6...30%) і жорсткі (до 6%).

Для будівельної теплоізоляції застосовують *жорсткі пластмаси*, які мають границю міцності при 50% деформації понад 0,15 МПа. До жорстких пластмас належать теплоізоляційні плити, наприклад, плити «Піноплекс», виготовлені методом екструзії з пінополістиролу. Залежно від середньої густини, яка змінюється від 30 до 50 кг/м³, матеріал має міцність при стиску 0,25...0,5 МПа, водопоглинання 0,4...0,1%, коефіцієнт теплопровідності 0,028...0,03 Вт/(м·К), діапазон робочих температур -50...+75°C. Застосовують плити «Піноплекс» для теплоізоляції підлог, стін громадських, житлових і промислових будівель.

Екструзійний пінополістирол характеризується середньою густиною 7...50 кг/м³, міцністю при згині 0,06...0,3 МПа, коефіцієнтом теплопровідності 0,038...0,043 Вт/(м·К). Цей матеріал застосовують для виготовлення різноманітних будівельних виробів, яким притаманна висока морозостійкість, низька паропроникність, стійкість до дії ґрунтових вод без долаткової ізоляції.

Піноізол — пінопласт карбамідний теплоізоляційний, належить до спінених пластмас, характеризується низькою середньою густиною 10...15 кг/м³, теплопровідністю 0,027...0,033 Вт/(м·К), простотою обробки, є гігроскопічним, важкоспалимим (протистоїть дії відкритого полум'я, не плавиться, лише обуглюється та гасне при усуненні джерела вогню), є довговічним, стійким до дії мікроорганізмів і органічних розчинників, запобігає розповсюдженню комах та гризунів. Матеріал є еластичним, поглинає звукові коливання, його використовують для теплоізоляції будівель як у вигляді плит, так і полімерної маси для заливання пустот, заповнення просторових залізобетонних елементів у навісних панелях, в огорожах багатоповерхових будівель, виготовлення тришарових панелей, для теплоізоляції вагонів.

Серед спінених полімерних теплоізоляційних матеріалів слід відмітити також *пінополіетилен (пінофлекс)*. Такий матеріал є пружним, еластичним, пористим та одночасно водонепроникним, хімічно стійким і екологічно безпечним; він забезпечує тепло-, гідро- та звукоізоляцію об'єкта. *Сотопласти* виготовляють склеюванням у блоки гофрованих аркушів паперу чи шматків тканини, просочених полімером. Густина *ніздрюватих пластмас* залежить від виду полімеру та вмісту газотворювача. Середня густина теплоізоляційних пластмас становить 10...200 кг/м³, теплопровідність — 0,026...0,045 Вт/(м·К). Особливість теплоізоляційних полімерних матеріалів — обмежена температуростійкість (60...70°C), яку потрібно враховувати при визначенні можливості їх застосування.

Акустичні матеріали. Найчастіше полімерні матеріали внаслідок їх еластичності використовують як *звукоізоляційні вібропоглинальні спінені пластмаси* (пінопласти), які отримують спінюванням термо-, реактопластів, еластомірів і полімерних композицій на основі полівінілацетатів, поліакрилатів, полісилоксанів, каучуків, поліуретанів, поліефіракрилатів, полівінілхлоридів. Для підвищення здатності до вібропоглинання також застосовують *полімерні мастики* або *шаруваті композиційні матеріали* у вигляді листів металевої фольги, між якими розташовують в'язкий шар полімеру; крім того, до складу полімерних матеріалів вводять *лускуваті наповнювачі* (слюду, технічний вуглець і графіт); також виробам надають *стільникову структуру*, яку заповнюють в'язким полімером тощо.

Вібропоглинальні матеріали у вигляді рулонів або плит товщиною 6...15 мм використовують, в основному, при влаштуванні ізолюючих прокладок «плаваючої» підлоги по поверхні стяжки з бетону, гіпсу, асфальтобетону товщиною 30...50 мм, а також для облицювання трубопроводів, повітропроводів та каналів, за якими розповсюджується шум. Особлива роль відводиться таким матеріалам у будівлях із монолітного бетону.

Як альтернативу мінерало- та скловолокнистим *звукопоглинальним матеріалам* застосовують *пінополіуретан*, який наносять шаром певної товщини на поверхню міжповерхового перекриття. Прикладами сучасних *звукопоглинальних* полімерних матеріалів є м'які плити з пінополіуретану з лицьовою поверхнею різної форми, акустичні панелі з меламінової піни, покриття, а також рулонні матеріали із спіненого поліетилену та екструзійного пінополістиролу ніздрюватої будови.

Основні види та властивості полімерних акустичних матеріалів наведено у гл. 13.

Полімерні труби мають ряд переваг порівняно з металевими: вони легші, стійкі до дії кислот та лугів, не піддаються електрохімічній корозії, гнучкі, мають менший опір руху рідин, низьку теплопровідність, є зручними при монтажі. Істотним недоліком полімерних труб є низька теплостійкість (60...70°C) і значне лінійне розширення. Основні види полімерних труб, які застосовують у будівництві: поліетиленові, поліпропіленові, полівінілхлоридні, з органічного скла та склопластикові. Полімерні труби придатні для влаштування систем водопостачання і каналізації, вентиляції, внутрішніх комунікацій хімічних та харчових виробництв, іригаційних трубопроводів і газопроводів. Широкого застосування набувають водостічні системи з полівінілхлориду для відведення води з покрівель. Крім будівництва, склопластикові труби застосовують у нафтовій, хімічній та гірничодобувній промисловості.

Полімерні матеріали використовують також для виготовлення *великогабаритних виробів* (ванни, раковини тощо), які отримують пресуванням із армованих терморезактивних полімерів або методом вакуумного формування з термопластичних полімерів. Ці вироби мають значно меншу масу, ніж металеві чи керамічні, відрізняються високими експлуатаційними та естетичними властивостями.

Полімерні ванни виготовляють із акрилу, покритого декількома шарами епоксидної смоли для надання міцності виробу. Такі вироби є довговічними, стійкими до стирання, світла і корозії, мають добрі звуко- та теплоізоляційні властивості, відносно низьку масу, легко монтуються, не проводять електричний струм, мають широкий вибір форм, що можна реалізувати за рахунок пластичності акрилу — круглі, овальні, квадратні, прямокутні, трикутні тощо. Недоліками є крихкість і відносно низька твердість поверхні.

Полімерні клеї у будівництві застосовують для склеювання конструкційних матеріалів, кріплення теплоізоляційних, акустичних, гідроізоляційних та облицювальних матеріалів, що сприяє не тільки зниженню матеріаль-

них витрат на будівництво, але й підвищує техніко-економічні показники споруд.

Синтетичні клеї — це розчини, розплави чи дисперсії полімерів, а також оліго- та мономерів, що мають високу адгезію до поверхонь різних матеріалів і здатні до створення при твердінні міцного шва. Розрізняють клеї термопластичні та терморезактивні, а також клеї холодного і гарячого твердіння. Механізм твердіння може бути пов'язаний із охолодженням розплаву, випаровуванням розчинника, реакціями поліконденсації олігомерів та полімеризації мономерів.

На основі *термопластичних полімерів* виготовляють полівінілацетатні, перхлорвінілові, поліамідні, поліакрилові, каучукові клеї. Їх використовують для кріплення опоряджувальних матеріалів, склеювання піно- та порошків. Для міцного склеювання (міцність при рівномірному відриванні понад 0,7 МПа) використовують клеї на основі *терморезактивних полімерів*: епоксидних, фенолформальдегідних, карбамідних, поліефірних і поліуретанових. Ці клеї відрізняються високою адгезією, водостійкістю, стійкістю до вібраційних навантажень та теплостійкістю. Недоліками деяких полімерних клеїв є висока токсичність у період виготовлення і склеювання (епоксидні клеї), а також під час експлуатації (фенолформальдегідні клеї). Клеї на основі терморезактивних полімерів застосовують при склеюванні алюмінію, сталі та інших металів, кераміки, скла, бетону, деревини, а також для влаштування антикорозійних і спеціальних покриттів.

10.8. Переваги та недоліки полімерних матеріалів

1. 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 шільних 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 (у деяких конструкційних полімерних матеріалів 200...250 МПа) дозволяє створювати ефективні (легкі та міцні) конструкції з пластмас.

2. *Низькі тепло- й електропровідність*, а також *звукопоглинальні властивості* дозволяють використовувати пористі полімери як тепло- і 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.

3. *Низьке водопоглинання та хімічна стійкість* щільних пластмас до розчинів солей, лугів, кислот та 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.

4. *Прозорість, здатність пропускати ультрафіолетові промені* при низькій середньої густині та безпечності монтажу й експлуатації деяких пластмас дає змогу застосовувати їх у світлопрозорих огорожувальних конструкціях будівель і споруд, наприклад, у куполах, огорожах теплиць, оранжерей, лікувальних закладів.

5. *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.

6. Особливе значення має можливість програмування та регулювання властивостей пластмас 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.

7. До переваг полімерних матеріалів можна віднести наявність сировинної бази, технологічність і здатність приймати будь-яку форму (в разі застосування відповідних технологій), можливість отримання різноманітних за призначенням багатофункціональних матеріалів із відносно низькою вартістю.

8. Основними негативними властивостями пластмас слід вважати їх *низьку теплостійкість*, а також *горючість*, деякі пластмаси при горінні утворюють токсичні продукти, що обмежує їх використання у будівництві. Під час виготовлення пластмас і в умовах їх експлуатації в середині приміщень *можуть виділятися токсичні речовини*, тому застосування багатьох полімерних матеріалів є можливим лише після встановлення ступеня їх токсичності.

Окремі види пластмас *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 вказані недоліки можна частково подолати за рахунок чіткого дотримання технологічного процесу, а також використання новітніх технологій.

Розділ III

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ



КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ СТІН

До будівельних матеріалів спеціального призначення належать *конструкційні*, що призначені для зведення конструкцій, влаштування стін та перегородок, *теплоізоляційні*, *покрівельні*, *гідроізоляційні*, *оздоблювальні*, *акустичні тощо*, а також системи матеріалів для реставраційних робіт. Особливістю сучасного будівництва є використання матеріалів поліфункціонального призначення, які поєднують декілька функцій, наприклад, лицьова керамічна цегла, паркетна дошка тощо. Лицьова цегла, окрім декоративної функції, покращує теплоізоляційні показники огорожувальної конструкції завдяки наявності порожнин. Паркетна дошка знижує тепловтрати приміщення, оскільки деревина має низьку теплопровідність. Матеріали для підвісних стель (пінопласти, мінераловатні плити) покращують мікроклімат та акустику приміщень, оскільки мають певну фактуру поверхні і виконують ще й оздоблювальну функцію.

11.1. Загальні відомості та класифікація

Конструкційними є матеріали, з яких виготовляють деталі конструкцій, що сприймають навантаження. Їх визначальними параметрами є механічні властивості, які відрізняють їх від інших будівельних матеріалів (тепло- та звукоізоляційних, лакофарбових, декоративних тощо). До основних критеріїв якості конструкційних матеріалів і виробів відносять параметри опору зовнішнім навантаженням: міцність, надійність, довговічність та ін.

Стіни будинку — це вертикальні огорожувальні конструкції, що відокремлюють приміщення від зовнішнього середовища й одне від іншого. Залежно від навантажень стіни можуть бути несучими, самонесучими та ненесучими.

Несучі стіни сприймають навантаження від інших частин будинку (перекрыттів, дахів) і разом із власною масою передають їх фундаментам.

Самонесучі стіни опираються на фундаменти, але навантаження сприймають тільки від власної ваги.

Ненесучі (навісні) стіни — це огорожувальні конструкції, які опираються на кожному поверсі на інші елементи будинку (каркаса) і сприймають навантаження власної ваги в межах тільки одного поверху.

Оптимальну товщину стіни можна розрахувати, виходячи з витрат на експлуатацію. Однак ця товщина повинна бути не менш деякої межі, обумовленої статичними і теплотехнічними розрахунками із забезпечення необхідної міцності конструкції та нормативного опору теплопередачі.

За вихідним матеріалом стіни можуть бути кам'яними, дерев'яними, металевими, комбінованими. Кам'яні стіни за конструкцією та способом зведення поділяють на стіни із кладки, монолітні і крупнопанельні.

Мурування — це конструкція, виконана з окремих стінових каменів, шви між якими заповнюються мурувальними розчинами. Для створення міцної монолітної системи ряди кладки роблять із розбіжністю вертикальних швів, тобто з їх перев'язкою. Найпоширенішими є ланцюгова (дворядна) і багаторядна системи перев'язок.

Для кладки зовнішніх стін використовують як прості розчинові суміші (цементні), так і складні (цементно-вапняні, цементно-глиняні), що відрізняються високою пластичністю, водоутримувальною здатністю та економічністю. Границя міцності при стиску розчинів зазвичай не перевищує 5...10 МПа після 28 діб твердіння.

У сучасному будівництві все більше застосовують сухі мурувальні суміші, що постачаються в мішках, найчастіше масою до 25 кг, і замішуються водою на місці проведення робіт. Оскільки сучасні технології дозволяють виготовляти стінові камені та блоки з мінімальним (до 1 мм) відхиленням геометричних розмірів від стандартних, то можна виконувати так звану тонкошовну кладку з використанням клеїв на основі тонкодисперсних сухих сумішей з розміром частинок заповнювача не більше 1...2 мм. При цьому товщина мурувального шва становить всього кілька міліметрів (на відміну від традиційного шва — 10 мм), що дозволяє значно зекономити мурувальний розчин. У кладці також практично зникають «містки холоду».

11.2. Стінові матеріали та вироби

Матеріали для перегородок. Перегородки розділяють внутрішні об'єми будинку, обмежені капітальними стінами, на більш дрібні приміщення.

Перегородки є ненесучими елементами, але від їх конструктивного рішення значною мірою залежать такі функціональні властивості будинку як надійна звуко- і теплоізоляція. Перегородки повинні бути міцними і стійкими, відповідати певним санітарно-гігієнічним вимогам (поверхні повинні бути гладкими, піддаватися чищенню, не мати щілин).

Варто пам'ятати, що площа перегородок перевищує площу несучих стін у житловому будинку в 2,5 раз, а трудомісткість їх зведення становить 20% усіх трудозатрат при спорудженні будинку.

Залежно від розміру, типу конструкції та використаного матеріалу, перегородки можуть бути виконані:

- з елементів, висота яких співпадає з висотою приміщення;
- із плит і блоків;
- з дрібноштучних матеріалів: цегли, склоблоків, керамічних каменів, блоків із легкого бетону та ін.

За призначенням перегородки бувають: стаціонарні (нерухомі) і перегородки, що трансформуються.

За видом матеріалу перегородки поділяють на:

- цегляні — з керамічної або силікатної цегли;
- гіпсові — з пазогребневих гіпсових плит, гіпсокартонних (рис. 11.1), або гіпсоволокнистих листів;
- бетонні — з легкого бетону, з гіпсобетону;
- з деревини та біокомпозитів — з дошок, шитів, плит ДСП, ДВП, фіброліту;
- світлопрозорі — зі склоблоків або склопакетів, з органічного, акрилового скла, із бі- та полікарбонату.

За конструкцією перегородки бувають одношарові (або однорідні) та багатшарові (з декількох видів матеріалу), суцільні і каркасні.

Найрозповсюдженішими є каркасні перегородки, які складаються з каркаса, заповненого матеріалом, та обшивки. Каркас може бути виготовлений зі сталевих, алюмінієвих, дерев'яних і пластмасових елементів.

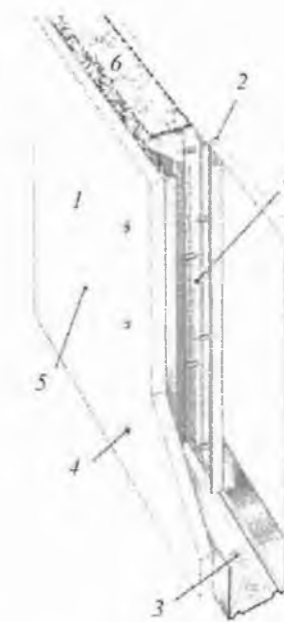


Рис. 11.1. Основні будівельні елементи перегородки з гіпсокартонних листів: 1 — гіпсокартонний лист (ГКЛ); 2 — шпаклівка; 3 — металеві профілі; 4 — шуруп; 5 — ґрунтовка; 6 — мінераловатна плита

Перегородки у житлових будинках бувають міжкімнатні та міжквартирні, а також ті, що огорожують санвузли і кухні. В деяких випадках до перегородок висуваються такі спеціальні вимоги, як вогнестійкість, водостійкість, пробійність.

Світлопрозорі перегородки (гл. 5) використовують для офісних приміщень та при оформленні тамбурів — входів у будинки та виробничі ділянки. Інколи до них висувають підвищені вимоги щодо звукоізоляції, міцності (здатності захисту від удару, вогнепальної зброї). У таких випадках основними конструкційними елементами перегородок є склопакети з використанням спеціального загартованого скла (стемаліт, триплекс, армоване скло) (рис. 5.16).

За необхідності створення непрозорих скляних огорож використовують «глухі» склопакети (у просторі між шарами скла розташовують скловолокно, каолінову вату, матові полімерні плівки). Підходить і скло спеціального призначення: з однією видимою стороною, тоноване, різні види матового скла, рифлене, скло «мороз» і «заметіль». Використовуючи кольорове скло, створюють вітражі та декоративні перегородки.

Перегородки зі склоблоків (гл. 5) викладають як на цементному розчині з армуванням дротом діаметром 3...4 мм або без нього, так і з використанням сучасних поліхлорцементних клеїв (рис. 5.15).

Перегородки зі склопрофіліту складають із елементів різного профілю висотою, що дорівнює висоті приміщення. Широко використовують і склопластикові двошарові термпанелі, які мають два прозорі армовані скловолокном поліефірні листи, що зв'язані між собою поліетиленовою прокладкою високої густини, яка забезпечує теплоізоляцію.

Матеріали для стін. Як стінові матеріали використовують природні кам'яні матеріали, керамічну цеглу та камені, силікатну цеглу і камені, блоки з легких (ніздрюватих) бетонів, блоки з важких бетонів, стінові панелі «сендвіч», композиційні матеріали, в яких поєднуються властивості конструкційних та теплоізоляційних матеріалів.

Сьогодні основною тенденцією є застосування багатошарових (комбінованих) конструкцій, де стінові матеріали використовуються разом із ефективними теплоізоляційними, що забезпечує необхідний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій.

Для зведення огорожувальних конструкцій використовують важкі та легкі бетони, залежно від вимог, що висуваються до міцнісних характеристик і теплофізичних показників, яким повинні задовольняти стіни споруд. Як легкі бетони для стінових конструкцій застосовують в основному бетони на пористих заповнювачах (керамзитобетон, шлакобетон, перлі-

тобетон) та ніздрюваті бетони (піно- і газобетон) (гл. 7) (табл. 11.1). Бетонні вироби представлені блоками, плитами, панелями, а також монолітними конструкціями, це залежить від проекту споруди та умов будівництва.

Таблиця 11.1

Властивості та особливості застосування різних видів бетону для зведення огорожувальних конструкцій

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	Міцність при стиску, МПа	Інші властивості	Застосування
Важкий бетон	2000...2400	5...60	Висока водонепроникність, корозійна стійкість, морозостійкість, висока теплопровідність (1,1...1,4 Вт/(м·К))	Виготовлення фундаментних блоків; стінових панелей, панелей перекриття та інших елементів споруди. Зведення монолітних фундаментів, несучих стін, каркасів монолітно-каркасних будівель
Легкий крупнопористий бетон (керамзитобетон)	1200...1600	5...20	Теплопровідність 0,44...0,56 Вт/(м·К)	Влаштування теплозвукоізоляційних шарів у міжповерхових та горищних перекриттях, формування монолітних «теплих стін» і перекриттів
Легкий ніздрюватий бетон (пінобетон)	600...1200	0,5...5	Теплопровідність 0,14...0,40 Вт/(м·К)	Влаштування теплозвукоізоляційних шарів у міжповерхових та горищних перекриттях. Виготовлення стінових блоків для самонесучих та несучих стін
Легкий крупнопористий бетон (заповнювач — шлакова пемза)	700...1300	3,5...12,5	Теплопровідність 0,41...0,57 Вт/(м·К) при середній густині 1000...1200 кг/м ³	Влаштування теплозвукоізоляційних шарів у міжповерхових та горищних перекриттях, формування монолітних «теплих стін» і перекриттів

При використанні як стінового матеріалу цегли (керамічної, силікатної) застосовують наступні види кладки: *колодязну* (з додатковим утепленням) (рис. 11.2, а) та *облицювальну* (рис. 11.2, б), остання може бути самонесучою або сприймати частину навантаження конструкції (табл. 11.2). Властивості та особливості отримання вказаних видів цегли наведено у гл. 4.

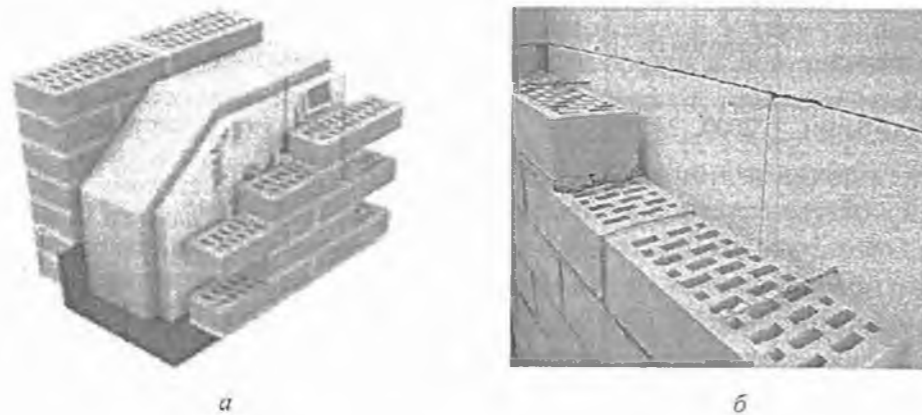


Рис. 11.2. Влаштування стін із використанням кладки: а — колодязної, б — облицювальної

Таблиця 11.2

Характеристика різних видів цегли для зведення огорожувальних конструкцій

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	Міцність при стиску, МПа	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Застосування
Керамічні вироби – високої ефективності – збільшеної ефективності – ефективні – умовно ефективні – малоефективні	<800 801...1000 1001...1400 1401...1600 >1600	для всіх видів: 7,5...30,0	<0,24 0,24...0,36 0,36...0,46 0,46...0,58 >0,58	Мурування внутрішніх і зовнішніх несучих стін, виготовлення стінових блоків і панелей. Повногіла цегла використовується для підвалів та підземних частин стін, печей, димових труб
Силікатна цегла: – важка – полегшена – легка	1650...1900 1450...1650 1200...1450	для всіх видів: 7,5...30	0,60...0,75 0,48...0,60 0,40...0,48	Мурування внутрішніх і зовнішніх несучих стін у надземній частині будівель і споруд із нормальним і вологим режимом експлуатації

Закінчення табл. 11.2

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	Міцність при стиску, МПа	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Застосування
Газосилікат: – конструкційно-теплоізоляційний – конструкційний	500...900 900...1200	2,5...7,5 7,5...20	0,10...0,25 0,25...0,42	Самонесучі стіни, простінки, перегородки. Несучі внутрішні і зовнішні стіни в малоповерховому будівництві. З високоміцного газосилікату — виготовлення легких панелей перекриттів

Традиційним стіновим матеріалом є деревина, з якої зводять рублені та каркасні будинки у багатьох країнах. Дерев'яні каркасні стіни (або стіни з щитів) є економічнішими з урахуванням витрат деревини та ефективності теплоізоляції (рис. 11.3).



Рис. 11.3. Будинок із дерев'яними каркасними стінами

Часто використовують комбіновані стіни із зовнішнім шаром із керамічної цегли, а внутрішнім — із бруса. У таких випадках між цегляною кладкою та дерев'яним брусом обов'язково має бути вентиляційний прошарок, щоб у місцях їх стиків не накопичувалася волога, яка може призвести до руйнування деревини (табл. 11.3).

Тенденції інтер'єрного дизайну, спрямовані на створення просторих світлих приміщень, відкривають нові перспективи для використання скла, а саме для виготовлення скляних стін. Такі стіни дозволяють не лише візуально розширити або поділити на функціональні зони простір, але

й скористатися грою світла та наповнити приміщення легкістю та загадковістю. Стіни можуть бути виготовлені як зі склоблоків, так і з суцільного листового скла. Крім високої міцності, для таких стін характерні термо- та звукоізоляція, вони не горять, не бояться вологи, добре пропускають світло, довговічні та не потребують спеціального догляду. За допомогою гри світла та його спрямованості одна і та ж скляна стіна протягом дня матиме різний вигляд і створювати відчуття новизни життєвого простору (гл. 5, рис. 5.9–5.12).

Таблиця 11.3.

Характеристика порід деревини, які можуть бути використані для зведення огорожувальних конструкцій

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	Міцність при стиску, МПа	Властивості	Застосування
Дуб	700...740	80...100	Теплопровідність 0,22...0,45 Вт/(м·К)	Балки перекриття, несучі конструкції в фахверковому будівництві
Сосна	470...540	50...70	Теплопровідність 0,17...0,35 Вт/(м·К)	Виготовлення зрубів, столярних виробів

Багатошарові стінові панелі. Сучасні стінові панелі — це багатошарові конструкції із застосуванням ефективних теплоізоляційних матеріалів. Для їх виготовлення застосовують як традиційний залізобетон, так і інші матеріали, серед яких найбільше поширення отримали металеві листові матеріали (панелі типу «сендвіч»).

При виборі конструкції необхідно звернути увагу на зовнішній вигляд, функціональність, вимоги до міцності, післямонтажний догляд, легкість монтажу та економічні показники.

Залізобетонні панелі можуть бути як повнозбірними конструкціями (шари з'єднують у процесі виготовлення на заводі, а монтаж панелі у конструкцію — на будівельному майданчику), так і збірними (монтаж здійснюють установкою кожного шару окремо безпосередньо на місці зведення будівлі).

Особливостями конструкцій тришарових залізобетонних панелей заводського виготовлення є: економічність — завдяки швидкості зведення будинку та низьким витратам на монтаж; мінімальна залежність будівельних робіт від погодних умов; жорстка теплоізоляція, що сприймає сили розтягу і згину, перерозподіляє навантаження між бетонними шарами, внаслідок чого значно зростає несуча здатність панелі.

Слід зазначити ще одну особливість сучасних залізобетонних панелей, що стосується технології виробництва: сучасні опалубки (мобільно змінювані) дозволяють виготовляти панелі необхідних розмірів та конфігурацій під кожний конкретний проєкт.

Повнозбірні залізобетонні панелі можуть бути несучими, самонесучими і навісними (ненесучими). У житлових будинках здебільшого застосовують несучі стінові панелі, на які спираються плити перекриття. В адміністративних будинках звичайно використовують навісні панелі та несучий каркас.

Сендвіч-панель — це визначення охоплює цілий клас багатошарових панелей (рис. 11.4). Сьогодні сендвіч-панелі успішно застосовують для зведення несучих конструкцій як у житловому, так і промисловому будівництві. Як правило, сендвіч-панель містить теплоізоляційну серцевину (яка виконує функції тепло- та звукоізоляції) і зовнішні шари (найчастіше з металу), які виконують декілька функцій одночасно: захисну, конструкційну та декоративну. Завдяки конструкції сендвіч-панелі мають значний запас міцності, а їх низька маса дозволяє зменшити витрати на транспортування, навантаження й монтаж конструкцій. Так, маса 1 м² сучасних ультралегких панелей дорівнює 10...15 кг, тоді як маса 1 м² панелей із газобетону — 144...236 кг, маса 1 м² цегляної стіни — 816...1152 кг.

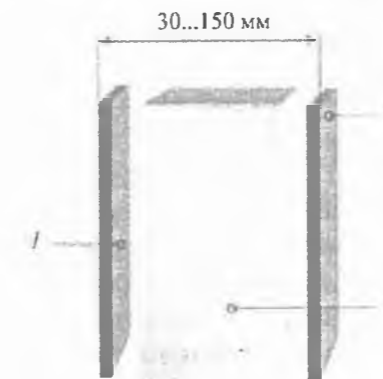


Рис. 11.4. Схема будови сендвіч-панелі:

1 — зовнішній шар (дюралюміній, сталь, пластик, фанера); 2 — середній шар (пінополістирол, пінополіуретан); 3 — внутрішній шар (ДВП, фанера, пиломатеріали хвойних порід, харчовий алюміній, оцинкована сталь)

За функціональним призначенням сендвіч-панелі поділяють на стінові, покрівельні та оздоблювальні. Розрізняються ці види системами замків (з'єднань) і характеристиками жорсткості, тому що на стіни та покрівлю впливають різні типи навантажень.

11.3. Конструкції з монолітного бетону

При монолітному зведенні будинків існує декілька варіантів несучих каркасів: з несучими поздовжніми стінами, із несучими поперечними стінами, з перекриттями на несучих колонах.

Процес монолітного будівництва складається з таких основних технологічних етапів: установки опалубки, укладання арматурного каркаса, формування (укладання і ущільнення бетонної суміші), теплової обробки (у зимовий час), догляду за бетоном, зняття опалубки (розпалублення).

Опалубка — це міцні щити різних конфігурацій, на основі яких і створюються необхідні форми. Монолітні роботи виконують із використанням різних типів опалубки. Вибір типу опалубки залежить від характеру конструкцій, співвідношення їх геометричних розмірів, прийнятої технології проведення робіт, кліматичних умов тощо.

Найчастіше опалубні системи поділяють на чотири основні категорії: стінову для горизонтальних поверхонь; стінову для вертикальних поверхонь; стінову повзучу (ковзку); опалубку для зведення круглих або закруглених конструкцій. Залежно від використаного матеріалу, опалубка може бути дерев'яна, фанерна, металева і пластикова, якщо вона є знімною.

При значних обсягах використання бетонну суміш (товарний бетон) виготовляють на спеціалізованому підприємстві — бетонному заводі або вузлі. У цьому випадку поставку товарної бетонної суміші на об'єкт проводять автобетонозмішувачами («міксерами»). Якщо обсяги застосування невеликі, бетонну суміш доцільно готувати на будівельному майданчику за допомогою бетономішалок.

Після укладання бетонної суміші в опалубку для запобігання утворенню порожнин і раковин обов'язково виконують його ущільнення за допомогою глибинних або поверхневих вібраторів (для покращення рухомості суміші в сучасному будівництві застосовують добавки-суперпластифікатори, що дозволяє відмовитись від механічного ущільнення).

Відразу після укладання та ущільнення за бетоном необхідно доглядати для створення і підтримання температурно-вологісних умов, сприятливих для гідратації цементу та для досягнення бетоном проектної міцності.

11.4. Світлопрозорі огорожувальні конструкції

Світлопрозорі огорожувальні конструкції призначені для забезпечення необхідної природної освітленості приміщень і можливості візуального контакту з навколишнім середовищем. До основних світлопрозорих огорожувальних конструкцій цивільних будинків належать:

- вікна та засклені двері (вхідні і балконні);
- вітражі та вітрини;
- засклені стіни фасадів;
- елементи скління дахів (ліхтарі і похилі засклені поверхні), огорожі зимових садів, торговельних павільйонів тощо.

Як несучі конструкції світлопрозорі елементи огорожі повинні мати необхідну міцність та жорсткість при дії всіх вищезазначених навантажень, як огорожувальні конструкції — необхідні теплозахисні, світлотехнічні і звукоізоляційні властивості, а також забезпечувати герметичність з'єднання елементів огороження як між собою, так і з конструкціями, що примикають.

Сучасні віконні системи — це конструкції, що мають такі відмінні риси (рис. 11.5):

- основою вікна є спеціальний профіль, виготовлений із сучасних матеріалів: пластику, алюмінію, деревини або комбінації цих матеріалів;
- вікна оснащені багатошаровими герметичними склопакетами зі спеціального полірованого прозорого або кольорового скла, найчастіше із застосуванням загартованих, ламінованих та зміцнених плівками стекло;
- вікна обладнані запірною регульованою фурнітурою, яка виготовлена за єдиними європейськими стандартами (єврофурнітура) і забезпечує зручність використання та обслуговування;
- герметичність системи забезпечується наявністю двох-трьох контурів ущільнення, встановлених на раму і стулки.

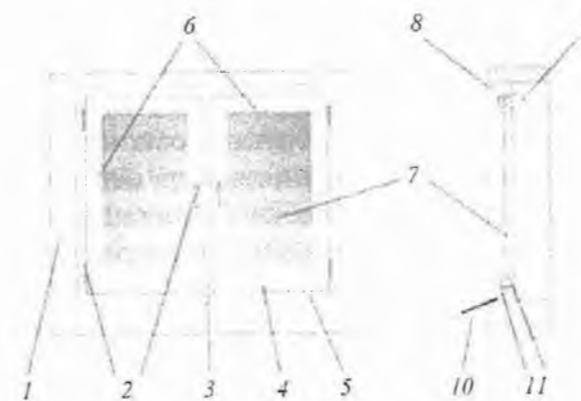


Рис. 11.5. Конструкція вікна:

- 1 — укіс; 2 — фурнітура; 3 — імпост; 4 — стулка; 5 — рама; 6 — штапик; 7 — склопакет; 8 — рамний профіль; 9 — стулковий профіль; 10 — відлив; 11 — армувальний профіль

Перевагами сучасних вікон порівняно з традиційними є забезпечення високого теплозахисту, тривалий термін служби, захист від вітру і шуму (рівень шуму знижується більш ніж у 2 рази порівняно зі звичайними дерев'яними), теплостійкість (витримують перепади температури в діапазоні від -50 до $+50^{\circ}\text{C}$), пожежобезпека, вологонепроникність, системи не потребують додаткового утеплення взимку, зручні в експлуатації, не вимагають регулярного захисного фарбування.

Віконні системи поділяють:

- за конструкцією — одинарні, спарені, роздільні, роздільно-спарені;
- за матеріалами для рам — дерев'яні, пластикові, металопластикові, металеві, комбіновані;
- за видом скління — склопакети з одинарним або подвійним склінням;
- за формою — прямокутні, трикутні, трапецієвидні, багатокутні, арочні, круглі, стрілочасті.

Вікна можуть бути одноствулковими та багатостулковими, а форма їх, на відміну від традиційних, може бути різноманітною. За типом відкривання вікна бувають: поворотні, поворотно-відкидні, відкидні, розгорнені, розсувні, глухі.

Порівняння різних видів матеріалів, що використовуються для рам сучасних вікон, дозволяє відмітити таке. *Деревина* є екологічно чистим природним матеріалом достатньої міцності, а всі проблеми, пов'язані з коробленням, деформуванням рам, протягами і пилом, викликані, як правило, недотриманням технології її обробки. Сучасні дерев'яні вікна мають досить складну конструкцію, довговічні і зручні в експлуатації. Технологія виготовлення рам для вікон передбачає спочатку вакуумне просочення окремих дерев'яних елементів, а потім склеювання їх у бруски. Такий багатошаровий віконний брус є високоміцним і стійким до деформацій. Потім матеріали сушать, сортують та піддають термічній обробці. В результаті такої складної обробки механічні властивості матеріалу набагато перевищують властивості вихідної деревини із збереженням екологічності та декоративних властивостей натурального дерева.

Високоміцний полівінілхлорид характеризується високими показниками морозо-, атмосферо- і водостійкості. Проте пластик має істотний недолік — невисоку міцність, тому вікна із ПВХ армують металевими вставками. Перевагами таких вікон є тривала гарантія на бездоганний зовнішній вигляд (до 15 років), у той час як традиційні дерев'яні рами слід відновлювати і фарбувати кожні три-чотири роки. Крім цього, ПВХ-вікна мають високі ізолюючі властивості завдяки особливому перерізу профілів.

Алюмінієві рами у будівництві житла застосують для скління балконів та лоджій, зимових садів, вітрин і вітражів. Для покращення теплоізоляційних характеристик останніх виготовляють комбіновані рами з використанням дерев'яних вставок зі спеціальними міжрамними прокладками для термоізоляції. За рахунок нанесення за спеціальними технологіями лакових або гальванічних покриттів алюмінієві вікна мають естетичний вигляд. Велика кольорова гама покриттів дає простір для реалізації дизайнерських ідей при оформленні вікон. А от гальванічні покриття є екологічно шкідливими, для їх нанесення використовують досить шкідливі речовини, тому лакові покриття є більш поширеними.

Стандартна конструкція пластикового вікна включає: стаціонарну контурну об'язку — коробку (раму), рухливо закріплені в ній елементи — плетіння (стулки), а також елементи скління (звичайно у вигляді склопакета) і фурнітуру (рис. 11.6). Залежно від площі прорізу і вітрового навантаження, у конструкцію коробки пластикового вікна (рами) для забезпечення жорсткості вводять проміжні вертикальні елементи — імпости та горизонтальні — поперечки. Додатково в пластиковому віконному блоці можуть бути встановлені пристрої вентиляції і захисні екрани.

Віконний профіль — досить складна конструкція, що має декілька повітряних камер (найчастіше три), розділених пластиковими перегородками. В середині основної камери встановлюється металева арматура, що забезпечує жорсткість рами. По всьому контуру профілю рами і стулок прокладають ущільнювач. У верхній і нижній частинах віконної рами фрезерують вентиляційні отвори для відводу конденсованої вологи із внутрішніх площин, водовідвідні отвори, крізь які виходить волога, що потрапила під час дощу, пази для кріплення додаткових профілів, механізми відкривання стулок.

Склопакет складається з двох або більше з'єднаних між собою листів скла, за периметром яких проходить тонка перфорована алюмінієва рамка, заповнена силікат-гелем або іншим адсорбентом для захисту скла від запотівання. З торців склопакет обов'язково герметизується.

Пластикові вікна забезпечують щільне закривання та роблять приміщення теплішим, захищають його від вуличного шуму, зберігають енергію. З іншого боку, вони перешкоджають «природним» протягам, що



Рис. 11.6. Конструкція віконного профілю:
1 — рама; 2 — ущільнювач; 3 — стулка; 4 — склопакет; 5 — штапик; 6 — армування

ускладнює видалення зайвої вологи з приміщень і вимагає додаткових заходів для забезпечення достатньої вентиляції. Звукоізоляційні властивості пластикових вікон можна покращити за рахунок збільшення товщини скла та повітряного проміжку між його шарами, а також закачуванням газів у простір між склом, у якого частота звукових коливань значно нижча, ніж у повітря. Захист від сонячного випромінювання забезпечується за рахунок використання зафарбованого в масі скла і скла із сонцезахисним покриттям. Теплоізоляційні властивості пластикових вікон залежать від таких складових віконних конструкцій, як переріз профілю рами, скління та монтажні вузли. Для забезпечення високого опору теплопередачі профілів рам їх, як правило, виготовляють із ПВХ, який погано проводить тепло, та роблять багатокамерні конструкції профілю з повітряним прошарком для покращення теплоізоляції. Зменшення тепловтрат через скляні частини досягається шляхом використання багатокамерних склопакетів та застосуванням скла з теплозахисними характеристиками.



ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

12.1. Загальні відомості та технічні вимоги

Теплоізоляційні матеріали призначені для зменшення теплообміну з навколишнім середовищем через конструкції, що огорожують будинки та поверхні теплових агрегатів і трубопроводів.

Щорічно Україна імпортує близько 150 млн т умовного палива; приблизно 50% від цієї кількості витрачається на опалення, причому 20...30% з них втрачається через стіни на «обігрів» вулиці в зимовий час.

Енерговитрати на опалення 1 м² загальної площі становлять в Україні — 250...400 кВт/год. на рік, у Німеччині — 180, країнах Скандинавії — 150, у будинках, споруджених із застосуванням комплексу теплосберігаючих технологій, — усього 60...80. Зменшити тепловитрати можна за рахунок використання ефективних теплоізоляційних матеріалів та сучасних систем теплоізоляції. Застосування теплоізоляційних матеріалів дозволяє, крім економії теплової енергії, істотно знизити масу та товщину огорожувальних конструкцій, а відповідно і витрати на основні матеріали та їх транспортування.

Основні вимоги до теплоізоляційних матеріалів:

- коефіцієнт теплопровідності при температурі 25°C не більше 0,175 Вт/(м · К);
- середня густина не більше 500 кг/м³;
- стабільність фізико-механічних та теплотехнічних властивостей;
- відсутність токсичності і пилоутворення (понад гранично допустимої концентрації).

Теплопровідність матеріалів, які експлуатуються при температурі до 200°C, нормується при температурі 25°C, до 500°C — при 125°C, більше 500°C — при 300°C.

Однією з основних характеристик теплоізоляційних матеріалів є марка за середньою густиною. Встановлено такі марки теплоізоляційних матері-

алів залежно від середньої густини (кг/м³): D15, D25, D35, D50, D75, D100, D125, D150, D175, D200, D250, D300, D350, D400, D450, D500.

За призначенням теплоізоляційні матеріали поділяють на загальнобудівельні та монтажні (для агрегатів і трубопроводів).

За вихідною сировиною теплоізоляційні матеріали бувають:

– неорганічні або мінеральні (спучені перліт та вермикуліт, вата керамічна (каолінова), пориста кераміка, вата мінеральна (базальтова), вата скляна, газо- і піноскло, газо- та пінобетон);

– органічні (пінополістирол, пінополіуретан, ДВП, ДСП, пробкові плити);

– органо-мінеральні, що складаються з органічної та неорганічної сировини (пінополістиролбетон, арболіт, фіброліт, мінераловатні плити, просочені фенолформальдегідними смолами).

Органічні матеріали, за винятком газонаповнених пластмас (пінопласти, поропласти, стільниковласти та ін.), характеризуються низькою водо- та біостійкістю. Як правило, органічні матеріали відрізняються низькою вогнестійкістю, тому їх використовують при температурі не вище 70...150°C. Більшу вогнестійкість мають змішані матеріали на основі мінеральних в'язучих речовин. Висока вогнестійкість притаманна неорганічним теплоізоляційним матеріалам, а деякі з них — легковагові вогнетриви — використовують при температурі вище 1000°C.

За формою і зовнішнім виглядом теплоізоляційні матеріали поділяють на:

– штучні вироби (плити, блоки, цегла, циліндри, напівциліндри, сегменти);

– рулонні і шнурові (мати, шнури, джгути);

– пухкі та сипкі матеріали (мінеральна і скляна вата, спучений перліт та вермикуліт).

За структурою теплоізоляційні матеріали поділяють на ніздрюваті, волокнисті і зернисті.

За середньою густиною, кг/м³, розрізняють теплоізоляційні матеріали:

– особливо легкі (ОЛ) — D 15; 25; 35; 50; 75; 100;

– легкі (Л) — D 125; 150; 175; 200; 250; 300; 350;

– важкі (В) — D 400; 450; 500.

За жорсткістю теплоізоляційні матеріали поділяють на м'які, напівжорсткі, жорсткі, підвищеної жорсткості та тверді.

Залежно від показника теплопровідності при $t = 25^\circ\text{C}$, теплоізоляційні матеріали поділяють на три класи: низької ($\lambda < 0,058$ Вт/(м·К), середньої ($\lambda = 0,058...0,116$ Вт/(м·К) та підвищеної теплопровідності ($\lambda = 0,116...0,175$ Вт/(м·К)).

За спалімістю теплоізоляційні матеріали поділяють на три групи: неспалімі, важкоспалімі та спалімі. Граничну температуру застосування визначають проведеннями випробувань за стандартами з обов'язковим наведенням групи горючості.

За способом утворення пористої структури розрізняють матеріали з волокнистим каркасом, із пористим заповнювачем, із вигоряючими добавками, із просторовим каркасом, спучені та спінені матеріали.

Основні класифікаційні групи теплоізоляційних матеріалів наведені в табл. 12.1.

Таблиця 12.1

Основні класифікаційні групи теплоізоляційних матеріалів

Основні класифікаційні ознаки теплоізоляційних матеріалів та виробів			
Вид вихідної сировини	Структура	Форма	Горючість
– неорганічні – органічні – органо-мінеральні (змішані)	– волокнисті – ніздрюваті – зернисті (сипкі)	– пухкі – рулонні та шнурові – фасонні роздрібні вироби (плити, блоки, циліндри)	– неспалімі – важкоспалімі – спалімі

Загальна характеристика властивостей теплоізоляційних матеріалів наведена у табл. 12.2.

Таблиця 12.2

Характеристика властивостей теплоізоляційних матеріалів

Показник	Класифікаційні групи	Значення
Середня густина	За показником середньої густини в сухому стані: – надлегкі (особливо легкі) – легкі – середні – щільні	15...75 кг/м ³ 100...175 кг/м ³ 200...350 кг/м ³ 400...500 кг/м ³
Теплопровідність	За показником коефіцієнта теплопровідності при 25°C: – низької теплопровідності – середньої теплопровідності – підвищеної теплопровідності	менше 0,058 Вт/(м·К) 0,058...0,116 Вт/(м·К) 0,116...0,175 Вт/(м·К)

Закінчення табл. 12.2

Показник	Класифікаційні групи	Значення
Гранична температура використання	– пластмаси (органічні) – мінераловатні (неорганічні) – ніздрюваті бетони – зернисті (перліт, вермикуліт)	60...180°C до 600°C 400...700°C до 900°C
Стискуваність	За величиною деформації при сти- ску 2 МПа: – м'які (М) – напівжорсткі (ПЖ) – жорсткі (Ж)	більше 30% 6...30% менше 6%

Однією із важливих характеристик теплоізоляційних матеріалів є *теплопровідність*, основним показником — *коефіцієнт теплопровідності* (λ). Значення теплопровідності залежить від ступеня пористості та характеру пор, структури, вологості, температури, а також від виду матеріалу.

Найбільший вплив на теплопровідність чинить пористість. Чим менша середня густина матеріалу, тим більше у ньому пор, наповнених повітрям. З усіх природних та штучних речовин найменшою теплопровідністю відрізняється повітря (при 0°C 0,0237 Вт/(м·К)), тому теплопровідність сухих пористих матеріалів невелика і має проміжне значення між показниками теплопровідності твердої речовини та повітря.

Проте показник теплопровідності залежить не лише від кількості, а й від розміру і форми пор. Будівельні матеріали з дрібними та закритими порами менш теплопровідні, тоді як матеріали з великими і сполученими порами характеризуються вищим показником теплопровідності, оскільки в таких порах виникає рух повітря, що супроводжується перенесенням теплоти (конвекція). Повітря повинно бути позбавлене можливості переміщення в об'ємі теплоізоляційних матеріалів, що досягається певною їх будовою: ніздрюватою (піна), волокнистою (вата), зернистою (повітря перебуває в міжзерновому просторі) та пластинчастою (повітряні прошарки розташовані між шарами матеріалу).

Необхідно враховувати, що матеріали одного походження, але різної структури, характеризуються різною теплопровідністю. Так, волокнисті матеріали мають неоднакову теплопровідність у різних напрямках.

Теплопровідність кристалічних речовин вища, ніж аморфних. Матеріали органічного походження порівняно з мінеральними при однаковій середній густині мають меншу теплопровідність.

Коефіцієнт теплопровідності матеріалу суттєво залежить від середньої густини, температури та вологості матеріалу.

Середня густина матеріалу залежить, в основному, від його пористості: чим нижче середня густина матеріалу, тим більше в ньому пор і тим нижча його теплопровідність. Тому для відносного оцінювання теплопровідності матеріалу (λ) можна використовувати його середню густину ρ_m . Залежність коефіцієнта теплопровідності від середньої густини для деяких матеріалів наведено в табл. 12.3.

Таблиця 12.3

Залежність коефіцієнта теплопровідності від середньої густини деяких будівельних матеріалів

Найменування матеріалу	Середня густина, кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)
Залізобетон	2500	1,92...2,04
Керамзитобетон	1800	0,8...0,92
Цегла керамічна звичайна	1800	0,5...0,6
Плити мінераловатні	30...170	0,03...0,04
Газобетон	300...1200	0,08...0,30
Газоскло	150...500	0,055...0,125

Залежність коефіцієнта теплопровідності від вологості обумовлює нормування коефіцієнта теплопровідності для таких умов: зона експлуатації А (сухий клімат, сухі приміщення) та зона експлуатації Б (вологий клімат, вологі приміщення).

Зміна вологості будівельних матеріалів істотно позначається на їх теплопровідності. Оскільки для води $\lambda = 0,58$ Вт/(м·К), тобто у 25 разів більше, ніж для повітря, то пори, заповнені водою, легше пропускають тепловий потік, і теплопровідність водонасичених матеріалів підвищується. Теплопровідність насичених водою та заморожених матеріалів ще вища, оскільки теплопровідність льоду приблизно в чотири рази більша, ніж води: $\lambda_{\text{л}} = 2,3$ Вт/(м·К). Ось чому теплоізоляційні матеріали повинні мати низьку адсорбційну здатність, а їх поверхню необхідно захистити від впливу вологи.

Теплопровідність є одним із головних показників, що характеризують теплозахисні властивості матеріалів, за яким визначають їх належність до групи теплоізоляційних або конструкційно-теплоізоляційних матеріалів.

Зокрема, теплоізоляційні матеріали повинні мати показник теплопровідності не більше 0,175 Вт/(м·К) і середню густину до 500 кг/м³.

Основні властивості деяких теплоізоляційних матеріалів наведено в таблиці 12.4.

Таблиця 12.4

Основні властивості деяких теплоізоляційних матеріалів

Найменування матеріалу	Класифікаційні ознаки					Властивості у сухому стані			
	вихідна сировина	структура	зміст ОЗР*	форма	горючість	середня густина, кг/м ³	коефіцієнт теплопровідності Вт/(м·К)	сорбційна вологість, %	гранична температура використання, °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вата мінеральна URSA	Н	В	—	Пх	НГ	75 150 100	0,04 0,045 0,036	до 2	100...400
Вата скляна	Н	В	—	Пх	НГ	35 350	0,035 0,093	до 1	до 450
Вата керамічна (каолінова)	Н	В	—	Пх	НГ	75 200	0,047 0,076	до 2	до 1150
Мати мінераловатні	Н	В	+, —	П	НГ	50 75 125	0,048 0,052 0,056	2...5	до 300
Шнури теплоізоляційні	Н	В	—	Ш	НГ	100...350	0,064	—	до 1100
Повість будівельна	Н	В	+	П	НГ, Г1	150 200	0,045 0,05	до 3	до 600
Мати вертикально-шаруваті	Н	В	+	П	Г1	75 125	0,051	до 5	до 600
Повість вертикально-шарувата	Н	В	+	П	Г1	50 75	0,046	до 5	до 600
Плити мінераловатні на основі ОЗР: м'які, напівжорсткі, жорсткі, підвищеної жорсткості	Н НО НО НО	В	+	П	НГ, Г1	50, 75; 100, 125; 150, 175; 150, 200, 250	0,044 0,045 0,049 0,054	2...5	до 400 до 400 до 100 до 100
Плити пінополістирольні	О	Нз	—	П	Г1	40	0,038	2...10	до 70
Пінопласт ПХВ-1 ПВ-1	О	Нз	—	П	Г1	100 125	0,041 0,052	2...10	до 70

Закінчення табл. 12.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пінополіуретан	О	Нз	—	П	Г1	40 60 80	0,029 0,035 0,041	2...5	до 200
Плити з ризольно-формальдегідного пінопласту	О	Нз	—	П	Г1	40 50 75 100	0,038 0,041 0,043 0,047	5...20	до 130
Екструзійний пінополістирол	О	Нз	—	П	Г1	35	0,03	0	до 75
Піноскло газоскло	Н	Нз	—	П	НГ	200 300 400	0,07 0,09 0,11	1...2	—
Газобетон, пінобетон	Н	Нз	—	П	НГ	300...500	0,08...0,18	4...15	—
Полістиролбетон	НО	Нз	—	П	Г1	150...500	0,055...0,145	4...6	—

* Умовні позначення: ОЗР — органічна зв'язуюча речовина, Н — неорганічні, О — органічні, НО — неорганічні з вмістом органічного компонента, В — волокнисті, Нз — ніздрюваті, Пх — пухкі, П — плоскі, Ш — шнурові, НГ — негорючі, Г — горючі, «—» — зв'язуюча речовина відсутня, «+» — матеріал містить зв'язуючу речовину.

До експлуатаційних властивостей теплоізоляційних матеріалів належать фізичні властивості (пористість, середня густина, водонепроникність, паропроникність), фізико-механічні (міцність, морозостійкість, водостійкість) та теплофізичні характеристики (теплопровідність, теплоємність, температуропровідність).

При недостатній паропроникності теплоізоляційних матеріалів, особливо в огорожувальних конструкціях, у місці контакту двох матеріалів може накопичуватися волога, що значно збільшує теплопровідність конструкції та призводить до руйнування. Внаслідок зміни температурно-вологісного режиму в різні пори року теплоізоляція не повинна перешкоджати руху вологи в стіні, тобто стіна повинна «дихати» без перешкод. Так, улітку волога в стіні рухається у бік зовнішньої поверхні, взимку, навпаки — у бік приміщення. Перешкоджання руху вологи буде сприяти її накопиченню в певних ділянках огорожувальної конструкції. Взимку це буде призводити до промерзання стіни, а в теплий період року — до утворення плісняви і грибків. Значення показників теплопровідності та паропроникності для окремих видів будівельних матеріалів наведено в табл. 12.5.

Таблиця 12.5

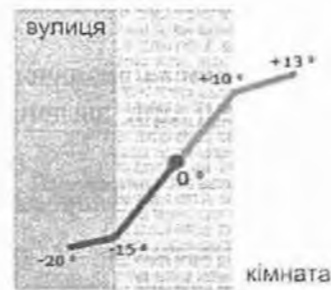
Коефіцієнти теплопровідності та паропроникності деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Середня густина, кг/м ³	Розрахункові коефіцієнти (для нормальних і вологих умов експлуатації)	
		теплопровідності, Вт/(м·К)	паропроникності, мг/(м·год·Па)
Газобетон автоклавного тверднення	600	0,18	0,17
Цегла звичайна керамічна	1800	0,81	0,11
Сосна (впоперек волокон)	500	0,18	0,06
Плити мінераловатні напівжорсткі	200	0,08	0,38
Пінополістирол	150	0,06	0,05

Якщо в багатошаровій огорожувальній конструкції паропроникність шарів зменшується вбік від теплої сторони до холодної, існує небезпека нагромадження в середині конструкції вологи, що конденсується. Для мінімізації цього ефекту на теплій стороні огорожі влаштовують спеціальний *пароізоляційний бар'єр*, паропроникність якого у кілька разів перевищує паропроникність зовнішніх шарів. Шви і стики пароізоляційного бар'єра повинні бути загерметизовані. Багато негативних явищ, які виникають у багатошарових огорожувальних конструкціях (цвіль, гнилизна, виділення формальдегіду, радону тощо), як правило, пов'язані із підвищеною вологістю.

Схеми огорожувальних конструкцій із різним розташуванням утеплювача наведені на рис. 12.1. Найефективнішими методами теплоізоляції є ті, за допомогою яких можна створити на фасаді будівлі рівномірну теплоізоляційну оболонку і забезпечити оптимальні умови експлуатації теплоізоляційного шару: виключення доступу вологи, надійність механічного та клейового з'єднання, збереження паропроникності тощо.

Теплоізоляційні матеріали не повинні піддаватися деструкції і втрачати властивості при нагріванні до 60...70°C, оскільки фасади, повернуті на південь, улітку можуть розігріватися до вказаних температур. Висока пористість та велика питома поверхня теплоізоляційних матеріалів роблять їх нестійкими в умовах дії агресивних середовищ. Органічні матеріали природного походження при підвищеній вологості легко загнивають, деякі теплоізоляційні матеріали пошкоджуються гризунами.



Огороджувальна конструкція без утеплення

Стіни піддаються впливу перепадів температури. Точка роси знаходиться в середині стіни, що веде до утворення конденсату та поступового руйнування конструкції. Втрати тепла можуть досягати 80%.



Огороджувальна конструкція з утепленням у середині приміщення

Стіни не зберігають тепло, підлягають промерзанню та впливу перепадів температур. Між внутрішньою стіною та теплоізоляційним шаром виникає зона конденсації водяної пари. Точка роси виведена за межі стіни, але внаслідок різниці температур між теплоізоляцією та стіною утворюється волога, що сприяє утворенню грибка. Стіна діє від'ємних температур, тепловтрати скорочуються незначно.



Огороджувальна конструкція з утепленням ззовні приміщення

Стіни експлуатуються при відсутності перепаду температур, зберігають тепло. Точка роси виведена у зовнішній теплоізоляційний шар, завдяки чому виключена можливість утворення конденсату, стіна залшається сухою. Значно скорочені тепловтрати.

Рис. 12.1. Схеми огорожувальних конструкцій із різним розташуванням утеплювача

Із теплопровідністю пов'язана така важлива характеристика матеріалів, що застосовуються для зовнішніх огорожувальних конструкцій, як *опір теплопередачі R_δ* (або *термічний опір*). Від показника опору теплопередачі залежить товщина зовнішніх стін і витрата палива на опалення будівель. Нові норми опору теплопередачі огорожувальних конструкцій примушують радикально змінювати підхід до вибору матеріалів та конструкцій огорожень, у тому числі за рахунок використання ефективних утеплювачів, які можуть бути розташовані із зовнішньої, внутрішньої сторони або в середині огороження. Такі конструкції одержали назву си-

стем, наприклад, система скріпленої теплоізоляції, система утеплення з вентиляваним фасадом тощо.

Ефективність застосування будівельних матеріалів різного призначення для забезпечення нормативного опору теплопередачі при зведенні огорожувальних конструкцій наведено в табл. 12.6.

Таблиця 12.6

Ефективність застосування будівельних матеріалів для забезпечення нормативного опору теплопередачі огорожувальної конструкції

Вид будівельного матеріалу	Середня густина, кг/м ³	Товщина стіни, м, що забезпечує опір теплопередачі 2,8 м ² ·К/Вт
Важкий бетон	2400...2500	більше 3
Цегла керамічна повнотіла	1500...1700	2,3...2,4
Цегла керамічна порожниста	1000...1400	1,5...1,8
Бетон ніздрюватий	400	0,36
	500	0,45
	600	0,5
Крупноформатний керамічний камінь	700...730	0,5...0,44

При заміні цегляної кладки газобетоном або деревиною можна зменшити товщину стіни у 4...4,5 рази, а застосування теплоізоляційних матеріалів дозволяє скоротити товщину стіни у 10...12 раз. Найбільш ефективним є застосування систем ізоляції, що включають поряд із конструкційним також і теплоізоляційний матеріал.

Порівняння властивостей найпоширеніших теплоізоляційних матеріалів наведено в табл. 12.7.

Таблиця 12.7

Основні властивості теплоізоляційних матеріалів, що застосовуються у будівництві

Характеристика	Цегла керамічна порожниста*	Плити пінополіуретанові	Плити пінополістирольні	Плити мінераловатні	Газобетон і пінобетон	Газоскло
Середня густина, кг/м ³	1200	40...80	20...150	50...125	300...1000	100...600
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	0,52	0,029...0,041	0,04...0,06	0,06...0,07	0,13...0,47	0,03...0,10

Закінчення табл. 12.7

Характеристика	Цегла керамічна порожниста*	Плити пінополіуретанові	Плити пінополістирольні	Плити мінераловатні	Газобетон і пінобетон	Газоскло
Паропроникність, мг/(м·ч·Па)	0,11	0,05	0,05	0,38...0,60	0,23...0,25	паропроникне 0,2...1,0 паронепроникне 0,02
Стабільність розмірів	відмінна	змінює розміри	дає усадку	задовільна	відмінна	відмінна
Міцність при стиску, кгс/см ²	50...150	—	0,05...1,0	—	8...50	5...75
Опір нетривалій дії температури, °С	1300	180	100	250	450	750
Максимально допустима температура експлуатації, °С	950	120	80	200	400	600
Тривалість експлуатації	в сухому стані не обмежена	10...15 років		5...10 років	в сухому стані не обмежена	в сухому стані не обмежена
Екологічна безпека	екологічно безпечний	можливе виділення токсичних компонентів при підвищеній температурі та вологості		можливе виділення токсичних компонентів та пилу	екологічно безпечний	екологічно безпечний
Технологічність використання	сполучається з будь-якими будівельними розчинами, піддається розпилюванню, клеїться полімерними і неорганічними мастиками	кріпиться цвяхами або полімерними мастиками		кріпиться цвяхами, вимагає жорсткого каркаса	пилиться, клеїться полімерними і неорганічними мастиками, добре штукатуриться	сполучається з будь-якими будівельними розчинами, пилиться, клеїться полімерними і неорганічними мастиками, погано штукатуриться

*Примітка: цегла керамічна порожниста взята за аналог порівняння як найбільш розповсюджений стіновий матеріал, що поєднує конструкційні та теплоізоляційні властивості

Характеристика і галузі використання деяких теплоізоляційних матеріалів наведені в додатку 10.

12.2. Загальні принципи влаштування теплоізоляції

Втрати теплоти в приміщенні через різні види огорожувальних конструкцій (вікна, стіни, дах) відбуваються за такою схемою (рис. 12.2).

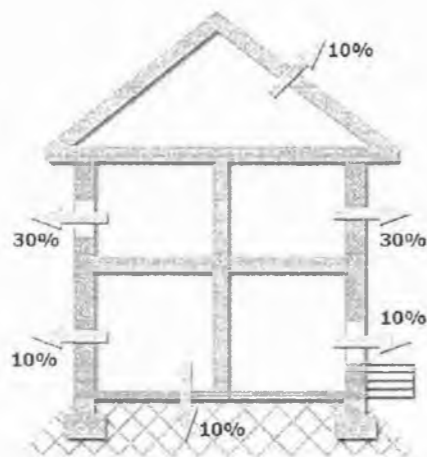


Рис. 12.2. Втрати теплоти крізь різні конструкційні елементи будинку

Втрати теплоти крізь вікна більші, ніж крізь стіни, тому загальну площу віконних прорізів намагаються зробити меншою. Звідси виникає необхідність якісного утеплення фасадів.

У сучасному будівництві застосовуються різні *системи теплоізоляції*, наприклад, «скріплені системи», «вентильовані фасади».

З урахуванням можливості забезпечення суцільного та рівномірного теплоізоляційного шару ефективними є фасадні системи скріпленої теплоізоляції і вентильований фасад. Такі системи є досить розповсюдженими як у житловому багатоповерховому будівництві, так і при зведенні промислових об'єктів та приватних будинків.

Система скріпленої теплоізоляції полягає у закріпленні на поверхні стіни шару органічного або мінерального теплоізоляційного матеріалу за допомогою клею і дюбелів. Утеплювач встановлюють таким чином, що створюється суцільна та рівномірна теплоізоляційна оболонка без «містків холоду», які є причиною швидкого старіння теплоізоляційного шару і

передчасного руйнування систем за рахунок накопичення в них вологи. Системи скріпленої теплоізоляції дозволяють повністю відновити фасад будинку при збереженні його архітектурних форм, їх невелика маса не впливає на несучу здатність конструкцій споруд. Утеплювач у таких системах є повністю захищеним від впливу навколишнього середовища (рис. 12.3).



Рис. 12.3. Схема системи скріпленої ізоляції з використанням мінераловатної плити (а), фасад житлового будинку з використанням скріпленої теплоізоляції будинку (б)

Системи вентильованих фасадів також складаються з несучої стіни, ефективного теплоізоляційного шару та декоративно-захисного шару, але при цьому використовують більш легкі, а тому і менш міцні теплоізоляційні матеріали. Крім того, між стіною будівлі та зовнішнім облицюванням влаштовують прошарок повітря. Це обумовлює їх нижчу вартість, але й призводить до необхідності введення зміцнювального каркаса, який кріпиться на несучу стіну та утримує на собі як теплоізоляційний шар, так і декоративне покриття з різних матеріалів (рис. 12.4).

Теплоізоляція будівельних конструкцій повинна бути запроектована так, щоб зберігати свої експлуатаційні властивості протягом усього життєвого циклу конструкції.

Спосіб утеплення стін ззовні (рис. 12.5, 12.6) можна застосовувати для будівель та споруд будь-якого типу. Для монтажу теплоізоляції використовують спеціальний «комплект утеплення», який складається з пінополістирольних плит (різної густини для відповідних умов), алюмінієвого профілю, ґрунтовки, клею, дюбеля і фасадної штукатурки або фарби. За

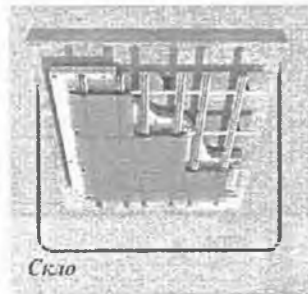
допомогою штукатурного шару можна отримати будь-яке декоративне покриття за рахунок зміни текстури та кольору.



Керамограніт



Керамічні панелі



Скло



Декоративна штукатурка



Металопрофіль



Композитний матеріал



Сайдінг



Фасадний ламінат

Рис. 12.4. Вентильовані (навісні) фасади з використанням різних видів облицювальних матеріалів і мінераловатної плити як утеплювача

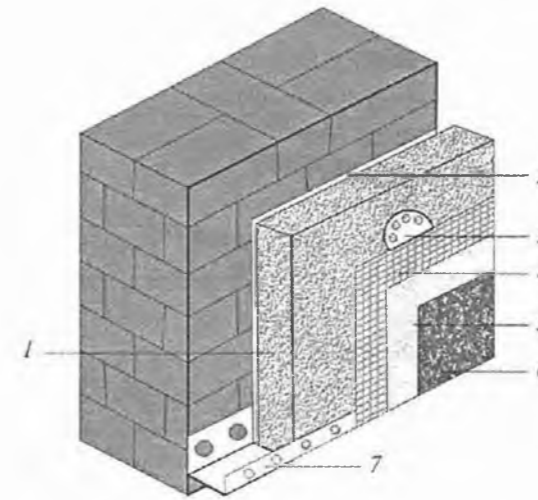


Рис. 12.5. Схема зовнішнього утеплення фасаду з використанням пінополістирольних плит:

1 — плити теплоізоляційні з пінополістиролу; 2 — клей полімерний для приклеювання плит до будь-якої стіни; 3 — дюбелі для додаткового кріплення плит; 4 — шар із полімерного клею, армований сіткою із скловолокна; 5 — ґрунтовка; 6 — полімерне штукатурне покриття відповідного кольору і фактури; 7 — профіль цокольний



Рис. 12.6. Влаштування теплоізоляції фасаду житлового будинку з використанням екструзійного пінополістиролу

Для утеплення малоповерхових будівель із використанням вінілового або металевого сайдингу як утеплювач застосовують мінераловатні плити, які мають добрі теплоізоляційні властивості, не підтримують горіння, легко монтуються, але при цьому важливою умовою є вентиляція стін.

При влаштуванні фасаду утеплювач розташовують між стіною і обрешіткою, на які прикріплюють сайдинг (рис. 12.7).

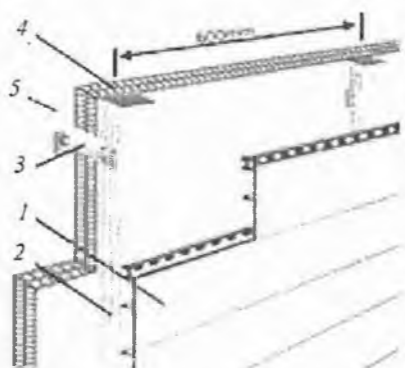


Рис. 12.7. Влаштування теплоізоляції фасаду житлового будинку з використанням мінераловатної плити:

1 — вініловий сайдинг; 2 — обрешітка; 3 — кріплення; 4 — мінеральна вата; 5 — бетонна стіна

Однією з розповсюджених систем утеплення з урахуванням співвідношення «ціна/якість» є система Ceresit. Схема утеплення фасаду з використанням такої системи наведена на рис. 12.8. При влаштуванні системі теплоізоляції Ceresit пропонується така послідовність виконання робіт.

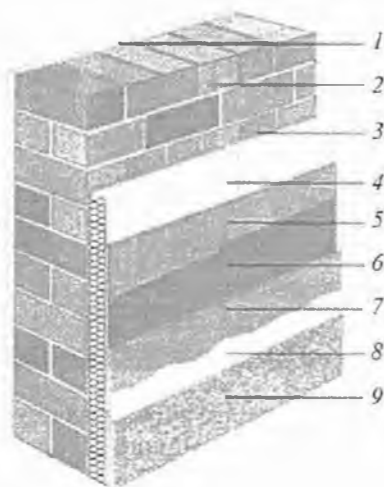


Рис. 12.8. Схема системи теплоізоляції «Ceresit»:

1 — внутрішня штукатурка; 2 — зовнішня стіна будинку; 3 — розчин Ceresit CT 85 або клейовий розчин з пінополістиролом; 4 — плити з пінополістиролу; 5 — розчин Ceresit CT 85; 6 — сітка із скловолокна зі спеціальним просочуванням; 7 — розчин Ceresit CT 85; 8 — фарба ґрунтувальна Ceresit CT 15; 9 — фасадна штукатурка Ceresit або фарба Ceresit

Спочатку приклеюють теплоізоляційну плиту до основи за допомогою спеціального клейового складу Ceresit CT 83, потім фіксують плиту механічно за допомогою дюбелів, встановлюють підсилюючі елементи та профілі, створюють захисний армувальний шар, влаштовують зовнішній декоративний шар: ґрунтують і фарбують за допомогою захисно-декоративних покриттів.

Приклад використання теплоізоляційно-оздоблювальних систем «Полімін Тепло-фасад» з використанням як утеплювача мінераловатних та полістирольних плит наведено на рис. 12.9.

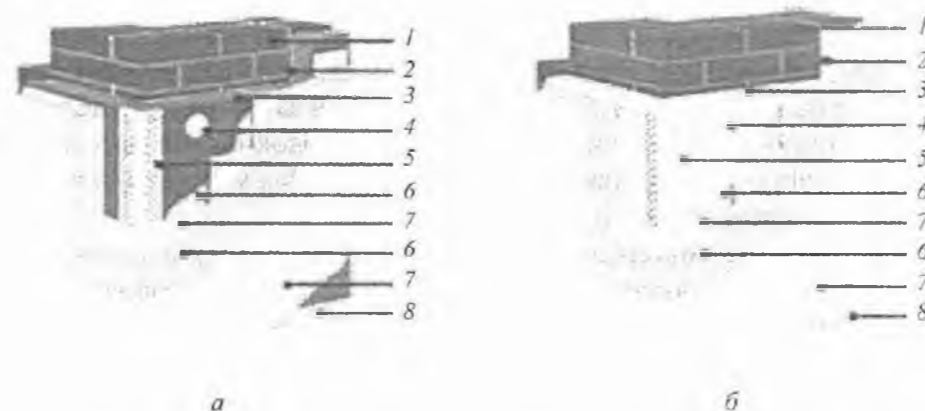


Рис. 12.9. Схема влаштування теплоізоляційно-оздоблювальної системи «Полімін Тепло-фасад» з використанням як утеплювача мінеральної вати (а) та пінополістиролу (б):

1 — ґрунтовка глибокопроникаючої дії; 2 — клей з підвищеними адгезійними властивостями; 3 — мінеральна вата (пінополістирол); 4 — дюбель; 5 — перфорований кутик; 6 — клейова суміш армувальної дії; 7 — склосітка; 8 — декоративна штукатурка; 9 — цокольна планка

11.3. Порівняння ефективності застосування теплоізоляційних матеріалів

Взаємозамінність теплоізоляційних матеріалів в огорожувальних конструкціях насамперед залежить від: економічної ефективності (наявності сировини та її низької собівартості); фізичних і фізико-механічних показників (густини, теплопровідності, міцності, водопоглинання, водостійкості); довговічності; відповідності вимогам санітарних норм (токсичності) та пожежної безпеки (горючості).

При великій номенклатурі теплоізоляційних матеріалів важко знайти такі, які задовольняли б усім зазначеним вимогам одночасно. Так, легкі

пористі теплоізоляційні матеріали низької щільності, як правило, мають незначну міцність, а міцні матеріали несучих конструкцій, навпаки, мають низьку теплоізоляційну здатність. Міцність матеріалів, як і теплостійкість, швидко зменшується зі збільшенням їх пористості. Тому для вибору виду теплоізоляційного матеріалу для певної огороджувальної конструкції слід порівняти технічні та економічні показники взаємозамінних матеріалів. При цьому економічні показники повинні враховувати не тільки будівельно-монтажні, але й експлуатаційні витрати, а також довговічність конструкцій.

Порівняння коефіцієнтів теплопровідності матеріалів із різною будовою показує, що для мінеральних волокнистих матеріалів цей показник становить приблизно 0,035...0,18 Вт/(м·К), для зернистих — 0,1...0,25 Вт/(м·К), а для ніздрюватих — 0,2...1,5 Вт/(м·К). Так, для забезпечення потрібного теплового опору товщина ізоляційного шару з волокнистих матеріалів буде в 4...30 разів меншою, ніж товщина з ніздрюватих матеріалів і в 2...5 разів меншою, ніж товщина із зернистих.

Теплоізоляційні матеріали волокнистої будови широко застосовуються для теплоізоляції як загальнобудівельної (утеплення огороджувальних конструкцій житлових та промислових будівель), так і монтажної (для ізоляції промислових агрегатів та трубопроводів). У цивільному будівництві сьогодні широко застосовуються пінопласти, але вони поступаються волокнистим матеріалам за довговічністю і стійкістю до дії високих температур.

До ефективних теплоізоляційних матеріалів належать ніздрюваті бетони, які доцільно використовувати при зведенні багатопверхових та маловерхових житлових будинків як компонент комплексних систем утеплення.

Матеріали для теплової ізоляції огороджувальних конструкцій холодильних установок або приміщень із вологим режимом експлуатації повинні бути водо- і біостійкими. Цим критеріям відповідають теплоізоляційні матеріали ніздрюватої будови на основі мінеральних розплавів — піно- та газоскло.

Властивості та довговічність теплоізоляції значною мірою залежать і від природи використаного матеріалу. Характерною особливістю більшості органічних теплоізоляційних матеріалів є низька вогнестійкість, тому їх застосовують зазвичай при температурах не вище 100°C, а також при додатковому конструктивному захисті неспалюваними матеріалами. Для деяких матеріалів на основі рослинної сировини характерна низька водо- та біостійкість, тому їх поверхню слід захищати від впливу вологи і мікроор-

ганізмів. Мінеральні теплоізоляційні матеріали мають кращу тепло- та водостійкість, але вони характеризуються і більшою середньою густиною, а деякі (наприклад, мінеральна вата) через відкриту пористість мають високе водопоглинання, що погіршує їх експлуатаційні властивості.

Застосування теплоізоляційних матеріалів при зведенні промислових та цивільних будівель і споруд дозволяє знизити масу конструкцій та зменшити навантаження на несучі елементи. Крім того, використання теплоізоляційних матеріалів та комплексних систем теплоізоляції на їх основі підвищує індустріальність робіт, скорочує транспортні витрати та дозволяє значно зменшити витрати теплової енергії на опалення приміщень. Застосування теплоізоляційних матеріалів для житлового будівництва гарантує зниження собівартості житла і підвищення комфортності проживання в таких будинках.



АКУСТИЧНІ МАТЕРІАЛИ

13.1. Загальні відомості та класифікація

Акустичні матеріали та вироби призначені для зміни характеру поширення звукових хвиль у приміщенні та сприяють комфортному відтворенню звуків відповідно до особливостей людського слуху.

Залежно від структури і властивостей акустичні матеріали поділяють на *звукопоглинальні* (для зменшення повітряного шуму) та *звукоізоляційні* (для ізоляції або від повітряного, або від структурного шуму).

Важливими поняттями акустики є «звук» та «шум». *Звук* — це фізичне явище, викликане коливальним рухом частинок середовища. Звукові коливання характеризуються певними амплітудою та частотою. Вухом людини сприймає звукові коливання частотою 16...20000 Гц. Енергія звуку характеризується інтенсивністю ($\text{Вт}/\text{м}^2$) або звуковим тиском (Па). Часто використовують показник рівня інтенсивності звуку L , який вимірюється у децибелах (дБ). Наприклад, поріг чутності людського вуха відповідає звуковому тиску $2 \cdot 10^{-5}$ Па або 0 дБ. Фізіологічною характеристикою звуку є рівень його гучності в фонах.

Шум — це хаотичне, нечітке змішування звуків, що негативно впливає на нервову систему. Розрізняють два види шуму за характером його поширення у приміщенні: *повітряний* і *структурний*.

Повітряний шум обумовлений вібраціями, які викликають звукові хвилі у вигляді повітряних коливань (наприклад, від динаміків працюючого телевізора, електроприладів, розмови). Нормативний рівень шуму в денний час становить 40 дБ, вночі — 30 дБ.

Структурний шум обумовлений вібраціями від механічної дії, наприклад, переміщення меблів по підлозі або забивання цвяха в стіну. Такий шум передається через конструкцію стін, підлог, стель і може розповсюджуватись без втрат, наприклад, у конструкціях із залізобетону, скла, цегли. Найнеприємнішим структурним шумом є ударний, який зазвичай поширюється на значні відстані від джерела.

Допустимі рівні шуму нормуються «СНІП II-12-77» за рівнем звукового тиску, тобто надлишкового тиску, який виникає при розповсюдженні звукової хвилі у повітрі. Звуковий тиск вимірюється в децибелах (дБ) на різних частотах. Граничні значення рівнів шуму: для виробничих приміщень із мовним зв'язком становлять 80...85 дБ, адміністративних приміщень — 38...71 дБ, лікарень 13...51 дБ.

Акустичні матеріали класифікують за призначенням, формою, жорсткістю (величиною відносного стискування), горючістю та структурою.

За *призначенням* акустичні матеріали поділяють на звукоізоляційні та звукопоглинальні. Звукопоглинальні використовують у конструкціях для зниження рівня повітряного шуму в приміщеннях виробничих і громадських будівель. Звукоізоляційні використовують як прошарки в багатошарових конструкціях для зменшення ударного шуму.

За *формою* акустичні матеріали можуть бути штучними (блоки, плити), рулонними (мати, смугові прокладки, полотна), сипкими (вата мінеральна і скляна, керамзит, пісок, доменний шлак та ін.).

За *структурою* матеріали поділяють на пористо-волокнисті (з мінеральної і скляної вати), пористо-ніздрюваті (з ніздрюватого бетону, спученого перліту), пористо-губчасті (пінопласти, гуми).

За *жорсткістю* їх можна поділити на тверді, жорсткі, напівжорсткі та м'які. У напівжорстких, а особливо в м'яких матеріалах, відбувається підсилення звукопоглинання падаючих звукових хвиль за рахунок пружних деформацій структури матеріалу. До матеріалів із жорстким каркасом належать різні види легких бетонів, а також фіброліт. Деревноволокнисті, мінераловатні, скловолокнисті і матеріали з вмістом азбесту мають напівжорсткий каркас. М'яким каркасом відрізняються поліуретановий поропласт, поризований полівінілхлорид та інші види ніздрюватих пластмас.

За *горючістю*, залежно від вмісту органічних речовин, матеріали можуть бути неспалимими, важко спалимими і спалимими.

Акустичні матеріали поряд із забезпеченням необхідних властивостей щодо звукоізоляції або звукопоглинання, також повинні бути неспалимими або важкоспалимими, вологостійкими, біостійкими, задовольняти санітарно-гігієнічним вимогам (не виділяти в навколишнє середовище шкідливих речовин у кількості, що перевищує гранично допустимі концентрації для атмосферного повітря) та зберігати свої властивості в процесі тривалої експлуатації. Оскільки більшість акустичних матеріалів застосовують в інтер'єрі, до них висувують вимоги щодо декоративності.

Правильний вибір необхідного акустичного матеріалу залежить від виду шуму, його рівня та частотної характеристики, а також від гранично

допустимих рівнів (ГДР), встановлених для різних приміщень. Наприклад, для виробничих приміщень із мовним зв'язком ГДР встановлені в межах 80...85 дБ, а в адміністративних приміщеннях — 13...51 дБ.

13.2. Звукопоглинальні матеріали

Звукопоглинання — зниження енергії відбитої звукової хвилі при взаємодії з перешкодою, наприклад, стіною, перегородкою, підлогою, стелею. Звукопоглинання оцінюють за середнім показником *коефіцієнта звукопоглинання* a_w і визначають за формулою:

$$a_w = E_{\text{погл}} / E_{\text{пад}},$$

де $E_{\text{пад}}$ і $E_{\text{погл}}$ — кількість енергії звукових коливань, яка падає на поверхню, що ізолюється, та поглинається матеріалом чи конструкцією за одиницю часу.

Цей коефіцієнт може змінюватись у межах від 0 до 1 (чим ближче до 1, тим, відповідно, вище звукопоглинання). Залежно від величини коефіцієнта звукопоглинання, звукопоглинальні матеріали поділяють на класи: I — $a_w \geq 0,81$, II — $0,41 \leq a_w \leq 0,8$, III — $0,2 \leq a_w \leq 0,4$.

Коефіцієнт звукопоглинання більше 1,0 можуть мати матеріали, площа сприймаючої поверхні яких більше площі, що прилягає до стіни. Прикладом таких конструкцій є такі, що складаються з елементів клиноподібної форми.

До ефективних звукопоглинальних матеріалів належать матеріали з коефіцієнтом звукопоглинання більше 0,8 та динамічним модулем пружності не більше 1,5 МПа. Звукопоглинальні властивості деяких будівельних матеріалів наведено у табл. 13.1.

Покращеними звукопоглинальними властивостями характеризуються матеріали з максимально розвиненою поверхнею пор та значною кількістю сполучених пор порівняно зі щільними матеріалами або матеріалами із закритою пористістю. Оптимальний розмір пор становить 0,01...0,1 см. Поглинання звуку низьких частот покращується зі збільшенням діаметра пор.

На звукопоглинальні властивості матеріалів впливає їх пружність. При використанні виробів із гнучким каркасом додатково втрачається звукова енергія внаслідок активного опору матеріалу примусовим коливанням під дією падаючих звукових хвиль.

Облицювання поверхні будівельних конструкцій перфорованими листами з відносно щільних матеріалів (гіпсокартон, металеві або пластмасові листи) забезпечує не тільки звукопоглинання, але й підвищує міцність та декоративність.

Таблиця 13.1

Звукопоглинальні властивості деяких будівельних матеріалів

Вид матеріалу	Коефіцієнт звукопоглинання (при частоті 1000 Гц)	Динамічний модуль пружності при навантаженні 2 КПа, МПа
Цегла	0,032	не використовується як звукопоглинальний матеріал
Бетон	0,015	
Деревина	0,06...0,15	
Пінополіетилен	0,08	1,02
Пінополістирол	0,15...0,35	0,5...1,3
Пробкові покриття	0,2...0,3	0,5...1,5
Ворсові килимові покриття	0,2...0,25	1,5
М'які деревноволокнисті плити	0,4...0,8	1,4
Мінераловатні плити	0,7...0,9	0,045...0,25

На поширення звукових хвиль у приміщенні впливає *реверберація* — процес поступового зменшення інтенсивності звуку при багаторазовому відбитті від поверхонь закритих приміщень (ефект відлуння).

Тривалість реверберації характеризується *часом реверберації* — інтервалом часу, протягом якого інтенсивність звуку зменшується в 10 разів, а його рівень — на 60 дБ. Час реверберації є важливим фактором, який визначає акустичну якість приміщення, він тим більший, чим більший об'єм приміщення і чим менше поглинання на поверхнях. Наприклад, для кімнати об'ємом 85 м³ найбільш сприятливим є час реверберації близько 0,9 с, а для зала об'ємом 560 м³ — 1,4 с. У приміщенні з відбиваючими поверхнями час реверберації більший, ніж у приміщенні з поглинальними поверхнями — килимами та м'якими меблями. Надлишкова тривалість часу реверберації призводить до неприємної гучності, недостатня — до різкого перервного лунавання, без музикальної «соковитості».

За *вихідною сировиною* звукопоглинальні матеріали поділяють на мінеральні (базальтова вата, скляна вата, каолінова вата, спучений перліт, спінене скло, шамот) органічні (природні — целюзна вата, очеретяна плита, торфоізоляційна плита, пробкові листи; штучні — пінополіестер, пінополіуретан, пінополіетилен, пінополіпропілен) та комбіновані (мінераловатні і скловолокнисті плити, ДВП).

Звукопоглинання матеріалів залежить від їх товщини та структури, розташування їх відносно джерела звуку та деяких інших факторів. Для

підсилення поглинання звукової енергії матеріали додатково перфорують (до 30%), що дозволяє збільшити звукопоглинальну здатність матеріалу на 10...12%. Розмір та форма отворів у виробках їх нахил, а також ступінь перфорації (відношення площі, яку займають отвори, до загальної площі плити) впливають на коефіцієнт звукопоглинання.

Звукопоглинальні матеріали за структурою можна поділити на такі групи:

- пористі матеріали;
- пористі матеріали з перфорованими екранами;
- шаруваті.

За формою звукопоглинальні конструкції системи можуть бути у вигляді:

- плит (перфорованих та неперфорованих);
- резонаторів (жорстких або мембранних коливальних систем);
- об'ємних підвісних плит (плоских, клиновидних, складної конфігурації).

У пористих матеріалах тверда речовина займає тільки частину загального об'єму, а більшість об'єму займають відкриті пори, які заповнені повітрям і сполучаються між собою. Звукопоглинальні пористі матеріали та вироби поділяють на групи:

— *гнучкі*, які застосовують як основний елемент звукопоглинальних конструкцій (мати із супертонкого базальтового або скляного полотна). Такі матеріали поглинають звукову енергію внаслідок в'язкого тертя повітря у порах. При цьому кінетична енергія коливань частинок повітря перетворюється у теплову.

— *напівжорсткі матеріали* зазвичай виготовляють у вигляді плит, які прикріплюють безпосередньо до поверхні або з віднесенням. Матеріали з напівжорстким каркасом поглинають звукову енергію як за рахунок тертя в порах, так і за рахунок деформації каркаса, який здійснює примусові коливання під впливом звукових хвиль. Матеріали виготовляють із деревного волокна, азбесту, мінеральної або скловати, скляного або полімерного волокна з використанням зв'язуючої речовини у вигляді бітуму, смоли, цементу. Зернистий пористий матеріал отримують із мінеральної крихти, гравію, пемзи, каоліну, використовуючи як зв'язуючу речовину цемент або рідинне скло. Наприклад, плити мінераловатні акустичні стандартні ПА/С на основі синтетичної зв'язуючої речовини покриті білою фарбою з набризком «під мрамур», плити ПА/О — акустичні оздоблювальні покриті фарбою на основі полівінілацетатної емульсії з білим пігментом.

— до *жорстких* матеріалів належать плити акустичні «Силакпор» із газосилікатного бетону, поверхня яких має неглибоку перфорацію лицьового шару із різним рисунком, плити мінераловатні акустичні «Акмігран», Вініпор звукопоглинальний (із відкритими порами).

Для пористих матеріалів характерно збільшення звукопоглинання з підвищенням частоти звукових хвиль. Коефіцієнти звукопоглинання для більшості пористих матеріалів на середніх та високих частотах становлять 0,4...0,6. Їх використовують, в основному, для покращення акустичних властивостей у кінотеатрах, театрах, концертних залах, студіях, аудиторіях. Максимальна ефективна товщина пористого звукопоглинального матеріалу залежить від його аеродинамічного опору і фактичного рівня шуму в приміщенні.

Збільшення звукопоглинання можна досягти *перфоруванням* круглими отворами глибиною до 2/3 товщини плити. Значною перевагою перфорованих конструкцій є простота виготовлення і монтажу, а також різноманітність архітектурно-декоративних рішень інтер'єрів.

Волокнисті звукопоглинальні матеріали покривають *екранами* для захисту від механічних пошкоджень. Як екран використовують перфоровані листи з металу, пластмаси, фанери, азбестоцементу тощо. Між екраном і пористо-волокнистим матеріалом розташовують тонку захисну плівку. Конструкції з перфорованим покриттям матеріалу забезпечують значне звукопоглинання у будь-якому інтервалі частот, їх використовують для приміщень різного призначення.

У будівельній акустиці часто використовують просту коливальну систему, що утворена з елементів «маса — пружина — маса». Коливання елементів можуть викликати явище резонансу. Резонансна або власна частота знижується при збільшенні маси поверхні та зниженні жорсткості пружини.

Розрізняють два типи резонаторів (резонансних поглиначів) — плитний і Гельмгольца.

Резонансні неперфоровані звукопоглинальні плитні конструкції — це жорсткі коливальні системи або мембранні поглинальні матеріали (тонка, але щільна плита, наприклад, панель із ДСП, фанери або гіпсокартону), в яких коливальна маса укріплена на деякій відстані від стіни та здійснює примусові коливання, стискаючи об'єм повітря поза нею (тобто виконує функцію пружини). Звукова енергія витрачається на подолання пружного опору повітря у просторі за панеллю і сил тертя, що виникають при деформації панелі.

Плитні резонатори використовують при звукових коливаннях в інтервалі частот від низьких до середніх, при цьому, порівняно з пористими плитами, вони перекривають лише вузьку частотну смугу.

Звукопоглинальні конструкції із значним звукопоглинанням в області низьких частот виготовляють у вигляді панелей, що складаються із тонких пластин (деревина, фанера, гіпсокартон), закріплених на рамі. Пластини розташовують на деякій відстані від огорожувальних поверхонь. Якщо між панелями і огорожувальними конструкціями розташувати ефективні на середніх та високих частотах волокнисті матеріали, то можна отримати широкосмугові звукопоглинальні конструкції. Без використання подібних конструкцій важко досягти оптимального часу реверберації в концертних і театральних залах, де застосування тільки ефективних м'яких пористих та волокнистих матеріалів збільшує звукопоглинання на середніх і високих частотах та залишає його досить незначним на низьких.

Резонатор Гельмгольца має вигляд камери з вузькою горловиною, функцію пружини, в якій виконує об'єм повітря в камері. При цьому частотна смуга може бути збільшена встановленням пористих матеріалів у горловині резонатора.

Резонансні перфоровані звукопоглинальні плитні конструкції представлені значною кількістю резонаторів, встановлених паралельно, що збільшує звукопоглинання конструкції. Їх виготовляють із перфорованих листів із металу, гіпсокартону, азбестоцементу з підклеєною до них тканиною. Ця конструкція сприяє звукопоглинанню у вузькому діапазоні частот. Для отримання більш рівномірної частотної характеристики коефіцієнта звукопоглинання на внутрішню сторону перфорованої панелі укладають шар пористого матеріалу. Зростання коефіцієнта перфорації (площі отворів) збільшує коефіцієнт звукопоглинання в області високих частот.

У випадках, коли звукопоглинальний матеріал не входить до складу огорожувальних конструкцій (наприклад, якщо вони світлопрозорі), доцільно використовувати **підвісні штучні (об'ємні) звукопоглинальні матеріали**. Такі матеріали та вироби підвищують якомога ближче до джерела шуму й у зонах концентрації звукової енергії. Їх ефективність оцінюють не коефіцієнтом звукопоглинання, а еквівалентною площею звукопоглинання. Зазвичай ці матеріали виготовляють у вигляді плоских плит із волокнистих матеріалів, покритих пористою фарбою або обтягнутих тканиною, або у футлярі з перфорованих листів металу, пластмаси чи фанери. Наприклад, штучні звукопоглинальні плити є ефективними за рахунок того, що в підвішеному стані поглинають звук двома поверхнями.

Об'ємні звукопоглинальні **клиновидні** вироби, змонтовані на стелі та стінах приміщення, забезпечують практично повну відсутність відбитих хвиль. Вони призначені для оздоблення внутрішніх поверхонь приміщень

для акустичних вимірювань в умовах, наближених до вільного звукового поля.

Для забезпечення необхідного звукопоглинання використовують також акустичні звукопоглинальні стелі. У великих приміщеннях для покращення акустики рекомендуються також звукопоглинальні стінові панелі.

До технічних характеристик стельових та стінових звукопоглинальних матеріалів належать акустичні та гігієнічні показники, вологостійкість, вогнестійкість, ударостійкість, світлотехнічні показники і довговічність. На цей час розроблено матеріали, які вирішують комплекс завдань, у тому числі забезпечують акустику в приміщеннях із високою вологістю (наприклад, басейну), а також мають певні декоративні властивості, що враховуються при оформленні інтер'єрів.

Вибір акустичного матеріалу стель та стін залежить від призначення і об'єму приміщення, вартості матеріалу особливостей інтер'єру, а також від області частот корисованого діапазону.

Класифікація акустичних матеріалів за частотним діапазоном поглинання, а також сучасні різновиди звукопоглинальних матеріалів наведено в таблиці 13.2.

Таблиця 13.2

Основні види звукопоглинальних будівельних матеріалів

Групи звукопоглинальних матеріалів за діапазоном частот	Види звукопоглинальних матеріалів	Різновиди акустичної продукції, що представлена на українському ринку
Середньочастотні (з коефіцієнтом звукопоглинання 0,4...1,0 в діапазоні середніх та високих частот 500...4000 Гц)	<ul style="list-style-type: none"> — пористі матеріали у вигляді плит, виготовлені із легких пористих матеріалів; — волокнисті матеріали у вигляді плит, виготовлені із мінеральної і скляної вати, синтетичного або деревного волокна. 	<p><i>Панелі із спіненого поліуретану</i>, які мають різну форму лицьової поверхні — хвилювидну, трапецієвидну, пірамідальну.</p> <p><i>Стельові та стінові панелі зі скловолокна</i> високої щільності із синтетичним зв'язуючим із різними типами поверхні.</p> <p><i>Плити із акустичної мінеральної вати</i> із штапельного скловолокна і базальтової вати з використанням складної зв'язуючої речовини, кашировані склополотном для запобігання емісії волокон.</p> <p><i>Акустичні стельові панелі з базальтової вати</i>, склополотна, мінерального клею, покриті білою акриловою фарбою.</p> <p><i>Стельові та стінові панелі різних кольорів на основі базальтового волокна</i> з високим коефіцієнтом відбиття світла.</p>

Закінчення табл. 13.2

Групи звукопоглинальних матеріалів за діапазоном частот	Види звукопоглинальних матеріалів	Різновиди акустичної продукції, що представлена на українському ринку
	Лицьова поверхня матеріалів може бути покрита фарбами, що утворюють пористе повітропроникне покриття, акустично прозорими тканинами або нетканними матеріалами, або покрита перфорованим матеріалом (метал, деревина)	<p><i>Плити для підвісних стель зі скловолокна</i>, а також базальтового волокна, із суміші целюлозних і мінеральних волокон, перліту, органічних зв'язуючих та неорганічних наповнювачів, покриті шарами ґрунтовки і фарби.</p> <p><i>Панелі з тонкого деревного волокна</i> (1...3 мм) із магнезитовою зв'язуючою речовиною.</p> <p><i>Акустична система стель</i>, що складається із двох шарів: зовнішній у вигляді наляганої стелі із поліестера з поліуретановим покриттям, внутрішній — плити із акустичної мінеральної вати.</p> <p><i>Рулонні акустичні стінові покриття (шпалери)</i>, що складаються із двох шарів — акрилової тканини (текстиль) на поверхні і основи з целюлози.</p> <p><i>Акустичні кольорові напилени покриття</i>, які складаються із натуральних волокон і спеціального клею.</p>
Низькочастотні (з коефіцієнтом звукопоглинання 0,3...1,0 в діапазоні низьких частот 63...500 Гц)	<ul style="list-style-type: none"> — перфоровані матеріали у вигляді тонких панелей із різними ступенем перфорації, які виготовлені з гіпсокартону, МДФ, деревини та ін.; — резонансні конструкції з пористих, у тому числі волокнистих матеріалів, перфорованих або тканинних екранів і повітряного зазору. 	<p><i>Стінові та стельові панелі із високоякісних плит МДФ</i>, оздоблені деревним шпоном або полімерною плівкою, можуть бути перфорованими, включати звукопоглинальний середній шар.</p> <p><i>Плити перфоровані гіпсокартонні</i> звукопоглинальні (ППГЗ), на тильний бік яких наклеєний шар нетканого полотна, лицьова поверхня покрита вододисперсійними фарбами або обклеєна плівками, шпалерами.</p>
Звукопоглинальні матеріали в широкому діапазоні частот (63...4000 Гц)	<ul style="list-style-type: none"> — багат шарові резонансні конструкції, які складаються з декількох паралельних екранів із різним ступенем перфорації та повітряним зазором різної товщини; — акустичні конструкції з перфорованих матеріалів і пористих поглиначів. 	Створення конструкцій із використанням комплексу наведених матеріалів першої та другої групи за необхідним діапазоном частот. Частотна характеристика поглинання регулюється підбором пористого матеріалу і зміною повітряного зазору.

Оздоблювальні звукопоглинальні матеріали випускають у вигляді плит різних розмірів із декорованою поверхнею різної фактури і кольору.

Підвищення вологості матеріалу значно знижує коефіцієнт звукопоглинання за всім діапазоном частот. Більшість сучасних звукопоглинальних матеріалів мають високу гігроскопічність та низьку водостійкість. При експлуатації у вологому середовищі близько 70% звукопоглинальних матеріалів, що мають високу пористість, можуть швидко адсорбувати вологу з повітря і зволожуватися при безпосередньому контакті з водою. Для підвищення водостійкості зв'язуючих речовин та матеріалів на їх основі застосовують модифікуючі добавки, наприклад, поліакриламід, фенолоспирти, сечовино-формальдегідні й інші сполуки.

Звукопоглинальні матеріали нового покоління із середньою густиною 25...65 кг/м³ мають спеціальні властивості, наприклад, стабільність в інтервалі робочих температур від -60°C до +450°C. Це досягається використанням як основи штапельного скловолокна чи супертонкого скловолокна та синтетичної зв'язуючої речовини.

Звукопоглинальні матеріали за структурою поділяють на волокнисті, зернисті або ніздрюваті, за твердістю — на м'які, напівтверді, тверді.

М'які звукопоглинальні матеріали виготовляють на основі мінеральної вати або скловолокна з мінімальною витратою зв'язуючої речовини (до 3 мас. %) або без нього. До них належать мати і рулони середньою густиною до 70 кг/м³, які зазвичай використовують у поєднанні з перфорованим листовим екраном (із алюмінію, азбестоцементу, жорсткого полівінілхлориду) або з покриттям пористою плівкою. Коефіцієнт звукопоглинання таких матеріалів на середніх частотах (250...1000 Гц) становить 0,7...0,85.

До напівжорстких матеріалів належать мінераловатні та скловолокнисті плити розміром 500×500×20 мм із середньою густиною від 80 до 130 кг/м³ при вмісті зв'язуючої речовини від 10 до 15 мас. %, а також деревноволокнисті плити із середньою густиною 180...300 кг/м³. Поверхню плит покривають пористою фарбою або плівкою. До цієї групи входять також плити з пластмаси ніздрюватої структури (пінополіуретан, пінополістирол тощо). Коефіцієнт звукопоглинання таких матеріалів на середніх частотах становить 0,5...0,75.

Тверді матеріали мають середню густину 300...400 кг/м³ і коефіцієнт звукопоглинання 0,5...0,7. До цієї групи належать матеріали на основі пористих заповнювачів — плити та штукатурні розчини, до складу яких входять пористі заповнювачі (спучений перліт, вермикуліт, пемза) та білі або кольорові портландцементи.

Тверді матеріали волокнистої будови виготовляють у вигляді плит «Акмініт» та «Акмігран» (Росія), Травертон (США) тощо розмірами 300×300×20 мм на основі мінеральної вати та колоїдної зв'язуючої речовини (крохмалю, карбоксиметилцелюлози). Поверхні плит надають різну фактуру (тріщинувату, рифлену, борозенчасту), а потім фарбують. Використовують також звукопоглинальні плити, в яких деревна вовна зв'язана цементним тістом — акустичний фіброліт.

Мінераловатні і скловатні плити м'які, напівжорсткі або жорсткі виготовляють із перфорованими екранами з гіпсокартону товщиною 4...7 мм, а також із шаруватого пластика, алюмінію або сталі. Перфорацію виконують у вигляді отворів круглої, інколи квадратної або щільної форми розміром 3...10 мм. Розташовують їх правильними рядами або в шаховому порядку. Площа перфорації становить 15...20% від загальної площі екрана. Для підвищення гігієнічності і покращення зчеплення звукопоглинального шару з екраном між ними прокладають шар тканини. Довжина плит становить 500...1500 мм, ширина 500 і 1000 мм, товщина ізоляційного шару — 50...100 мм. Коефіцієнт звукопоглинання 0,8...0,9. Вироби відрізняються високою декоративністю та міцністю. Наприклад, плити з гіпсовим екраном характеризуються міцністю приблизно 2 МПа, але водостійкість їх досить низька.

Акустичні розчини та бетони виготовляють на пористих заповнювачах: спученому перліті, вермикуліті, пемзі тощо з використанням мінеральних в'язучих (кольорові цементы, гіпс), вони відрізняються високою вогнестійкістю. Середня густина штукатурок до 700 кг/м³, міцність при стиску до 2 МПа, коефіцієнт звукопоглинання — 0,3...0,6.

При виготовленні акустичних плит використовують однофракційний заповнювач, частіше розміром 2,5...5 мм, як зв'язуючі речовини застосовують мінеральні та синтетичні в'язучі речовини. Подібні за властивостями й плити з ніздрюватого бетону типу «Силакпор» із середньою густиною 350 кг/м³. Середня густина виробів 250...800 кг/м³, міцність при стиску до 3 МПа, коефіцієнт звукопоглинання 0,5...0,85.

Акустичний фіброліт виготовляють із деревної вовни довжиною 1,5...2 мм діаметром 0,3...0,4 мм із використанням цементу, поверхню покривають лугостійкими фарбами. Плити мають розміри до 3000×1500 мм при товщині 25, 30 та 35 мм. Середня густина фіброліту 300...400 кг/м³, міцність при згині більше 0,6 МПа, коефіцієнт звукопоглинання 0,45...0,5.

Прикладом акустичних цементних фібролітів нового покоління є виробі з використанням синтетичної вовни. Плити випускають розмірами

600×2000 мм, 600×2400 мм при товщині 20, 30, 50 мм, міцність від 1,1 до 1,9 МПа; застосовують для акустичного оздоблення різних приміщень громадських будівель.

Деревноволокнисті акустичні плити — це двошарові вироби, в яких звукопоглинальний шар редставлений ізоляційною плитою завтовшки 12,5...16 мм із середньою густиною 200...250 кг/м³, а лицьовий шар — твердими плитами із середньою густиною 800...1100 кг/м³, завтовшки 3...4 мм. Для збільшення коефіцієнта звукопоглинання плити перфорують, а для підвищення вогнестійкості вироби покривають склотканиною або фарбують вогнезахисними фарбами. Розміри деревноволокнистих плит 500×500 або 1000×500 мм, коефіцієнт звукопоглинання 0,4...0,8. Такі плити мають меншу вартість порівняно з мінераловатними та скловатними, але й більш низьку вогнестійкість та довговічність.

Як альтернативу мінерало- і скловолоконним звукопоглинальним матеріалам використовують пінополіуретан. За результатами випробувань використання шару пінополіуретану товщиною 20 мм, укладеного під стяжку на плиту міжповерхового перекриття, знижує рівень ударного шуму на 25...30 дБ. Наносять таке покриття напиленням на конструкцію будь-якої конфігурації. Такий матеріал є достатньо довговічним — він не піддається дії мікроорганізмів, не руйнується під впливом температурних коливань, агресивної промислової атмосфери, не пошкоджується гризунами, характеризується адгезією до більшості будівельних матеріалів. Термін експлуатації пінополіуретанових покриттів — 50 років. При цьому покриття одночасно вирішує питання тепло- і гідроізоляції конструкцій.

Аналогічними за властивостями, але не для універсального, а спеціалізованого призначення є мінераловатні плити на базальтовій основі «Шуманет-БМ» (Росія). Їх можна використовувати як середній шар у конструкціях звукопоглинальних облицювань із захисним перфорованим екраном.

Вибір матеріалу залежить від акустичного режиму, призначення та архітектурних особливостей приміщення.

Існують також архітектурні прийоми покращення акустичних характеристик приміщення за рахунок створення певної форми стін і стель. Наприклад, використання кесонних стель, пілястрів, колон або виступів на стінах (балконів, лож) підвищує звукопоглинання на низьких частотах — за рахунок форми поверхні, на середніх та високих частотах — за рахунок багаторазового відбиття.

Характеристика різноманітних звукопоглинальних матеріалів і виробів наведена в додатку 11.

13.3. Звукоізоляційні матеріали

Звукоізоляційні матеріали здатні знижувати рівень звукового тиску при проходженні звукової хвилі крізь перешкоду. Ефективність огорожувальної конструкції оцінюють індексом ізоляції повітряного шуму R_w (в діапазоні найхарактерніших для житла частот — від 100 до 3000 Гц), а перекриттів — індексом наведеного ударного шуму під перекриттям L_{nw} .

Індекс ізоляції повітряного шуму R_w , дБ — величина для оцінки звукоізоляції конструкції, визначається співставленням частотної характеристики ізоляції повітряного шуму $R(f)$ зі спеціальною оціночною кривою згідно із СТ СЕВ 4867.

Індекс наведеного ударного шуму під перекриттям L_{nw} — це величина для оцінки ізолюючої здатності перекриття відносно ударного шуму, визначається співставленням частотної характеристики наведеного рівня ударного шуму під перекриттям зі спеціальною оціночною кривою в дБ. Чим більше R_w і менше L_{nw} , тим краще звукоізоляція огорожувальної конструкції.

Показники звукоізоляційної здатності (значення R_w та L_{nw}) огорожувальних конструкцій для будинків різних категорій наведена в табл. 13.3.

Таблиця 13.3

Показники індексу ізоляції повітряного шуму R_w , та індексу наведеного ударного шуму під перекриттям L_{nw} , залежно від виду та розташування огорожувальної конструкції для будинків різних категорій

Вид та розташування огорожувальної конструкції	Індекс ізоляції повітряного шуму R_w , дБ	Індекс наведеного ударного шуму під перекриттям, L_{nw} , дБ
Перекриття між приміщеннями квартир, між квартирами та холами, між квартирами та горіщними приміщеннями		
В будинках категорії А*	54	55
В будинках категорії Б	52	58
В будинках категорії В	50	60
Перекриття між квартирами та розташованими під ними магазинами		
В будинках категорії А	59	55
В будинках категорії Б і В	57	58

Закінчення табл. 13.3

Вид та розташування огорожувальної конструкції	Індекс ізоляції повітряного шуму R_w , дБ	Індекс наведеного ударного шуму під перекриттям, L_{nw} , дБ
Перекриття між кімнатами в квартирі з двома рівнями		
В будинках категорії А	47	63
В будинках категорії Б	45	66
В будинках категорії В	43	68

*Примітка: Категорії будівель:

- категорія А — висококомфортні умови;
- категорія Б — комфортні умови;
- категорія В — гранично допустимі умови.

Звукоізоляційна здатність конструкції визначається її структурою, розмірами, масою, жорсткістю, внутрішнім опором матеріалу проходженню звука та іншими особливостями. Залежно від структури, акустичні матеріали можуть бути однорідні і неоднорідні.

Підвишити звукоізоляційну здатність акустично неоднорідних конструкцій можна застосуванням багатошарових систем із прошарками різних за структурою матеріалів, динамічний модуль пружності яких повинен максимально відрізнятися. Наприклад, модуль пружності бетонів — від 5000 до 30000 МПа, повітря — 0,14 МПа, а бетонна стіна з прошарками повітря має модуль пружності 5 МПа. Повітряний прошарок завтовшки 1 см за показниками звукоізоляції є еквівалентним бетону завтовшки 10 см. Прикладом акустично неоднорідних конструкцій є міжквартирні стіни, розділені повітряним проміжком, а також перекриття з окремою «плаваючою» підлогою та окремою стелею. Отже, акустично неоднорідні конструкції повинні мати повітряні проміжки чи звукоізоляційні прокладки та не мати жорстких зв'язків між шарами.

Звукоізоляційні матеріали в конструкціях перекриттів застосовують у вигляді суцільних навантажених чи ненавантажених (які несуть лише власну масу) прокладок, смугових та штучних прокладок; у стінах та перегородках — у вигляді суцільної ненавантаженої прокладки. Середня густина звукоізоляційних матеріалів повинна бути від 75 до 175 кг/м³. Основною властивістю, яка визначає ефективність звукоізоляційного прокладного матеріалу, є його жорсткість, що пов'язана з товщиною прошарку та динамічним модулем пружності матеріалу. Звукоізоляційні матеріали характеризуються в'язко-пластичними властивостями і повинні мати динамічний модуль пружності E_2 не більше 1,5 МПа.

Деформативність звукоізоляційного матеріалу визначається пружними властивостями повітря, включеного в матеріал, та деформативністю самого матеріалу. Звукоізоляційні матеріали високої деформативності при питомому навантаженні 0,002 МПа мають відносне стискання вище 15% і до м'яких, які мають волокнисту та губчасту структуру. Напівжорсткі матеріали мають величину відносного стиску від 5 до 10%; жорсткі — до 5%, а тверді — навіть 0.

Звукоізоляційні матеріали повинні належати до класу негорючих (НГ), слабогорючих (Г1) або «важкоспалюваних» (В1). Наприклад, мінеральна вата і скловолокно — представники класу НГ, пінополістироли та пробка — В1 (при обробці антипіреном), а пінополіуретан є горючим (клас Г).

Покращити звукоізоляційну здатність матеріалу можна поєднанням пружних і еластичних волокон у каркасі матеріалу при збільшенні хаотичності їх розподілу. Виготовляють стрічкові та смугові прокладки завдовжки від 1000 мм до 3000 мм і завширшки 100, 150, 200 мм, та штучні прокладки розмірами 100, 150, 200 мм. Вироби з волокнистих матеріалів застосовують лише в оболонці з водостійкого паперу, плівки, фольги тощо. Як ефективні звукоізоляційні матеріали використовують мати та плити напівжорсткі мінерало- та скловатні на синтетичній зв'язуючій речовині, мати скловатні прошивні, плити деревноволокнисті, пробкові покриття для стін та технічну пробку, пінопласти (пінополістирольні, полівінілхлоридні, екструзійний поліетилен), пінополіуретан.

Вібропоглинальні матеріали призначені для поглинання вібрації і шумів при роботі санітарно-технічного та інженерного обладнання в громадських та промислових будівлях. Такими матеріалами можуть бути пластмаси, звукоізол, термозвукоізол, фольгоізол, пориста гума та мастики (полімерні, бітумні, бітумно-полімерні). Вібропоглинальні матеріали наносять на тонкі металеві поверхні, при цьому утворюється ефективна вібропоглинальна конструкція з високою енергією тертя.

Потрібні акустичні властивості будівель та споруд досягаються застосуванням звукопоглинальних і звукоізоляційних матеріалів поліфункціонального призначення, а також ефективних конструкцій на їх основі при відповідній якості виконання робіт.

Показник звукоізоляційної здатності R_w — індекс звукоізоляції повітряного шуму є інтегральною характеристикою, яка розроблена для шумів побутового типу (розмова, радіо, телевізор) для діапазону частот 100...3000 Гц. Чим більше значення R_w , тим вища ізоляція для звуків цього типу. Проте існує необхідність звукоізоляції і для інших звукових частот. Наприклад, перегородки з деяких будівельних матеріалів (бетону або

цегли) мають індекс R_w нижчий, ніж легка каркасна перегородка з гіпсокартону, але забезпечують кращу звукоізоляцію на низьких частотах. Тому при виборі матеріалу необхідно враховувати не лише характер поширення шуму у приміщенні, але й його звукові частоти.

Як правило, для влаштування звукоізоляції завжди використовують існуючі будівельні матеріали (гіпсокартонні листи, металевий профіль, кріплення та ін.), але для одержання максимального ефекту слід, крім звичайних матеріалів, додатково застосовувати спеціальні «звукоізоляційні матеріали» — віброізолюючі прокладки для зменшення передачі структурного шуму, звукопоглинальні матеріали в середині каркаса тощо; а також важливо знати технологію виконання самої конструкції та дотримуватись правильного розташування матеріалів один відносно одного.

Загальний принцип влаштування звукоізоляційної конструкції — це поперемінне використання масивних (щільних) та м'яких (звукоізоляційних) шарів. Основними факторами, що впливають на звукоізоляцію, є маса звукоізолюючої конструкції, її розташування відносно огорожувальних конструкцій та акустична розв'язка в місцях примикання до підлоги, стелі та стін.

Звукоізоляція стін. Найпоширенішими способами звукоізоляції будівель є такі:

— потовщення стін (для цього створюють дерев'яні або металеві каркаси, прокладають звукоізоляційну прокладку (поролон, звукоізоляційні матеріали тощо), штукатурять або облицьовують гіпсокартонними листами);

— створення перешкод, які здатні поглинати і розсіювати звук (метод придатний для звукоізоляції між кімнатами; для досягнення звукоізоляційного ефекту використовують волокнисті та пористі матеріали). Така багатшарова конструкція складається з декількох листів матеріалу, між якими міститься прошарок повітря, який і є головним звукоізоляційним елементом. При цьому звукоізоляційні матеріали повинні перекривати стики конструкцій, що примикають до стіни (зі стелею, підлогою та сусідньою стіною). Звукоізоляція вважається більш ефективною при установці її з боку джерела вихідного шуму. Схема влаштування звукоізоляції стін наведена на рис. 13.1.

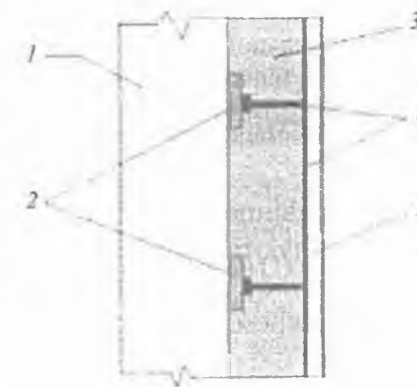


Рис. 13.1. Схема влаштування звукоізоляції стін:

1 — внутрішня стіна; 2 — пружні прокладки; 3 — звукопоглинальний матеріал; 4 — кріпильний профіль каркасної конструкції; 5 — гіпсокартонний лист

Одним із ефективних засобів додаткової звукоізоляції одношарової перегородки (цегляної, бетонної стіни і т.п.) є готові звукоізоляційні панельні системи (ЗІПС) (рис. 13.2). ЗІПС складається із сендвіч-панелей та облицювальних гіпсокартонних листів товщиною 12,5 мм. Сендвіч-панель є комбінацією щільних (гіпсоволокнистих) і пористо-волокнистих шарів (мінеральна вата або скловата) різної товщини. В конструкції відсутній металевий каркас, а кріплення до стіни виконується через спеціальні вузли, що передбачені в панелі. До бокових поверхонь (підлога, стіни, стеля) торці ЗІПС повинні примикати через віброізолювальні прокладки.

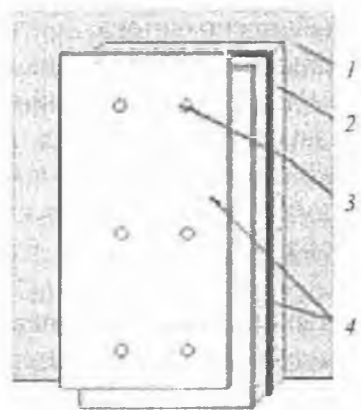


Рис. 13.2. Схема будови звукоізоляційної панельної системи (ЗІПС): 1 — стіна; 2 — мінеральна вата або скловата; 3 — вузол кріплення; 4 — «жорсткий шар» (гіпсокартонний лист)

Для підвищення звукоізоляції «плаваючої» підлоги з бетонною стяжкою збільшують масу стяжки; застосовують звукоізоляційний шар із низьким модулем динамічної пружності; збільшують товщину ізоляційного шару; відокремлюють стяжку від бічних поверхонь стін пружними прокладками.

При застосуванні підлоги на лагах — збільшують масу дерев'яного настилу підлоги; монтують лаги на еластичних опорах із низькою резонансною частотою; збільшують висоту лаг; заповнюють простір між лагами мінеральною ватою. Застосування м'якшого ізоляційного матеріалу збільшує ефективність плаваючого шару, але знижує стійкість і міцність конструкції стяжки, тому для ізоляційного шару засто-

ЗІПС має такі технічні характеристики: товщина — від 40 до 130 мм; загальний індекс звукоізоляції — від 9 до 18 Дб (при товщині конструкції 133 мм — 65 Дб); група горючості — Г1. Важливою умовою застосування конструкцій ЗІПС є достатня несуча здатність вихідної перегородки, оскільки маса однієї панелі розміром 1500×500 мм становить від 18,5 до 21 кг.

Звукоізоляція підлоги. Застосування «плаваючої» підлоги (стяжка — пружний шар — перекриття) завжди призводить до збільшення ізоляції ударного шуму у напрямку зверху вниз. Резонансна частота правильно запроектованої «плаваючої» підлоги повинна бути значно нижче 100 Гц.

совують плити з мінеральної вати середньою густиною не більше 85...140 кг/м³. Схема влаштування звукоізоляції «плаваючої» підлоги наведена на рис. 13.3.

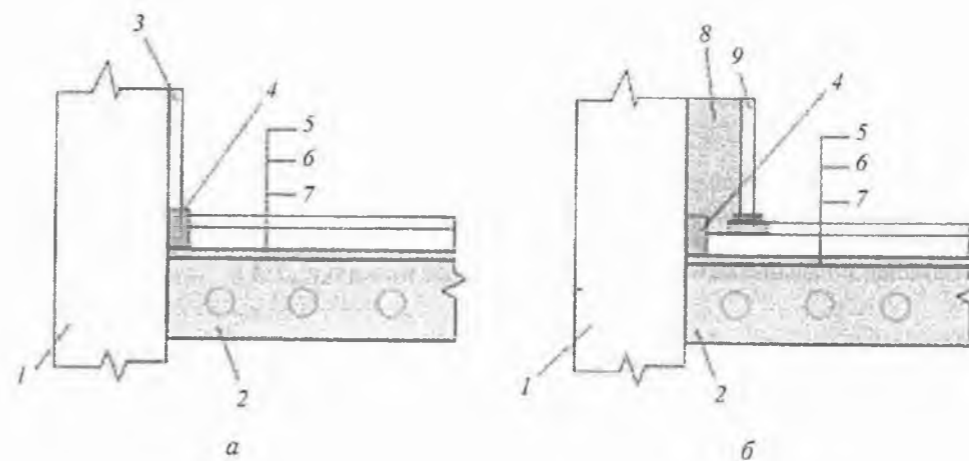


Рис. 13.3. Схема влаштування звукоізоляції «плаваючої» підлоги з примиканням до стіни штукатурного шару (а) та додаткової звукоізоляційної конструкції (б):

1 — стіна; 2 — перекриття; 3 — штукатурний шар; 4 — пружна прокладка; 5 — шар пружного матеріалу; 6 — стяжка; 7 — покриття підлоги; 8 — звукопоглинальний матеріал; 9 — «жорсткий шар» (гіпсокартонний лист)

Звукоізоляція стелі. Для збільшення звукоізоляції міжповерхових перекриттів застосовують звукоізоляційні підвісні стелі, які прикріплюють до каркаса та облицюють гіпсокартонними листами.

Для збільшення звукоізоляції підвісної стелі необхідно: закріпити каркас за допомогою звукоізолюючих кріплень із низькою резонансною частотою; збільшити відстань між підвісною стелею та перекриттям; виконати облицювання з масивних, але гнучких листових матеріалів; заповнити каркас мінеральною ватою; застосувати при облицюванні шари з в'язко-еластичних матеріалів; забезпечити примикання елементів каркаса підвісної стелі до бокових поверхонь стін через пружні прокладки. Схема влаштування звукоізоляції стелі наведена на рис. 13.4.

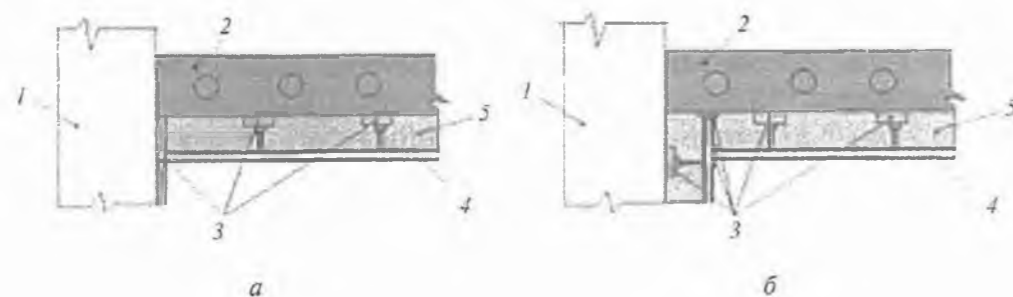


Рис. 13.4. Схема влаштування звукоізоляції стелі з примиканням до стіни штукатурного шару (а) та додаткової звукоізоляційної конструкції (б): 1 — стіна; 2 — перекриття; 3 — пружні прокладки; 4 — «жорсткий шар» (гіпсокартонний лист); 5 — звукопоглинальний матеріал

Характеристика різновидів найбільш розповсюджених звукоізоляційних матеріалів та виробів наведена в додатку 12.



ПОКРІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

14.1. Загальні відомості та класифікація

Покрівля — верхній шар даху, який захищає всі конструкційні елементи споруди від атмосферних опадів і відводить вологу на землю. Крім того, покрівля забезпечує тепло- та звукоізоляцію приміщень, є декоративним елементом будинку, сприймає вплив вітру, дощу, снігу, а в екстрених випадках, і вогню.

Сучасна покрівля повинна мати тепло-, паро- та гідроізоляційний шар, а також вентиляційну систему, систему водостоку і, за необхідності, систему підігріву та снігозатримки.

В процесі експлуатації покрівельні матеріали багаторазово піддаються зволоженню та висушуванню, заморожуванню у водонасиченому стані та відтаванню, температурним деформаціям, вітровим навантаженням, а також впливу прямого сонячного випромінювання та кисню й озону повітря, від чого покрівля руйнується швидше за інші конструкційні елементи будівлі.

Для виконання захисно-декоративних функцій у наведених умовах експлуатації покрівельні матеріали повинні мати такі властивості: водо-, морозо-, світло- та теплостійкість, бути достатньо міцними, сумісними за фізико-хімічними властивостями між собою (у багатшаровому гідроізоляційному покритті) та з матеріалом основи під покрівлею. Саме тому від вибору матеріалу покрівлі залежать строк її служби і надійність.

Покрівельні матеріали за видом вихідної сировини поділяють на металеві (зі сталі, алюмінію, міді й інших металів, а також їх сплавів); керамічні (черепиця); цементні (азбестоцементні листи, цементно-піщана черепиця); полімерні (скловолокнистий пластик, органічне скло, полікарбонат); бітумні (руберойд та його різновиди) тощо.

За конфігурацією покрівельні матеріали бувають: плоскі, хвилясті, пазово-гребеневі, гребеневі, у вигляді оболонки.

За формою, розмірами та фізичним станом покрівельні матеріали можна поділити на 3 групи:

– рулонні — полотна площею від 7 до 20 м², які постачають у рулонах (наприклад, руберойд, склоруберойд, пергамін, мембранні — великорозмірні полотна площею від 50 до 500 м² (мембрани));

– мастичні (в'язко-пластичні) — в'язкі рідини, які після нанесення на поверхню утворюють водонепроникну плівку (бітумні, полімерні та бітумно-полімерні матеріали) і використовуються для приклеювання рулонних покрівельних матеріалів або при влаштуванні так званих безшовних (мастикових) покрівель;

– штучні — дрібнорозмірні елементи покрівлі площею від 0,02 до 2 м² (азбестоцементні листи та плити, керамічна, цементно-піщана і бітумна черепиця, металеві листи площею від 1 до 10 м² (листова сталь, металочерепиця, профільований настил)).

14.2. Рулонні покрівельні матеріали

Рулонні покрівельні матеріали класифікують за такими ознаками:

– за призначенням — для одношарового покриття, верхнього і нижнього шарів багатошарового покриття;

– за структурою полотна — основні (одно- багатоосновні) та безосновні;

– за видом основи розрізняють матеріали на картонній, скловолокнистій, комбінованій основі, на основі з полімерних волокон, з алюмінієвої фольги, з полімерних плівок;

– за видом в'язучої речовини — бітумні; бітумно-полімерні; полімерні (еластомерні вулканізовані та невулканізовані, термопластичні);

– за видом захисного шару — матеріали з посипкою (крупнозернистою, лускатою, дрібнозернистою, пиловидною), з плівкою і з фольгою.

Сьогодні використовують рулонні покрівельні матеріали відразу декількох поколінь. До першого покоління цих матеріалів належать, наприклад, руберойд, який не завжди відповідає сучасним вимогам, але широко застосовується особливо при ремонтних роботах (гл. 9). Руберойд із часом піддається деструкції внаслідок появи у покрівельному шарі тріщин через окиснення та полімеризацію бітуму під дією сонячного випромінювання. До того ж, картонна основа руберойду в процесі експлуатації зазнає гниття та усадки. Вдосконаленим варіантом цього матеріалу є наплавлюваний руберойд, який отримують потовщенням нижнього покривного шару бітуму до 1...1,5 мм та наносять на основу підплавленням цього шару без приклеювальних мастик. Таким чином не лише спрощується та максима-

льно механізується процес влаштування гідроізоляційного килима, але й помітно підвищується якість приклеювання і забезпечується рівномірна витрата матеріалів клеєного прошарку по всій площі покрівлі.

Заміна картонної основи на більш довговічні матеріали (склоповість, склосітку, склотканину) забезпечує підвищення біостійкості та міцності матеріалу, але зменшує розтяжність. Надалі виробництво рулонних матеріалів супроводжується: по-перше, заміною склооснови полімерними матеріалами; по-друге, застосуванням малоокисненого бітуму, модифікованого полімерами. Такі матеріали, наприклад *евроруберойд*, мають значно більшу масу (до 12 кг/м²), порівняно з матеріалами перших поколінь (гл. 9).

У модифікованому бітумі, який містить полімерні модифікатори, такі, як АПП (атактичний поліпропілен), ІПП (ізоатактичний поліпропілен), СБС (стирол-бутадієн-стирол) процеси деструкції (старіння) значно вповільнені. Внаслідок цього, порівняно з традиційними покрівельними матеріалами на нафтовому бітумі (руберойд, пергаміни), сучасні матеріали на модифікованому бітумі мають строки експлуатації в декілька разів більші (20...30 років без ремонту).

До переваг усіх рулонних матеріалів слід віднести те, що вони дозволяють створити гідроізоляційний килим із необхідною гарантованою товщиною, а до недоліків — велику кількість швів, які утворюються при його влаштуванні.

Мембранні покрівельні матеріали містять (поряд із самими мембранами) фасонні елементи, призначені для влаштування будь-яких стиків і кутів покрівлі, самоприклеювальні стрічки для нестандартних кутів й інші комплектуючі, які значно полегшують проведення робіт та підвищують надійність покрівлі (гл. 9).

Головною перевагою мембранних покрівельних матеріалів є їх велика ширина, що дозволяє зменшити кількість швів. Крім цього, мембранні покрівельні матеріали мають високу еластичність, низьку масу та є стійкими до перепадів температури.

До недоліків мембранних покрівельних матеріалів можна віднести неможливість регулювання товщини покрівлі на найбільш відповідальних ділянках; необхідність більш якісної підготовки основи (стяжки); схильність до механічних ушкоджень і до усадочних деформацій при тривалій експлуатації; вартість їх, як правило, на 20...30% більша, ніж вартість бітумно-полімерних рулонних матеріалів. Мембранні покрівельні матеріали, такі, як ЕПДМ-мембрани (на основі етилен-пропілен-дієнового сополімеру), ПВХ-мембрани (на основі полівінілхлориду), ТПО-мембрани (на основі термопластичних поліолефінів), рекомендовано застосовувати при влаштуванні та ремонті покрівель із нахилом до 10°.

14.3. Мастичні покрівельні матеріали

За складом мастики поділяють на бітумні, бітумно-полімерні та полімерні. До складу їх можуть входити розчинники, розріджувачі, наповнювачі та різноманітні добавки. Покрівельні мастики відрізняються від рулонних покрівельних матеріалів тим, що формують покриття (плівку, мембрану) безпосередньо у гідроізоляційному килимі, але після твердіння мають майже такі самі властивості.

Покрівельні мастики повинні відповідати таким вимогам:

– бути зручними при нанесенні — при вказаних у нормативних документах способах укладання та температурі повинні наноситися рівним шаром необхідної товщини;

– при виготовленні не виділяти в навколишнє середовище шкідливих домішок у кількості, що перевищує гранично допустимі концентрації;

– забезпечувати стабільні фізико-механічні показники гідроізоляційного килима протягом усього періоду експлуатації в інтервалі температур, встановлених нормативними документами.

До недавнього часу одним із найрозповсюдженіших мастичних матеріалів, які застосовували при влаштуванні та ремонті покрівель, була гаряча бітумна покрівельна мастика, до складу якої, крім бітуму, входить мінеральний наповнювач. Як наповнювач використовують азбест, азбестовий пил, тонкоподрібнені порошки (переважно карбонатних порід). Наповнювачі підвищують теплостійкість і твердість мастик, зменшують температурні деформації, скорочують витрату органічних в'язучих речовин. Волокнисті наповнювачі, що армують матеріал, збільшують його умовну міцність. Таку мастику, як правило, виготовляють централізовано та доставляють на об'єкт у холодному чи вже розігрітому стані (до 160...180°C). Інколи (при малих об'ємах) мастику готують на будівельному майданчику в бітумінізованих котлах. Починаючи з 60-х років ХХ ст., застосовують холодні бітумно-полімерні та бітумно-мінеральні мастики, для розрідження яких використовується органічний розчинник. Задля вдосконалення технології мастикових покрівельних матеріалів виготовляють бітумні емульсії — дисперсні системи з диспергованого (тонкоподрібненого) бітуму і води. Для утворення стійких емульсій до їх складу додають рідкі та тверді емульгатори, які дозволяють армувати мастикові покрівлі скловолокнистими матеріалами, а також наносити емульсії на вологі поверхні та основи. Порівняльна характеристика гарячих і холодних мастик наведена в табл. 14.1.

Таблиця 14.1

Порівняльна характеристика гарячих та холодних мастик

Тип мастики	Застосування	Переваги	Недоліки
Гаряча	для приклеювання рулонних покрівельних матеріалів, таких як руберойд та пергамін; при влаштуванні захисного шару покрівлі з гравію; при влаштуванні мастикових покрівель	швидке остигання та твердіння після нанесення на поверхню; здатність розігрівати своїм теплом приклеювальні рулонні матеріали, підвищуючи їх м'якість та еластичність	складність збереження необхідної температури мастики в процесі виконання робіт (особливо у холодні періоди року); небезпека отримання робітниками опіків; підвищена пожежонебезпека приготування і застосування мастики; забруднення атмосфери при розігріванні мастики
Холодна	при влаштуванні рулонних та мастикових покрівель	безпечні умови та технологічність проведення покрівельних робіт	повільне твердіння мастик, пов'язане з темпом випаровування розчинника, який міститься в мастиці, та неможливість використання мастик при від'ємних температурах навколишнього середовища

Сучасні покрівельні мастики отримують із використанням дво- та трикомпонентних холодних полімерних і бітумнополімерних композицій (гл. 9). Ці мастики перемішують безпосередньо перед нанесенням. Твердіють вони в результаті хімічної взаємодії компонентів. Мастики, особливо полімерні, відрізняються підвищеною еластичністю (розтяжність при розриві може досягати 500%), термостійкістю та довговічністю (рис. 14.1). Недоліком більшості з них є низький опір стиранню.

14.4. Штучні покрівельні матеріали

До них належать дрібно розмірні елементи (черепиця, шифер, покрівельні листи) покрівлі завдовжки до 2 м та завширшки від 0,15 до 1,0 м.

Штучні покрівельні матеріали розрізняють:

– за матеріалом: керамічні (рис. 4.11, 4.12), цементні (рис. 14.2), полімерні, бітумні (фото 38) тощо;

- за формою: хвилясті, пазові, плоскі;
- за гнучкістю: гнучкі та негнучкі;
- за наявністю покриття: декоративного чи захисного;
- за способом кріплення: на матеріали, які приклеюються, пригвинчуються або прибиваються, та матеріали, які кріпляться комбінованими способами.



Рис. 14.1. Полімерне мастичне покриття покрівлі промислової споруди



Рис. 14.2. Влаштування покрівлі з використанням цементної черепиці

Характеристики найпоширеніших видів покрівельних матеріалів наведені у додатку 13, а порівняння властивостей штучних покрівельних матеріалів — у табл. 14.2.

14.5. Загальні принципи вибору покрівельного матеріалу

Вибір покрівельного матеріалу обумовлений, перш за все, призначенням будівлі (житлова, цивільна, допоміжна та ін.), визначенням терміном експлуатації, а також конфігурацією даху. Основними критеріями, які необхідно врахувати при проектуванні покрівель з тих чи інших матеріалів, є такі:

— *експлуатаційні властивості матеріалу*, які оцінюються його фізичними, гідрофізичними, теплотехнічними, механічними, біологічними показниками та обумовлюють довговічність матеріалу, яка коливається в широких межах — від 7 років (для руберойду) до 100 років (для керамічної черепиці).

— *естетична привабливість матеріалу*: останнім часом усе більшої популярності набувають покрівлі з екологічно безпечних матеріалів — керамічної черепиці та очерету, дерев'яні дахи з гонту (гл. 4, 9); з їх допомогою спорудам можна надати оригінальності та певного стилю.

Порівняння властивостей штучних покрівельних матеріалів

Властивості	Керамічна черепиця	Полімернішана черепиця	Цементно-пшана черепиця	Металочерепиця	Бітумна (бітумна) черепиця	Хвилясті листи (бітумний еролінджер)
Компоненти матеріалу	Випалена глина та барвник	Кварцовий пісок, до 25% полімерної зв'язуючої речовини, до 5% барвника	Кварцовий пісок, цемент, барвник	Метал завтовшки 0,5 мм, захисні покриття за втовшки декілька десятків мікрон	Склопояв, просочена бітумом	Картон, про-сочений бітумом
Маса 1 м ² , кг	від 40 та більше	22	від 40 та більше	4...6	4...6	3...4 кг
Водопоглинання, %	до 6 (гладурована ~1)	0,06	3...6	0	більше 10	до 8
Морозостійкість, циклів	100	не менше 200	50	не менше 200	50	25
Стійкість до дії агресивних середовищ	стійка	максимально стійка	середньостійка	стійка	слабостійка	слабостійкі
Термостійкість	+1000°С; незайми-та, не розплавляється, не розпечує під впливом вогню	+300°С; важкозайми-ста, не розплавляється, слабогорюча	+500°С; не займи-ста, не розплавляється, по-горюча	+100°С; не займи-ста, не розплавляється, по-горюча	+100°С; легкозайми-ста, розплавляється, по-горюча	+100°С; легкозайми-ста, розплавляється, по-горюча
Довговічність, років / гарантія, років	100/30	50/15	50/30	10/5	30/10	20/10

Таблиця 14.2

Закінчення табл. 14.2

Властивості	Керамічна черепиця	Полімерішана черепиця	Цементно-піщана черепиця	Металочерепиця	Бітумна (м'яка) черепиця	Хвилясті листи (бітумний Єврошифер)
Переваги	Тепло- і звукоізоляція, стійкість до температурних коливань, екологічність, пожегобезпечність, простота ремонту	Тепло- і звукоізоляція, стійкість до температурних коливань та плісняви, легкість обробки, простота ремонту, екологічність, невисока вартість	Тепло- і звукоізоляція, стійкість до температурних коливань, простота ремонту, екологічність, невисока вартість, пожегобезпечність	Низька маса, стійкість до температурних коливань та плісняви, легкість обробки, екологічність, пожегобезпечність	Низька маса, тепло- і звукоізоляція, легкість обробки, можливість створення складних криволінійних поверхонь	Низька маса, легкість обробки, низька ціна
Недоліки	Велика маса вимагає підсилення несучих конструкцій покрівлі, крихкість, трудо-місткість та висока вартість монтажу, відносно висока ціна	Трудомісткість та висока вартість монтажу	Велика маса вимагає підсилення несучих конструкцій покрівлі, низька ударна міцність, невисока можливість «дигіпіння», трудомісткість та висока вартість монтажу	Недовговічність, висока теплопровідність, низька звукоізоляція та корозійна стійкість, необхідність влаштування блискавоквідводів, висока паруність та вірогідність резонансних коливань листів	Низька стійкість до перепадів температур та механічних навантажень, нескладність при монтажу, висока паруність, пожего-небезпечність, схильність до старіння	Недовговічність, низька декоративність, схильність до старіння, значна кількість відходів при монтажу, висока паруність, пожего-небезпечність, схильність до старіння

– *трудомісткість монтажу* пов'язана з конструкцією будівлі та видом покрівельного матеріалу. Критерій ускладнення кроквяної системи обумовлений конструкційними обмеженнями або додатковими вимогами, які висуваються до даху деякими типами покрівлі. Наприклад, 1 м² звичайної черепиці важить близько 50 кг, тому при застосуванні цього матеріалу кроквяна система повинна бути розрахована на максимальне навантаження, що призведе до збільшення витрати пиломатеріалів та зростання вартості даху на 15...20%. М'яка черепиця легше керамічної в п'ять разів, але для неї необхідні суцільна обшивка з дошок, фанери або орієнтовано стружкових плит.

– *ремонтпридатність*: для споживачів важливим є співвідношення «ціна/якість», за яким покрівельні матеріали можна поділити на декілька груп. Перша група — матеріали низької якості за низькою ціною — руберойд і традиційний шифер. Особливість другої групи (оцинковані сталеві листи) — середня якість і значна різниця в цінах. Третя група, куди входить гнучка металева та цементно-піщана черепиця, характеризується високою якістю і середніми цінами, що мало відрізняються від цін попередньої групи. І нарешті, четверта група — якісні та дорогі матеріали — це металочерепиця з міді, керамічна черепиця, які мають високу довговічність та підвищені експлуатаційні властивості.



ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

15.1. Загальні відомості та класифікація

Гідроізоляційні матеріали — це матеріали, які характеризуються водонепроникністю та відповідають певним експлуатаційним вимогам за міцністю, теплостійкістю і деформативністю. Сьогодні, враховуючи забруднення атмосфери та вплив агресивних речовин на конструкції, слід зазначити, що проникати в матеріал може не тільки вода, але і розчини різних агресивних речовин. Тому важливою характеристикою гідроізоляційних матеріалів є також їх хімічна стійкість.

Гідроізоляція — це комплекс заходів для захисту конструкцій будинку від впливу вологи та води. Вона може бути антифільтраційна та антикорозійна.

Антифільтраційна гідроізоляція необхідна для захисту від проникнення води в підземні і підводні споруди (підвали та заглиблені приміщення будинків, транспортні тунелі, шахти і кесони), через підпірні гідротехнічні споруди (греблі, їх екрани, діафрагми), а також для захисту від витoku експлуатаційно-технічних або стічних вод (канали, тунелі, басейни, відстійники, резервуари).

Антикорозійна гідроізоляція призначена для захисту матеріалів споруд від хімічно агресивних рідин і води (мінералізовані ґрунтові води, морська вода, стічні води промислових підприємств), від агресивного впливу атмосфери (надземні металеві конструкції, гідротехнічні споруди в зоні змінного рівня води) та від електрокорозії, викликані блукаючими струмами (опори ліній електропередач, трубопроводи, підземні металеві конструкції).

Гідроізоляційні матеріали класифікують за видом основної речовини, за способом влаштування гідроізоляції, за фізичним станом та формою матеріалу, за основним призначенням і конструкційними особливостями, за ступенем еластичності та за характером впливу вологи.

За видом вихідної речовини сучасні гідроізоляційні матеріали поділяють на бітумні, дьогтьові, полімерні, мінеральні, металеві.

За фізичним станом та формою матеріалу розрізняють: гідрофобізуючі матеріали; мастичні; сухі суміші; рулонні, листові; плівкові, мембранні.

За ступенем еластичності гідроізоляцію поділяють на:

- жорстку (для ізоляції тріщин);
- з ознаками еластичності (перекриває тріщини до 0,5мм; відносне видовження до 10%);
- еластичну (відносне видовження понад 50%).

За способом влаштування гідроізоляція може бути обмазувальна (фарбувальна), обклеювальна, штукатурна, лита, просочувальна (проникаюча), ін'єкційна, засипна, монтована.

Кожен із видів гідроізоляції включає в себе цілі групи матеріалів, так звані системи, зі своїми технічними особливостями та специфікою застосування. У будівництві застосовуються найрізноманітніші методи влаштування гідроізоляції.

15.2. Характеристика гідроізоляційних матеріалів

Гідрофобізатори — відносно новий вид гідроізоляційних матеріалів, які наносять на поверхню для надання водовідштовхувальних властивостей. Основними видами є розчини кремнійорганічних (силіконових) сполук, розбавлених водою або органічними розчинниками. При виконанні робіт не висувають особливі вимоги до вологості поверхні, що обробляється, оскільки для таких матеріалів характерна висока адгезія. Гідрофобізатори є досить ефективними, однак із часом оброблена ними поверхня втрачає водовідштовхувальні властивості (на водній основі — через 1...3 роки, на основі розчинників — через 5...10 років залежно від умов експлуатації об'єкта). Гідрофобізатори не можуть усувати нові тріщини і відносно тонкий водовідштовхувальний шар поступово вимивається (глибина проникнення гідрофобізаторів у бетон — не більше 5 мм).

Мастики — це в'язко-пластичні маси, здатні до приклеювання, які одержують змішуванням органічних в'язучих речовин із тонкодисперсними наповнювачами та спеціальними добавками. Для покрівельних і гідроізоляційних робіт традиційно використовують гарячі та холодні мастики на основі нафтових бітумів, бітумно-полімерні мастики, пасти, емульсії. Мастики не тільки з'єднують різні матеріали між собою, але й покривають поверхні деталей і конструкцій досить товстим шаром для запобігання розвитку корозії, заповнюють щілини, раковини, отвори й

інші заглиблення, щоб одержати однорідну гладку поверхню або забезпечити герметичність швів. Їх застосовують як обмазувальну гідроізоляцію, для приклеювання гідроізоляційних рулонних і штучних матеріалів.

Сухі гідроізоляційні суміші (штукатурні) отримують на основі цементних в'язучих із додаванням спеціальних добавок (пластифікаторів, регуляторів твердіння тощо). Ці матеріали постачають на будівельній майданчик у вигляді сухих сумішей, замішують водою на місці проведення робіт, вони зручні у використанні та не вимагають складного устаткування для нанесення на поверхні, що слід захищати. Цементно-піщані суміші, полімерцементи, склоцементи, асфальтобетон, активований торкретбетон — це неповний перелік матеріалів для штукатурної гідроізоляції, які мають загальний недолік: при порушенні адгезії або механічному ушкодженні на одній ділянці вся гідроізоляція втрачає свої функціональні властивості. Ось чому останнім часом вони активно витісняються новими, більш ефективними гідроізоляційними матеріалами.

Сьогодні використовують різноманітні сухі гідроізоляційні суміші: для нанесення на великі поверхні, для механізованого нанесення на поверхню, для роботи при від'ємних температурах. Такий гідроізоляційний матеріал складається з високоміцного цементу та спеціальних добавок, при змішуванні з водою він швидко твердіє (0,5...1,0 хв. при температурі повітря 20°C), що дозволяє зупинити водяні течії під тиском у фундаментах, тунелях, підземних спорудах, герметизувати стики і шви, різні тріщини та отвори, відновлювати оштукатурений шар на стінах і стелях у сирих та вологих приміщеннях. Він є консервантом надшвидкого твердіння і використовується для герметизації водяних протікань високого тиску. Наносять такий матеріал на старі або нові бетонні й оштукатурені поверхні також і з профілактичною метою запобігання можливим протіканням або просочуванням підземних ґрунтових вод або інших водних джерел, що утворилися в результаті господарської діяльності людини або при аварійних ситуаціях. Гідроізоляційні матеріали на основі мінеральних в'язучих речовин відрізняються високими гідроізоляційними властивостями, але фахівці не радять використовувати їх у випадках, якщо поверхні зазнають вібраційних навантажень або усадочних деформацій, тому що гідроізоляція на їх основі не є еластичною.

Для вирішення питання гідроізоляції бетонних і цегельних споруд, що зазнають навантажень та деформацій, ефективно застосовувати еластичні двокомпонентні суміші, які одночасно з гідроізоляцією бетонних і оштукатурених цегляних поверхонь дозволяють захистити їх від руйнівного впливу солей сульфатів, сульфідів, хлоридів та вуглекислого газу, а також

запобігають виникненню на вищеперелічених поверхнях дрібних деформаційних тріщин. Для усунення аварійних протікань використовують так звані «пломбувальні» склади.

Рулонні, листові (плиткові) гідроізоляційні матеріали — це сучасні матеріали на основі склоповсті, склотканини або поліестеру, просочені модифікованими бітумами, що наплаваються на поверхню матеріалу, який слід захищати. Для гідроізоляції довговічних споруд не застосовують рулонні матеріали на картонній основі (руберойд, толь, пергамін), тому що вони є негнилостійкими та неводостійкими.

Гідроізоляційні рулонні матеріали класифікують з урахуванням:

- структури полотна — з основою і без основи;
- виду основи — волокно (скляне, полімерне), поліефірна тканина, фольга тощо;
- структури покриття — зі вставкою і без вставки;
- виду захисного шару — з посипкою (крупно-, дрібнозернистою, пило-, лускоподібною); із фольгою або плівкою; з луго-, кислото- та озоностійким покриттям;
- виду в'язучої речовини — на основі бітумних в'язучих, гумобітумних, бітумно-полімерних, полімерних і змішаних;
- способу влаштування — обклеювальні, термонаплавлені, з'єднані механічно та за допомогою зварювання.

При виборі рулонних матеріалів визначальними є такі показники:

- водонепроникність при тиску 0,5 МПа впродовж 24 год;
- міцність на розрив при розтягуванні;
- адгезія до матеріалу поверхні, яку ізолюють;
- відносна деформація розтягу;
- водопоглинання (протягом 24 год не більше 1% за масою);
- температура крихкості;
- тріщиностійкість при вигині на стрижні перерізом 10 мм при температурі не вище ніж -15°C ;
- зниження границі міцності на розтяг (у разі заморожування — 5%, хімічного старіння — 10%, теплового старіння — 5%).

Важливо враховувати також робочий діапазон температур рулонних матеріалів, стійкість до зсуву, здатність витримувати тиск водяної пари та стійкість до дії агресивних середовищ.

Полімерно-бітумні мембрани складаються з бітуму, модифікованого полімерами й армованого скловолоком, склотканиною або поліестером. Головною перевагою полімерно-бітумних мембран порівняно з іншими видами гідроізоляції є їх висока еластичність, що не дозволяє розірвати

гідроізоляційне покриття навіть при значних деформаціях і тріщинах. Мембрани довговічні, пластичні, технологічні при укладанні та мають високу адгезію до багатьох поверхонь. Такі матеріали широко застосовують для гідроізоляції підземних гаражів, басейнів та каналів, мостів і віадуків, плоских та скатних покрівель, фундаментів і багатьох інших будівель та споруд.

Характеристика основних рулонних матеріалів наведена в гл. 9 та в додатку 14.

15.3. Способи влаштування та вибір типу гідроізоляції

Залежно від способу влаштування гідроізоляцію поділяють на фарбувальну, обклеювальну, штукатурну, литу, засипну, проникаючу, ін'єкційну, монтовану тощо.

Фарбувальна (обмазувальна) гідроізоляція є одним із найпростіших і доступних методів антикорозійного захисту. Багатошарове нанесення бітумних або полімерних лаків широко використовується для захисту металевих та залізобетонних конструкцій. Бітум і бітумомістки матеріали є розповсюдженими, недорогими та простими в застосуванні, але строк їх служби становить близько 5 років. До того ж, бітум із часом втрачає еластичність і стає крихким при від'ємних температурах, що призводить до утворення тріщин та втрати гідроізоляційних властивостей. Недовговічність бітумних матеріалів обумовила використання синтетичних полімерів і матеріалів на їх основі, а також бітумно-гумових і бітумно-полімерних мастик.

Обклеювальну гідроізоляцію виконують нанесенням багатошарового гідроізоляційного килима (звичайно в 3...4 шари) з рулонних або листових бітумних, полімерних чи полімерно-бітумних матеріалів із обов'язковим захистом поверхневими стяжками та стінками. Пошарове наклеювання здійснюють на погрунтовану поверхню конструкції при високих температурах, а матеріали повинні складатися з гниlostійких компонентів. Незважаючи на велике поширення, обклеювальна гідроізоляція інколи замінюється фарбувальною або штукатурною, які відрізняються підвищеною тріщиностійкістю; а вдосконалюють її застосуванням полімерних плівок і склопластиків.

Штукатурну гідроізоляцію застосовують для конструкцій, які не піддаються вібраціям та деформаціям. Перевагами цих покриттів є можливість нанесення на негладкі поверхні (цегельну кладку), простота і зручність нанесення, екологічність, довговічність, можливість оздоблення різними матеріалами — плитками, камнем, штукатурками, фарбами.

Найстаріша гідроізоляційна штукатурка — щільний та твердий шар завтовшки 2...3 мм із цементного тіста без наповнювачів. Це так зване «залізнення», що застосовувалося здавна по фундаментах під зруби та у льохах. Пізніше з'явилися розчини на рідинному склі, з добавкою алюмінату натрію та цементні розчини з добавкою церезиту. Церезит — це емульсія, що містить вапно, олеїнову кислоту, вохру, сірчаноокислий глинозем і воду. При замішуванні церезиту з пластичним цементним розчином забезпечується заповнення пор, збільшення щільності та водонепроникності розчину. Розчини, отримані на основі рідинного скла, також є водонепроникними, а їх швидке тужавлення дозволяє зашпаклювати навіть ті тріщини, які здатні до просочування. Розчини з алюмінатом натрію застосовують для ремонту тріщин, для влаштування водонепроникних штукатурок по сирих поверхнях бетону і кладки та водонепроникних стяжок.

Гідроізоляційні штукатурні розчини постачають у вигляді сухих сумішей, які складаються з мінеральних в'язучих речовин (як правило, цементу), наповнювачів і полімерних та мінеральних добавок. Вони призначені для виконання ізоляційних шарів у підвалах, фундаментах, у басейнах, колодязях, трубах, на дахах, балконах; застосовуються для зовнішніх і внутрішніх поверхонь, на стінах та підлогах по поверхні щільного бетону, цементної штукатурки, цегельної кладки всіх видів із заповненими швами (кладка з порожнечами у швах повинна бути попередньо општукатурена шаром не менш 10 мм). Гідроізоляційні штукатурні розчини забезпечують водонепроникність при збереженні паропроникності. Еластичні суміші можна наносити на залізобетонні конструкції, де існує можливість розкриття тріщин.

Лита гідроізоляція — надійний, але найбільш трудомісткий і дорогий вид гідроізоляції, який внаслідок складності та високої вартості використовують в особливо відповідальних випадках. Виконують її з використанням мастик і розчинів розливанням їх по горизонтальній основі (в 2...3 шари загальною завтовшки 20...25 мм) і заливанням за стінку або опалубку на стінах (завтовшки 30...50 мм) у випадку вертикальної основи. За температурою приготування суміші бувають гарячими та холодними. Прикладами литої гідроізоляції є такі матеріали, як асфальтокерамзитобетон, бітумоперліт, піноспоксиди тощо.

Засипну гідроізоляцію влаштовують насипанням сипких гідроізоляційних матеріалів у водонепроникні шари і порожнини, огорожені, наприклад, опалубкою. За конструкцією та призначенням вона аналогічна литій гідроізоляції, але має більшу товщину (до 50 см) та теплогідроізо-

ляційне призначення (при використанні, наприклад, гідрофобних пісків і порошків із пористих гірських порід) при невеликій водонепроникності.

Проникаюча (просочувальна) гідроізоляція надійно забезпечує водонепроникність бетонних конструкцій. Відмітні властивості цих матеріалів полягають у тому, що їх компоненти, нанесені на бетонну поверхню, проникають у середину бетону по його порах і капілярних трактах навіть при високому гідростатичному тиску назустріч. У результаті активної хімічної реакції між компонентами матеріалу і складовими самого бетону виникають новоутворення — кристалічні структури, які за своїм складом подібні до продуктів гідратації цементу. Ці новоутворення заповнюють собою всі пори та мікропорожнини, ущільнюють структуру бетону, що забезпечує надійну водонепроникність. Кристалічні утворення не пропускають воду і в той же час не перешкоджають руху повітря, дозволяючи бетону «дихати». Конструкції, оброблені таким матеріалом, протистоять впливу більшості агресивних середовищ, запобігають корозії і проникненню небажаних хімічних продуктів у навколишнє середовище. Тривалість роботи проникаючих матеріалів дорівнює строку служби самого бетону. Оброблені таким матеріалом бетонні конструкції водонепроникні, стійкі до дії агресивних середовищ, мають кращі міцнісні характеристики, вищу морозостійкість; при обробці такими матеріалами не потрібна сушка поверхня, ґрунтування і вирівнювання поверхні. Типовими об'єктами для застосування проникаючих матеріалів є бетонні резервуари всіх типів та різного призначення, каналізаційні системи, тунелі, колодязі, підземні склепіння, фундаменти, автостоянки.

Існує також **ін'єкційна гідроізоляція**, особливістю якої є те, що роботи здійснюються закачуванням суміші під високим тиском у зону контакту «ґрунт-конструкція», «конструкція-конструкція» через спеціальні пристосування (пакери) на необхідну глибину. Матеріали, що використовуються для ін'єкційної гідроізоляції, поділяють на чотири типи: поліуретанові, епоксидні, акрилатні гелі, мікроцементи. Поліуретанові матеріали та акрилатні гелі досить пластичні, не руйнуються при змінних навантаженнях, вони полімеризуються під впливом води. У деяких випадках ін'єкційна гідроізоляція доцільна для ремонту тріщин, додаткового зміцнення фундаментів. Ефективними є поліуретанові полімери: при взаємодії з водою вони збільшуються в об'ємі до 20 разів. Незважаючи на зовнішню простоту даного методу, його важко виконати без детального обстеження об'єкта, ретельного вибору матеріалу та технології.

Монтована гідроізоляція виконується зі спеціально виготовлених елементів (металеві і пластмасові листи, профільні стрічки), які прикріплю-

ються до основної споруди монтажними зв'язками. Застосовується в особливо складних випадках. Удосконалення її йде в напрямку використання склопластиків, твердого полівінілхлориду, індустріального виготовлення збірних залізобетонних виробів, покритих у заводських умовах фарбувальною або штукатурною гідроізоляцією. Прикладом такої ізоляції є так звана бентонітова гідроізоляція, представлена бентонітовими матами: при намоканні модифікований бентоніт, що міститься в об'ємі мата, набухає, і отриманий гель щільно закриває відкриті пори бетону.

Залежно від того, з якого боку по відношенню до напору води розташована гідроізоляція, вона може працювати «на притиск» та «на відрив». Поверхнева гідроізоляція «на притиск» монтується таким чином, щоб вона притискала напором води до несучої конструкції. Гідроізоляція, що працює «на відрив», виконується у вигляді покриттів, які наносяться на конструкцію з боку, що є зворотним до напору води. Застосовується головним чином при ремонті і відновленні будівель (наприклад, шляхом оштукатурювання із середини затоплених підвалів будинків) і для гідроізоляції підземних несучих споруд, конструкції яких бетонуються впритул до навколишнього ґрунту або скельної основи — тунелі, колодязі, підземні приміщення великого заглиблення. Для влаштування цього типу гідроізоляції використовують покриття, що допускають анкерування за основну конструкцію, або покриття з високою адгезією до бетону при тривалому впливі води (цементний торкрет, холодна асфальтова й епоксидна фарбувальна гідроізоляція).

Вибір типу гідроізоляції. Тип гідроізоляції вибирають залежно від умов експлуатації та технічних і економічних чинників, основними з яких є такі:

- потрібний режим вологості приміщень та споруд, які ізолюють, і ступінь допустимого зволоження огорожувальних та несучих конструкцій;
- тріщиностійкість конструкції;
- висота капілярного підсмоктування води залежно від щільності ґрунту;
- величина гідростатичного напору;
- вплив механічних факторів на гідроізоляцію (стискання масою верхніх конструкцій, напором ґрунтових вод, вплив тимчасових навантажень, осідання ґрунту засипки, фундаменту, основи тощо);
- дія агресивних середовищ;
- вплив температури (максимально допустима температура експлуатації гідроізоляції, мінімальна температура навколишнього середовища);
- природні впливи (сонячна радіація, лід, хвилі, біологічні шкідники, опади тощо);
- сейсмічність району будівництва;

- особливі властивості ґрунтів і основ;
- умови виконання робіт (можливість механізації, нанесення на вологі основи, можливість виготовлення взимку);
- особливості експлуатаційного режиму (вплив кислот, лугів, нафтопродуктів, агресивних рідин, газів тощо).

Загальні рекомендації щодо вибору типу гідроізоляції, залежно від виду споруди та умов її експлуатації, наведено в табл. 15.2.

Таблиця 15.2

Рекомендовані типи гідроізоляції для деяких видів споруд

Вид споруди	Тип гідроізоляції
Звичайні підземні конструкції з підсіпкою ґрунтом	Холодна бітумна гідроізоляція на всіх поверхнях, обклеювання бітумно-полімерними та полімерними матеріалами — на горизонтальних поверхнях; бітумно-полімерне фарбування — на вертикальних поверхнях
Підземні конструкції, що занурюють у ґрунт (шпунт, колодезі, палі і кесони)	Цементна та бітумна (гаряча) штукатурка, бітумно-полімерне або полімерне фарбування, іноді з армуванням склосіткою
Приміщення з внутрішньою гідроізоляцією, що працює «на відрив»	Холодна бітумна гідроізоляція, бітумно-полімерне або полімерне фарбування, а також цементна штукатурка з колоїдного цементного розчину і активованого торкрету
Заповнення деформаційних швів	Холодна бітумна штукатурка, бітумне фарбування, склеювання рулонними матеріалами

15.4. Види та характеристика герметизуючих матеріалів

Герметизуючі матеріали призначені для ущільнення стиків між різними конструкціями та панелями будівель з метою надання їм водо-, паро- та повітронепроникності. Герметичність стиків забезпечується лише при застосуванні для ущільнення матеріалів, здатних деформуватися разом із конструкцією. Герметики повинні бути також тепло- та морозостійкими, зручними під час ущільнення стиків, здатними зберігати свої властивості протягом усього строку служби будівлі.

Всі герметики класифікують за декількома ознаками. Насамперед, виділяють групу герметиків залежно від готовності до застосування:

- однокомпонентні (тобто придатні до безпосереднього використання);
- дво- та більше компонентні (вимагають перед використанням точного дозування і ретельного змішування компонентів).

За здатністю до деформації герметики бувають пластичні, пластично-еластичні та еластичні.

Герметики також відрізняються за типом основи: акрилові; поліуретанові; тіоколові (полісульфідні); силіконові (вони ж — силіоксанові, кремнієорганічні).

Силіконові герметики вважаються найкращими, оскільки відповідають вимогам до сучасних матеріалів. Вони є діелектриками, відрізняються термостабільністю, високою адгезією та підвищеною хімічною стійкістю. Деякі різновиди мають високу адгезію до скла, керамічної плитки, емалі, деревини.

Нейтральний силіконовий герметик найчастіше застосовують при виготовленні склопакетів, для ремонту термошвів. Він має високу адгезію до непористих поверхонь, безусадковий, стійкий до дії УФ-променів, його розтяжність при розриві — 350%, інтервал робочих температур — від -40°C до $+180^{\circ}\text{C}$.

Проте інші герметики мають певні галузі застосування, в межах яких вони добре виконують своє функціональне призначення.

Акриловий герметик надійно працює в інтервалі температур від -20°C до $+75^{\circ}\text{C}$, добре піддається фарбуванню, має високу адгезію до різних будівельних матеріалів. До недоліків належать низька водостійкість, усадка від 1 до 15%, низька стійкість до дії УФ-променів. Акриловий герметик, наприклад, є незамінним при усуненні невеликих тріщин та отворів, згладжуванні стиків у стінах, стелях, вікнах, дверях, підлогах. Він добре підходить для внутрішніх робіт. Герметик на основі акрилу легко вирівнюється, дуже простий у роботі, до висихання добре відмивається водою, а після висихання стає водостійким. Крім того, такий герметик розбавляється водою, що є зручним при закладенні глибоких тріщин і отворів — розведений водою герметик просто заливається туди та при висиханні утворює рівну поверхню.

Поліуретановий герметик можна застосовувати для склеювання і герметизації будь-яких матеріалів: металу, деревини, каменю, лакованої жерсті, пластмаси, кераміки, бетону. Ці герметики мають високу адгезію та забезпечують міцне склеювання поверхонь, що не руйнуються навіть при сильних землетрусах (до 5 балів). Вони ідеально підходять для герметизації міжпанельних швів, а також рекомендуються для герметизації вузлів з'єднань збірних конструкцій, покрівельних стиків, стиків будівельних конструкцій із бетонними, металевими, дерев'яними або ПВХ поверхнями. Вони мають певні переваги перед силіконовими герметиками: при випадковому ушкодженні пружний силікон руйнується, і відремонтувати

таке з'єднання стає неможливо, тому що силікон не має адгезії до полімеризованого силікону. Видалити мастику зі шва можна тільки механічно або спеціальним розчином, при цьому видаляють увесь шов, а потім його герметизують поліуретаном. Поліуретановий герметик характеризується високою міцністю, зносостійкістю, стійкістю до дії кислот, мастил, бензину, має високу адгезію до скла, металів, кераміки. Застосовують його у дорожньому будівництві, для ущільнення стиків конструкцій підземних переходів, тунелів.

Каучуковий герметик має високу еластичність, стійкий до розтягувальних напружень, дії ультрафіолетових променів та інших атмосферних факторів, у тому числі коливань температури від -25°C до $+100^{\circ}\text{C}$. Після затвердіння його можна фарбувати. Також герметик має високу адгезію до бетону, скла, кераміки, природного каменю, деревини. Його досить широко застосовують у будівництві, крім випадків, коли з'єднані елементи перебувають під постійним тиском води.

Герметики на основі тіоколів відрізняються високою стійкістю до дії розчинників, лугів, мінеральних кислот, озону, атмосферних опадів, а також характеризуються бензо- та маслостійкістю. Цей матеріал доцільно застосовувати на бензоколонках, у гаражах і на автостоянках. Сьогодні їх досить часто використовують при виробництві склопакетів завдяки тому, що вони характеризуються малими значеннями газо- та вологопроникності.

Технологічні властивості різних видів герметиків наведено у табл. 15.3.

Таблиця 15.3

Технологічні властивості різних видів герметиків

Найменування показників	Типи герметиків		
	поліуретанові	тіоколові	силіконові
Міцність	+++*	+	++
Стійкість до деформацій	+++	+	+
Когезія	+++	+++	-
Адгезія до матеріалів:			
- метали, скло	+++	++	++
- бетон, кераміка, полімери	+++	++	+
- деревина, ДСП, ДВП	+++	+++	+++

Закінчення табл. 15.3

Найменування показників	Типи герметиків		
	поліуретанові	тіоколові	силіконові
Готовність до застосування	готовий	попереднє змішування	готовий
Усадка при твердненні	відсутня	0...20%	0...15%
Еластичність	до 910%	150...250%	250%
Діапазон робочих температур	від -60°C до $+120^{\circ}\text{C}$	від -60°C до $+70^{\circ}\text{C}$	від -60°C до $+200^{\circ}\text{C}$
Середня густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	1200	1600...1800	1000...1200
Довговічність при експлуатації в середині приміщень, років	25...40	10...20	10...20
Довговічність при експлуатації ззовні приміщень, років	10...15	4...6	1...3

*Примітка: +++ — дуже добре; ++ — добре; + — задовільно.



ОЗДОБЛЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

16.1. Загальні відомості та класифікація

Оздоблювальні матеріали використовують для підвищення експлуатаційних та декоративних властивостей будівель і споруд.

Більшість сучасних оздоблювальних матеріалів повинні мати такі характеристики:

- довговічність і високі експлуатаційні властивості, що дозволяють їм зберігати високу декоративність, незважаючи на вплив кліматичних умов та особливості їх використання;
- екологічну безпеку виготовлення і застосування;
- вогнестійкість;
- зручність укладання або монтажу.

За призначенням оздоблювальні матеріали можна умовно розділити на:

- *декоративно-оздоблювальні*, що застосовують переважно для створення декоративних і захисних покриттів (лаки, фарби, шпалери, полімерні плити, лінолеум);
- *конструкційно-оздоблювальні*, що додатково виконують функції огорожувальних конструкцій (декоративний бетон, лицьова цегла, склоблоки, склопрофіліт);
- *захисно-оздоблювальні*, що виконують спеціальні функції захисту людей і конструкцій будинків від дії агресивних середовищ, високих температур, шуму, рентгеновського випромінювання.

За *вихідною сировиною* оздоблювальні матеріали поділяють на природні кам'яні, керамічні, на основі мінеральних розплавів, полімерні матеріали, лакофарбові, вироби з штучного каменю.

За *особливостями застосування* оздоблювальні матеріали можуть бути призначені для підлог, стель, для зовнішнього і внутрішнього опоядження.

Найбільш поширеною групою матеріалів для оздоблення та захисту поверхонь будівельних виробів і конструкцій при зведенні, ремонті та реставрації об'єктів різного призначення є лакофарбові матеріали. Це пояснюється їх високою технологічністю — здатністю легко наноситись і відновлюватись. Лакофарбові матеріали є недорогими та доступними як при оздобленні скстер'єрів, так і при виконанні інтер'єрних робіт.

16.2. Лакофарбові матеріали

Лакофарбовими називають природні чи штучні матеріали, які наносять у в'язкорідкому стані тонким шаром (60...500 мкм) на поверхню будівельних конструкцій і деталей (бетонних, дерев'яних, металевих тощо) для утворення покриття з необхідними властивостями — захисними, декоративними, спеціальними. Загальною ознакою всіх лакофарбових покриттів є ізоляція поверхні від зовнішніх впливів, надання їм визначеного виду, кольору, фактури.

За прозорістю утворених плівок матеріали бувають *прозорі* (лаки, оліфи) та *непрозорі* (фарби, емалі, ґрунтовки).

За ступенем блиску: *високоглянсові, глянсові, напівглянсові, напівматові, матові, глибокоматові*.

За типом розчинника: *органорозчинні та водорозчинні*.

За типом розчинника розповсюджені такі лакофарбові матеріали: ПФ — пентафталеві, МА — олійні, ЕЦ — етилцелюлозні, НЦ — нітроцелюлозні, ГФ — гліфталеві, ВД — водно-дисперсійні, В — водорозчинні, АК — поліакрилові, П — порошкові.

За призначенням та умовами експлуатації лакофарбові матеріали бувають:

- атмосферостійкі (покриття, стійкі до атмосферних впливів у різних кліматичних умовах, що експлуатуються на відкритих майданчиках);
- обмежено атмосферостійкі (покриття для внутрішніх робіт);
- консерваційні (покриття для тимчасового захисту поверхонь, що зазнають механічних впливів у процесі виробництва, транспортування, зберігання матеріалів і виробів);
- водостійкі (покриття, стійкі до дії прісної та морської води);
- спеціальні (покриття, стійкі до рентгеновського випромінювання й інших випромінювань, що світяться, теплорегулюючі, протиобростаючі, для просочення тканин, фарбування шкіри, гуми, пластмас, протиковзкі тощо);
- хімічні стійкі (покриття, стійкі до впливу кислот, лугів та інших хімічних речовин);

- термостійкі (покриття, стійкі до впливу підвищених температур);
- електроізоляційні (покриття, які піддаються дії електричних напруг, струму, електричної дуги і поверхневих розрядів);
- ґрунтовки, лаки;
- шпаклівки.

Основними компонентами для приготування лакофарбових матеріалів є плівкотвірні (зв'язуючі) речовини, пігменти і наповнювачі (для надання визначених властивостей), розчинники, розріджувачі та цільові добавки.

Плівкотвірні (зв'язуючі) речовини призначені для забезпечення зчеплення між собою частинок пігменту, наповнювача і створення захисно-декоративної плівки з високими адгезійними властивостями до поверхні будівельного матеріалу. Від якості зв'язуючої речовини залежать технологічні та експлуатаційні властивості, а головне — довговічність лакофарбового покриття.

Зв'язуючими речовинами у фарбових сумішах можуть бути природні і штучні плівкоутворювачі. До природних плівкоутворювачів лежать природні олії, які піддаються спеціальній обробці (оліфи), смоли природного походження (бурштин, каніфоль), бітуми та асфальти, речовини тваринного походження (казеїн, міздря), спеціально оброблена целюлоза. До штучних плівкоутворювачів відносять полімери (полімерні фарби, лаки, емалі); неорганічні в'язучі речовини (цементні, вапняні, цементно-вапняні і силікатні фарби).

Пігментами називають тонкодисперсні порошки, нерозчинні у зв'язуючій речовині та розчиннику, які здатні брати участь в утворенні непрозорого покриття, надавати йому не тільки різних кольорів і відтінків, але й підвищувати міцність і довговічність. Пігмент, який одночасно є й наповнювачем, замінює частину об'єму лакофарбової суміші мінеральним стійким матеріалом із розвинутою поверхнею та сприяє ослабленню напружень внаслідок усадки полімеру.

Наповнювачі — це тверді дисперсні неорганічні природні або штучні речовини, які не розчиняються в розчинниках і плівкоутворювачах. Вони застосовуються для поліпшення малярно-технічних властивостей лакофарбових матеріалів та підвищення експлуатаційних властивостей покриттів (міцності, атмосферостійкості, кислотостійкості, вогнестійкості), а також для економії пігментів. Наповнювачами можуть бути крейда, доломіт, каолін, слюда, тальк, барит тощо.

Розчинники — це рідини, які використовують для розчинення плівкотвірних речовин, а також для розведення лакофарбових матеріалів до робочої в'язкості перед нанесенням на поверхню. Розчинниками можуть бути

вода (для воднодисперсійних фарб) та леткі органічні рідини, які випаровуються в процесі висихання. Органічні розчинники (уайт-спірит, ацетон, ксилол) використовують для олійних фарб і лаків, гліфталевих та бітумних речовин, епоксидних, перхлорвінілових і нітроцелюлозних лаків та фарб.

Нині єдиним органічним розчинником, який у всіх країнах світу допускається застосовувати без обмежень, є уайт-спірит (очищений гас). Фарби на органічних розчинниках утворюють поверхневу плівку більш щільну і тому майже не «дихаючу», крім того, використання органічних розчинників призводить до підвищення їх токсичності та горючості.

Розріджувачі (у вигляді води або органічної легкої рідини), на відміну від розчинника, тільки зменшують в'язкість лакофарбової суміші, вони призначені для розведення густотертих чи сухих мінеральних фарб. Кількість розріджувача для різних фарб не повинна перевищувати 22...40%.

Сикативи — прискорювачі висихання (скорочують тривалість утворення плівки) — це сполуки деяких металів (в основному, плюмбуму, мангану, кобальту, кальцію, феруму) з органічними кислотами.

Пластифікатори — це органічні продукти, які надають лакофарбовим покриттям (плівкам) необхідної еластичності, підвищеної стійкості до дії світла, теплоти чи холоду.

Фарба — однорідна суспензія пігменту або суміші декількох пігментів у плівкотвірних речовинах, що утворює після висихання однорідну непрозору плівку з певними властивостями (захисними, декоративними, спеціальними).

Мінеральні фарби (на основі неорганічних в'язучих речовин) застосовують для створення фасадних захисно-декоративних покриттів на поверхні оштукатурених фасадів із керамічної та силікатної цегли, із бетону, а також при проведенні реставраційних та ремонтних робіт. Мінеральні фарби, в основному, є порошковими і можуть бути доведені до потрібної консистенції додаванням води. Їх одержують на основі мінеральної сировини, і тому вони є екологічно чистими. На відміну від органічних фарб, які виготовляють із використанням смол та олій, мінеральні фарби мають достатню паропроникність, що дозволяє запобігати зволоженню (а тому й руйнуванню) стін, а також матеріалів, які застосовуються для підготовки основи під фарбування.

Зв'язуючою речовиною **вапняних фарб** є гашене вапно (часто у вигляді вапняного молока). Для підвищення водоутримувальної здатності до фарбової суміші вводять спеціальні добавки: хлорид кальцію, кухонну сіль або алюмінієві квасці, інколи — полімери. Термін служби таких покриттів

є досить низьким, але процес карбонізації вапна з часом сприяє підвищенню експлуатаційних характеристик покриття. Не рекомендується наносити ці фарби на цементні штукатурки. Такі фарбувальні суміші є дешевими, доступними, тож широко використовуються для фарбування фасадів, проведення реставраційних робіт, у тому числі відновлення храмів.

У цементних фарбах зв'язуючою речовиною є білий або кольоровий портландцемент, тому застосовують лугостійкі пігменти. Такі фарби є водостійкими, застосовують їх для зовнішніх малярних робіт та внутрішнього фарбування бетонних, цегляних, штукатурних поверхонь у вологих виробничих приміщеннях.

Силікатні фарби — це суспензії лугостійких пігментів і наповнювачів (переважно у вигляді сепарованої крейди та тальку), силікатизаторів у вигляді сухого цинкового білила або борату кальцію у водному (колоїдному) розчині високомодульного силікату калію (рідинне калійне скло) $K_2O \cdot mSiO_2$. Силікатні фарби є водорозчинними, нетоксичними, дозволяють отримувати повітропроникні та відносно стійкі до дії води та перепадів температури покриття, відрізняються низькою гідрофобністю. Їх використовують для оздоблення кам'яних, бетонних, оштукатурених стін як для зовнішнього, так і для внутрішнього опорядження.

Олійні фарби — це суспензії пігментів (або пігментів та наповнювачів) в різних оліфах із додаванням сикативу, а в разі потреби добавок, які запобігають утворенню щільного осаду. Олійні фарби виготовляють на заводах розтиранням оліфи з пігментами в спеціальних машинах (фарботерках). При розтиранні утворюється однорідна суспензія, в якій кожна частинка пігменту або наповнювача має оболонку з адсорбованої на її поверхні зв'язуючої речовини. Олійні фарби не змінюють власний об'єм у процесі твердіння, характеризуються стійкістю і довговічністю. Перевагою таких фарб є високий ступінь наповнення, висока покривна здатність, а недоліком — тривалий час висихання. Їх застосовують як ґрунтовки, для зовнішнього та внутрішнього фарбування по деревині, металу, бетону і штукатурки. Але частіше їх використовують для захисту сталевих конструкцій від корозії, для зберігання віконних рам та інших дерев'яних елементів від зволоження, а також для фарбування поверхонь, які піддаються стиранню і частому промиванню водою (підлоги, нижні частини стін коридорів громадських будівель, металеві ворота шлюзів тощо).

На цей час екологічні вимоги стимулюють розробку і впровадження воднодисперсійних фарб при отриманні захисно-декоративних покриттів. У процесі виготовлення та нанесення фарби є нетоксичними, вибухо- і пожегобезпечними, мають низьку вартість, легко наносяться на поверхню

(в тому числі вологу) різними методами, висихають при звичайних температурах, утворюючи матові, пористі, паро- та повітропроникні плівки. Воднодисперсійні покриття характеризуються високою адгезією практично до всіх видів основ. Недоліком цих плівок є порівняно низька механічна міцність і невеликі водо- та морозостійкість, що обумовлює сезонність виготовлення і використання таких фарб. Воднодисперсійні фарби інколи можуть містити в своєму складі токсичні речовини (пари мономерів та компонентів фарб) в кількості, що перевищує гранично допустимі концентрації в робочій зоні приміщень. Це призводить до забруднення води і повітря атмосфери, погано впливає на самопочуття людини.

Застосовують воднодисперсійні фарби, в основному, для зовнішнього та внутрішнього фарбування цегляних, кам'яних, бетонних, оштукатурених і дерев'яних поверхонь.

В асортименті воднодисперсійних фарб переважають *полівінілацетатні емульсійні фарби*. До складу фарб входять водні дисперсії полівінілацетату, пластифіковані дибутилфталатом, пігмент, добавки. Полівінілацетатні фарби мають достатню адгезію до бетону, штукатурки, деревини, вони характеризуються низькою водостійкістю і тому мають вузьку галузь застосування — фарбування стель та внутрішніх стін у сухих приміщеннях, але ці фарби є досить дешевими.

Зв'язуюча речовина *бутадієнстирольної фарби* складається з гліфталевого лаку. Бутадієнстирольні дисперсії характеризуються високою водостійкістю, вони є недорогими, але мають обмежену світлостійкість (жовтішають під впливом світла), що обумовлює доцільність їх застосування тільки для внутрішнього оздоблення. Додавання акрилових полімерів у такі фарби підвищує водостійкість і зносостійкість готових покриттів. Вінілові та латексні фарби, отримані з додаванням акрилових смол, становлять найбільшу частину всіх фарб, які використовують для декорування інтер'єрів.

Лідерами серед високоякісних будівельних лакофарбових матеріалів є *акрилові фарби*, емалі, лаки, ґрунтовки і матеріали для просочування. Основними їх перевагами є довговічність та надійний захист поверхонь. Акрилові покриття на відміну від олійних, алкідних, кремнієорганічних і вінілхлоридних, є еластичними та паропроникними. Покриття, отримані після висихання фарби, характеризуються еластичністю і здатністю перекривати «волосяні» тріщини розміром до 0,5 мм. Ці покриття ззовні крізь себе не пропускають вологу, але не запобігають її випаровуванню із середини пористих будівельних матеріалів (деревини, штукатурки, бетону). Покриття мають підвищену атмосферостійкість, водостійкість, стійкість

до старіння та дії лугів. Термін функціонування їх становить близько 10 років. Фарбу застосовують для оздоблення фасадів будівель, вологих приміщень.

Поліакрилатними емульсійними фарбами покривають фасади будівель, зовнішні поверхні з деревини, а полівінілацетатними і стирол-бутадієновими оздоблюють переважно інтер'єри.

Акрилові дисперсії є дорожчими, але практично універсальними, вони добре колеруються, що дозволяє отримувати більше 15000 різних кольорів та відтінків, зберігають колір і витримують ультрафіолетове випромінювання.

Вододисперсійні кремнієорганічні фарби за використанням подібні до акрилових. Вони надають покриттю гідрофобних властивостей, що значно підвищує довговічність не тільки покриття, але й поверхні, яку ці покриття захищають.

Фарби на основі силіконових смол поєднують кращі властивості акрилових і силікатних дисперсійних фарб. Паропроникність їх практично така сама, як у силікатних, і вони не сприяють розвитку мікроорганізмів. Ці фарби утворюють однорідне матове еластичне покриття, яке є водонепроникним, але повітропроникним, атмосферостійким, гідрофобним та довговічним. Їх ефективно використовують практично для всіх типів мінеральних основ. Силіконові фарби мають оптимальні декоративні та експлуатаційні властивості, але істотним недоліком є їх висока вартість.

Полімерцементні фарби — це суспензії сухого компонента, що складається із білого портландцементу, будівельного меленого вапна, світлостійких, лугостійких пігментів і наповнювачів, у водній дисперсії полімерів (пластифікованої полівінілацетатної емульсії або синтетичних латексів). Фарби призначені для зовнішнього та внутрішнього оздоблення будівель по бетонних, газобетонних, цегляних, азбестоцементних і оштукатурених поверхнях та деревноволокнистих плитах, а також для оздоблення залізобетонних панелей у заводських умовах.

Алкідні фарби використовують для захисту від зносу і корозії різноманітних зовнішніх та внутрішніх поверхонь будівель (двері, віконні рами, батареї опалення, вбудовані меблі тощо). Вони витримують очищення водою при застосуванні звичайних миючих засобів і тому придатні для фарбування стін та стель у кухнях і ванних кімнатах. Застосовують їх також для покриття металевих поверхонь, але при оздобленні інтер'єрів житлових приміщень фарби на органічних розчинниках не бажано використовувати через їх низьку (порівняно з водоемульсійними фарбами) екологічність.

Порошкові фарби — дрібнодисперсні (питома поверхня становить 10...100 м²/г) сухі суміші, що складаються з твердих полімерів (плівкотвірних речовин), наповнювачів, пігментів і спеціальних добавок. Такі фарби утворюють покриття в процесі термообробки, при якій в результаті сплавлення частинок фарби утворюється суцільне покриття. Як основну сировину застосовують термопластичні полімери (поліетилен, полівінілхлорид), поліамідні реактопласти (епоксидні, поліефірні, поліуретанові). Порошкові фарби доводять до робочої в'язкості розрідженням — переведенням у краплинорідкий стан (розплав), а хімічно стійке покриття отримують монолітизацією — з'єднанням частинок та їх твердінням. Покриття наносять на поверхню різними методами з попереднім розігріванням складу фарбувальної композиції.

Порошкові фарби — це практично єдиний вид лакофарбового матеріалу, який дозволяє відмовитися від ґрунтування та реалізувати безвідхідну технологію отримання покриттів, у тому числі зі спеціальними властивостями (корозійною стійкістю, ударостійкістю, адгезією). У будівництві порошкові фарби застосовують для покриття різних металевих конструкцій та виробів, у тому числі металочерепиці.

Лаком називають розчин плівкотвірних речовин (природних або синтетичних смол) в органічних розчинниках або у воді, отриманий із додаванням домішок — сикативів, пластифікаторів, отверджувачів. Лак після висихання утворює міцну тверду однорідну плівку (кольорову або прозору), яка повинна мати гарну адгезію до поверхні.

Емаль — це суспензія пігментів або їх сумішей із наповнювачами в лаках, яка утворює після висихання непрозору тверду плівку з різною фактурою (глянсову, матову, «муарову»), кольором і малюнком.

Будівельні емалеві фарби повинні висихати при звичайній температурі не більш, ніж за 1...2 доби, а покриття на їх основі — мати необхідну твердість, атмосферостійкість, декоративність.

Плівкотвірними речовинами в емалевих фарбах є полімери: гліфталеві, перхлорвінілові, алкідно-стирольні, синтетичні смоли, ефіри, целюлоза. Розчиняють емалеві фарби бензином, сольвентом, скипидаром, ксилолом, толуолом та деякими іншими органічними речовинами.

Будівельні емалі з *гліфталевих смол* найчастіше використовують для внутрішніх опоряджувальних робіт по штукатурці і деревині, а також для заводської обробки азбестоцементних листів, деревноволокнистих плит. Нітрогліфталеві та пентафталеві емалі застосовують для внутрішніх і зовнішніх малярних робіт.

Алкідні емалі — це суспензії тонкодисперсних пігментів у гліфталево-му, пентафталево-му та інших лаках із додаванням розчинника і сикативу. Алкідно-стирольні емалі мають підвищену хімічну стійкість, водостійкість, високу твердість та глянсовий блиск. Гліфталеві і пентафталеві емалі застосовують для зовнішніх робіт.

Перхлорвінілові емалі та лаки випускають у вигляді дисперсії полімеру в розчиннику. Для одержання захисного лакофарбового покриття наносять 8...10 шарів емалі. Перхлорвінілові емалеві фарби (ПХВ) застосовують для оздоблення попередньо заґрунтованих металевих поверхонь та бетонних фасадів.

Широко розповсюджені *кремніорганічні емалі*. Отримані на їх основі гідрофобні, атмосферостійкі покриття захищають зовнішні покриття від зволоження, але не забезпечують достатньої паропроникності.

Покриття на основі *каучукових емалей* (розчин каучуку в органічному розчиннику) мають високу водо- і корозійну стійкість, їх наносять на поверхню металевих та залізобетонних конструкцій для захисту від корозії.

Епоксидні емалі і лаки одержують на основі епоксидного полімеру в органічному розчиннику (ацетоні, толуолі тощо) та використовують як антикорозійні покриття для металу.

Грунтовки — це суспензії пігментів або їх сумішей із наповнювачами в розчині плівкотвірної речовини, які після висихання утворюють суцільну непрозору однорідну тверду плівку (покриття). Грунтовки повинні мати високу адгезію до основи, оскільки призначені для формування нижнього захисного шару. У зв'язку з цим при застосуванні вапняних фарб використовують вапняні, а силікатних — силікатні грунтовки, при нанесенні олійних та інших безводних фарб рекомендується застосовувати ґрунтувальні і шпаклювальні суміші на основі оліфи та синтетичних зв'язуючих речовин.

Шпаклівки — високонаповнені матеріали у вигляді в'язкої пастоподібної маси, що складається із суміші пігментів і наповнювачів, диспергованих (рівномірно розподілених) у плівкотвірній речовині. Шпаклівки містять підвищену кількість нелетких речовин, які забезпечують низьку усадку при сушінні або твердінні; призначені для вирівнювання поверхні основи — для заповнення нерівностей та виправлення її дефектів.

16.3. Оздоблювальні матеріали в екстер'єрі

Оздоблення фасадів виконують за допомогою мінеральних або синтетичних матеріалів. Основним призначенням зовнішніх стін будинку є захист від атмосферних впливів зовнішнього середовища. Стіна будинку

обов'язково повинна «дихати» — пропускати водяну пару для створення комфортних умов перебування у приміщенні та збереження теплоізоляційної здатності огорожувальних конструкцій.

Фасадний оздоблювальний матеріал повинен виконувати не лише декоративну функцію, забезпечуючи привабливий і респектабельний вигляд будинку, але й надійно захищати від впливів зовнішнього середовища, бути негорючим та стійким до дії атмосферних опадів.

Для оздоблення фасадів використовують *штучні* (лицьова цегла і камені, керамічні плитки, плитки з природного та штучного каменю), *панелі* (полімерні, з штучного каменю), *декоративні покриття* (штукатурні, фарбові), теплоізоляційні *фасадні системи* і *вентильовані фасади*. Причому два останні види оздоблення виконують ще й функції теплоізоляції будівель та споруд.

Лицьова цегла (керамічна і силікатна) (гл. 4, 7) завдяки спеціальним технологіям виготовлення характеризується високою міцністю, водо- та морозостійкістю, має різноманітні розміри форми і кольори (рис. 4.7). Поверхня цегли може бути ідеально гладкою, шорсткою, бугристою, ребристою, форма — не лише прямокутною, а й радіальною, арочною тощо. Це дає можливість створити за допомогою такого матеріалу оригінальний фасад.

Для зовнішнього оздоблення використовують також *природний камінь* (гл. 3), він є не лише декоративним, але й ідеально поєднується з іншими оздоблювальними матеріалами. Широке застосування для облицювання фасадів та цоколів будівель і споруд знайшли такі породи, як граніт, вапняк, кварцит, а також габро, діорит, травертини тощо. Це породи, які відрізняються високою міцністю, атмосферо- і морозостійкістю та є стійкими до зовнішніх агресивних впливів.

Однак природне каміння є досить дорогим, важко піддається обробці через те, що довговічні породи, які використовуються для фасадів, мають високу щільність та твердість. Крім того, вони значно збільшують масу конструкцій та, відповідно, навантаження на фундамент.

Указаних недоліків можна уникнути при застосуванні *штучного каменю*, отриманого на основі мінеральних зв'язуючих речовин і заповнювачів, у вигляді плит та панелей (рис. 7.11). Штучний камінь дає змогу імітувати поверхню будь яких матеріалів — природного каменю, керамічної плитки, деревини і одночасно дозволяє уникнути їх недоліків: високої маси та низької корозійної стійкості деяких гірських порід, крихкості кераміки і низької водо- та вогнестійкості деревини. Випускають штучні камені не лише прямокутні, але й фігурні, різних кольорів та відтінків, існує навіть

можливість індивідуального замовлення партії каміння певної форми і кольору. Такі матеріали характеризуються високою технологічністю: їх зручно приклеювати завдяки невеликій масі та пористій основі, вони легко транспортуються завдяки зручному пакуванню.

Керамічна плитка (гл. 4) не деформується навіть при дуже високих навантаженнях, відрізняється підвищеною вогнестійкістю, екологічно безпечна, хімічно нейтральна, не реагує на вплив агресивних хімічних середовищ. Найчастіше для фасадів використовують такі різновиди сучасних керамічних плиток, як клінкерна і керамогранітна.

Високі експлуатаційні характеристики *керамограніту* (гл. 4) обумовлені технологією виготовлення: пресування сировинної суміші під значним тиском та випалювання при температурах понад 1300°C, сприяють отриманню щільного спеченого матеріалу, який за експлуатаційними властивостями не поступається природному каменю, а інколи навіть перевершує його. Як матеріал для оздоблення фасадів керамограніт має майже нульове водопоглинання і, відповідно, високу морозостійкість. Він твердий, зносостійкий, екологічно безпечний, хімічно інертний, а велика палітра кольорів та відтінків керамограніту, особливо у поєднанні з конструкцією навісного фасаду, дозволяє створити широкий вибір дизайнерських рішень.

Клінкерна плитка, яка за формою та розмірами часто імітує цеглу, виготовляється з високоякісної глини та характеризується низьким водопоглинанням і високою морозостійкістю, має широку гаму кольорів та відтінків, а також характеризується різноманіттям форм. Порівняно з лицьовою цеглою клінкерна плитка відрізняється меншою трудомісткістю і зручністю укладання.

В якості панелей для оздоблення фасадів використовують сайдинг, цементно-волокнисті плити, панелі з полімерних матеріалів.

Полівінілхлоридний (вініловий) *сайдинг* — панелі з полівінілхлориду, які імітують дощату поверхню внакладку (фото 41), характеризуються низькою масою, водонепроникністю, зручністю монтажу, але мають високий коефіцієнт лінійного розширення та є крихкими під дією низьких температур. *Стальний сайдинг* виготовляють із оцинкованої сталі, яка має фарбове або полімерне покриття і відрізняється підвищеною міцністю та довговічністю, він негорючий, із широким діапазоном робочих температур, екологічно безпечний, технологічний (фото 49, а). Проте сталь має недоліки — вона важка і піддається корозії. Щоб їх уникнути, використовують *алюмінієвий сайдинг*. Він не горить, не ржавіє, легкий, довговічний. Існує також *дерев'яний сайдинг*, який виробляється з волокон деревини, спресо-

ваних під великим тиском із різними зв'язуючими речовинами (фото 49, б). Однак через свою низьку водостійкість та горючість застосовується рідко і частіше для внутрішніх робіт. *Цементний сайдинг*, виготовлений із цементу та волокон целюлози як армувального компонента, має вигляд тонких пофарбованих дерев'яних дощочок (фото 49, в). Цей матеріал вогнестійкий, застосовується для будівель і споруд, до яких висуваються підвищені вимоги щодо протипожежної безпеки — дитячі садки, школи, лікарні тощо.

Цементно-волокнисті плити (листи, панелі) (гл. 7) називають також фіброцементними та завдяки своєму складу вони негорючі, вологонепроникні, ударостійкі і мають гарну звукоізоляцію, призначені для виготовлення стінових панелей, перегородок, а також для зовнішнього облицювання житлових, суспільних та виробничих будівель. Листи випускають гладкими і тисненими, на основі білого та кольорового цементів. Часто поверхні покривають крихтою з натурального каменю різного кольору і фракції.

Облицювальні панелі виготовляють також із поліпропілену зі спеціальними добавками, вони міцніші традиційного сайдингу і за фактурою імітують натуральні оздоблювальні матеріали — камінь, цеглу (фото 50). Ефективно також використовувати *фасадні термопанелі* з двох компонентів — клінкерної плитки, що виконує захисну та декоративну функції, і пінополістиролу із закритою пористістю, який не дає усадки, не пліснявіє, не гниє та виконує теплоізоляційну функцію.

Оздоблення фасадів за допомогою фарби і штукатурок відоме давно, але сьогодні на заміну звичайних штукатурок доцільніше використовувати *теплоізоляційні фасадні системи*. До стіни за допомогою фіксатора та спеціального клею кріпиться теплоізоляційний матеріал (найчастіше — пінополістирол або мінеральна вата), потім — армувальна сітка. На сітку наносять оздоблювальні шари у вигляді мінеральних чи полімерних штукатурок і фарб, палітра яких є дуже широкою. Така система прикріплюється до будь-якої поверхні та дозволяє не лише отримати привабливий фасад, але й покращити температурно-вологісний режим у приміщенні при обов'язковому дотриманні вимог щодо паропроникності використаних матеріалів.

Вентильований фасад (навісний) — декоративний екран, змонтований на деякій відстані від несучої стіни за допомогою каркасної системи з прошарком повітря між елементами системи. Основним призначенням екрана є захист утеплювача від навколишнього середовища і надання декоративного ефекту фасаду. Екран виконують із будь-якого оздоблювального матеріалу, наприклад, полімерного сайдинга, штучного каменю та

композитних плит (рис. 12.4). Вентильований фасад забезпечує необхідний температурно-вологісний режим між зовнішньою поверхнею утеплювача і декоративним екраном та за умови якісного зовнішнього шару може експлуатуватися більше 50 років. Такий фасад дозволяє скоротити до 40% тепловтрати, він не тільки зберігає тепло, але й захищає влітку будинок від перегрівання.

Багатошарові фасадні панелі складаються з декількох шарів і одночасно виконують звукоізоляційні функції. Зовнішній шар такої плити виготовляють із кераміки або металу, внутрішній — із пінополіуретану, пінополістиролу, а також мінераловатного утеплювача. Найбільш розповсюдженою є фасадна система, що містить спеціальну обрешітку, яка з'єднується анкерними болтами зі стіною будь-якого типу, покритий вітрозахисною гідрофобною паронепроникною плівкою мінеральний утеплювач та фасадні плити, виготовлені з компаунда на основі синтетичних смол. Другий варіант таких плит складається із алюмінієвих листів і екструзійного поліетилену завтовшки 3 мм між ними.

Фальш-фасад використовують для оздоблення зовнішніх (фасадних) стін будівель і споруд. Вироби у вигляді листів, плит, панелей, блоків із облицювального матеріалу — найчастіше з металу, керамограніту або скла — прикріплюють до несучого металевого каркаса різними способами. Одночасно з облицюванням будівель проводять утеплення різними теплоізоляційними матеріалами. Перевагами використання фальш-фасадів є забезпечення високої якості облицювань, підвищення тепло- і звукоізоляційних показників одночасно з покращенням естетики будівель. Технологію фальш-фасадів використовують як у новому будівництві, так і при реконструкції, причому монтажні роботи можуть проводитись у будь-яких кліматичних умовах.

Характеристика і галузі використання деяких оздоблювальних матеріалів для екстер'єру наведені в *додатку 15*.

Для оздоблення фасадів також широко застосовують спеціальні розчини — *штукатурки*, які отримують на основі мінеральних (вапняні, цементні та силікатні) і полімерних в'язучих речовин (гл. 7).

Вапняна штукатурка є декоративною, дешевою, гігієнічною завдяки антибактеріальним та протигрибковим властивостям. Вона є паронепроникною і сприяє санації приміщень, знижуючи в них вологість. Однак при всій надійності та привабливості вапняні штукатурки, навіть модифіковані цементом, не рекомендується використовувати у місцях, які піддаються дії вологи. Навіть якщо штукатурка при таких умовах не руйнується, на поверхні майже завжди з'являються висоли.

Цементні штукатурки тверднуть швидше вапняних, вони більш міцні та довговічні. Крім того, вони є водостійкими, морозостійкими, корозійностійкими. Для підвищення декоративності рядовий портландцемент замінюють на білий та отримують білі штукатурки, придатні для оздоблення фасаду від цоколю до фризу.

Основою *силікатних* штукатурок є рідинне скло. Отриманий штучний камінь є більш щільним порівняно з цементним і менше піддається корозії, а «кислі» дощі прискорюють утворення кремнієвої кислоти та додатково зміцнюють штукатурку. Одним із головних недоліків таких штукатурок є розчинний карбонат калію, що утворюється при твердінні. Ця речовина нешкідлива, вона залишається в стіні або змивається дощами, але при цьому можуть утворюватись висоли. Силікатні штукатурки при висиханні не виділяють шкідливих летких речовин.

Штукатурки на органічних дисперсіях містять, в основному, сополімери акрилу, стиролу чи бутадієну, менш розповсюджені епоксидні та поліуретанові різновиди. Майже всі полімерні покриття є водостійкими, відрізняються світлостійкістю і довговічністю. Латекси при висиханні зв'язують наповнювачі, утворюючи високонаповнену суцільну плівку. Такі штукатурки характеризуються доброю адгезією, високою водонепроникністю, морозо-, атмосферо- та тріщиностійкістю. Недоліком цих покриттів є низька паронепроникність. Для збільшення паронепроникності в штукатурках використовують спеціально модифіковані полімери, однак при модифікації можуть погіршуватись інші досить важливі властивості (наприклад, екологічність) та зростає вартість.

Силіконові штукатурки є світлостійкими, корозійно стійкими, відрізняються підвищеним терміном експлуатації. Але головна їх відмінність — поєднання високої гідрофобності з високою паронепроникністю. Водовідштовхувальні властивості силіконів відомі практично з моменту їх винайдення. Гідрофобність силіконових штукатурок обумовлює притаманний їм ефект самоочищення: крапля води, упавши на таку штукатурку, скочується з неї, видаляючи бруд та пил зі стіни. От чому силіконові стіни після опадів мають вигляд нових.

Важливою є класифікація штукатурок за *декоративними властивостями*. З цієї точки зору декоративні штукатурки можна поділити на структурні і фактурні. Для фасадів найчастіше використовують фактурні, «камінцеві» або мозаїчні, а також короїди.

Для уникнення небажаних наслідків при виборі штукатурки серед різних її видів (акрилові, силікатні, силіконові, мінеральні тощо) слід враховувати властивості матеріалу основи, а також умови його експлуатації.

Наприклад, мінеральні штукатурки мають високу паропроникність, що є важливим при оздобленні приміщень із незначною вентиляцією. Крім того, їм можна надати різного кольору, зберігаючи при цьому рельєф і фактуру. Акрилові штукатурки характеризуються високими водовідштовхувальними властивостями й еластичністю. У свою чергу, силікатні штукатурки стійкі до появи грибків і цвілі, тому їх рекомендують застосовувати у приміщеннях із підвищеною вологістю. Завдяки високій водо-, паро- та атмосферостійкості, широкій гамі кольорів і відтінків силікатні штукатурки використовують для захисту та декоративного оздоблення фасадів та інтер'єрів, для санації пам'яток архітектури і будівництва.

Силіконові штукатурки є найдосконаліші за своїми властивостями та мають всі вищевказані позитивні властивості, вони характеризуються високою стійкістю до дії навколишнього середовища, високою еластичністю і адгезією, і тому їх можна використовувати в забруднених промислових районах.

16.4. Оздоблювальні матеріали в інтер'єрі

Матеріали для влаштування підлог. Підлога — один із найважливіших елементів інтер'єра будинку, що сприймає зусилля при пересуванні людей, переміщенні вантажів, а також устаткування і меблів. Якість підлоги повинна відповідати комплексу вимог, що залежать від призначення приміщення.

Основними вимогами, які висувуються до підлог, є:

— *загальнотехнічні* — підлоги повинні бути міцними та зносостійкими (чинити опір зусиллям розтягу, стиску і згину, ударам та стиранню); протистояти фізичним і хімічним агресивним факторам — дії води, високих чи низьких температур, олій, розчинів кислот, лугів тощо; бути стійкими до плісняви, грибків, гниття та до миючих засобів;

— *експлуатаційно-технологічні* — мати гладку, але не ковзку поверхню, забезпечувати зручне і безпечне пересування людей, транспортних засобів; допускати можливість швидкого та зручного ремонту, піддаватись легкому і швидкому очищенню;

— *санітарно-гігієнічні* — не мати шкідливого впливу на здоров'я людей: не виділяти пил, шкідливі гази, запах; забезпечувати комфортні теплотехнічні умови; на поверхні підлоги не повинна накопичуватися статична електрика, а при необхідності підлога має бути діелектриком;

— *декоративні* — відрізнятися гарним зовнішнім виглядом, надавати приміщенню комфорту та створювати затишок;

— *спеціальні* — пиловідштовхування (у приміщеннях, де пил може призвести до порушення нормального режиму роботи технологічного обладнання і до погіршення якості продукції, що випускається); безіскристість (неможливість іскроутворення при ударі металевим чи кам'яним предметом); електропровідність, антистатичність.

Для медичних установ часто застосовують покриття з антисептичним ефектом, що містять бактерицидні та протигрибкові компоненти. У приміщеннях з особливими вимогами щодо звукоізоляції використовують акустичні покриття зі спіненою шумопоглинальною основою, для вологих приміщень — покриття з протиковзкою поверхнею. У приміщеннях спеціального призначення часто виникає необхідність застосування покриттів, стійких до різних хімічних речовин. Існує ще одна група спеціальних покриттів, до якої, залежно від електричного опору покриттів, входять антистатичні, струморозсіювальні та струмопровідні. Покриття для підлог даної групи мають широкий спектр використання — від операційних у лікарнях до цехів складання електроніки і космічної техніки.

Підлоги належать до основних конструкційних елементів, що визначають не лише тепловий комфорт та гігієнічність приміщення, але і його естетичність та надійність. Якщо стелі та стіни потребують косметичного ремонту кожні 5...10 років, то покриття підлог, що піддаються впливу значного людського потоку, доводиться обновляти частіше або виготовляти їх із довговічних, часто недешевих, матеріалів.

У сучасному будівництві *конструкція підлоги*, як правило, багатопарова. Головними шарами є *основа*, яка представлена міжповерховими перекриттями будинку або ґрунтом, та *покриття* (власне підлога) — верхній лицьовий шар підлоги. При влаштуванні підлоги по ґрунту покриття укладають на підстилаючий шар (підготовку), що розподіляє навантаження по всій основі. У підлогах по перекриттях підстилаючий шар зазвичай відсутній. Конструкція підлоги може також включати звуко-, тепло-, гідроізоляційний та інші шари. Для вирівнювання поверхні основи та надання їй необхідної твердості поверх допоміжних шарів зазвичай влаштовують стяжку, на яку вкладається лицьове покриття.

Розрізняють такі шари підлоги:

— *покриття* — верхній шар підлоги, що безпосередньо підлягає експлуатації;

— *прошарок* — проміжний шар підлоги, який або зв'язує покриття з шаром підлоги, що міститься нижче, або виконує функції пружної підоснови;

— *основа* (стяжка) — шар підлоги, що вирівнює поверхню нижнього шару підлоги або перекриття;

— *гідроізоляційний шар* — перешкоджає проникненню крізь підлогу стічних вод та інших рідин, а також проникненню в підлогу ґрунтових вод;

— *підстилаючий шар* — шар підлоги, що нерозподіляє навантаження на ґрунт;

— *лицьове покриття*.

Крім того, залежно від додаткових конструкційних елементів, підлога може бути:

— *«плаваюча»* — складається з покриття і стяжки (основи підлоги), що розташовані на пружному звукопоглинаючому прошарку,

— *«тепла»* — якщо основа підлоги (стяжка) виконана з матеріалу з низькою теплопровідністю;

— *«активна тепла»* — коли в основу підлоги вкладаються елементи обігріву (трубопроводи з гарячим теплоносієм, електрокабелі).

Підлоги громадських будівель мають такі типи покриттів: керамічні, бетонні, полімерні покриття, на основі деревини та матеріалів із мінеральних розплавів і природного каменю. Матеріали та вироби для підлог можуть бути штучними, рулонними, монолітними.

Природні кам'яні матеріали (гл. 3) використовуються для покриття підлог громадських і житлових будинків, якщо потрібні архітектурна виразність та підвищена зносостійкість (рис. 16.1, фото 9, б). Вибір виду гірської породи для покриття підлоги залежить від умов експлуатації підлоги.

Найбільш розповсюдженою гірською породою, що використовують для підлоги, є граніт, який має високі твердість, міцність, водостійкість та стійкість до забруднення. Він є придатним для застосування у громадських приміщеннях і ділянках житлових будинків із високою інтенсивністю руху: передпокоях, кухнях. Граніт має рівномірний малюнок і великий спектр відтінків. Серед порід середньої твердості найпоширеніші мармур, пісковик і сланець. М'які породи для влаштування підлог майже не застосовують.

Сьогодні підприємства, що займаються обробкою природного каменю, випускають, в основному, плитку для підлог із натурального каменю таких розмірів: 300×300; 305×305; 400×400; 600×300 мм. Для інтер'єрних зон зі значним навантаженням руху придатна плитка завтовшки 20 мм. Найтонше облицювання завтовшки 10...15 мм використовується в житлових приміщеннях, де навантаження на підлогу невелике.

Із відходів виробництва природних кам'яних матеріалів (крихти мarmуру або кварцового піску) отримують *агломеровані* (від лат. *agglomerare* — приєдную) покриття для підлоги, які виготовляють у вигляді плиток розміром 30×30; 40×40 см і завтовшки 12 мм. Поверхня плитки може бути полірованою, шліфованою, рельєфною тощо.

Агломерований мармур однорідний за своїм складом, в його структурі відсутні властиві натуральному каменю тріщини та інші дефекти. Водопоглинання менше, ніж у природного мarmуру, отже, краща і морозостійкість. Матеріал здатний витримати 50 циклів заморожування-відтавання, і в той же час він має низьку теплопровідність.

Агломеровані плитки зі значним змістом кварцового піску завдяки їх складу (до 95% кварцового піску, 4...5% смоли, пігменти та деякі інші добавки) набагато міцніші, ніж мarmурові. Зносостійкість таких плиток наближається до керамічного граніту, тому їх облаштовують у приміщеннях із високою інтенсивністю руху.

Позитивними властивостями підлоги з *керамічної плитки* (гл. 4) є висока декоративність, зносостійкість і довговічність, а також простота догляду та гігієнічність. Висока теплопровідність плитки компенсується в сучасному будівництві влаштуванням підлог із підігрівом.

Наливні бетонні підлоги — покриття з гладкою лицьовою поверхнею, які утворюються укладанням та механічним розрівнюванням дуже рухливої бетонної суміші (гл. 7). Необхідні експлуатаційні характеристики бетону досягаються використанням комплексу полімерних добавок. Товщина покриття — 5...25 мм. Ці підлоги доцільні для виробничих і складських приміщень з інтенсивним режимом експлуатації (рис. 16.2).



Рис. 16.1. Підлоги з природного каменю в інтер'єрі готелю



Рис. 16.2. Наливні бетонні підлоги в інтер'єрі промислового приміщення

Мозаїчні покриття підлог відрізняються від звичайних бетонних більшою архітектурною виразністю, що досягається використанням декоративних заповнювачів із порід, що поліруються (наприклад, мarmурової крихти), і шліфуванням поверхні (фото 51). Мозаїчні покриття можуть

бути виготовлені з природного каменю, керамічної (фото 52, а) та скляної плитки (фото 52, б).

Наливні полімерні підлоги (гл. 10) — перспективний вид безшовних лицьових покриттів для підлог великої площі в приміщеннях із підвищеними вимогами до гігієнічності, до експлуатаційних і естетичних властивостей покриття (рис. 10.10, а, б). Виготовляють наливні підлоги на основі рідков'язких олігомерів: епоксидних, поліефірних, поліуретанових тощо. Для забезпечення декоративного ефекту і поліпшення фізико-механічних властивостей до складу покриття вводять порошкоподібні та лускаті наповнювачі і пігменти. Наливні підлоги можуть бути твердими (завтовшки 0,5...4 мм) та еластичними (гумоподібними, завтовшки 3...5 мм). Наливні полімерні підлоги добре піддаються чищенню і дезінфекції, вони стійкі до більшості хімічних реагентів.

Полімерні плитки (гл. 10, рис. 10.9) мають ряд переваг порівняно з іншими матеріалами для підлог: простота та надійність кріплення плиток до основи; зручність ремонту покриттів; можливість створення будь-якого малюнка і кольору підлоги; відсутність відходів при укладанні; економія синтетичних смол (до 20%) у процесі виготовлення плитки порівняно з рулонними покриттями. Плитки, як і всі полімерні матеріали, характеризуються високою горючістю, токсичністю та здатністю до старіння, крім того, вони менш гігієнічні порівняно з рулонними матеріалами та вимагають більших трудовитрат при укладанні.

Полівінілхлоридні плитки еластичні, міцні, стійкі до дії слабких розчинів кислот і мінеральних масел, водостійкі, але є горючими та здатними до старіння. Застосовують їх у житловому, громадському і промисловому будівництві.

Лицьовий шар **гумових плиток** складається з гуми на основі синтетичного каучуку, а нижній — з подрібненої гуми з бітумом. Виготовляють плитки вальцево-каландровим способом із наступним дублюванням полотна та висіканням плиток. Гумові плитки водостійкі, кислотостійкі, стійкі до стирання і термостійкі, пружні та еластичні, звуко- і теплоізоляційні, мають діелектричні та гідроізоляційні властивості, низьку теплопровідність, легко миються. Застосовують такі матеріали у житловому, громадському і промисловому будівництві для покриття підлог у приміщеннях із вологим режимом експлуатації.

Рулонні матеріали для підлог представлені різними видами лінолеуму (гл. 10) і ворсових покриттів. Ці види покриттів широко використовують у житлових, офісних та інших приміщеннях із порівняно невисокою інтенсивністю руху.

Перевагами **лінолеуму** (фото 43) є:

- відносно низька ціна (порівняно з паркетом і деякими іншими видами покриття);
- високі показники волого- та зносостійкості, звуко- і теплоізоляції;
- можливість надання покриттям спеціальних властивостей (антистатичні, акустичні, антибактеріальні, струмопровідні тощо) для застосування в громадських та виробничих приміщеннях;
- проста підготовка основи під покриття; лінолеум укладають на суху поверхню без виступів і тріщин; для цього дерев'яну підлогу покривають фанерою, а бетонну — спеціальними вирівнювальними розчинами;
- простота укладання.

Поруч із традиційними килимами (готовими виробами з обробленими краями) застосовують **ковролін** — килимове покриття (гл. 10), що представляє собою рулонний матеріал із необробленими краями (фото 43, а, б). Поглинання шуму, тепло- і звукоізоляція — основні позитивні властивості ковроліна. В той же час кожний вид килимового покриття має цільове призначення (офіс, готель, житловий будинок, спальня, хол та ін.). Зазвичай таке покриття є елементом дизайну і поєднує необхідні функціональні й експлуатаційні властивості.

Для влаштування **паркетних покриттів** (гл. 8) застосовують штучний паркет, паркетні дошки і щити, мозаїчний паркет. Для виробництва паркету використовують декоративні породи деревини з високою твердістю (дуб, бук, горіх, ясен, каштан, модрина тощо).

Паркет (фото 35, 37, а, б, рис. 8.10) класифікують за кольором та видом розпилу (текстурою).

За кольором паркетні породи деревини умовно поділяють на колірні групи: світлі; жовті; рожеві; червоні; коричневі; темні (рис. 16.3).



Рис. 16.3. Різновиди паркету за характером укладки планок та текстурою деревини

За видом розпилювання паркет буває:

- тангенціальний — паркет вищої якості, який виготовляється із планок, отриманих у результаті розпилювання стовбура за дотичною до річних кілець;

— радіальний — добірний паркет вищої якості тільки радіального розпилювання (площина розрізу проходить через серцевину стовбура за радіусом торця).

Перевагами паркету є екологічність, декоративність, достатня міцність і твердість; недоліками — складність монтажу, висока вартість, горючість, здатність до гниття, короблення при зміні вологості. Схему влаштування підлоги з паркету наведено на рис. 16.4.

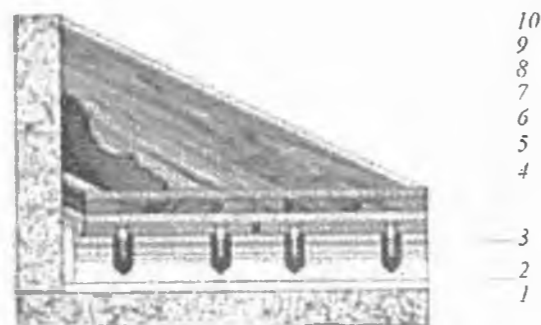


Рис. 16.4. Схема влаштування підлоги з паркету:
1 — плита перекриття; 2 — гідроізоляційний шар; 3 — стяжка; 4 — ґрунтовка; 5 — бітумно-латексна мастика; 6 — вологостійка фанера; 7 — паркет; 8 — шпаклівка; 9 — лак-ґрунтовка; 10 — лак

Ламіновані покриття для підлог — *ламінат* (гл. 8) — подальший розвиток ідеї паркетної дошки, заснований на сучасних досягненнях технології пластмас (фото 37, в, г, д).

Більша частина ламінату, що випускається, має малюнок натуральної деревини, рідше — каменю, керамічної плитки тощо. В основному, ламінат має форму дошки: довжиною 1200...1300, завширшки 190...200 і завтовшки 7...8 мм. Одна з тенденцій розвитку виробництва — розширення спектра форм (квадрати, прямокутники тощо), що дозволяє комбінувати малюнок підлоги. Покриття з ламінату відрізняються високою твердістю і зносостійкістю. Будь-які забруднення видаляють водою, миючими засобами або розчинниками, що не впливає на декоративні властивості покриття.

Покриття для підлог із натуральної пробки (фото 37, е, рис. 16.6) випускають декількох типів, що відрізняються за конструкцією:

— покриття, які приклеюються, — призначені для приклеювання по всій площині плитки до основи;

— «плаваючі» підлоги, панелі яких проклеюються тільки в стиках, але не приклеюються до основи (монтаж виконується аналогічно паркетній дошці).



Рис. 16.5. Варіанти агломерованих покриттів підлоги в інтер'єрі офісних приміщень

Ксилоліт (гл. 8) призначений для влаштування підлог у житлових, громадських і промислових будівлях, коли немає постійного зволоження підлоги та впливу на неї агресивних середовищ (кислоти, цукру тощо), що руйнують ксилоліт. Підлоги з ксилоліту гігієнічні, міцні, теплі, вогнестійкі.

Фіброліт (гл. 8) — це плитний матеріал, який звичайно виготовляється зі спеціальної деревної стружки (деревної вовни) та неорганічних в'язучих речовин. Завдяки тепло- і звукоізоляції і достатній міцності й екологічності фіброліт застосовують для влаштування основ підлоги в житлових будинках.

Характеристика та галузі використання деяких оздоблювальних матеріалів для підлог наведені в *додатку 16*.

Матеріали для оздоблення стель. Стеля — це нижня поверхня перекриття. Найчастіше стелю роблять горизонтальною, інколи вона може мати вигнуті обриси. Вибір покриття для стелі визначається функціональним призначенням приміщення, дизайнерським задумом та вартістю робіт.

До *технічних характеристик* стельових систем належать: акустичні і гігієнічні показники, вологостійкість, пожежно-технічні характеристики, ударну міцність, світлотехнічні показники та довговічність. У приміщенні з гарною акустикою застосовані матеріали і конструкції повинні забезпечувати розбірливість мови людей, зниження шуму, що виникає в приміщенні, та звукоізоляцію від зовнішніх шумів.

Залежно від конструкції та способу виготовлення, стелі бувають: фарбовані, стелі, що приклеюються, натяжні, підшивні, підвісні, дзеркальні, комбіновані.

Підвісні стелі є невід'ємною частиною інтер'єру сучасних будинків і повинні бути як функціональними, так і естетично привабливими (рис. 16.6). Легкість Т-подібних несучих рейок, модульні розміри плит та простота знімання стельових елементів є важливими перевагами при влаштуванні таких стель.



Рис. 16.6. Варіанти використання гіпсокартонних стель в інтер'єрах

Застосування підвісних стель дозволяє зробити невидимими, але при цьому доступними різні інженерні системи та комунікації — вентиляційне і теплове устаткування, електричні та комп'ютерні мережі; вбудовувати в них модульні освітлювальні прилади, вентиляційні ґратки системи пожежогасіння; нівелювати різнорівневу базову стелю; поліпшити акустичні та теплоізоляційні властивості приміщень.

Підвісні стелі розрізняють за функціональними ознаками, за конструкцією та за матеріалами. Для вирішення певних завдань випускають спеціальні види стель — акустичні, вологостійкі, пожежобезпечні, гігієнічні, удароміцні. За конструкційними ознаками підвісні стелі поділяють на модульні (складаються з готових модульних елементів) і суцільні (створюється гладка поверхня без швів). Для виготовлення модульних елементів підвісних стель використовують такі матеріали: мінеральне волокно, у т.ч. скловолокно; метал (сталь або алюміній); армований гіпс; гіпсокартон

(гл. 7); пластик; деревину, ДВП, MDF, ЦСП (гл. 8) з обробкою шпоном або ламінатом під «деревину».

Для створення підвісних *дерев'яних стель* випускають панелі (600х600 мм), які виготовляють не з масиву дерева, а з MDF або ДСП, з обробкою антипіреном. Панелі оздоблюють полімерною плівкою «під деревину» або дерев'яним шпоном із різними текстурами та кольорами. Поверхня може бути гладкою або перфорованою, з акустичною прокладкою з тильної сторони. Акустику приміщення також можна покращити, поєднавши в одній системі мінераловатні плити та плити з дерева.

Різновидом дерев'яних стель є *фіброакустичні плити* (фото 53). Їх виготовляють із тонких довгих деревних волокон, зв'язаних звичайним або білим цементом. Ці вироби призначені для вологих приміщень із відносною вологістю повітря до 100%: басейни, сауни, зимові сади, зовнішні майданчики. Фіброакустичні плити є також протиударними, вони мають високе звукопоглинання. Товщина їх 25 мм, а маса 1 м² — 12...14 кг. Плити випускають різних кольорів і відтінків.

Металеві стелі не тільки декоративні, але й гігієнічні, вологостійкі, пожежобезпечні та довговічні (фото 54). Виготовляють їх із тонкої сталі або алюмінію з різними декоративними покриттями: матовим і глясовим фарбовим, полімерним напиленим, дзеркальним металізованим тощо. Оздоблювальні модулі стельових систем можуть бути гладкими, гофрованими, зі штампованим малюнком тощо. Оскільки метал не є акустичним матеріалом, то для поліпшення звукопоглинальних властивостей металеві панелі випускають також перфорованими. При необхідності додаткового поліпшення акустичних характеристик на зворотний бік наклеюють прошарок із мінерального або скляного волокна. Різновидом металевих стель, що виготовляють під спеціальне замовлення, є різні тривимірні системи з гнучких панелей перфорованого та неперфорованого металу, плетеної дротяної сітки.

Дзеркальні стелі візуально розширюють простір приміщення (фото 55). Їх використовують як у житлових (спальні, ванні кімнати), так і в громадських будинках (приміщення ресторанів, магазинів, фойє тощо).

Стелі з використанням *гіпсових елементів* традиційні в інтер'єрах будинків завдяки здатності набувати заданої форми, відтворюючи її дрібні деталі (оскільки при твердінні цей матеріал збільшується в об'ємі на 1%). Крім того, він «дихає» і є екологічно чистим.

Оздоблення з використанням *пористого природного каменю, мінераловатних і скловатних плит* слугують у громадських і адміністративних будівлях як теплоізоляційні та звукопоглинальні елементи стелі.

Мінераловатні панелі для стель складаються з мінерального волокна, перліту, глини, зв'язуючих добавок (крохмалю, латексу або гіпсу), від виду яких залежить вологостійкість і вартість виробів. Якщо більше латексу, то панель вологостійка та може застосовуватися в приміщеннях із вологістю до 95%...99%, а якщо переважає крохмаль, то панель стає невологостійкою. Панелі з мінерального волокна є пожегобезпечними і мають гарні акустичні характеристики (високе звукопоглинання). Кольорова гама панелей може бути різною, навіть чорного кольору, наприклад, для залів кінотеатрів. Фактури поверхні можуть бути гладкі, мікроперфоровані або тиснені, а геометричні малюнки друквані або графічного дизайну.

З використанням мінерального волокна випускають жорсткі панелі звичайні, ламіновані, комбіновані, а також м'які. Мінераловатні плити дозволяють створювати тривимірні стелі, причому будь-якої складності із вбудованим підсвічуванням. Традиційними є панелі з шорсткою поверхнею і заглибленнями різної форми для надання звукоізолюючих властивостей. Існують також «гігієнічні» плити, які покриваються бактерицидними фарбувальними сумішами.

Основою *скловатної плити* є односпрямовані надтонкі (завтовшки до 6 мікронів) безперервні склонитки. Висока вологостійкість панелей дозволяє монтувати їх, не чекаючи вмикання опалення і вентиляції приміщення. Вогнестійкість скловатних панелей нижча, ніж у мінераловатних.

Полімерні матеріали у системі підвісних стель у більшості випадків представлені удароміцним полістиролом і полікарбонатом. Причому перший застосовують для дзеркальних стель усіляких відтінків, а другий — для підвісних стель із внутрішнім підсвічуванням (рис. 16.7).

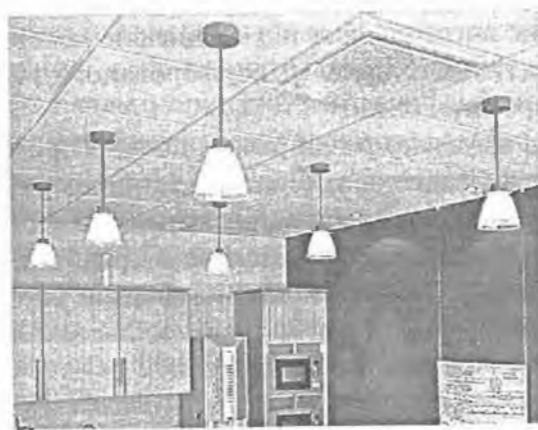


Рис. 16.7. Підвісні пластикові стелі в інтер'єрі

Дзеркальні пластикові стелі — безпечна альтернатива традиційним дзеркальним стелям зі скла завдяки тому, що вони не б'ються та стійкі до ударів. Вони можуть бути з перфорованою і хвилеподібною поверхнею і постачаються із захисною поліетиленовою плівкою, що запобігає ушкодженням під час перевезення та забрудненням при установці.

Підшивними стелями називаються конструкції, в яких несучі елементи (бруски) кріпляться безпосередньо до базової стелі. Підшивні стелі дозволяють легко і швидко, «сухим» способом декорувати стельову площину, сховати невеликі нерівності базової стелі, розмістити вбудовані освітлювальні елементи. Такі стелі можна виготовити з використанням таких матеріалів, як ДСП, MDF, пластик, металеві рейки, гіпсокартон.

Натяжні плівкові стелі (гл. 10) влаштовують із використанням тонкої вінілової плівки, що натягується на пластиковий каркас (багет), який може бути видимий або схований (фото 48). Поверхня плівки буває лакованою або матовою, з імітацією замші або мармуру, будь-яких кольорів (близько 100 відтінків).

Натяжні стелі мають певні специфічні властивості, які є їх перевагами, а саме: робочий діапазон температур повітря від -5°C до 50°C ; у випадку протікання витримують до 100 л води на 1 м^2 , після видалення якої стеля відновлює свою початкову форму (видалити воду можна, відкривши отвір для світильника або відігнувши кут покриття); ударостійкість, еластичність; легко миються, крім того, виготовлені з надміцного вінілу, вони відповідають міжнародним вимогам екології та пожегобезпечності.

Фарбовані стелі представляють собою багат шарове покриття, яке складається з шару штукатурки для вирівнювання поверхні, а фінішним шаром є фарба, найчастіше — воднодисперсійна, рідше — акрилова (фото 56).

Стелі, що приклеюються, влаштовують із квадратних або прямокутних панелей із полістиролу. Лицьова поверхня може бути покрита плівкою, пофарбованою під деревину, тканину або камінь. На поверхні плиток часто створюють рельєф, що імітує ліпнину або різьблення по дереву. Плитки для стелі комплектуються фасонними профілями (карнізами для стелі) під колір плиток, а також декоративними розетками. Такі стелі застосовують у житлових приміщеннях: кабінетах, спальнях, а в кухнях — тільки ламінованими захисною плівкою.

Крім різних видів модульних стель, розглянутих вище, розроблені й інші спеціальні: світлові куполи, стелі з функцією нагрівання-охолодження, з інтегрованою побутовою технікою, так звана плита-динамік, струмопровідні, панелі «шумовий бар'єр» тощо.

Світловими стелями (світловими куполами) називають прозорі модульні конструкції, виконані у формі купола з інтегрованим штучним освітленням. Вони призначені, в першу чергу, для освітлення приміщень без природного освітлення та для декорування підвісної стелі в інтер'єрах залив засідань, універмагів, ресторанів і готелів. Світлові куполи виготовляють різних форм, джерелом світла є встановлені у верхній частині підвісної стелі люмінесцентні світильники. Такі стелі можуть бути виготовлені зі світлопрозорих матеріалів (скла, пластику) та використані як у житлових (фото 57, а), так і в громадських приміщеннях (фото 57, б).

Стеля з інтегрованими функціями, особливістю якої є елементи техніки (наприклад, телевізор, проектор), вбудовують у просторі між підвісними панелями, які можуть відкриватись під час проведення презентацій і повертатись у попереднє положення, створюючи враження монолітної конструкції стелі. Рух елементів техніки відбувається за допомогою мікроліфта з дистанційним управлінням. Прикладом є також *плита-динамік* стелі: її можна підключити до магнітофона для створення «співаючої» стелі, при цьому джерело звуку приховане.

Панель, що проводить струм, із пробковим або текстильним покриттям має усередині пінополіуретанову «начинку» з вмонтованими двома струмопровідними пластинами. Панель є дуже легкою (менше 3 кг/м²), водостійкою, гнучкою, добре ріжеться, має гарну звукоізоляцію. Вбудована в панель система світла може створити ефект зоряного неба. Такими плитами можна обшивати стелю так само, як і традиційними гіпсокартонними листами, або ж вставити в підвісний каркас.

ДБ-панелі (панелі «шумовий бар'єр») забезпечують високий рівень акустичної ізоляції суміжних кімнат і захищають від шуму, викликаного працюючим у стельовому просторі устаткуванням. ДБ-панелі легко монтуються, вони складаються з гнучкого акустичного полотна, приклеєного до плити з гіпсокартону. Їх варто встановлювати безпосередньо поверх стельових плит.

Матеріали для оздоблення стін. Матеріали для *внутрішнього оздоблення* за формою і зовнішнім виглядом поділяють на:

- рулонні матеріали (шпалери);
- облицювальні панелі та плитки;
- фарбові покриття.

Шпалери — оздоблювальний рулонний матеріал, що кріпиться до поверхні стін за допомогою клею.

Шпалери прийнято класифікувати за такими ознаками:

1) *за вихідними матеріалами*: паперові, вінілові, текстильні, скловолоконні, пробкові, металеві тощо;

2) *за водостійкістю*:

– шпалери звичайні — не витримують впливу води, а тільки сухе протирання (протирання окремих забруднених місць ганчіркою або обробку пилососом, але без зіткнення щітки зі шпалерами);

– шпалери водостійкі — витримують протирання слабо забруднених місць вологою губкою або м'якою ганчіркою без застосування миючих засобів;

– шпалери, що миються — витримують чищення водою з додаванням миючих засобів;

– шпалери висоководостійкі — полівінілхлоридні (вінілові);

3) *за видом поверхні*:

– шпалери гладкі;

– шпалери з рельєфним малюнком, який наноситься на поверхню в процесі виробництва;

– шпалери з витиснутим дрібним малюнком;

4) *за густиною*:

– шпалери легкі;

– шпалери важкі — при густині менше 110 г/м² існують значні труднощі з наклеюванням смуг за наявності нерівностей на основі; більш щільні шпалери позитивно впливають на мікроклімат у приміщенні;

5) *за малюнком*:

– шпалери гладкі однокольорові;

– шпалери візерункові без повторюваного малюнка, що вимагає припасування смуг при наклеюванні.

Широке використання *паперових шпалер* пояснюється, в першу чергу, їх відносною дешевизною та простотою у застосуванні. Крім того, вони екологічні, дозволяють стінам «дихати», їх можна використовувати для обробки практично будь-яких житлових приміщень із низьким забрудненням і вологістю повітря. Відносна недовговічність (лише деякі імпортовані зразки розраховані на 5...10 років) цілком компенсується невисокою ціною. Паперові шпалери незначно знижують теплопровідність стін і підвищують звукопоглинання. Істотними недоліками паперових шпалер є низька міцність, що особливо проявляється в процесі обклеювання, та неможливість застосування у вологих приміщеннях, які вимагають обробки стін миючими засобами.

З естетичної точки зору сучасні паперові шпалери своїм розмаїттям кольорів і текстур можуть задовольнити будь-який смак. Випускаються гладкі та рельєфні шпалери, з малюнком і без нього, а також призначені під подальше фарбування та просочування водовідштовхувальним скла-

дом. Цікавий декоративний ефект мають паперові шпалери з рельєфною поверхнею — дуплексні тиснені шпалери, які складаються з двох з'єднаних між собою полотен паперу, стиснених ще у вологому стані; грубо-волокнисті шпалери, що також складаються з двох паперових шарів, між якими розміщений шар деревної стружки.

Останнім часом з'явилися паперові шпалери ручного виготовлення, які отримані зі спеціального паперу, на який художники вручну наносять малюнок або орнамент спеціальними фарбами за певною технологією. Після розпису на поверхню шпалер наносять вологостійке воскове покриття. Такі шпалери мають ширину 0,7...0,9 м і довжину рулону до 6,0 м.

Поряд із традиційними паперовими широко використовують *полівінілхлоридні*, або *вінілові*, шпалери, які складаються з двох шарів — нижній шар паперу (або тканини) покривають шаром полівінілхлориду, а потім на поверхню наносять малюнок або тиснення. Технологія виготовлення вінілових шпалер дозволяє створювати велике різноманіття варіантів покриття. Інший різновид вінілових шпалер — шовкографічні (фото 47, а) — мають у верхньому шарі вінілу шовкові нитки. Найчастіше цей тип шпалер буває зафарбованим темним кольором, гладким або рельєфним.

Вінілові шпалери відрізняються підвищеною світлостійкістю та декоративністю, а високі показники міцності, еластичності і водонепроникності верхнього шару дозволяють використовувати їх для обклеювання приміщень, що вимагають частого вологого прибирання із застосуванням миючих засобів, наприклад, для обклеювання кухонь, ванних кімнат, прихожих, холів. Вінілові шпалери перешкоджають проходженню зайвої вологи, є паронепроникними, при нанесенні клею сильно розтягуються, а при висиханні стискаються. Такі шпалери також дуже погано переносять перепади температур і вологості.

Спінені *акрилові* шпалери виготовляють нанесенням на шар паперу спіненої акрилової емульсії, що надає певної декоративності та здатності приховувати нерівності поверхні стін. Матеріал є повітропроникним унаслідок точкового нанесення емульсії та відносно недорогим. Його не використовують у вологих приміщеннях.

Текстильні шпалери складаються з паперової основи, ламінованої нитками з натуральних чи змішаних волокон або натуральною тканиною (фото 58). Сьогодні шпалери випускають із бавовняних, віскозних і лляних ниток, а також із ниток, що містять натуральні та штучні волокна, що забезпечує широку кольорову гаму і задовольняє високі вимоги сучасного дизайну. Текстильні шпалери виготовляють різної ширини — від 53 до 80 см, вони мають підвищені теплоізоляційні і звукопоглинальні властивості,

світлостійкі; є екологічно чистими, належать до групи важкоспалимих матеріалів. Шпалери, що містять лляні волокна, мають ще й бактерицидні властивості.

Велюрові шпалери (фото 47, б) виготовляють на паперовій основі, на яку спочатку наносять малюнок, а потім велюрові ворсинки, що створюють м'яку оксамитову поверхню.

Текстильні шпалери призначені для обклеювання стін та стель офісних, житлових і адміністративних приміщень звичайним способом. Вони не вимагають припасування по малюнку, що є їх істотною перевагою порівняно з традиційними паперовими. Своєрідна текстура полотна забезпечує непомітне з'єднання смуг між собою й імітацію суцільної тканинної поверхні.

Різновидом дорогих видів шпалер є *лінкруст* (гл. 10, фото 46). Він має паперову основу, яку покривають тонким шаром маси, що складається з алкідних смол (раніше — лляної олії та каніфолі) з наповнювачем (деревним або пробковим борошном). Еластична маса дозволяє видавлювати досить різноманітні візерунки й орнаменти. Ці шпалери мають тривалий термін експлуатації, можуть бути пофарбовані олійною фарбою, емаллю тощо і дозволяють легко підтримувати чистоту поверхні стін, порівняно зі звичайними шпалерами.

«Рідкі шпалери» — це матеріал, що дає змогу створювати гладкі або рельєфні покриття без швів (фото 59). До складу покриття можуть входити бавовна, целюлоза, текстильні волокна. Наносять колір спеціальними фарбами. Перевагою даного матеріалу є можливість його нанесення на бетонні, гіпсокартонні поверхні, що мають незначні дефекти (сколи, отвори). Покриття постачаються у порошкоподібному або рідкому вигляді.

Джутові шпалери виготовляють різного кольору у вигляді рулонів із лляним переплетенням, що наклеюють на паперову основу (фото 60).

Шпалери на основі серпанки — новий для вітчизняних будівельників матеріал. Основу шпалер становить неткане целюлозне полотно, на яке наносять оздоблювальний шар спіненої целюлози. Випускають рулони шпалер завширшки 1,06...2,5 м (для професійної обробки) і стандартного розміру 0,53×10 м (для приватних споживачів). Новий матеріал має ряд істотних переваг перед іншими рулонними матеріалами типу шпалер. За допомогою оздоблювального шару спіненої целюлози одержують більше 60 видів малюнків і фактур, що імітують крупно- та дрібнозернисті структурні штукатурки (для різних приміщень) та різні тканини. Технологія дозволяє створювати не тільки покриття для основної площини стіни, але й оздоблювальні елементи: верхні і нижні бордюри. Основний колір шпа-

лер білий. Покриття можна експлуатувати без додаткової обробки (стелі) або фарбувати дисперсійними, латексними й акриловими фарбами. Це дає можливість дизайнерам реалізувати традиційні і сучасні рішення інтер'єрів у приміщеннях різного функціонального призначення, а також істотно збільшити зносостійкість покриттів.

Основу *скловолокнистих шпалер* (склошпалер) складають волокна зі спеціального скла, які витягають через фільтри в платиновому «човнику» при температурі близько 1200°C. Потім їх формують у пряжу, з якої одержують ткане полотно з різним малюнком (фото 61). Сировиною для виробництва волокон є мінеральні компоненти, тому в шпалерах відсутнє живильне середовище для мікроорганізмів, скло є діелектриком, при цьому шпалери мають високу пожегобезпечність, паропроникність, водонепроникність, луго- і кислотостійкість.

Склошпалери постачають у рулонах завширшки 1 м, площа рулону досягає 50 м². Шпалери можна наклеювати на очищені бетонні та цегляні поверхні, гіпсокартон і ДСП (ДВП), дерев'яні та металеві основи. Важливою якістю цих матеріалів є можливість приховувати невеликі тріщини, шви між панелями, одержувати ідеально рівну структуровану поверхню, готову для подальшої обробки. Використовують ці шпалери в житлових приміщеннях, офісах, готелях, медичних установах, тому що вони забезпечують збереження сприятливого мікроклімату в приміщенні.

Основою *пробкових шпалер* є кора пробкового дуба, яка обробляється гарячим пресуванням при $t = 360...400^\circ\text{C}$. Із пробки при цьому виділяються речовини, що склеюють частки між собою. Пробкові шпалери мають гарні тепло- та звукоізоляційні, а також антибактеріальні властивості та декоративний вигляд (рис. 8.29).

Шпалери на основі деревного шпону виготовляють нанесенням на спеціальний щільний папір шпону з цінних порід деревини (завтовшки ~0,1 мм) (фото 62). Виробляють шпалери у вигляді полотна завширшки 50...70 см або листів розміром 50...70 см. Такі шпалери створюють відчуття тепла і є дешевшими, ніж відповідне оздоблення дерев'яними панелями.

Металеві шпалери виготовляють покриттям паперової основи тонким шаром фольги, після чого на поверхню шпалер наносять рельєф або малюнок. «Металева» поверхня цих шпалер зносостійка і добре миється, а для їх приклеювання необхідний особливий дисперсійний клей (фото 63).

Основою *фотошпалер* є папір із кольоровим фотозображенням. Це розповсюджений вид шпалер, що створює певний настрій і є популярним, оскільки вони недорогі та декоративні, їх можна порівняти зі старими гобеленами, на яких зображено пейзажі або сюжети з тваринами.

Килимові шпалери з пришитим ворсом («тафтинг-шпалери» — ворс, прикріплений до основи) є декоративним матеріалом, який добре поглинає звук і зберігає тепло. Ці шпалери виготовляють із синтетичного волокна, вони є вологостійкими та відносно вогнестійкими, приклеюються звичайним шпалерним клеєм.

Фетрові шпалери виготовляють із волокон акрилу, поліестеру, віскози та мікрофібри пресуванням на спеціальних барабанах (фото 47, в). Вони є водостійкими і дозволяють створити ефект об'ємного покриття. Завдяки особливій фактурі та товщині вироби мають підвищені звукопоглинальні властивості. Використовують їх у приміщеннях з нормальною температурою і вологістю — вітальнях, столових, кабінетах.

Тафтинг-шпалери — килимові покриття з пришитим до тканинної основи ворсом. Вони зроблені із синтетичного волокна, є вологостійкими, тепло- та звукоізоляційними.

Широке застосування *облицювальних панелей* — багатошарових конструкцій з оздбленою лицьовою поверхнею — обумовлено простотою установки (не треба готувати підготовки поверхні стін і стель — вирівнювати, шпаклювати), гігієнічності, стійкістю до прибирання, а також широкими дизайнерськими можливостями.

Крім дерев'яних панелей (у тому числі покритих шпоном) з природними малюнками на лицьовій поверхні, існує велика кількість декоративних облицювальних виробів, що імітують натуральний камінь, тканини, венеціанську штукатурку. Виготовляють також додаткові елементи (розкладки, плінтуси, жолобники) різної колірної гами (у тому числі і дзеркальні, золотаві), є можливості різної розкладки панелей при монтажі. Все це дозволяє створювати оригінальні інтер'єри.

При виборі облицювального матеріалу звертають увагу не тільки на декоративність та експлуатаційні характеристики (вогнестійкість, вологостійкість, кольоростійкість тощо) панелей, але й на спосіб кріплення.

За видом матеріалу основи оздоблювальні панелі поділяються на:

- дерев'яні (масивні і клеєні з натуральної деревини) (гл. 8);
- деревомісткі (ДСП, ДВП, MDF, HDF) (гл. 8);
- гіпсокартонні (гл. 7);
- пластикові (на основі ПВХ і полістиролу) (гл. 10);
- металеві (гл. 6);
- пробкові (гл. 8);
- скловолокнисті (гл. 5).

За формою і способом кріплення облицювальні панелі поділяють на листові та складені.

Дерев'яні панелі — це вироби з масиву деревини, а також фанеровані шпоном цінних порід (ламіновані панелі) (рис. 8.28). Для запобігання ушкодженню дерев'яні панелі піддають протравленню, воскуванню або лакуванню. Сучасні способи обробки деревини збільшують строк її служби та зберігають гігієнічні й естетичні властивості. Сфера застосування дерев'яних панелей цінних порід деревини досить широка: у житлових приміщеннях, передпокоях, кабінетах, а також, при правильній установці (з вентиляційним проміжком), у вологих приміщеннях, таких, як кухня й ванна.

Розрізняють кілька типів дерев'яних плит, які є основою для декоративних оздоблювальних панелей. Наприклад, деревностружкова плита (ДСП) не дуже міцна, крихка при обробці, але дешева. Плити, виготовлені із деревного волокна (ДВП), мають гладку поверхню і тому зазвичай їх застосовують для виробництва панелей із глянсовою поверхнею. Плити МДФ — найсучасніша модифікація деревноволокнистих плит, які є достатньо міцними, вологостійкими і легко шліфуються. При виготовленні ДСП і ДВП використовують синтетичні смоли, але останнім часом випускають плити з низьким і навіть нульовим вмістом формальдегіду. Існують також панелі на основі ДСП, вихідним матеріалом для яких є деревна тріска, її волокна поєднуються за рахунок власної зв'язуючої речовини — лігніну, що дозволяє відмовитися від використання шкідливого для здоров'я людини клею.

Плити ДСП можуть бути оброблені текстилем, високоякісними паперовими або вініловими шпалерами, які наклеюють за допомогою спеціального клею. Такі декоративні панелі мають покращені тепло- та звукоізоляційні властивості, поліпшують акустику в приміщенні і широко використовуються для оздоблення стін та стель житлових приміщень, вони здатні поглинати і приглушувати звуки. Листові панелі на основі ДВП використовують для обробки кімнат відпочинку, спальень та інших неофіційних приміщень, але їх не рекомендують для вологих або неопалюваних приміщень, для цього краще підходять листові оздоблювальні панелі з пластиковим покриттям.

Пластикові декоративні оздоблювальні панелі виготовляють із твердого ПВХ (полівінілхлориду) з мінімальним вмістом пластифікатору. Вони є довговічними, вологостійкими і не вимагають особливого догляду. Пластикові панелі є водонепроникними навіть у стиках, мають високі звукоізолюючі властивості завдяки наявності сферичних замкнених пор. Декоративний малюнок наноситься за допомогою спеціального друку і покривається захисним шаром лаку, що має антистатичні властивості, високу

зносостійкість та стійкість до ультрафіолетового випромінювання. Лакове покриття може бути матово-шовковим або інтенсивно глянсовим. Для досягнення дифузійних світлових ефектів поверхні надається хвилеподібна форма. Матеріал є електропровідним і в спеціальних приміщеннях може підключатися до загального заземлення будинку. Пластикові панелі найчастіше використовують для опорядження побутових і вологих приміщень.

Дзеркальні пластикові панелі розроблені для опорядження поверхонь усередині приміщень та застосовуються для декорування фойє готелів, ресторанів, вілл, барів, дискотек (фото 64). Виготовляють їх із полістиролу, покриваючи захисною поліетиленовою плівкою. Цей матеріал легко різати, тиснути, тонувати, наносити на нього тексти та малюнки. Поверхня може бути як абсолютно гладкою, так і складеною (з різноманітних квадратиків і смужок), що досягається надрізанням поверхні. Ці панелі досить гнучкі, їх можна використати при облицюванні колон, пілонів й інших елементів із округленими поверхнями. Матеріали можуть мати широку гаму кольорів і малюнків, зокрема виготовляють голографічні пластикові панелі спеціально для барів і дискотек. Використовують їх і для оздоблення стель, укладаючи на підвісну систему. Пластикові панелі не рекомендується використовувати у вологих приміщеннях, особливо — при прямому контакті з водою.

Акустичні оздоблювальні панелі допомагають створити в приміщенні акустично комфортне середовище (рис. 16.8). Вони виготовляються зі щільного скловолокна і можуть бути з необробленою або пофарбованою поверхнею, а також мати різну товщину. Декоративні оздоблювальні акустичні панелі легко монтуються при використанні необхідних комплектуючих у вигляді дерев'яних або металевих планок. Система акустичних стінових панелей не вимагає додаткової обробки, виконання ізоляції, оздоблення шпалерами тощо. Такі панелі від підлоги до стелі тримаються за рахунок власної маси, прості в обробці, приховують дефекти стін, а також є теплоізоляційними. Декоративні оздоблювальні акустичні панелі застосовують у студіях звукозапису, спортивних залах і плавальних басейнах, кімнатах переговорів, аудиторіях, кінотеатрах, театрах, офісах, фойє, бібліотеках, кафе тощо.

Одним із основних елементів «сухого» будівництва є так звана «суха штукатурка»



Рис. 16.8. Акустичні оздоблювальні панелі в інтер'єрі кафе

(гіпсокартон), що являє собою лист із гіпсового сердечника з огорожувальними шарами паперу (гл. 7). Виготовляють такі листи вологостійкими і вогнестійкими, є також спеціальні гіпсові листи підвищеної вогнестійкості, різні типи комбінованих панелей. Перфоровані гіпсокартонні листи виконують функції акустичної звукоізоляції.

Гіпсокартонні оздоблювальні листи належать до групи горючих матеріалів, вони призначені для облицювання поверхонь стін і перегородок із залізобетонних панелей, цегли, деревини, у тому числі оштукатурених, у приміщеннях житлових та громадських будинків. Залежно від матеріалу, яким оздоблена поверхня гіпсокартонного листа, покриття панелей із гіпсокартону можуть бути отримані з використанням:

- полівінілхлоридної декоративної оздоблювальної плівки;
- полівінілхлоридної плівки на паперовій основі «Ізоплен»;
- матеріалу полівінілхлоридного декоративного на паперовій підоснові «Девілон»;
- декоративного матеріалу «Плетекс».

Сучасний гіпсокартон дозволяє створювати складні архітектурні форми — арки, куполи, колони, карнизи, пілястри, капітелі різних архітектурних ордерів, а також влаштовувати різноманітні підвісні стелі (хвилеподібні, циліндричні). Ламані карнизи з крупними гофрами, напівкруглі пластини, склепіння стель, прямолінійні різнорівневі фризи, фризи з криволінійними формами у плані, едикули (ніші), табернаклі (архітектурне оформлення ніш зі статуями) — все це може бути виконане із гіпсокартонних елементів. Архітектори і дизайнери поряд зі складними формами конструкцій використовують різноманітні джерела світла, що дає можливість отримати незвичайні архітектурні ефекти. Для створення заокруглених стін і перегородок використовують фасонування поверхні одним із двох способів: перший — це фасонування ГКП безпосередньо на каркасі з металевих профілів, якому надано потрібний радіус заокруглення; другий спосіб — гіпсокартонні заготовки після перфорування і зволоження згинають у шаблонах, фіксують у вигнутому стані і монтують, після чого поверхню оздоблюють.

Гіпсокартон є оптимальним матеріалом для влаштування багаторівневих підвісних стель (рис. 16.6). Гіпсокартонні конструкції допомагають обмежити простір у приміщеннях різного призначення, наприклад, вони дозволяють зменшити висоту приміщення і створити різні об'єми його простору, замаскувати інженерні комунікації, розмістити вбудовані світильники, підвищити пожежостійкість несучих конструкцій, створити виразні елементи архітектурної композиції. Гіпсокартонні стелі можна

успішно застосовувати як при будівництві, так і при реконструкції будівель і споруд. Такий матеріал дозволяє архітекторам і дизайнерам отримати необмежені можливості для втілення власної фантазії та творчої ініціативи замовника з метою створення оригінальних проектів у будь-якому архітектурному стилі.

На відміну від важких будівельних оздоблювальних матеріалів і конструкцій із них, які використовували раніше для виготовлення куполів, застосування легких тонкостінних металевих профілів, сполучних і кріпильних елементів КНАУФ дає змогу отримувати легкі конструкції. Для їх монтажу не потрібні потужні вантажопідйомні механізми з великою енерговитратою. Технологія сухого будівництва дозволяє отримувати ефективні будівельні конструкції з незначними матеріальними витратами і в стилі строки. Поверхня цих конструкцій є рівною і гладкою, придатною для будь-яких сучасних декоративних покриттів, сумісних із гіпсокартоном, тонкошарових штукатурок різної фактури, лакофарбових матеріалів, різних шпалер, покриттів із тканини, дерева, пробки, полімерів, фольги тощо.

Ніздрювата структура пробкової тканини та характер клітинних перегородок надають пробковим матеріалам властивостей, які обумовлюють їх широке застосування: легкість, еластичність, міцність, довговічність, низьку звуко- і теплопровідність. Важливою особливістю *пробкових покриттів* є їх антиалергенні властивості (рис. 8.34). Декоративні покриття виготовляють, як правило, двошаровими. Нижній шар — ізоляційний, із пресованої пробкової крихти (пробковий агломерат), а верхній — декоративний, який складається з пресованої крихти зі шматками кори або з монолітного шару кори. Настінні декоративно-ізоляційні пластини, як правило, покриті для захисту бджолиним воском. Пробкова панель (пластина) як матеріал, отриманий при високому тиску, добре протистоїть усім впливам. Пробка антистатична і не притягує пил, вона також еластична та гнучка. Панелі з пробки застосовуються для теплоізоляції квартир, холодильних складів, для акустичної ізоляції приміщень, музичних залів, кінотеатрів (це так звана технічна пробка), для обробки різного типу приміщень (як стін і стель, так і підлог).

Сьогодні для *облицювання* різних поверхонь у середині приміщень використовують *плитки* з таких матеріалів, як майоліка, фаянс, монокоттура, клінкер, плитки з керамічного граніту (гл. 4), смальта (гл. 5). Вони не лише відповідають санітарно-гігієнічним вимогам, але й покращують зовнішній вигляд оздоблюваних поверхонь, виконують захисну функцію при умові правильного їх застосування. Наприклад, майолікові плитки не призначені для ванних кімнат, душових та приміщень з підвищеною во-

логістю у зв'язку з тим, що майоліка високопористий матеріал та має високе водопоглинання (до 25%). Клінкерну плитку завдяки високій щільності, міцності та твердості застосовують для укладання не лише підлог, але і для облицювання як внутрішніх, так і зовнішніх стін житлових, громадських, промислових та спортивних будівель і споруд. Плитки котто мають високу стійкість до абразивних матеріалів, характеризується високим опором при стиску та згину, до дії агресивних середовищ і атмосферних впливів.

Дуже популярним матеріалом є мозаїка — матеріал у вигляді кусків неправильної або правильної геометричної форми, який використовують для створення візерунка на будь-якій поверхні, в основному стіни, підлоги. Різновидами мозаїки є керамічна, скляна або смальтова, з природного каменю, металева, деревна тощо. Основними перевагами мозаїки є різноманіття кольорів, структури, форми, необмежені можливості комбінування та створення різноманітних візерунків і малюнків із використанням різних способів укладання. Мозаїка характеризується достатньою міцністю, ударостійкістю, водо- і морозостійкістю, стійкістю до побутових хімікатів, перепадів температур. Використовують мозаїку, залежно від виду вихідного матеріалу, для оздоблення басейнів, душових кабін, створення мозаїчних панно на стінах та підлогах.

Порівняно з керамічними плитками смальта має ряд переваг — високу зносостійкість і відсутність пористості, яка обумовлює нульове водопоглинання. Завдяки цьому смальту можна використовувати для облицювання басейнів, ванних кімнат та інших приміщень із підвищеною вологістю. Внаслідок високої жаростійкості смальту застосовують при опорядженні камінів.

Фарбові покриття широко використовують для оздоблення інтер'єрів (фото 65). Вибір фарби залежить від типу приміщення (житлове, промислове), умов експлуатації (приміщення з підвищеною вологістю, температурою) та від основи, на яку наносять фарбу (бетон, цегла, цементна чи гіпсова штукатурка). Застосовують мінеральні та органічні фарби, які можуть створювати гладке або рельєфне покриття. Однією з найважливіших вимог для інтер'єрних фарб є їх екологічність — відсутність шкідливого впливу на здоров'я людини і в процесі нанесення, а також у процесі експлуатації.

Останнім часом в оздобленні все частіше використовують фрески, техніка виконання яких відома з давніх часів. **Фреска** — це живопис кольоровими фарбами по мокрій вапняній штукатурці із закріпленням воском через деякий час твердіння (5...7 діб). Сучасні фрески відрізняються вели-

ким різноманіттям, це можуть бути репродукції картин відомих художників, портрети, пейзажі, натюрморти, що здатні прикрасити будь-який інтер'єр (рис. 16.9). Сучасні фрески бувають таких видів: фрески, виконані на штукатурці; фрески на полотні; фрески на флізеліні, на жорсткій основі та на самоприклеювальній основі.



Рис. 16.9. Використання фресок у сучасних інтер'єрах

Характеристика і галузі використання деяких матеріалів для оздоблення стін наведені в додатку 17.



МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РЕМОНТНО-РЕСТАВРАЦІЙНИХ РОБІТ

17.1. Загальні положення

Відомо, що без минулого немає майбутнього, а тому збереження культурного спадку дає можливість вивчити розвиток та досягнення людства за певний історичний період. Реставраційна діяльність покликана зберегти існуючі історичні цінності. Це стосується не тільки до оригіналів пам'яток, знайдених майже в незмінному вигляді, але й до будівель, які пройшли декілька етапів перебудови за весь період існування.

Пам'ятник культури є носієм інформації, який людство планує використовувати у майбутньому. Будь-яка історична пам'ятка містить три рівні:

- перший — це ідея, «зміст» пам'ятки, те, що хотів виразити митець, який створив пам'ятку;
- другий рівень містить інформацію про те, як була виготовлена історична пам'ятка та які при цьому використовували технічні методи;
- третій рівень містить інформацію про умови зберігання, тобто у стародавніх пам'ятках є дані, які стосуються не тільки історії, але й історії навколишнього середовища.

Основним завданням реставрації є збереження культурної й історичної цінності пам'ятки архітектури, включаючи всі її складові елементи та будівельні матеріали. Іншими словами — збереження її автентичності. Під час реставрації необхідно зберегти оригінал, а не створити копію.

Автентичність — це характеристика пам'ятки архітектури, яка полягає у збереженні задуму споруди та використанні відповідних матеріалів і технологій, що дозволяє розглядати даний об'єкт як історичний документ та оригінальний витвір архітектурного мистецтва. Істотні модифікації і доповнення, придбані пам'яткою протягом історичного розвитку, розглядаються як складова частина автентичності певного історичного періоду.

Різниця між будівництвом та реставрацією полягає в тому, що при зведенні нових споруд є можливість для значних змін та технічного вдосконалення, а при проведенні реставрації слід виходити з наявного стану будівлі. На пам'ятках архітектури дозволяється проводити тільки ремонтно-реставраційні та реабілітаційні роботи. Розрізняють реставраційні, консерваційні та ремонтні, а також реноваційні (реконструкційні) роботи.

Реставрація — сукупність науково обґрунтованих заходів щодо зміцнення (консервації) фізичного стану об'єкта, розкриття характерних ознак, відновлення втрачених або пошкоджених елементів об'єктів зі збереженням їх автентичності. Реставрацію з максимальним наближенням до оригіналу називають *реституцією*. Реставрація може бути фрагментарною і цілісною, причому остання відрізняється не стільки масштабом проведених робіт, а й метою — відновленням пам'ятки в її первинному вигляді.

Реабілітація передбачає сукупність науково обґрунтованих заходів щодо відновлення культурних та функціональних властивостей об'єктів, приведення їх у стан, придатний для використання.

Консервацію здійснюють для захисту об'єктів від подальших руйнувань і збереження їх автентичності з мінімальним втручанням в їх існуючий вигляд, тобто для збереження об'єкта в тому вигляді, в якому він дійшов до наших днів.

Відновлення передбачає відтворення втрачених елементів об'єктів на основі історичної та дослідницької документації зі збереженням історичних форм, розмірів, масштабу, кольору і використанням будівельних матеріалів, сумісних із первісними.

Ремонт — сукупність обґрунтованих заходів на об'єктах, що забезпечують їх функціонування та фізичне збереження в існуючому вигляді, та не зачіпають історичної субстанції, конструктивних і декоративних елементів цих об'єктів.

Реконструкція — сукупність будівельно-монтажних процесів, пов'язаних зі зміною функціонального призначення споруди, перепланування приміщень, необхідністю збільшення загальної площі об'єкта тощо.

Головними **принципами реставрації** пам'ятників, зафіксованими в міжнародних документах з охорони пам'ятників і нормативних нормах України, є:

— *принцип мінімального втручання та змін*, що передбачає максимальне збереження автентичності і її історичної вірогідності. При наявності альтернативних методів перевагу віддають тому, що забезпечить мінімальне втручання в матеріальну структуру споруди і не вплине негативно на сам

об'єкт або його елементи, ідею його створення й історичний розвиток та буде гарантувати максимальне збереження оригінальності;

– *принцип реверсивності*, при якому матеріали, які використовуються, повинні бути максимально оборотними (піддаватися видаленню без ушкодження автентичного матеріалу);

– *принцип науковості*, що передбачає використання при реставрації сучасних досягнень науки і можливість передбачення наслідків застосування обраної технології. Наприклад, використовуючи сучасні матеріали для реставрації, спеціаліст повинен знати фізико-хімічні властивості історичних матеріалів та сумісність цих матеріалів із сучасними.

Не існує єдиних рецептів щодо реставрації пам'яток, але є загальна система організації реставраційних робіт, яка включає натурні дослідження об'єктів, підбір відповідних матеріалів, обґрунтування прийнятих проєктних рішень і методів контролю у процесі відновлювальних робіт.

Основою для проведення консерваційних та реставраційних робіт на пам'ятках архітектури є дані археологічних, архітектурних, історичних, технічних досліджень, які дозволяють визначити цінність об'єкта і намітити шляхи його реставрації, починаючи з проведення першочергових протиаварійних робіт та до розробки перспективної програми охорони і реставрації пам'ятника. Сьогодні в Україні консерваційно-реставраційними роботами пам'яток архітектури займаються, як правило, спеціалізовані науково-реставраційні виробничі організації.

Реставрація пам'яток історії й архітектури, на відміну від загальних будівельних і ремонтних робіт, де на перший план виходять техніко-економічні характеристики будівельного матеріалу і самої споруди (якість, надійність, довговічність, сучасний дизайн тощо), передбачає збереження характерних елементів, рис та особливостей об'єкта, а також забезпечення умов його подальшого існування для наступних поколінь як відображення культури народу і матеріального свідка історії.

17.2. Проведення реставраційних і ремонтних робіт

Під час реставрації об'єкт відновлюють (позбавляються дефектів, отриманих внаслідок експлуатації — сколів, розломів, тріщин), покращують його зовнішній вигляд, а також консервують. Реставрацію поділяють на комерційну та музейну. Комерційна реставрація виконується для відновлення функціональності, а музейна передбачає консервацію для збереження існуючого стану об'єкта, причому втручаються в об'єкт тільки у випадку наявності ознак процесів руйнування.

Реставрація ґрунтується на дбайливому ставленні до стародавньої споруди, припускає збереження і розкриття естетичних та історичних цінностей пам'ятника.

Відповідно до закону України «Про охорону культурної спадщини» і ГСН «Реставраційні, консерваційні й ремонтні роботи на пам'ятниках культурної спадщини» № 3.2.01-2004, всі заходи щодо консервації, реставрації і протипожежної, санітарної та екологічної охорони, які проводяться на пам'ятнику, не повинні приводити до змін даного об'єкта і погіршувати його естетичну та історичну, наукову і художню цінність.

Звідси випливають і основні *правила збереження пам'яток*:

– відмітні риси стилю та приклади високої майстерності, характерні для пам'ятника і його оточення, повинні трактуватися з особливою обережністю;

– неприпустима зміна тих елементів пам'ятника, які можна відреставрувати або зберегти (законсервувати);

– небажаним є створення фальшивого історичного або, навпаки, «більш сучасного і привабливого» вигляду пам'ятника;

– необхідно визначити причини руйнування, заходи для його ліквідації або локалізації та використати дбайливі методи реставрації;

– не дозволяється змінювати принципову структуру пам'ятника і декор споруди.

З урахуванням *положень Венеціанської хартії* реставраторів, при консервації та реставрації пам'яток допускається для їх зміцнення використання всіх новітніх досягнень будівельної техніки і різних фізико-хімічних методів. Можна застосовувати різноманітні матеріали, але за зовнішнім виглядом вони повинні наближатись до матеріалів, із яких споруджений об'єкт, розбирання оригінальних частин об'єкта не допускається, адже існують сучасні технології збереження об'єкта.

Основними завданнями сучасної реставрації є регенерація історичного середовища та відтворення в первісному вигляді повністю або частково зруйнованих споруд (на основі вивчення археологічних даних); а також поєднаність і взаємодія нових будівельних матеріалів, конструкцій і технологій із автентичними, що передбачає натурне обстеження та ретельні лабораторні дослідження для визначення хімічного і петрографічного складу матеріалів та є основою для створення технології проведення ремонтно-реставраційних робіт і вибору матеріалів, які найбільш сумісні з первісними матеріалами пам'ятки.

Технологічне обстеження пам'яток архітектури проводиться в такій послідовності: визначається стан покрівлі з оцінкою ступеня пошкодження

матеріалів, елементів і конструкцій даху з визначенням ступеня деформацій і причин їх виникнення; потім проводять обстеження стану фасадів — мурування, цоколю та фундаментів, відбирають зразки первісних будівельних матеріалів, виявляють характер і причини руйнувань; при цьому звертають увагу на організацію благоустрою прилеглої території та стан інженерних мереж; технологічне обстеження інтер'єрів розпочинають із підвальних приміщень і до конструкції даху, звертаючи увагу на декоративне оздоблення інтер'єрів, а також декоративних елементів та деталей.

Проблеми, які виникають у процесі консервації і реставрації пам'яток архітектури, можна умовно поділити на шість основних груп:

- 1) втрата фундаментами своєї несучої здатності;
- 2) консервація залишків стародавніх мурувань в археологічних розкопках;
- 3) аварійний стан стін (підвищена вологість, поява тріщин у муруванні, пошкодження або руйнування поверхні цегляного мурування, забруднення поверхні стін кіптявою, висолами та пізнішими нашаруваннями, консервація і реставрація поверхні каменю в облицюваннях пам'яток архітектури, проблеми виконання опоряджувальних робіт, нового тинькування та фарбування фасадів);
- 4) відновлення пошкоджених або зруйнованих дерев'яних елементів і конструкцій;
- 5) консервація металевих покрівель, реставрації дахів та поновлення позолоти;
- 6) відновлення декоративного оздоблення (облицювання природним каменем інтер'єрів, реставрація металевих елементів і деталей, консервація та реставрація керамічних виробів, реставрація ліпного декору, проведення позолотних робіт, заміна підлоги в інтер'єрі, реставрація стінопису, реставрація мозаїк).

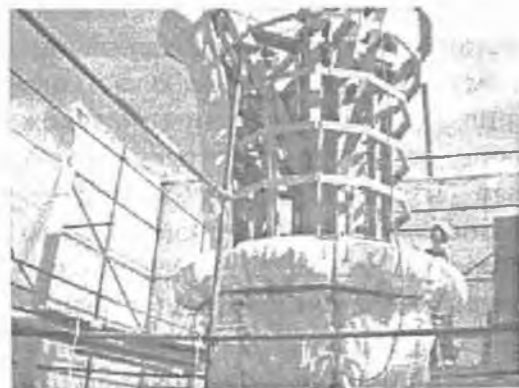


Рис. 17.1. Монтаж архітектурного декору

Під час реставраційних робіт виконують такі технологічні процеси: підсилення, реставрація і відновлення основ та фундаментів; влаштування гідроізоляції; реставрація і ремонт конструкцій дахів та покрівель; консерваційно-реставраційні роботи в інтер'єрах; консерваційно-реставраційні роботи на фасадах; консервація і реставрація архітектурного та ліпного декору (рис. 17.1); консервація, реставра-

ція і відновлення дерев'яних виробів та конструкцій; консервація, реставрація і відновлення виробів та конструкцій з металу і каменю; реставрація та ремонт підлог.

Першочерговим завданням при реставрації пам'яток архітектури є зміцнення основ і фундаментів. Прийоми підсилення передбачають зміцнення конструктивної системи фундаменту, підвищення міцності та зменшення деформацій ґрунтів, зміну умов передавання тиску на ґрунт.

Зовнішніми ознаками руйнування об'єктів є утворення висолів, крім того поверхня мурування забруднюється кіптявою, атмосферними забрудненнями, біоруйнівниками, іржею, старими лакофарбовими шарами (рис. 17.2).

Найбільше піддаються руйнуванню під дією солей цокольні ділянки стін на висоту до двох метрів від рівня землі. Деякі солі можуть кристалізуватися зі збільшенням об'єму і створювати додаткові напруження в стінках пор та капілярів, що викликає утворення плям висолів і свідчить про руйнування поверхневого шару мурування.



Рис. 17.2. Приклад руйнування фрагментів фасаду під дією навколишнього середовища

Біошкодження є однією з основних причин руйнування деревини, керамічної цегли, природного каменю, будівельних розчинів. Зокрема, деревина під впливом грибів може руйнуватися із утворенням так званої «трухлявої деревини», яка темнішає, тріскається і розпадається, або з утворенням білих плям. Камінь, цегла та будівельні розчини можуть руйнуватися як механічно, через появу мікроорганізмів, що оселяються в порах і тріщинах, так і хімічно, коли певний вид біоруйнівників виділяє корозійно-шкідливі нітратну та сульфатну кислоти або продукти окислення.

Для очищення поверхонь об'єктів використовують механічні і хімічні методи. Вибір методу очищення залежить від властивостей матеріалу мурування та його стану. Для м'яких матеріалів (гіпс, вапняна штукатурка, цегла, вапняк) використовують хімічний і хіміко-механічний методи очищення, а для достатньо міцних (граніт, бетон, пісковик) — механічний. Після очищення поверхню мурування покривають зміцнювальними та гідрофобними сумішами для їх захисту.

Для видалення водорозчинних солей не тільки з поверхневого шару, але й з усієї товщини мурування використовують спеціальну методику з використанням постійного струму. Найбільш ефективною ця технологія є для знесолювання цокольної частини стіни на висоту 2...8 м від рівня землі у випадку відсутності гідроізоляції нижньої частини стіни, при умові, що розчин у порах мурування містить не більше 30% сульфату магнію від загального складу водорозчинних солей.

Технологічна частина проекту реставрації часто передбачає влаштування протикапілярної горизонтальної гідроізоляції в основі стін і вертикальної гідроізоляції зовнішніх стін, ін'єктування тріщин у муруванні та видалення висолів. Там, де існує проблема порушення гідроізоляції пам'ятки, відбувається її біологічне руйнування і розвивається біодеструкція.

Перед безпосереднім виконанням ремонтно-реставраційних робіт проводяться профілактичні заходи з метою боротьби з біошкодженнями, усуваються причини виникнення цих пошкоджень, зокрема ліквідуються зволоження, замінюються чи очищаються біошкоджені поверхні, влаштовуються якісна гідроізоляція та водовідведення, організовується хімічний захист будівельних матеріалів, здійснюється ряд профілактичних заходів.

При *механічному очищенні* поверхню очищають піскоструменевим, термопіскоструменевим і водоструменевим методом, після чого мурування додатково захищають зміцнювальними та водовідштовхувальними розчинами. При проведенні пароводяного очищення спочатку поверхню очищують парою, а потім забруднення змивають гарячою водою, в деяких випадках використовують жорсткі щітки.

При *хімічному очищенні* використовують різні сполуки залежно від виду матеріалу. Наприклад, при очищенні від кіптяви і жирових плям можуть бути придатні спирти, ефіри, вуглеводні речовини, а також пасти з активними кислотними та лужними речовинами, а від атмосферних забруднень — водний розчин фториду амонію з додаванням синтетичних речовин — 10...15%-ний розчин хлоридної кислоти, від біоруйнівників — бензол-аміачні суміші і паста на основі оксиду магнію, для видалення зелених плям оксиду міді — паста на основі хлориду амонію, тальку й аміаку, для видалення старих лакофарбових шарів використовують розчини на основі кислот, солей лугів, органічних розчинників.

Плями іржі виводять розчинами шавлевої, фторидної, лимонної, фосфатної кислоти і 5...10%-ним розчином трилона Б. Фарбові покриття, ґрунтовки, шпаклівки видаляють спеціальними змивальними розчинами.

Ремонтно-реставраційні роботи в інтер'єрі можуть включати:

- відновлення та часткову реставрацію цегляного мурування;
- відновлення стель і стельових балок;

- відновлення та реконструкцію перекриттів;
- розчищення від пізніх ремонтних нашарувань і шарів, які втратили адгезію з основним матеріалом;
- реставрацію штукатурного покриття;
- реставрацію ліпнини;
- відновлення або часткову реставрацію розпису стін і стель, фарбувальні роботи;
- реставрацію столярних виробів (вікна, двері, підлога, кесони);
- відновлення та часткову реставрацію камінів, печей;
- відновлення вітражів;
- реставрацію штучного мармуру;
- реставрацію декоративних металевих деталей;
- реставрацію спеціальних видів оформлення (позолоти, живопису).

Ремонт ліпних деталей або встановлення нових виконують тільки після закінчення загальнобудівельних і спеціальних реставраційних робіт. При заміні старих ліпних деталей новими останні виготовляють із таких самих матеріалів. Зруйновані ліпні архітектурні деталі або їх частини при ремонті повністю відновлюють, для чого роблять моделі, за якими виготовляють форми для виливок (рис. 17.3).



Рис. 17.3. Виготовлення архітектурного декору

На општукатурені поверхні гіпсові деталі встановлюють тільки після застудіння та просушки штукатурки. Вологість повітря в приміщенні не повинна перевищувати 60%. Для наклеювання елементів легкого ліпного збірного карнизу на стіну та стелю наносять тонкий шар гіпсової мастики, для тимчасового приєднання елементи «пришивають» спеціальними цвяхами. Карнизи важких гіпсових деталей і ліпні прикраси стель склад-

ного профілю прикріплюють до основи за допомогою металевих скоб, дротяних закруток із антикорозійним покриттям. Розетки для легкої освітлювальної арматури кріплять до бетонного покриття за допомогою пробок. Фрагменти інтер'єрів, відреставрованих із використанням гіпсової ліпнини та золочення, наведено на рис. 17.4.

Реставраційні методики, які застосовуються для відновлення пам'яток архітектури України, відповідають усім міжнародним і пам'ятко-охоронним та реставраційним документам. Це стосується і методик, які використовували при відтворенні видатних пам'яток, таких, як Михайлівський Золотоверхий собор та Успенський собор Києво-Печерської лаври. Наприклад, через втрату фундаментами зруйнованого Михайлівського собору своєї несучої здатності їх довелось підсилювати влаштуванням корене-видних або буроін'єкційних паль, які передають навантаження від залізобетонної плити-ростверка (яка забезпечує спільну гнучку роботу залишків старих фундаментів у комплексі з влаштованими палями) на нижні надійні шари ґрунту. Раніше подібний метод було застосовано при реконструкції Третьяківської галереї у Москві та собору св. Петра у Римі

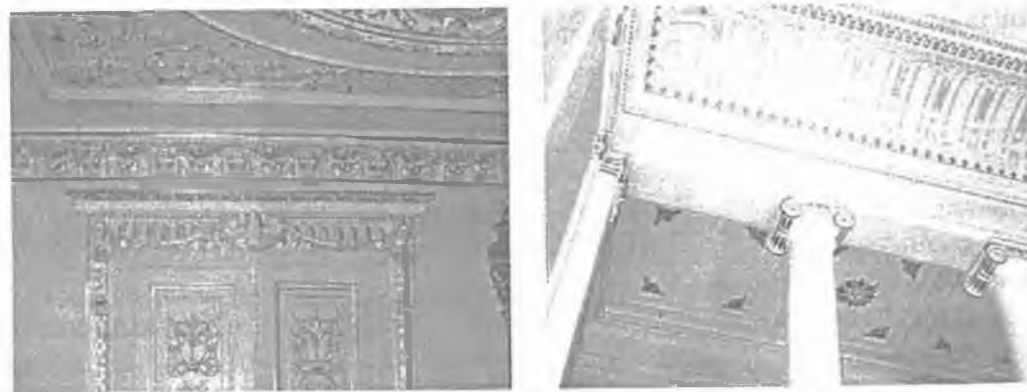


Рис. 17.4. Фрагменти інтер'єрів палаців після реставрації з використанням гіпсової ліпнини і золочення

17.3. Особливості використання будівельних матеріалів для реставрації та ремонту

При проведенні реконструкції або ремонту історичних будівель, а також будинків на центральних вулицях міста використовують фальш-фасад у вигляді вінілової сітки, інколи з нанесеним на неї за допомогою широкоформатного друку будь-якого малюнка, часто у вигляді зобра-

ження майбутнього фасаду будівлі. Такий фальш-фасад сприяє зручності та безпечності проведення будівельних робіт, оскільки добре пропускає світло і є ефективним для приховування фронту будівельних робіт та тимчасового декорування фасаду.

Серед методів захисту пам'яток старовини сьогодні можна виділити такі види.

Технічні методи та засоби, що спрямовані на захист від атмосферних впливів і реалізуються шляхом влаштування дренажних систем, горизонтальним відсіканням ґрунтової вологи, захистом зовнішніх зображень органічним склом, тентовими конструкціями тощо.

Теплофізичні методи, що передбачають використання систем теплоізоляційних матеріалів, які запобігають перенесенню теплоти крізь огорожувальні конструкції, а також створюють штучний мікроклімат як усередині, так і ззовні споруди за рахунок обмеженого нагрівання повітря.

Хімічні методи, які дозволяють регулювати властивості матеріалу на мікрорівні за рахунок формування мікроструктури матеріалу заданого складу.

Об'єкти реставрації часто поєднують різні матеріали — штукатурку, цеглу, природний камінь, бетон, деревину. Це вимагає застосування цілого комплексу заходів для кожного виду матеріалів та конструкційного елемента будівлі, залежно від його призначення (огорожувальна конструкція, перекриття, покриття, перегородки тощо) та тих впливів, які він зазнає при експлуатації (рис. 17.5).

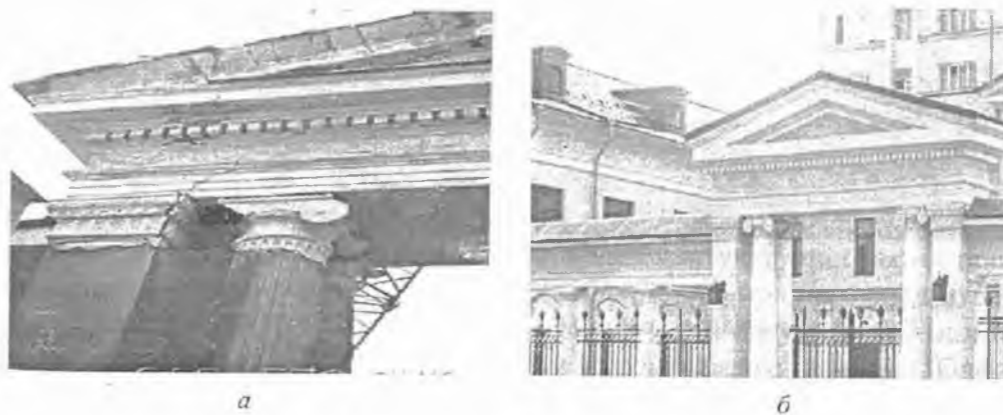


Рис. 17.5. Фрагмент в'їзних воріт до (а) і після реставрації (б)

Наприклад, при виборі матеріалів для реставрації фасадів враховують необхідність їх захисту від зовнішніх впливів (опади), економію витрат на

опалення, покращення зовнішнього вигляду, збереження історичної цінності та архітектурної виразності, забезпечення паропроникності і екологічності (безпеки для здоров'я людини та навколишнього середовища). Підготовка *бетонних фасадів* здійснюється з використанням спеціальних систем для очищення, систем швидкого відновлення бетону та захисту фасадів. Ці системи можуть містити і мінеральні, і органічні (силіконові) компоненти, а їх вибір залежить від стану та ступеня пошкодження фасаду, який реставрується.

Конструкції та вироби з деревини потребують, перш за все, захисту від займання, від деформацій, розтріскування та біологічних пошкоджень. Засоби захисту можуть бути як окремі для кожного впливу, так і комбіновані. Найбільш розповсюджені антисептичні просочувальні матеріали, ґрунтовки, лаки та фарби. Лакофарбові покриття, нанесені на матеріали і вироби з деревини, виконують не лише декоративну функцію, але й створюють на поверхні паропроникне покриття, що деформується разом із виробом без утворення тріщин та запобігає його коробленню. Для захисту від короблення і розтріскування використовують також водовідштовхувальні матеріали, які протидіють проникненню вологи у деревину. Вигляд дерев'яного постацю після реставрації з використанням комплексної системи матеріалів для очищення, відновлення та захисту наведено на рис. 17.6.



Рис. 17.6. Вигляд дерев'яного постацю до (а) і після реставрації (б)

Для відновлення *бетонних і залізобетонних виробів* використовують спеціальні сухі будівельні суміші, які не лише запобігають утворенню тріщин та руйнуванню поверхні, але і надають бетону спеціальних властивостей, наприклад, водовідштовхувальних чи брудовідштовхувальних (рис. 17.7).

Залежно від стану об'єкта та умов його експлуатації за рекомендацією виробника від деяких елементів системи можна відмовитись. Часто застосовують композиції на цементній основі, що обумовлено їх сумісністю з матеріалами, які використовують у подальшому оздобленні несучих конструкцій: штукатурок, цементних стяжок, плиткових облицювань, лакофарбових матеріалів.



Рис. 17.7. Фрагмент скульптури до (а) та після реставрації (б) з використанням модифікованих сухих сумішей

Для захисту внутрішніх стін будівель та споруд можуть бути використані фарбувальні суміші як мінеральні (вапняні, цементні), так і органічні (воднодисперсійні, акрилові). За необхідності стіни оброблюють засобами проти плісняви, використовують системи санації тощо.

Особливу увагу надають *сануючим штукатуркам*, призначеним для проведення ремонтно-відновлювальних робіт у старих будівлях, підвальних приміщеннях в умовах підвищеної вологості, а також при дії сольових розчинів на кам'яне та цегляне мурування. Функцією таких штукатурок є фільтрація розчинів солей, відкладення солей у штукатурці і захист поверхні від висолоутворення та руйнування. Основною причиною руйнування нижньої частини огорожувальних конструкцій є наявність у них солей і надлишок вологи, яка піднімається із ґрунту разом із солями. Одним із способів запобігання цьому є використання спеціальних пористих штукатурок, які наносять для осушення стін, у тому числі пам'яток архітектури.

Основні види робіт, які виконують під час реставрації об'єктів, включають гідроізоляцію, санацію, гідрофобізацію, ремонт та заповнення тріщин.

При роботі з унікальними пам'ятками архітектури, а також при ремонті та реставрації старих будівель необхідними є матеріали, які гарантують збереження будівлі і експлуатаційну надійність. Одним із методів, що широко застосовують при консервації пам'яток історії, архітектури та містобудування, є застосування сануючих штукатурок — штукатурок із високою пористістю і паропроникністю, які мають одночасно низьку капілярну пористість та високі солевміст і солестійкість. Система таких штукатурок служить для підготовки поверхонь під опорядження та створює умови для видалення солей зі стіни за рахунок накопичення їх у шарі штукатурки. Солі накопичуються в нижніх шарах системи, тим самим звільняючи мурування від надмірної кількості шкідливих солей і не дозволяючи їм мігрувати до поверхні та створювати загрозу виникнення корозії і деструкції будівельних матеріалів.

Системи сануючих штукатурок повинні мати високу експлуатаційну надійність, довговічність і захищати огорожувальні конструкції від руйнування. Ці системи використовують при штукатуренні середньо- та сильно «засолених» кам'яних і цегляних кладок, а також при здійсненні заходів захисту від капілярної вологи з використанням ін'єкцій гідрофобізуючих матеріалів (рис. 17.8).

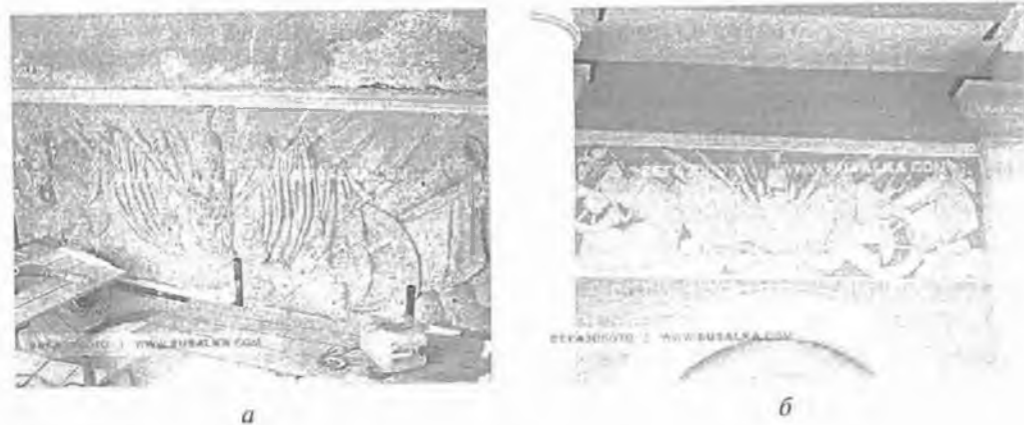


Рис. 17.8. Фрагменти фасадів до (а) і після реставрації (б) з використанням сучасних матеріалів та технологій

Одним із пріоритетних напрямків у консервації історичних об'єктів є їх захист від дії шкідливих зовнішніх факторів. Захисні матеріали повинні створювати сприятливий мікроклімат для пам'ятки й у той же час бути непомітними та довговічними. Таким вимогам відповідають гідрофобізуючі матеріали і технології.

Гідрофобізація — це зниження здатності виробів та матеріалів намокати у воді і водних розчинах, вона може бути поверхнева та об'ємна.

Тріщини є одним з основних видів руйнування кам'яних будинків і за типом їх поділяють на: осадові (внаслідок деформації прилеглого ґрунту й основи); конструкційні, пов'язані з перевантаженнями та дефектами конструкцій; температурні; тріщини, що виникли під дією природних процесів і атмосферних впливів; тріщини, пов'язані зі старінням, «зношенням» та корозією будівельного матеріалу.

Тріщини розрізняють за глибиною і шириною розкриття: волосяні (до 0,3 мм), вузькі (від 0,3 до 5 мм), широкі (більше 5 мм). Крім того, тріщини бувають вертикальні, горизонтальні та косі; одинарні, паралельні, розгалужені і сітчасті; видимі, приховані та внутрішні.

Основним методом боротьби з тріщинами є ін'єкційне зміцнення. Слід мати на увазі, що цей метод приводить до відчутного втручання в структуру матеріалу пам'ятки, тому фахівці детально прораховують усі наслідки його застосування для запобігання можливому руйнуванню історичних будівельних матеріалів та втраті автентичності.

Дуже важливою і відповідальною частиною реставраційних робіт є *структурне укріплення* матеріалу, при якому необхідно забезпечити як когезійну (між частинками старого матеріалу), так і адгезійну (зчеплення ремонтного матеріалу з основним) міцність. Ремонтні матеріали не повинні радикально змінювати структуру та хімічний склад основи, оскільки це може викликати деструкційні процеси. Тому найчастіше використовують системи, близькі за складом і властивостями до матеріалу основи: вапняні в'язучі речовини, спеціально розроблені сухі будівельні суміші, паропроникні штукатурні покриття та ін.

Спеціалісти з реставраційних робіт стверджують, що, незважаючи на різноманіття існуючих будівельних матеріалів, вони не завжди підходять для ремонту і реставрації старовинних будівель та споруд. Навіть такі відомі матеріали, як вапно, гіпс, цемент, сьогодні виготовляють за іншими технологіями, і вони, відповідно, за властивостями відрізняються від стародавніх, що ускладнює їх застосування для реставраційних робіт. Наприклад, цементний камінь може мати більшу міцність або нижчу паропроникність, ніж цементний камінь у відновлюваних спорудах, і використання його може призвести до руйнування існуючих конструкцій. Тому склад таких матеріалів коригується за допомогою спеціальних добавок, які забезпечують надання сучасним матеріалам необхідних властивостей.

Використання фарбових сумішей для реставраційних робіт теж має ряд особливостей. Перш за все, враховується тип основи, на яку буде на-

носитись фарба. Як правило, поверхня стародавніх споруд, які підлягають реставрації, вкрита вапняними і вапняно-цементними штукатурками, тому фарби повинні бути паропроникними та такими, що не викликають внутрішніх напружень у покритті. Ефективним у такому випадку є застосування фарб на вапняній і силікатній основі. Якщо покриття має у своєму складі переважно цемент та, відповідно, більшу міцність порівняно з вапняними штукатурками, доцільно його фарбувати на основі акрилових полімерів. Фарби на силіконовій основі завдяки повітро- та газопроникності підходять для покриття всіх мінеральних поверхонь.

Таким чином, лише комплексний захист при системному виборі будівельних матеріалів із заданими властивостями для кожного конкретного об'єкта може забезпечити позитивні підсумки в розв'язанні складних проблем ремонту та реставрації старовинних будівель і споруд.

Сучасні технології будівництва використовують у реставраційних роботах обмежено, в основному ці роботи передбачають застосування ручної праці. Реставраційні роботи виконують майстри високої кваліфікації — каменярі, білокаменярі, столяри, штукатурки, муляри, а часто й професіонали рідких спеціальностей — позолотники, різники по деревині, майстри із виготовлення штучного мармуру тощо (рис. 17.9).



Рис. 17.9. Реставрація декору з використанням технології золочення

Матеріали, потрібно під час реставрації, умовно поділяють на чотири групи. До *першої* групи належать будівельні матеріали, з яких споруджено об'єкт, наприклад, природний камінь, цегла, деревина, вапняк, гіпс, кераміка, більшість декоративних матеріалів.

Для *природного каменю* слід встановити місце його видобутку під час будівництва пам'ятки і використати новий камінь, взятий з того ж родо-

вища та горизонтів. Якщо це неможливо, підбирають камінь, близький за зовнішнім виглядом і фізико-механічними властивостями до оригіналу.

Цеглу виготовляють за спеціальним замовленням із певними розмірами, які відрізняються від сучасного стандарту для зорової відповідності нових частин старим і для правильної перев'язки зі старим муруванням.

Згідно з технологією проведення робіт, склад вапняних *будівельних розчинів* коригують додаванням незначної кількості портландцементу для надання міцності.

До *другої* групи належать сучасні матеріали для доповнення деталей об'єкта, які виготовляють за технологіями, що спеціально розробляють. Такі матеріали можуть імітувати матеріал оригіналу або візуально відрізнятися від нього (згідно з проектом). Одним із таких матеріалів є штучний камінь, основу якого становить крихта природного каменю та різні види зв'язуючих матеріалів. Використання цього матеріалу є доцільним при виготовленні деталей складного профілю. При виконанні реставрації виробів можливість їх відновлення за рахунок спеціально підібраних сумішей, які за кольором та фактурою подібні до первісного матеріалу. Інколи імітують такі декоративні елементи, як глазуровані кахлі, деревне різьблення, позолоту іконостасів і меблів. Імітація часто буває не повною — для відокремлення оригінальної частини від реставрованої часто застосовують кольорові покриття різних тонів.

Третя група — це спеціально розроблені матеріали для консервації різних частин пам'ятки архітектури. Ці матеріали призначені для зміцнення структури матеріалів, біологічної нейтралізації, формування захисних покриттів. Захист зовнішніх стін від атмосферних опадів є найбільш важливим. Гідрофобні матеріали надають водовідштовхувальних властивостей, але при цьому вони є проникними для водяної пари, що запобігає накопиченню вологи в товщині стіни. Ці покриття з часом відновлюють. Інколи разом із новітніми полімерними композиціями застосовують і звичайні матеріали, наприклад, консервацію білокам'яних поверхонь здійснюють за допомогою вапняного молока.

Четверта група — це стандартні сучасні матеріали, які використовують у закритих для огляду місцях та для покрівель і поверхонь під фарбування, а також за реставрації будівлі для подальшого її функціонування за призначенням.

До всіх реставраційних матеріалів висувають загальні вимоги: матеріали, які безпосередньо контактують із оригіналом, повинні відповідати йому за фізико-механічними, а інколи і хімічними властивостями, бо інакше можливе руйнування пам'ятки. При різних показниках середньої

густини, коефіцієнта термічного розширення, паропроникності, водопоглинання на стику старого та нового мурування виникають механічні напруження, починає інтенсивно накопичуватись волога, що провокує руйнівні процеси і викликає відокремлення реставрованої частини та розсіпання вихідного матеріалу пам'ятки. Внаслідок цього в місцях стику не використовують нові, більш міцні матеріали. Часто матеріали для консервації будівлі підбирають індивідуально. Додаткові вимоги до матеріалів висувують, якщо на стінах є розпис. Одночасно реставраційні матеріали повинні бути довговічними, в тому числі морозостійкими.

Негативні наслідки викликає використання цементних розчинів у суцільному облицюванні та штукатурці на основі вапна, що зупиняє дифузю водяної пари крізь стіну, підвищує намокання і сприяє руйнуванню мурування та розпису внутрішніх поверхонь стін.

Для зберігання паропроникності стін при малярних роботах перевагу надають вапняним, клейовим і кремнійорганічним фарбам порівняно з олійними.

Вибір будівельних матеріалів для реставраційних та ремонтних робіт складним завданням, оскільки він здійснюється з метою зберігання автентичності історичної пам'ятки, і це потребує врахування не тільки особливостей співпраці старих та нових матеріалів, але і забезпечення умов тривалого зберігання відреставрованих об'єктів, особливо в умовах погіршення екологічної ситуації навколишнього середовища.



ЛІТЕРАТУРА

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», 2012. — 624 с.
2. *Опоряджувальні будівельні матеріали. Навчальний посібник* / Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. — Рівне: НУВГП, 2011. — 291 с.
3. *Технологія та товарознавство систем сухого будівництва: Підручник* / Захарченко П.В., Ленга Г., Гавриш О.М., Півень Н.М. — К.: «СПД Павленко», 2011. — 512 с.
4. *Будівельне матеріалознавство: Підручник* / Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б. та ін. — К.: ТОВ УВПК «ЕксОб», 2010. — 704 с.
5. *Виконання оздоблювальних робіт матеріалами «Тіккуріла»* / Пушкарьова К.К., Барановський В.Б., Кочевих М.О. та ін. — Харків: Золоті сторінки, 2010. — 280 с.
6. *Справочник по строительному материаловедению* / Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. М.: Инфра-Инженерия, 2010. — 472 с.
7. *Строительное материаловедение: Учебник* / Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Барановский В.Б. и др. — К.: Основа, 2007. — 704 с.
8. *Технологія будівельних алюмінієвих конструкцій: Підручник* / Гоц В.І., Гелевера О.Г., Фролова В.М. — К.: ТОВ УВПК «ЕксОб», К.: КНУБА, 2007. — 380 с.
9. *Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Основы бетоноведения.* — Санкт-Петербург: ООО «Стройбетон», 2006. — 692 с.
10. *Материаловедение для архитекторов, реставраторов, дизайнеров: Учеб. пособие* / Байер В.К. — М.: Астрель: АСТ: Транзиткнига, 2005. — 250.
11. *Строительные материалы: Учебно-справочное пособие* / Г.А. Айрапеттов, О.К. Безродный, А.Л. Жолобов и др.; под ред Г.В. Несветаева. — Ростов н/Д: Феникс, 2005. — 608 с.

12. *Будівельне матеріалознавство: Навчальний посібник для студентів буд. спец. вузів* / Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. — Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL», 2004. — 677 с.

13. *Бетони і будівельні розчини: Підручник* / Гоц В.І.. — К.: ТОВ УВПК «ЕксОБ», К.: КНУБА, 2003. — 472 с.

14. *Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. вузов* / Рыбьев И.А.. — М.: Высш. шк., 2002. — 701с.

15. *Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів: Підручник.* / Рунова Р.Ф., Шейнич Л.О., Гелевера О.Г., Гоц В.І. — К.: КНУБА, 2002. — 365 с.

16. *Логанина В.И., Орентлихер Л.П.* Качество отделки строительных изделий и конструкций красочными составами. — М.: АСВ, 2002. — 144 с.

17. *Заповнювачі для бетону: Підручник* / Кривенко П.В., Пушкарёва К.К., Кочевих М.А. — К., 2001. — 399 с.

18. *Уголев Б.Н.* Древесиноведение с основами лесотовароведения. — М.: МГУП Экология, 2001. — 340 с.

19. *Строительные материалы: Учебник* / В.Г. Микульский, В.Н. Куприянов и др. / под общ. ред. В.Г. Микульского. — М.: Изд-во АСВ, 2000. — 536 с.

20. *Сухие строительные смеси: Справочное пособие* / Карапузов Е.К., Лутц Г., Герольд Х. и др. — К.: Техніка, 2000. — 226 с.

21. *Безбородов В.А.* и др. Сухие смеси в современном строительстве. — Новосибирск, 1998. — 160 с.

22. *Батраков В.Г.* Модифицированные бетоны. Теория и практика. М., 1998. — 768 с.

23. *Тейлор Х.Ф.У.* Химия цемента. — М.: 1998. — 500 с.

24. *Горшков В.С., Осокин А.П., Калитина М.А.* Химическая технология полиминеральных композиционных материалов. — М.: 1998. — 250 с.

25. *Соломатов В.И., Черкасов В.Д., Ерофеев В.Т.* Строительные биотехнологии и биокомпозиты. — М.: МИИТ, 1998 — 165с.

26. *Микульский В.Г.* и др. Современные кровельные материалы / Под ред. К.Н. Попова. — М.: МГСУ, 1998. — 215 с.

27. *Братчун В.И., Золотарев В.А.* Модифицированные дегти и дегтебетоны повышенной долговечности. — Макеевка, 1998. — 226 с.

28. *Будівельні матеріали: Підручник* / П.В. Кривенко, В.Б. Барановський, М.П. Безсмертний та ін., за ред. П.В. Кривенка. — К.: Вища школа, 1993. — 389 с.

29. *Кривенко П.В., Пушкарева Е.К.* Долговечность шлакощелочного бетона, К.: Будівельник, 1993. — 223 с.

30. *Хаятин Ю.Г.* Монолитный бетон: технология производства работ. М., Стройиздат, 1991. — 576 с.

31. *Соломатов В.И., Выровой В.Н.* и др. Композиционные строительные материалы пониженной материалоемкости. — К.: Будивельник, 1991. — 144 с.

32. *Грушко И.М., Королев И.Б., Борщ И.М., Мищенко Г.М.* Дорожно-строительные материалы. — М.: Транспорт, 1991. — 357 с.

33. *Строительные материалы, изделия и конструкции: Справочник* / Наназашвили И.Х.. — М.: Высш. шк., 1990. — 495 с.

34. *Берлин Ю.Я., Сычев Ю.И., Кипнис Л.Г.* Материаловедение для камнеобработчиков. — Л.: Стройиздат, 1990. — 272 с.

35. *Буглай Б.М., Гончаров Н.А.* Технология изделий из древесины. — М.: Леспром, 1990. — 588 с.

36. *Андреанов В.И.* и др. Силиконовые композиционные материалы. — М.: Стройиздат, 1990. — 223 с.

37. *Батраков В.Г.* Модифицированные бетоны. — М.: Стройиздат, 1990. — 396 с.

38. *Архитектурное материаловедение* / Байер В.Е.. — М.: Стройиздат, 1989. — 183с.

39. *Тараканов О.Г., Шамов К.В., Альперн В.Д.* Наполненные пенопласты. — М.: Химия, 1989. — 216 с.

40. *Михайлов К.В., Патуроев В.В., Крайс Р.* Полимербетоны и конструкции на их основе. — М.: Стройиздат, 1989. — 302 с.

41. *Рабинович Ф.Р.* Дисперсноармированные бетоны. — М.: Стройиздат, 1989. — 174 с.

42. *Армирование неорганических вяжущих веществ минеральными волокнами* / Под ред А.А. Пашенко. — М.: Стройиздат, 1988. — 200 с.

43. *Соломатов В.И., Бобрышев А.Н., Химмлер К.Г.* Полимерные композиционные материалы в строительстве. — М.: Стройиздат, 1988. — 312 с.

44. *Полимерные композиционные материалы в строительстве* / Под ред. В.И. Соломатова. — М.: Стройиздат, 1988. — 132 с.

45. *Лясин В.Ф., Саркисов П.Д.* Новые облицовочные материалы на основе стекла. — М.: Стройиздат, 1987. — 193 с.

46. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. — М.: Высшая школа, 1987. — 449 с.

47. *Бородин В.Н.* Производство рулонных битумных материалов. — М.: 1987.— 278 с.

48. *Рамачандран В., Фельдман Р., Бодуэн Дж.* Наука о бетоне: Физико-химическое бетоноведение. — М.:Стройиздат, 1986. — 278 с.

49. Рыбьев И.А. Технология гидроизоляционных материалов. — М.: Высшая шк., 1984. — 307 с.
50. Соломатов В.И. Технология полимербетонов и армополимербетонных изделий. — М.: Стройиздат, 1984. — 142 с.
51. *Архитектурное материаловедение* / Айрапетов Д.П.. — М.: Стройиздат, 1983. — 310 с.
52. Баженов Ю.М. Бетнополимеры. — М.: Стройиздат, 1983. — 472 с.
53. Рейтман А.И. Защитные лакокрасочные покрытия. — М.: Химия, 1982. — 320 с.
54. Кропотов В.Н., Мажура Н.В. Отделочные материалы в интерьере. — К.: Вища шк., 1981. — 165 с.
55. Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве. — М.: Стройиздат, 1980. — 415 с.
56. Бурмистров Г.Н. Кровельные материалы. — М.: Стройиздат, 1980. — 145 с.
57. Воробьев В.А., Андрианов Р.А. Технология полимеров. — М.: Высш. шк., 1971. — 360 с.
58. Хрулев В.М. Основы технологии полимерных строительных материалов. — Минск: Высш. шк., 1975. — 303 с.



ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Авгіт 69
автентичність 494
агат 69
аглопорит 126
азбестоцемент 248
активні мінеральні добавки 215
активність цементу 213
аліт 212
ангідрит 70, 77
ангоб 106
андезит 72
антипірен 284
антисептик 284
арболіт 304
арматура 188, 244
армобітеп 328
архітектура
 біокліматична 29
 динамічна 27, 29
асфальтобетон 337
 литий 339
атмосферостійкість 53
- Базальт 73
барвник 349
барит 70
беліт 212
бетон 31, 224
 акустичний 426
 асфальтовий 337
 важкий 224, 227, 387
 високоміцний 236
 гідротехнічний 238
 декоративний 239, 256
- з неофактуреною поверхнею 271
напилений 257
«структурний» 257
трафаретний 257
штампований 157
дисперсноармований 247
для захисту від радіації 240
дорожній 239
дрібнозернистий 235
жаростійкий 239
здатний до самоочищення 241
корозійностійкий 239
крупнопористий 231
легкий 229
на пористих заповнювачах 230
ніздрюватий 233, 235, 250
«нульової енергії» 240
особливо важкий 224
особливо легкий 224
полегшений 224
полімерний 356
поризований 224, 233
прозорий 241
спеціальний 224
щільний 233
- бетонополімер 356
біокомпозит 306
біокорозія 54
біотит 69
бітум 321
 будівельний 322
 гідроізоляційний 322
 дорожній 322
 модифікований 323
 нафтовий 321

- покрівельний 322
 природний 321
 штучний 321
- блиск 62
 брекчія 78
 бризол 231
 бруківка з природного каменю 88
 будівля
 енергоефективна 28
 життєзберігаюча 28
 пасивна 28
 бут (бутовий камінь) 86
 бутерол 332
 бутизол 331
- Вали деревини 282
 вапно 206
 гашене (гідратне) 210
 гідравлічне 211
 грудкове негашене 210
 мелене негашене 210
 повітряне будівельне 209
 вапняк 75, 209
 вапняк-черепашник 76, 209
 вата
 мінеральна 170, 402
 скляна 169, 402
 вермикуліт 69
 відновлення 495
 вітраж 151
 комбінований 154
 мозаїчний 153
 піщаноструменевий 152
 плівковий 153
 розписаний 153
 свинцево-пайовий 153
 «Тиффані» 152
 транспарантний 153
 фацетний 154
 ф'юзинговий 152
 виробу будівельні 30
 азбестоцементні 248
 бетонні
 дорожні 252
- облицювальні 249, 250
 покрівельні 253
 стінові 248
- бітумні 325
 гіпсові 259
 дьогтьові 339
 залізобетонні 243
 збірні 245
 з деревини 288
 з кам'яного литва 165
 з кольорових металів 193
 з мінеральних розплавів 163
 з мінеральної вати 170
 з природного каменю 86
 архітектурно-будівельні 89
 дорожні 88
 облицювальні 87
 стінові 86
- зі сталі 188
 зі шлакових розплавів 131, 164, 167
 керамічні 100, 102, 386
 архітектурно-художні 116
 для влаштування підлог 121
 дорожні 113
 конструкційні 108
 облицювальні 111, 119
 покрівельні 117
 санітарно-технічні 123
 спеціальні 124
 стінові 109
- литі кам'яні 165
 металеві 188, 193
 силікатні 249
 скляні 143
 для огорожувальних конструкцій 143
- облицювальні 158
 спеціального призначення 163
 клиновидні звукопоглинальні 422
 полімерні 345
 стінові 32
- властивості будівельних матеріалів 41
 акустичні 58, 416
 деформативні 51
 екологічні 59

- експлуатаційні 52
 естетичні 61
 механічні 47
 оптичні 61
 спеціальні 52
 термічні 54
 технологічні 63
 фізичні 42
 хімічні 54
- вогнестійкість 57
 вогнетривкість 57
 водопоглинання 46
 за масою 46
 за об'ємом 46
- водонепроникність 53
 водостійкість 52
 вологість 46
- волокна
 азбестові 248
 базальтові 168
 мінеральні 168
 полімерні 36
 поліпропіленові 346
 скляні 168
 скляні оптичні 168
- ворсолін 366
 ворсоніт 366
- Габро 73
 газобетон 234
 газосилікат 250, 389
 газоскло 165, 406
 герметики 377, 452
 акрилові 453
 каучукові 454
 поліуретанові 453
 силіконові 453
 тіоколові 454
- геомембрана 378
 геосинтектики 277
 гідробутил 331
 гідрозол 329
 гідроізоляція 444
 антикорозійна 444
- антифільтраційна 444
 засипна 449
 ін'єкційна 450
 літа 449
 монтована 450
 обклеювальна 448
 проникаюча 450
 фарбувальна 448
- гідросклоізол 328
 гідрофобізатори 445
 гідрофобізація 85, 507
 гіпс
 будівельний 208
 високоміцний 208
 високовипалювальний 207
 естрих 208
 мінерал 70
 низьковипалювальний 206
 опоряджувальний 208
 порода гірська 77
 супергіпс 208
- гіпсокартон 260
 глазур 107
 глини 102
 гнейс 48
 горючість 58
 гравій 86, 226
 граніт 71
 керамічний 115
- гранично допустима
 концентрація (ГДК) 59
- гранична міцності
 при згині 49
 при розтягу 49
 при стиску 47
- густина
 відносна 44
 істинна 42
 насипна 44
 середня 43
- Ґрунтовка 464

Декорування
деревини 285
 аерографія 286
 акваграфія 286
 вощення 286
 глазурування 286
 декалькоманія 286
 друкування 286
 інкрустація 287
 інтарсія 287
 лакування 286
 лісирування 286
 маркетрі 287
 мастикування 286
 матування 286
 полірування 286
 різьблення 287
кераміки 105
 ангобування 106
 глазурування 107
 забарвлення у масі 105
 лощіння 106
 металізація 105
 механічна обробка поверхні 105
 набризк 106
 серіографія 108
 шовкографія 108
матеріалів з мінеральних розплавів 134
 гравірування 135
 емалювання 135
 іризація 135
 кольорове протравлювання 135
 піщано-струменева обробка 135
 полірування 134
 трафаретний друк 135
 фотографічна обробка 81
 ф'юзинг 134
металевих матеріалів 184
 виколотка (дифовка) 184
 гальванопластика 187
 гальваностегія 187
 гравірування 185
 емалювання 187
 золочення 186
 інкрустація 185
 крацевання 185
 кування 184
 лиття 184
 матування 185
 металізація 187
 оксидування 187
 патинування 186
 полірування 185
 тиснення на фользі 184
 філігрань 185
 чеканка 185
 чорніння 187
 шабровка 185
 шліфування 185
полімерних матеріалів 350
 аплікація 351
 декалькоманія 212
 друкування 351
 металізація 352
 тиснення 351
 фарбування (об'ємне та поверхнєве) 351
 деревина 277
полімермодифікована 296
термомодифікована 297
 діапазон частот 423
 діорит 73
 добавки
активні мінеральні 216
комплексні 227
пластифікуючі 103, 227
поротвірні 103
прискорювачі твердіння 227
спіснювальні 103
суперпластифікатори 227
 довговічність 52
природних кам'яних матеріалів 84
 доломіт 70, 77
каустичний 210
 дошка 288
паркетна 290, 316
 дьоготь 324
деревний 324
торф'яний 324
 дьогтьобетон 339

Емалі 463
алкідні 464
епоксидні 464
з гліфталевих смол 463
каучукові 464
перхлорвінілові 464
 еластобіт 331
 елемент фігурний брукування 252
 емульсія
бітумна 335
 енергія звукових коливань 418

Євроруберойд 326, 340, 437

Жаростійкість 58
 жорсткість бетонної суміші 224

Загнивання деревини 282
 займання деревини 284
 залізобетон 36, 241
збірний 243
монолітний 242, 392
 заповнювач 36, 225
керамічний легкій 125
 захист деревини комплексний 284
 захист природних кам'яних матеріалів від корозії 85
 звук 431
 звукоізоляція 431
підлоги 432
стелі 433
стін 431
 зола паливна 216

Ізол 331
 іліт 70
 індекс
ізоляції повітряного шуму 428
наведеного ударного шуму під перекриттям 428

Кальцит 70
 камінь
бутовий 86
гіпсовий 77
керамічний 108, 111, 386
силікатний 249
 каолінит 70, 102
 кварц 68
 кварцит 78
 керамзит 125
 кислотостійкість 54
 кладка 388
колодязна 388
облицювальна 388
 клас бетону 228
 клей
полімерний 381
 клінкер портландцементний 212
 ковролін 366, 475
 ковроплен 366
 коефіцієнт
звукопоглинання 418
конструктивної якості 50
паропроникності 53, 404
розм'якшення (водостійкості) 52
температурний лінійного розширення (ТКЛР) 57
теплопровідності 54, 397 404
 колір 61
 кольоростійкість 62
 компонент армувальний 35
 конгломерат 78
 консервація 495
 конструкції
будівельні 30
дерев'яні 307
залізобетонні 241
збірні 243
металеві 196
монолітні 242
огороджувальні 383
підлоги 471
плитні резонансні 421
полімерні 355
попередньо напружені 243

- світлопрозорі
огороджувальні 147, 392
- корозія 54
біологічна 54, 85
металів 176
природних кам'яних матеріалів 84
- крейда 132
крихкість 52
ксилоліт 269, 306, 477
- Лабрадор 73
лабрадорит 73
лак 463
ламініат 298, 316, 476
легкоукладальність 224
лігнін 277
лінкруст 371, 485
лінокром 332
лінолеум 363, 475
гумовий багатощаровий 365
комерційний 364
напівкомерційний 364
побутовий 364
полівінілхлоридний (ПВХ) 363
- листи
гіпсоволокнисті 262
гіпсокартонні 260
- литво
кам'яне 165
шлакове 165
- люстр 107
- Магnezит 70
каустичний 210
- майоліка 101
малюнок 62
марблін 159
марка цементу 213
мармур 79
штучний 267
- мастика
бітумна 335
гаряча 336
- холодна 336
- матеріали будівельні 30
акустичні 33, 58, 416
бітумні 32, 325
важкоспалимі (важкогорючі) 57
вібропоглинальні 424
герметизуючі 452, 377
гідроізоляційні 32, 444
горючі 57
двогтові 32, 339
звукоізоляційні 38, 58, 417
звукопоглинальні 33, 58, 418
- керамічні 31, 97
спеціальні 124
композиційні 33, 35
волокнисті 37
дисперснозміцнені (макродисперсні) 37
скелетні 37
шаруваті (пластинчасті) 37
- конструкційні 37, 383
бетонні 284, 386
дерев'яні 311
керамічні 108
металеві 198
полімерні 355
лакофарбові 457
металеві 31
металокерамічні 181
неорганічні в'язучі 205
неспалимі 57
оздоблювальні 32, 456
опоряджувальні 32, 456
покрівельні 32, 435
мастичні 438
мембранні 437
рулонні 436
штучні 267
- полімерні 33, 344
природні кам'яні 31, 64
скляні 129
теплоізоляційні 32, 397
- мати мінераловатні 196, 402
- матриця 34
- мембрана
бітумно-полімерна 330, 340, 437

- полімерна 376
- метали 176
кольорові 176
чорні 176
- металоізол 329
металочерепиця 191, 441
- методи захисту пам'яток
теплофізичні 503
технічні 503
хімічні 503
- мінерали групи
глин 70
карбонатів 70
кварцу 70
сульфатів 70
- мінерали породотвірні 68
вивержених (магматичних) порід 68
осадових порід 69
портландцементного клінкеру 212
темнозбарвлені 69
- міцність 47
при згині 49
при розтягу 49
при стиску 47
- модуль пружності 51
- мозаїка
дерев'яна 287
кам'яна (з природного каменю) 89
антична 90
візантійська 90
набірна 89
пластинчаста 89
римська 89
флорентійська 89
- керамічна 116
скляна 159
- монобітеп 332
- монтморилоніт 70
- морозостійкість 53
- мурування 384
- мусковіт 68
- Наповнювач 37, 221, 349, 458
нсопар'є 160
- Обманка рогова 69
обробка гірської породи 89
абразивна 82
ударна 82
- олівін 69
оліфи 458
ондуфлеш 329
онікс 78
опал 69
опалубка 242, 392
опір теплопередачі 56, 405
ортоклаз 68
- Панелі
залізобетонні 390
композитні алюмінієві 195
облицювальні 487
облицювальні дерев'яні 316, 488
облицювальні пластикові 488
оздоблювальні акустичні 489
полівінілхлоридні 361
полікарбонатні стільникові 362
полімерні 362
сендвич 358, 391
тришарові 357
фасадні багатощарові 357, 468
- паркет
мозаїчний 292
штучний 290
щитовий 290
- паропроникність 53
- пемза шлакова 167
- пергамін 328
- перегородки 384
бетонні 385
гіпсові 385
з деревини 315, 385
світлопрозорі 385
цегляні 385
- перфорування 421
- пігменти 458
- підлоги
агломеровані 472
безшовні 369
наливні 369

- бетонні 473
- полімерні 474
- плаваючі 292
- пінобетон 234
- піноізол 379
- пінополіетилен 379
- пінополістирол 378,407
- пінополіуретан 380,407
- піноскло 166
- пінофлекс 379
- пісковик 75
- пісок 86, 218, 226
- пилотериали 288
- плагіоклаз 68
- пластик
 - деревношаруватий 299
 - декоративний
 - паперово-шаруватий 299
- пластифікатор 214, 227, 349
- пластичність 52
- пластмаси 345
- плівки гідроізоляційні полімерні 375
- плитки
 - бетонні фасадні 250
 - для покриття підлоги полімерні 368
 - керамічні для підлог 121
 - керамічні фасадні 114
 - керамогранітні 115
 - килимові 116
 - клінкерні 113, 466
 - майолікові 121
 - метлахські 122
 - мозаїчні 116, 122
 - полімерні 367, 371, 474
 - скляні 159
 - фаянсові 121
- плити
 - акустичні „акмігран” 426
 - акустичні „силакпор” 426
 - бетонні декоративні фасадні 251
 - бетонні тротуарні 251
 - бітумні армовані, неармовані 333
 - гіпсові 259
 - деревноволокнисті 302
 - деревностружкові 301
 - акустичні 427
 - високої щільності (ХДФ) 303
 - середньої щільності (МДФ) 302
 - залізобетонні 246
 - з природного каменю 87
 - ксилолітові 269
 - магнезитові 270
 - орієнтовано стружкові (ОСП) 301
 - фібралітові 305
 - цементноволокнисті 250, 467
 - цементностружкові 303
- повзучість 52
- покриття
 - безшовні полімерні 369
 - брудовідштовзувальні полімерні 367
 - килимові 365, 475
 - лакофарбові 457
 - мозаїчні 473
 - паркетні 475
 - пробкові 476
- полімербетон 356
- полімери 346
 - аміноальдегідні 346
 - епоксидні 346
 - кремнієорганічні 346
 - поліакрилатні 347
 - полівінілацетатні 347
 - полівінілхлоридні 347
 - поліетиленові 346
 - полієфірні 346
 - поліізобутиленові 346
 - поліконденсаційні 348
 - поліпропіленові 346
 - полістирольні 347
 - поліуретанові 348
 - термопластичні 345
 - терморективні 345
 - фенолальдегідні 348
- полістиролбетон 232
- полива (глазур) 107
- польові шпати 68
- пористість 44
 - відкрита (уявна) 45
 - закрита 45

- істинна (загальна) 44
- породи гірські 65
- вивержені 65,71
- вилиті 65,73
- глибинні 71
- метаморфічні 65,78
- механічні відклади 65
- органогенні утворення 66
- осадові 65,74
- уламкові 65,74
- хімічні осади 66
- породи деревини 278
- портландцемент 212
 - білий 214
 - гідрофобний 214
 - здатний до розширення 216
 - кольоровий 215
 - композиційний 214
 - лужний 216
 - пластифікований 214
 - нуцолановий 215
 - сульфатостійкий 214
 - шлакопортландцемент 215
- принципи реставрації 495
- прозорість 62
- пружність 51
- пустотність 45
- покрівля 435
- правила збереження пам'яток 497
- профіль віконний 395
- Радіоактивність 59
- реабілітація 495
- реверберація 419
- резонатор Гельмгольца 422
- реконструкція 495
- релін 365
- ремонт 495
- реставрація 495
- речовини полімерні 346
 - бітумні 321
 - бітумнополімерні 321
 - гумобітумні 321
 - гумодьогтьові 321
 - дьогтьові 321,324
 - плівкотвірні 458
 - поліконденсаційні 344,348
 - полімеризаційні 344,346
- речовини в'язучі
 - автоклавні 206
 - гідралічні 206
 - гіпсові 206
 - високовипалювальні 207
 - низьковипалювальні 206
 - гіпсоцементнопуцоланові 208
 - магнезіальні 210
 - неорганічні 205
 - органічні 320
 - повітряні 206
 - полімерні 345
- розпилюваність 63
- розплав мінеральний 130
- розріджувач 459
- розчин будівельний 217
 - акустичний 213, 426
 - вапняний 219
 - гідроізоляційний 219
 - декоративний 219
 - для кам'яного мурування 218
 - жаростійкий 219
 - кислотостійкий 219
 - монтажний 219
 - опоряджувальний 219
 - спеціальний 219
 - теплоізоляційний 219
 - цементний 218
 - цементно-вапняний 218
 - штукатурний 219
- розчинники 458
- розшарування бетонної суміші 226
- романцемент 212
- руберойд 326,436
 - наплавлений 327,436
- рухомість бетонної суміші 224
- Сайдінг
 - алюмінієвий 194,466
 - вініловий 361, 466
 - дерев'яний 311, 466

полімерний 361, 467
 сталевий 190, 466
 цементний 466
 серіографія 108
 сієніт 72
 сигран 160
 сикативи 459
 системи будівельних матеріалів 33
 система
 вентильованих фасадів 409
 віконна 393
 скління фасадів 147
 напівструктурна 148
 стояково-ригельна 147
 структурна 148
 скріпленої теплоізоляції 408
 ситал 163
 скло 130
 армоване 136
 багатошарове ламіноване 137
 безпечне 136
 будівельне 136
 візерункове 140
 віконне листове 136
 вітринне 136
 декоративне 139
 дзеркальне 139
 загартоване 137
 кольорове 139
 листове 136
 марблін 159
 ніздрювате 165
 низькоемісійне 141
 профільне 146
 рідинне 211
 розчинне 211
 спеціальне 141
 стемаліт 138
 тепловідбивне 141
 теплозахисне 141
 теплопоглинальне (тепловбирне) 141
 тоноване 139
 триплекс 137
 увілове 141
 склоблок 154

скловолокно 169
 скловата 169
 склокераміт 162
 склокремнезит 162
 склокристаліт 163
 склопакет 143, 395
 склопластик 360
 склопрофіліт 146
 склоруберойд 328
 склотекстоліт 361
 сланець 80
 глинистий 80
 кристалічний 80
 сланцепорит 125
 слюда 68
 смальта 161
 сплави 179
 алюмінієві 179
 бронзові 179
 латунні 179
 магнієві 179
 мідні 179
 нікелеві 180
 олов'яні 180
 свинцеві 180
 титанові 180
 сполієласт 327
 споліпласт 327
 стабілізатор 349
 сталь 177
 сталеві фібробетон 247
 стандарт 39
 державний (ДСТ) 39
 підприємства 30
 стандартизація 39
 старіння бітумів 323
 стевіт 145
 стелі
 алюмінієві 477
 гіпсові 479
 дерев'яні 479
 дзеркальні 479
 металеві 479
 натяжні 481
 підвісні 478

підшивні 481
 фарбовані 481
 стемаліт 138
 стійкість
 корозійна 54
 термічна 56
 радіаційна 61
 стіни 383
 дерев'яні каркасні 389
 несучі 384
 самонесучі 387
 стираність 51
 структура
 композиційного матеріалу 33, 36
 макроструктура 37
 мезоструктура 37
 мікроструктура 37
 суміш
 асфальтобетонна 337
 бетонна 324
 гаряча 338
 гідроізоляційна 222, 446
 декоративна 253
 затиральна (фуги) 222
 клеєва для облицювальних робіт 222
 розчинова 217
 сануюча 222, 505
 суха будівельна 221
 фарбова 223, 459
 холодна 338
 шпаклювальна 223

Твердість 50
 текстурніт 371
 текстура 62
 теплоємність 56
 теплопровідність 54
 теплостійкість 56
 теракота 101
 терацо 271
 термічна стійкість 56
 термопанелі з клінкерної плитки 113
 техноеласт 327
 технологічність 63

технологічне обстеження 497
 типізація 41
 токсичність 59
 торкретбетон 236
 травертин 77
 труби
 керамічні дренажні 124
 керамічні каналізаційні 124
 полімерні 380
 туф вулканічний 74

Уніфікація 41
 уніфлекс 327

Фактура 62
 виробів з природного каменю 82
 фальш-фасад 468
 фанера 295
 клеєна 295
 фібролітова 306
 фарби
 акрилові 373, 461
 алкідні 373, 462
 бутадієнстирольні 451
 ванняні 459
 вододисперсійні 373, 460
 водоємльсійні 373, 460
 емалеві 374
 керамічні 107
 кремнієорганічні 462
 мінеральні 459
 олійні 460
 полімерцементні 462
 порошкові 374, 463
 силікатні 460
 цементні 460
 фасади скляні 149
 інтелектуальні 150
 навісні 149
 подвійні 149
 фарфор 101
 фаянс 101
 фібра 247

сталева 247
 поліпропіленова 247
 фібробетон 247
 фіброліт 269, 305, 477
 акустичний 426
 магнезитовий 269
 цементний 269
 фольгоізол 328
 фольгоруберойд 329
 форма 62
 фреска 267, 492

Халцедон 69

Цегла
 ангобована 112
 керамічна дорожня (клінкерна) 113
 керамічна лицьова 111, 465
 керамічна стінова 108, 386
 силікатна 249, 386, 465
 целюлоза 277
 цемент
 білий 214
 вапняно-золевий 210
 вапняно-шлаковий 210
 гідрофобний 214
 глиноземистий 216
 загальнобудівельного призначення 213
 здатний до розширення 216
 кольоровий 215
 композиційний 214
 лужний 216
 опоряджувальний гіпсовий 208
 пластифікований 214
 пуцолановий 215
 розширний 216
 сульфатостійкий 214
 шлаколуужний 217
 шлакопортландцемент 215

Чавун 176
 черепиця
 бетонна 253

бітумна 333, 441
 дерев'яна 311
 керамічна 117, 441
 металева 191
 цементно-піщана 441
 час реверберації 419

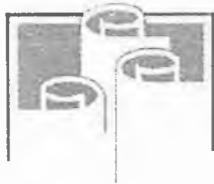
Шамот 101
 шлак
 гранульований 166
 доменний 131
 металургійний 131
 паливний 216
 шлакоситал 164
 шовкографія 108
 шпаклівка 466
 шпати польові 68
 шпон
 дерев'яний 294
 кам'яний 88
 луцений 294
 струганий 294
 штукатурка
 вапняна 468
 венеціанська 267
 внутрішня 220
 декоративна 265
 зовнішня 220
 камінцева 254
 кам'яна 253
 «короїд» 266
 ліпна 266
 мозаїчна 255
 мокра 220
 на органічних дисперсіях 469
 сануюча 222, 505
 сграфіто 255
 силіконова 469
 суха 220
 теразитова 254
 тонкошарова 267
 цементна 469
 шпалери 482

акрилові 484
 велюрові 485
 вінілові 484
 джусові 485
 металеві 486
 паперові 483
 пробкові 486
 «рідкі» 485
 скловолокнисті 486
 текстильні 484
 шум 416

повітряний 416
 структурний 416

Щебінь 26, 226
 щільність 45
 шит паркетний 290

Якість будівельного матеріалу 41
 яшма 69



ДОДАТКИ

Додаток 1

Одиниці виміру та розрахункові формули основних властивостей будівельних матеріалів

Найменування властивостей	Одиниці виміру	Розрахункова формула	Умовні позначення
Істинна густина	г/см ³	$\rho = \frac{m_c}{v_a}$	m_c — маса матеріалу в сухому стані; v_a — об'єм матеріалу в абсолютно щільному стані
Середня густина	кг/м ³	$\rho_m = \frac{m}{v}$	m — маса матеріалу (в сухому, повітряно-сухому чи вологому стані); v — об'єм матеріалу в природному стані
Насипна густина	кг/м ³	$\rho_n = \frac{m}{v_n}$	v_n — об'єм сипкого матеріалу при вільній засипці
Щільність	%	$\text{Щ} = \frac{\rho_m}{\rho} \cdot 100$	
Відносна густина	—	$d = \frac{\rho_m}{\rho_a}$	ρ_a — густина води
Пористість істинна	%	$\Pi_i = \frac{\rho - \rho_m}{\rho} \cdot 100$	
Пористість відкрита	%	$\Pi_n = \frac{m_n - m_c}{v \cdot \rho_a} \cdot 100$	m_n — маса матеріалу у водонасиченому стані
Пористість закрыта	%	$\Pi_z = \Pi_i - \Pi_n$	
Водопоглинання за масою	%	$W_n = \frac{m_n - m_c}{m_c} \cdot 100$	
Водопоглинання за об'ємом	%	$W_o = \frac{m_n - m_c}{v \cdot \rho_a} \cdot 100$	
Термічний опір	(м ² ·К)/Вт	$R_\delta = \frac{\delta}{\lambda}$	
Питома теплоємність	кДж/(кг·К)	$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$	t_2, t_1 — кінцева і початкова температура нагрівання

Закінчення дод. 1

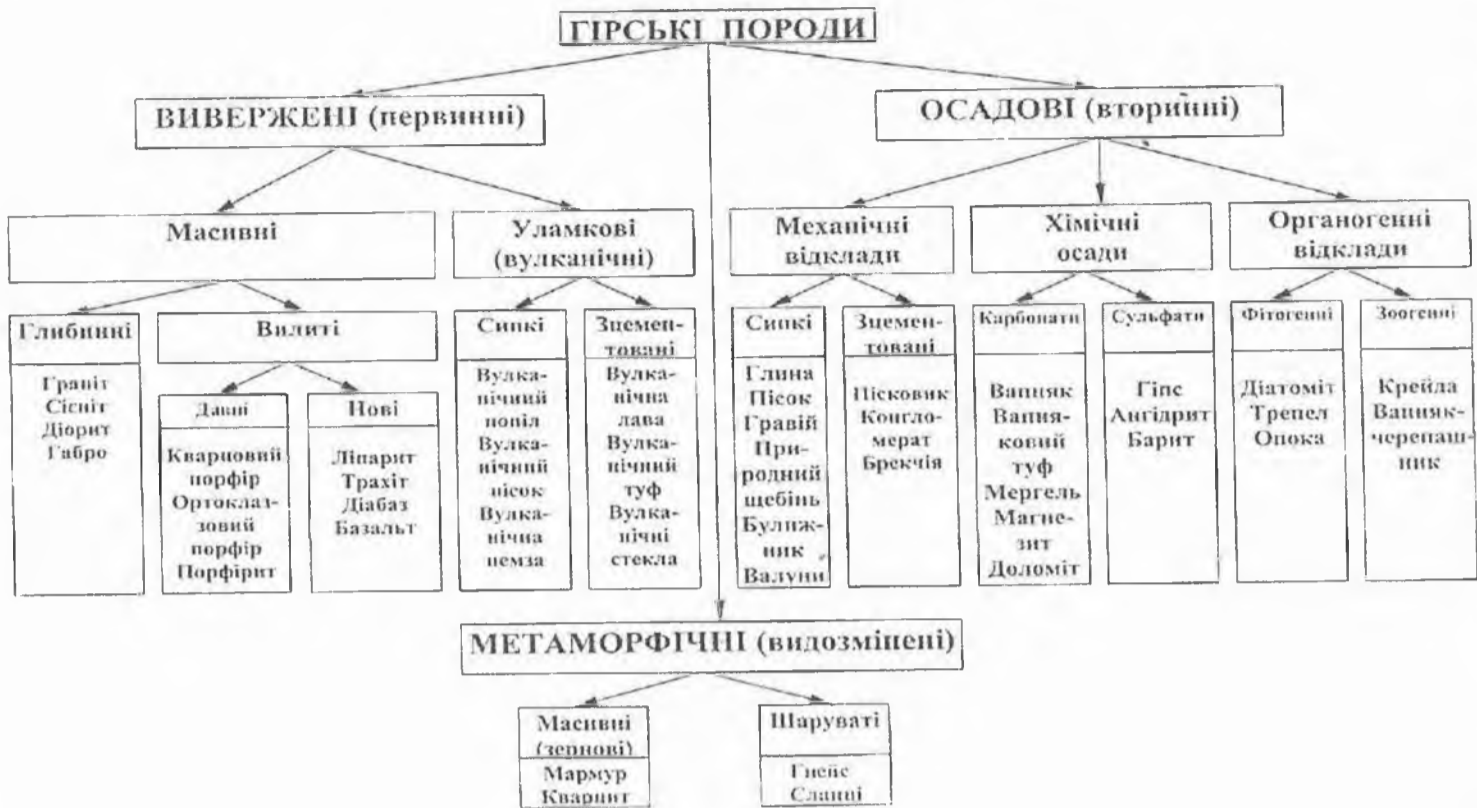
Найменування властивостей	Одиниці виміру	Розрахункова формула	Умовні позначення
Температурний коефіцієнт лінійного розширення	К ⁻¹	$\alpha_p = \frac{l_1 - l}{l(t_2 - t_1)}$	l_1 — довжина зразка після нагрівання; l — довжина зразка до нагрівання
Границя міцності при стиску	МПа	$R_{ст} = \frac{P}{F}$	P — руйнівне навантаження; F — площа поперечного перерізу зразка
Границя міцності при згині	МПа	$R_{зг} = \frac{3P \cdot l}{2b \cdot h^2}$	P — руйнівне навантаження, прикладене посередині прогону зразка; l — відстань між опорами; b — ширина зразка; h — висота зразка
Границя міцності при розтягу	МПа	$R_p = \frac{P}{F}$	F — площа перерізу зразка в найтоншому місці до випробування
Коефіцієнт конструктивної якості	МПа	$K_{к.я} = \frac{R}{d}$	R — границя міцності зразка
Стіраність	кг/м ³	$U_m = \frac{m_1 - m_2}{F}$	m_1 — маса зразка до стирання; m_2 — маса зразка після стирання; F — площа поверхні стирання

Додаток 2

Множники, префікси та їх позначення для утворення кратних і частинних одиниць SI

Множник	Префікс	Позначення
10 ¹⁸	екса	Е
10 ¹⁵	пета	П
10 ¹²	тера	Т
10 ⁹	гіга	Г
10 ⁶	мега	М
10 ³	кіло	к
10 ²	гекто	г
10 ¹	дека	да
10 ⁻¹	деци	д
10 ⁻²	санти	с
10 ⁻³	мілі	м
10 ⁻⁶	мікро	мк
10 ⁻⁹	нано	н
10 ⁻¹²	піко	п
10 ⁻¹⁵	фемто	ф
10 ⁻¹⁸	ато	а

Класифікація гірських порід за походженням



Характеристика основних породотвірних мінералів

Назва мінералу	Основні оксиди	Структура	Істинна густина, г/см ³	Твердість (за Моосом)	Інші властивості	Гірські породи, що містять мінерал
Мінерали вивержених (магматичних) порід						
Кварц	SiO ₂ (силікат)	Кристалічна	2,65	7	Блиск скляний, колір — різний, залежно від домішок може бути безбарвним (гірський кришталь), сірим, димчастим (раух-топаз), рожевим, чорним (моріон), бузковим (аметист). Прозорий. Хімічно стійкий (кислото-стійкий), високий опір стиранню. При t = 573°C руйнується, переходячи із β-модифікації в α-модифікацію зі збільшенням об'єму приблизно на 1,5%, плавиться при t = 1710°C	Граніти, гнейси, сланці слюдяні, пісковики, кварцити, діорити
Польовий шпат (ортоклаз — калієвий шпат Плагіоклаз — натрієвий альбіт та кальцієвий анортит)	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , (K ₂ O або Na ₂ O або CaO) (алюмосилікат)	Кристалічна	2,5...2,7	6	Блиск — скляний, перламутровий. Колір — білий, сірий, жовтий, від рожевого до темно-червоного. Хімічна стійкість значно нижча ніж у кварці: під дією води та діоксиду вуглецю відбувається вивітрювання, польові шпати руйнуються з утворенням гідроалюмосилікатів (глинистих мінералів). Плавиться при t = 1170...1550°C	Граніти, сієніти, порфіри, гнейси, діорити, андезити, базальти, габро, лабрадорити
Слюда (мусковіт, біотит, вермикуліт)	Гідроалюмосилікат	Кристалічна, шарувата	2,4...3,2	2,5...3	Колір — білий, чорний, золотий. Блиск перламутровий. Висока вогнестійкість, висока температура плавлення	Граніти, сієніти, базальти, гнейси, слюдяні сланці
Темнозбарвлені мінерали (олівін, авгіт (піроксени), Рогова обманка (амфіболи))	Силікати, що містять залізо, магній	Кристалічна	5...7	3...4,7	Колір — чорний, зелenuватий. Блиск — скляний. Висока ударна в'язкість	Габро, лабрадорити, базальти, сієніти, діорити, андезити

Назва мінералу	Основні оксиди	Структура	Істинна густина, г/см ³	Твердість (за Моосом)	Інші властивості	Гірські породи, що містять мінерал
Мінерали осадових порід						
Група кремнезему (опал, халцедон, агат, яшма)	Силікати (слабозакристалізовані, також гідратовані)	Аморфна, склоподібна	5...6	2,5	Колір — білий, жовтий, червоний, різнокольорові. Блиск — тьмяний. Взаємодіють із лугами	Пісковики, кварцити
Група глинистих мінералів (каолініт, монтморіліоніт, іліт)	Гідроалюмосилікати	Кристалічна, може перетворюватись на аморфну	1...2,5	2,0...2,6	Колір — світлий, жовтий, сірий, блакитний. Пухкі, жирні на дотик. Низька хімічна стійкість	Глинисті породи, вивітрені польово-шпатні породи, сланці, пісковики
Група карбонатів						
кальцит	CaCO ₃	Кристалічна	3	2,3	Колір — білий, сірий. Блиск — скляний до землистого. Руйнується кислотами	Вашняки, крейда, мармур, доломіти, травертини, хлоритові сланці
доломіт	CaCO ₃ MgCO ₃	Кристалічна	3,5...4	2,8...2,9	Колір — білий, сірий	Доломіт
магnezит	MgCO ₃	Кристалічна	3,5...4,5	2,9...3,1	Колір — білий, сірий, жовтий	Магnezит
Група сульфатів						
гіпс	CaSO ₄ ·2H ₂ O	Кристалічна	2	2,3	Колір — білий, блакитний, жовтий, бурий Блиск — скляний Розчиняється у воді	Гіпс, ангідрит
ангідрит	CaSO ₄	Кристалічна	2,8...3	3...3,5	Колір — блакитно-білий, сірий	Ангідрит, гіпс
барит	BaSO ₄	Кристалічна	3...3,5	4,3...4,7	Колір — білий, сірий, жовтий	Барит

Характеристика головних гірських порід, що застосовуються у будівництві

Порода	Головні породоутвірні мінерали	Структура, текстура	Колір	Середня густина, кг/м ³	Границя міцності при стиску, МПа	Застосування
Вивержені інтрузивні породи						
Граніт	Кварц, ортоклаз, біотит, мусковіт (SiO ₂ 65...80%)	Зазвичай середньозерниста, інколи дрібнозерниста та крупнозерниста, при наявності крупних польовошпатних вкрапленнях — порфірова	Сірувато-білий, темно-сірий, червопуватий, жовтуватий, сіро-зелений, синьо-зелений	2600...2800	100...300	Мостовий камінь, тротуарні плити, східці, цокольний камінь, щербінь, зовнішнє та внутрішнє облицювання
Гранодіорит (перехідна порода до діоритів)	Кварц, ортоклаз, біотит	Зазвичай середньозерниста	Сірувато-білий	2670...2770	100...300	Мостовий камінь, тротуарні плити, східці, цокольний камінь, щербінь, зовнішнє та внутрішнє облицювання
Сієніт (різновиди сієніт, сієніто-діорит, монціоніт)	Ортоклаз, плагіоклаз, авгіт, рогова обманка (SiO ₂ 54...62%)	Зазвичай середньозерниста, інколи дрібнозерниста, інколи з польовошпатними вкрапленнями (порфірова)	Сірий, сіро-зеленуватий, червопуватий, червоний	2600...2800	150...300	Мостовий камінь, цокольний камінь, зовнішнє облицювання
Діорит	Ортоклаз, рогова обманка, біотит, авгіт, кварц (SiO ₂ 56...60%)	Середньо- і дрібнозерниста, інколи крупнозерниста	Сірий, темно-сірий із зеленим відтінком	2720...3000	180...240	Облицювальний камінь, дорожнє будівництво, пам'ятники
Габро	Авгіт, олівін, рогова обманка, (SiO ₂ 46...51%)	Зазвичай середньозерниста до дрібнозернистої, інколи крупнозерниста	Темно-сірий до чорного, плямисте розподілення кольору, світло-сірий	2900...3200	200...400	Зовнішнє облицювання, дорожні покриття, гідротехнічні споруди
Лабрадорит	Лабрадор	Крупнозерниста	Чорний із переливами блакитного, синього, іноді золотавого кольорів	2900...3100	130...250	Зовнішнє і внутрішнє облицювання, внутрішні сходи і майданчики, підлоги

Порода	Головні породотвірні мінерали	Структура, текстура	Колір	Середня густина, кг/м ³	Границя міцності при стиску, МПа	Застосування
Вивержені ефузивні породи						
Лінарит, кварцовий порфір	Аналогічно графіту	Склувата, порфірова з вкрапленнями	Білий, сірий, зеленуватий, блакитнуватий, чорний, червоний	2350...2650	130...180	Мостовий камінь, дорожній камінь, інколи як стіновий камінь, облицювання стін
Арахіт Трохея	Аналогічно сініту	Пориста, основна маса щільна (частково склувата) з вкрапленнями	Світло-сірий, сірий до темно-сірого	2440...2760	60...70	Стіновий камінь, дорожнє будівництво
Андезит	Аналогічно діориту	Щільна, пориста з вкрапленнями	Сірий до чорного, бурий, червокуватий, червоний	2540...2700	120...240	Стіновий камінь, мостовий камінь, кислототривкі виробн, щебінь
Діабаз	Аналогічно габро	Щільна, інколи з вкрапленнями авгіту, біотиту, рогової обманки. Приховано кристалічна, дрібнокристалічна	Сірий, зеленувато-сірий, зелений	2700...2900	200...400	Гідротехнічні споруди, кислототривкі та жаростійкі облицювання і кладка, дорожнє будівництво
Базальт	Аналогічно габро	Приховано-, дрібно-кристалічна, склоподібна	Чорно-сірий до чорного	2800...3300	180...440	Зовнішнє облицювання, дорожні покриття, гідротехнічні споруди, кислототривкі та жаростійкі виробн.
Вулканічний туф	Аморфний кремнезем	Склоподібна	Сірий, рожевий до фіолетового, коричневий, чорний	700...1400	5...15	Укладання стін, зовнішнє і внутрішнє облицювання, заповнювач для легких бетонів, активна мінеральна добавка
Перліт	Аморфний кремнезем	Склоподібна	Сірий, сірувато-блакитний	920...2400	25...100	Виготовлення пористих заповнювачів

Порода	Головні породотвірні мінерали	Структура, текстура	Колір	Середня густина, кг/м ³	Границя міцності при стиску, МПа	Застосування
Осадкові породи						
Пісковик	Кварц, кальцит, польовий шпат	Дрібно- і тонкозерниста	Білий, жовтий, сірий, буруватий	1900...800	10...250	Укладання фундаментів, стін, зовнішнє облицювання, виготовлення буту, щебеню, дорожні покриття, гідротехнічні споруди, кислототривкі виробн
Доломіт	Доломіт, магnezит	Приховано кристалічна	Жовтувато-білий, буруватий	2500...2900	100...150	Виробництво в'язучих речовин, вогнетривів, теплоізоляційних виробів, скла, буту, щебеню
Магнезит	Магнезит	Приховано кристалічна	Світло-сірий	2900...3000	120...200	Виготовлення каустичного магнезиту, вогнетривких виробів
Вапняк щільний	Кальцит, доломіт	Щільна дрібнозерниста	Білий, сірий до чорного, жовтуватий, бурий	1800...2600	10...150	Виготовлення портландцементу, вапна, щебеню, внутрішнє облицювання
Вапняк-черепашник	Кальцит, кремнезем	Пориста	Білий, сірий, жовтуватий	800...1800	0,4...15,0	Внутрішнє облицювання, укладання стін, заповнювач легкого бетону, виготовлення вапна, портландцементу
Гіпс	Гіпс	Зернистокристалічна	Білий, жовтий, сірий	2000...2200	20...30	Виготовлення в'язучих речовин, внутрішнє облицювання, скульптурні роботи

Порода	Головні породоутвірні мінерали	Структура, текстура	Колір	Середня густина, кг/м ³	Гранична міцність при стиску, МПа	Застосування
Ангідрит	Ангідрит	Зернисто-кристалічна	Блакитно-білий, сірий	2800...2900	60...80	Виготовлення в язучих речовин, внутрішнє облицювання
Діатоміт	Аморфний кремнезем	Аморфна	Білий, жовтуватий	400...1200	2...5	Активна мінеральна добавка, виготовлення теплоізоляційних виробів, легкої цегли
Третел	Аморфний кремнезем	Аморфна	Білий, сірий	350...800	2...3	Активна мінеральна добавка, виготовлення теплоізоляційних виробів, легкої цегли
Опока	Аморфний кремнезем, кальцит	Аморфна	Білий, сірий	600...1800	5...15	Укладання стін, заповнювач легких бетонів
Мегаморфічні породи						
Гнейс	Ортоклиз, кварц, біотит, мусковіт	Сланцювата	Сірий до червоно-ватого	2400...2700	60...250	Укладання фундаментів, бутова кладка, мостівля доріг
Глинистий сланець	Гідрослюда, монтморилоніт, кальцит, кварц	Тонкосланцева	Сірий, темно-сірий, чорний	2600...2700	50...240	Влаштування покрівлі, виготовлення пористих заповнювачів для бетону
Мармур	Кальцит, доломіт	Дрібно-, середньо-, крупнозерниста, щільна	Білий, сірий, жовтуватий, біло-рожевий, червоний, бурий, зеленуватий, чорний	2600...2800	50...300	Внутрішнє облицювання, виготовлення монументів, декоративно-художніх виробів, заповнювач для декоративних бетонів
Кварцит	Кварц, халцедон, опал	Дрібнозерниста, щільна	Білий, жовтий, сірий, від рожевого до темно-вишньового	2650...3000	100...500	Підфермове каміня, зовнішнє облицювання, виготовлення вогнетривких виробів, бутувий камінь, щербіль

Рекомендовані галузі використання природного каменю у будівництві

Гірська порода	Основні позитивні властивості	Основні недоліки	Рекомендоване використання
Граніт гранодіорит	Однорідність структури, довговічність, корозійна стійкість, висока твердість, низька стираність, декоративність, можливість отримання виробів будь-якої конфігурації	Висока теплопровідність, значна маса виробів, обмежена вогнестійкість. Значні працевтрати на добування і обробку, висока вартість виробів	Плити: облицювальні, цокольні, для підлог; карнизи, бази колон, профільні вироби для облицювання порталів, патичників, колон і карнизів, парпети та ін., заповнювач для бетонів
Габро, діабаз, лабраторит	Довговічність, корозійна стійкість, висока твердість, низька стираність, в'язкість при ударі, декоративність, можливість отримання будь-якої фактури поверхні	Значні працевтрати на добування і обробку, висока вартість виробів, висока теплопровідність, значна маса виробів	Плити: цокольні, підвіконні; парпети, карнизи, колони, сходи, профільні вироби
Діорит	Довговічність, низька стираність, декоративність, можливість отримання будь-якої фактури поверхні	Недостатньо добре полірується, даючи жирний блиск, висока теплопровідність, значна маса виробів	Плити: цокольні, підвіконні, для підлог; профільні деталі, сходи, парпети, карнизи, колони, бази колон, тумби, баясини
Туф	Довговічність, морозостійкість, добра тепло- і звукоізоляція, низька середня густина, декоративність, невисокі витрати на добування і обробку	Підається забрудненню в умовах запиленого середовища, значні коливання показників міцності і середньої густини	Плити облицювальні (переважно для інтер'єрів), стінові блоки і каміні, легкий заповнювач для бетонів та будівельних розчинів
Пісковик	Властивості породи змінюються залежно від її складу; відрізняється відносно високою міцністю, морозостійкістю, хімічною стійкістю	Забруднення в умовах запиленого середовища, висока теплопровідність, значна маса виробів, залежність властивостей від складу	Плити: цокольні, для підлог; бази колон, стіновий камінь і блоки (в основному як місцевий матеріал)
Кварцит	Довговічність, високі твердість, міцність, корозійна стійкість, декоративність, різноманіття кольорової гами, однорідність забарвлення	Складність обробки, значні працевтрати на добування і обробку, висока теплопровідність, значна маса виробів	Плити: цокольні, для підлог (з обмеженням); бази колон, парпети, сходи (з обмеженням), профільні і декоративні вироби
Білий і світло-сірий мармур	Достатня міцність, низька пористість, декоративність, різноманіття забарвлення та рисунка, можливість отримання будь-якої форми та фактури, більша морозостійкість, ніж кольорового мармуру	Здатність до корозії, низька твердість, складність догляду, висока вартість	Плити: облицювальні, цокольні, підвіконні; сходи, проступи, карнизи, портали та інші профільовані вироби, парпети, колони, декоративні вироби, заповнювач для декоративного бетону

Закінчення дод. 6

Гірська порода	Основні позитивні властивості	Основні недоліки	Рекомендоване використання
Кольоровий мармур	Достатня міцність, низька пористість, декоративність, різноманіття забарвлення та рисунка, можливість отримання будь-якої форми та фактури поверхні	Здатність до корозії, низька твердість та морозостійкість, складність догляду, висока вартість	Плити облицовальні для інтер'єру (стіни і підлог)
Вапняк твердий (мармуроподібний)	Достатня міцність, низька пористість, відносна простота обробки, однорідність кольорового тону, відносно невисока вартість	Неоднорідність структури і текстури, низька твердість, здатність до корозії	Плити цокольні, камені та блоки стінові, профільовані вироби, вироби для внутрішнього облицювання, заповнювач для бетонів, сировина для виготовлення в'язучих речовин
Вапняк м'який	Простота обробки, однорідність кольорового тону та текстури, невисока вартість	Піддається корозії, низька морозостійкість і твердість	Плити облицовальні для внутрішніх стін, стінові камінь і блоки
Вапняк-черепашник	Низька середня густина, висока пористість, низька теплопровідність, декоративність за рахунок неоднорідної текстури	Низька міцність, низька морозостійкість, піддається корозії	Плити облицовальні для внутрішніх стін, стінові камінь і блоки, заповнювач для легких бетонів
Доломітований вапняк, доломіт	Достатня міцність, низька пористість, відносна легкість обробки, декоративність, невисока вартість	Низька морозостійкість, обмежена хімічна стійкість	Плити облицовальні, стіновий камінь
Травертиновий вапняк	Морозостійкість, хімічна стійкість, легкість обробки, низька теплопровідність, декоративність за рахунок різноманіття кольорових тонів і неоднорідної текстури, невисока вартість	Піддається забрудненню	Плити облицовальні, стіновий камінь, вироби складної конфігурації
Гіпс, ангідрид	Низька теплопровідність, легкість обробки, декоративність	Низька водостійкість та морозостійкість, обмеженість використання, низька твердість	Плити облицовальні для інтер'єрів, декоративні вироби

Додаток 7

Галузі використання виробів із природного каменю

Найменування виробів	Галузі використання
Блоки з природного каменю	Для виготовлення облицовальних плит, архітектурно-будівельних виробів, бортового каменю, бруківки, заготовок для реставраційних робіт, мінеральних виробів
Каміні стінові	Піляні стінові камені з гірських порід, призначені для укладання стін, перегородок та інших частин будівель і споруд
Плити облицовальні	Облицовальні плити, виготовлені розпилюванням блоків із природного каменю і призначені для зовнішнього та внутрішнього облицювання елементів будівель і споруд
Каміні бортові	Дорожнє будівництво
Камінь бутовий	Для укладання фундаментів, відмощення та ін.
Вироби архітектурно-будівельні з природного каменю	Для облицювання цоколів, плит підвіконних і накривних, проступів та парпетів
Щебінь і пісок декоративні з природного каменю	Заповнювачі декоративні для бетонів і розчинів
Плити декоративні на основі природного каменю	Для зовнішнього та внутрішнього облицювання елементів будівель і споруд. Мають мозаїчну, брекчійоподібну та орнаменту поверхню і виготовляється з використанням природного каменю та неорганічних або органічних зв'язуючих речовин

Галузі застосування основних видів скла та виробів на його основі

Вироби	Вид скла	Застосування
Листове будівельне та декоративне скло	Віконне та вітринне неполіроване Вітринне поліроване Візерункове кольорове та безбарвне. «Мороз» і «Заметіль» Армоване кольорове та безбарвне	Скління вікон, дверей, вітрин, ліхтарів верхнього світла Скління вітрин, вікон, дверей, виготовлення дзеркал, елементів меблів Скління світлових прорізів у стінах та покриттях, влаштування внутрішніх перегородок, напівпрозорих екранів і світлопрозорих огорож Скління прорізів стін та ліхтарів верхнього світла, влаштування внутрішніх перегородок і огорож балконів
Листове скло зі спеціальними властивостями	Увіюлеве (пропускає ультрафіолетові промені) Таке, що вбирає ультрафіолетові промені З напівпрозорим дзеркальним покриттям Тепловбирне Теплодбвнне Теплозахисне Теплопровідне Загартоване	Скління віконних прорізів шкільних закладів, дитячих та лікувальних установ, спортивних і оздоровчих споруд Скління книгозховищ, архівів, музеїв, виставкових залів, бібліотек Скління, що виключає проглядання приміщень ззовні, скління внутрішніх перегородок Скління прорізів будівель, які потребують сонцезахисту Скління для зниження тепловтрат узимку Скління приміщень, які не допускають запітніння або утворення конденсату на поверхні скла Влаштування електронагрівальних скляних споруд у північних районах країни або будівель із підвищеними гігієнічними вимогами Скління навчально-виховних, спортивних, видовищних, торгових споруд, влаштування внутрішніх перегородок, скляні навісні огорожі
Кольорове та художнє скло	Вітражне, забарвлене в масі або накладне, пофарбоване електрохімічним способом Скляна мозаїка, смальта	Виготовлення художніх вітражів, напівпрозорих екранів, декорування стін, стель, перегородок Декоративне скління прорізів, перегородок, екранів Зовнішнє та внутрішнє опорядження споруд, виготовлення художніх панно і картин

Закінчення дод. 8


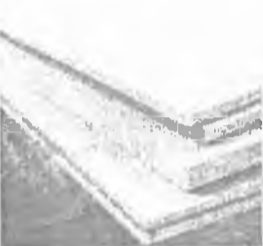
Вироби	Вид скла	Застосування
Будівельні вироби	Скляні порожністі блоки Призми, лінзи, плитки Профільне скло кольорове та безбарвне, армоване та неармоване: коробчасте, швелерне та ребристе Склопакети зі скла звичайного та зі спеціальними властивостями Скляні загартовані дверні полотна Труби скляні Нідрювате скло Скляне волокно	Заповнення світлових прорізів у стінах, перегородках, покриттях, у тому числі у великорозмірних залізобетонних панелях стін та покриттів Залізобетонні панелі стін, покриттів і перекриттів; спорудження стін неопалюваних споруд, заповнення віконних прорізів, влаштування внутрішніх перегородок, ліхтарів верхнього світла, козирків, піддашків, огорож балконів, лоджій Заповнення світлових прорізів стін і покриттів, влаштування огорож Створення інтер'єру громадських споруд Напірні, безнапірні та вакуумні трубопроводи для транспортування агресивних речовин (крім фторидної кислоти) Тепло- та звукоізоляційні вироби Теплоізоляційні вироби (гнуцькі, тканинні, напівжорсткі), армування виробів замість металу

Додаток 9

Марки листового скла




Марка скла	Товщина, мм	Умовна назва	Рекомендована галузь застосування
M1	2...6	Дзеркальне полішнене	Виготовлення високоякісних дзеркал, вітрових стекол легкових автомобілів
M2	2...6	Дзеркальне	Виготовлення дзеркал загального призначення, безпечних стекол транспортних засобів
M3	2...6	Технічне поліроване	Виготовлення декоративних дзеркал, безпечних стекол транспортних засобів
M4	2...6	Віконне поліроване	Високоякісне скління світлопрозорих конструкцій
M5	2...6	Віконне неполіроване	Скління світлопрозорих конструкцій, безпечних стекол для сільськогосподарських машин
M6	2...6	Те саме	Скління світлопрозорих конструкцій
M7	6,5...12	Вітринне поліроване	Високоякісне скління вітрин, вітражів
M8	6,5...12	Вітринне неполіроване	Скління вітрин, вітражів, ліхтарів

Характеристика і галузі використання деяких теплоізоляційних матеріалів



Матеріал	Коефіцієнт теплопровідності при 25°C, Вт/(мК)	Середня густина, кг/м ³	Група горючості	Діапазон температур використання, °C	Водопоглинання за об'ємом, %	Галузі використання
1	2	3	4	5	6	7
 Спінений полістирол	0,030...0,040	15...40	Г1...Г4	до 100	0,5...1,5	Для теплоізоляції в системах зовнішнього утеплення «мокрого» типу, також із утеплювачем із зовнішнього боку огорожувальної конструкції, в шаруватому муруванні, тришарових бетонних і залізобетонних панелях
 Екструзійний полістирол	0,038...0,041	25...45	Г1...Г4	до 75	0,1...0,5	Для теплоізоляції стін, підлог, перекриттів, покрівель і підземних частин, виготовлення сендвіч-панелей, теплоізоляції автомобільного і залізничного полотна

К.К. Пухлярьова, М.О. Кочевих, О.А. Гончар, О.П. Бондаренко. Матеріалознавство

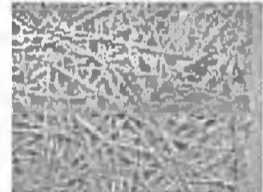


Продовження дод. 10




1	2	3	4	5	6	7
 Пінополіуретан	0,030...0,040	30...200	Г1...Г4	від -200 до +100	0	Для тришарових панелей, трубопроводів різного призначення, технічної теплоізоляції
 Спінений каучук	0,033...0,038	65...80	Г1...Г4	до 100	0	Для інженерних комунікацій, трубопроводів холодного водопостачання
 Ніздрювате скло	0,037...0,044	105...125	НГ	до 485	0	Для рулонних і мастичних покрівель

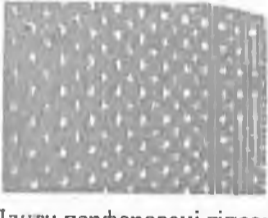
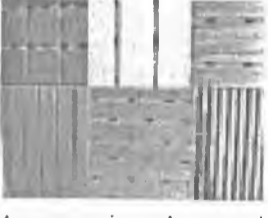

Додатки

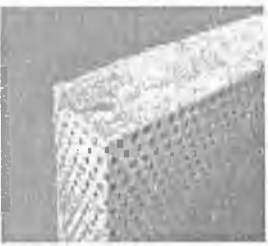


1	2	3	4	5	6	7
 <p>Вироби з мінеральної вати</p>	0,037...0,038	43...160	НГ	до 250 (570)	1...1,5	На зовнішній стороні фасадів, у системах із «товстою» штукатуркою, для вентиляованих фасадних конструкцій, як одношарова теплоізоляція в бетонних и залізобетонних сандвіч-панелях, теплоізоляція трубопроводів, повітропроводів та іншого технічного обладнання
 <p>Скловата</p>	0,037...0,046	13...85	Г1...Г4	від -60 до 180	від 5	Для тепло- та звукоізоляції скатних покрівель, підлог, мансард, горниц, внутрішніх перегородок, зовнішніх стін, міжповерхових перекриттів, підвалів, обладнання



Характеристика звукопоглинальних матеріалів і виробів

Назва матеріалу виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 <p>Підвісні стелі та стінові панелі</p>	Пресована деревна стружка діаметром 3...4 мм та магнєзальна в'язуча речовина	Висока міцність; екологічність, можливість фарбування у різні кольори; група горючості — Г1	Студії звукозапису, концертні зали і кінотеатри. Спортивні зали, вестибюлі, зали очікування, офісні приміщення. Технічні приміщення: вентиляційні камери, машинні відділення ліфтів
 <p>М'які звукопоглинальні плити</p>	Пінополіуретан з лицьовою поверхнею різної форми: хвиляподібною, трапецевидною, пірамідальною. Колір — графіт	Середня густина — 30 кг/м ³ ; коефіцієнт звукопоглинання — 0,47...0,62 в інтервалі середніх та високих частот; гігієнічність; екологічність	Інтер'єри музикальних студій, студій звукозапису, дикторських кабін, класів музичних шкіл, технічних приміщень, домашніх кінотеатрів
 <p>Підвісні акустичні панелі для стель</p>	Скловолокно, покрите склотканиною різних кольорів	Коефіцієнт звукопоглинання — 0,8...0,95 в діапазоні частот 500...4000 Гц; групи за горючістю: Г1 (низької горючості), В1 (не підтримують горіння), Д1 (з малою здатністю до димоутворення)	Використовують при відносній вологості приміщень до 95% та температурі не вище 30°C. Офісні приміщення, школи і дитячі садки, торговельні центри, кінотеатри, радіо- та телестудії, лікарні




Назва матеріалу виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Акустичні (звукопоглинальні) стінові панелі	Скловолокно високої щільності, лицьова поверхня якої може бути покрита фарбою або текстильною сіткою зі скловолокна. Внутрішній бік покритий непофарбованою склотканиною	Маса — 4...5 кг/м ² ; коефіцієнт звукопоглинання — 0,6...0,93 у діапазоні частот 250...4000 Гц; гіпоалергенність; пожежобезпечність	У приміщеннях з гладкою поверхнею стелі (атріуми), де необхідно ефективно поглинання звука поверхнею стін: домашні кінотеатри, спортивні споруди, кіноконцертні зали, об'єкти масових зборів
 Підвісні акустичні панелі для стель	Мінеральна (базальтова) вата високої щільності із синтетичною зв'язуючою речовиною, поверхня якої пофарбована спеціальною акустичною фарбою	Коефіцієнт звукопоглинання — 0,85...1,0 в діапазоні частот 250...4000 Гц; довговічність; екологічна та пожежна безпека; низька теплопровідність; стійкість до перепадів температур і вологості; різноманіття дизайну; зручність монтажу	Закриті офіси, офіси відкритого плану, вітальні, класні кімнати, лекційні аудиторії, холи, бібліотеки, комп'ютерні кімнати, басейни, госпіталі, лабораторії, кафе, ресторани, коридори, сходи
 Акустичні панелі	Меламінова піна	Розміри панелей: 600×1200 мм, товщина 37,5; 46; 62,5 мм; середня густина — 11,2 кг/м ³ ; коефіцієнт звукопоглинання — 0,6...0,96	Студії звукозапису, радіо- і телестудії, спортивні зали, стрілкові тири, приміщення з промисловими агрегатами, компресорним та насосним обладнанням, трансформаторами

Назва матеріалу виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Плити перфоровані гіпсові звукопоглинальні (ІПГЗ)	Перфорований гіпсокартон, який містить зерна цеоліту для очищення повітря приміщення, а також флізеліновий нетканний шар зі зворотного боку	Високий коефіцієнт звукопоглинання в діапазоні середніх та високих частот, витримують постійну вологість 95%; група за горючістю — Г1; високі коефіцієнти світловідбиття і світлорозсіювання; висока повітропроникність; ударна міцність і стійкість до агресивних середовищ	Для зниження рівня шуму у містах скупчення та інтенсивного пересування людей. Для коригування акустики при низьких частотах студій звукозапису, концертних залів, кінотеатрів тощо. Для поглинання відбитого шуму в технічних приміщеннях: машинних відділеннях ліфтів, насосних і бойлерних станціях
 Акустичні перфоровані панелі	Панелі із МДФ (medium density fiberboard), які можуть бути покриті натуральним деревним шпоном цінних порід, меламіновою плівкою, що імітує структуру деревини, чи пофарбовані спеціальними фарбами. Зворотний бік панелей покривають віскозним акустично прозорим матеріалом	Середня густина плит МДФ — 750 кг/м ³ ; легкість монтажу за рахунок пазогребневої конструкції; групи за горючістю — Г1 та Г2	Можливість коригування акустики приміщення за рахунок способу монтажу, типу перфорації і параметрів звукопоглинального середнього шару. Для акустичного оздоблення поверхонь стін та стель у приміщеннях, до яких висуваються високі акустичні вимоги
 Панелі та листи перфоровані	Перфорований гіпсокартон, на тильний бік якого наклеєне акустичне прозоре неткане полотно	Ефективність коригування акустичного середовища при низьких частотах, можливість фарбування у будь-який колір, легкість монтажу	В студіях звукозапису, музичних кімнатах, домашніх кінотеатрах і концертних залах, офісних приміщеннях, а також у приміщенні вентиляційних камер, машинних відділень ліфтів, насосних і бойлерних станцій

Назва матеріалу виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Панелі стінові касетні	Стальна оцинкована касета (товщина сталі 1 мм) із перфорованою поверхнею і наповнювачем із базальтової або скляної вати в герметичному чохла з базальтової тканини	Антивандальність; коефіцієнт звукопоглинання — 0,4...0,78 у діапазоні частот 200...4000 Гц	У громадських приміщеннях: готелях, оздоровчих установах, спортивних комплексах, а також у кінотеатрах, клубах, дискотеках, боулінгах, кафе і ресторанах
 Акустичні стінові панелі	Мінеральна вата високої щільності із синтетичною зв'язуючою речовиною, лицьова поверхня може бути покрита склотканиною, пофарбована або покрита перфорованим екраном	Коефіцієнт звукопоглинання — 0,75 і вище, світловідбиття — 85%, вологостійкість — 100%, група за горючістю — Г1	Для приміщень із підвищеним рівнем фізичної активності, наприклад, спортивні зали, навчальні заклади, нічні клуби, коридори, вестибюлі
 Об'ємний підвісний звукопоглинач	Супердовге скловолокно, покриті з зовнішніх боків склополотном	Об'єм панелі 0,072 м ³ , маса — 6 кг; наявність двох поглинальних поверхонь; коефіцієнт звукопоглинання — 0,42...0,9 у діапазоні 200...4000 Гц	Для приміщень, де неможливе використання підвісних стель або напилених покриттів (наприклад, світлопрозорі дахи). Для коригування акустичного середовища в приміщеннях громадського призначення з високими стелями




Назва матеріалу виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Акустична штукатурна система	Звукопоглинальні скловолокнисті плити ISOVER товщиною 30 мм і густиною 70...80 кг/м ³ , на які напиленим нанесена звукопоглинальна штукатурка, що містить целюлозу	Відсутність стиків, екологічно безпечне нанесення; можливість локального ремонту; високі звукопоглинальні властивості	Для зниження рівня шуму в приміщеннях громадського призначення, кафе, ресторанах, офісах, а також для коригування акустики концертних та конференц-залів, театрів, музичних студій і домашніх кінотеатрів
 Акустичне покриття, що наносять напиленим	Крупнодисперсні пластивці целюлози (5...10 мм), полівінілацетатний клей, спеціальні добавки, барвники	Висока теплоізоляція; звукопоглинання в діапазоні частот 250...4000 Гц при товщині 15, 25, 37, 50 мм; контроль за конденсацією вологи у приміщенні, покращення акустики	Для акустичної обробки приміщень з великими площами і внутрішніми об'ємами — спортивно-розважальних комплексів, виробничих приміщень із високим рівнем шуму, стадіонів, фітнес-центрів, вокзалів, аеропортів

Характеристика звукоізоляційних матеріалів та виробів




Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Напівжорсткі та еластичні плити	Скловолокно, гідрофобізоване водо-відштовхувальними речовинами	Паропроникність; тепло- та звукоізоляція; висока стабільність форми; тривалий термін експлуатації в сухих умовах	Тепло- і звукоізоляція в конструкціях тришарових стін, навісних вентиляційних фасадів
 Професійна акустична мінеральна вата	Базальтове або скляне волокно, обклеєне спеціальною склоповстю	Середня густина — 90 кг/м ³ ; низькі значення динамічного модуля пружності (0,35 МПа); індекс зниження рівня ударного шуму — 37 дБ; коефіцієнт теплопровідності — 0,033 Вт/(м·К); негорючий (група горючості НГ); хімічно інертний; не має неприємного запаху	При влаштуванні «плаваючої» підлоги як пружний шар, для акустичної розв'язки будівельних конструкцій, віброізоляції фундаментів інженерного обладнання
 Жорсткі звукоізоляційні плити	З одного боку — скловолокно чорного кольору, обклеєне спеціальною склоповстю, з іншого — світле скловолокно	Середня густина — 150, 175, 200 кг/м ³ ; теплопровідність — 0,039 Вт/(м·К); міцність при стиску при 10% деформації — 60 КПа; водопоглинання за об'ємом — 1,0%; вологість 0,5%; міцність на відрив шарів — 15...17 КПа; паропроникність — 0,3 мг/м КПа; негорючий (група горючості НГ)	Тепло- і звукоізоляція повітроводів прямокутного перерізу, вентиляційних камер; як звукопоглинальні панелі для виробничих приміщень, кіно- та концертних залів, студій звукозапису


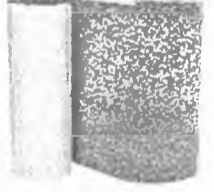

К.К. Пушкарєва, М.О. Качевих, О.А. Гончар, О.П. Бондаренко, Матеріалознавство




Продовження дод. 12

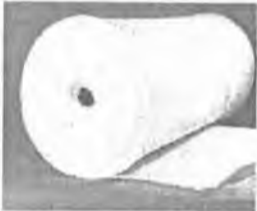

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Звукоізоляційні мати (рулони)	Скловолокно, покрите з одного боку алюмінієвою фольгою	Розміри рулону: 100/50×7000×1200 мм; теплопровідність — 0,035 Вт/(м·К); середня густина — 25 кг/м ³ ; негорючий (група горючості НГ)	Звукоізоляція ненавантажених конструкцій, стін за батареями центрального опалення, каркасних стін у лазнях і саунах, у малоповерховому і котеджному будівництві, у металевих будівлях
 Рулонний матеріал для звукоізоляції ударного шуму	Багатошарова звукоізоляційна склоповсть із одностороннім полімерно-бітумним покриттям	Індекс зниження рівня ударного шуму — 23 дБ; поверхнева густина — 1,3 кг/м ² ; водонепроникність під тиском протягом двох годин — 0,49 МПа; температура укладання — не нижче 0°C; міцність на розрив уздовж полотна — не менше 170 Н; тривалий термін експлуатації	При влаштуванні «плаваючих» підлог як вирівнювальна пружна звукоізоляційна підкладка під армовану стяжку
 Рулонний матеріал ЗВУКОІЗОЛ	Захисна полімерна плівка, модифіковане бітумно-полімерне покриття (1,3 мм), звукоізоляційний газспінений пілополістирол (4 мм)	Товщина — 5 мм; маса — 1,6 кг на м ² ; підвищені тепло-, звуко- і гідроізоляційні властивості; індекс зниження рівня ударного шуму — 23 дБ; еластичний; екологічно та гігієнічно безпечний; стійкий до пилу	Для покращення захисту від ударного шуму в міжповерхових перекриттях; при влаштуванні бетонних стяжок; як підкладка під «плаваючі» підлоги; для звуко-, тепло- та гідроізоляції будівель і приміщень



Додатки

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Рулонний матеріал ТЕРМОЗВУКОІЗОЛ	Склопівсть, (базальтове волокно), скріплена з захисною оболонкою прошивними нитками	Теплопровідність — 0,033 Вт/(м·К); опір паропроникненню — 0,087 м ² годПа/мг; середня густина — 162,7 кг/м ³ ; сорбційна вологість — 1,2%; водопоглинання при частковому запуванні — 49,5%; деформативність при вдавлюванні — 2,3 мм; індекс покращення ізоляції ударного шуму — 29 дБ; вогнестійкий	Звукоізоляція дахів, стін перегородок і стель квартир, офісів, студій аудіо-, кіно- і відеозапису; для захисту приміщень від ударного шуму та вібрацій; пружна шумо- і вібропоглинальна підкладка під «плаваючі» підлоги
 Деревноволокнисті плити (ДВП)	Маса на основі целюлозних волокон, наповнювачів, синтетичних полімерів і спеціальних добавок	Середня густина — більше 850 кг/м ³ ; коефіцієнт теплопровідності 0,18...0,24 Вт/(м·К); границя міцності при згині — не менше 40...50 МПа; міцність плит при розтягу в 1,5 разу менше міцності при згині; пористість може досягати 80%	Внутрішнє оздоблення будівель; облицювання салонів літаків і кают пароплавів; влаштування перегородок, стель, настилення підлог; виготовлення дверних полотен і вбудованих меблів; для покриття підлог
 Плити високої щільності ХДФ (High Density Fiberboard)	Маса на основі подрібнених деревних волокон із полімерними зв'язуючими речовинами	Середня густина — 850...1050 кг/м ³ ; мінімальна міцність при згині — 45 МПа; екологічно безпечні; однорідні за своєю структурою	Виготовлення підвісних стель; оздоблення стін у житлових приміщеннях; в якості офісних перегородок та звукоізоляційного матеріалу



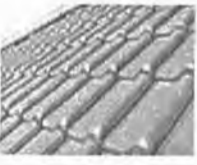

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Пробкові покриття для стін	Агломерована пробка, що покрита декоративним пробковим шпоном	Розміри плитки: 300x600x3мм; мають добрі акустичні, тепло-, звукоізоляційні та радіаційнозахисні властивості; індекс зниження рівня ударного шуму — 12 Дб; є антистатиками і легко відштовхують пил; добре мипоться; не вбирають запахи; стійкі до дії хімічних речовин; не схильні до старіння; хімічно інертні, стійкі до дії ультрафіолетового випромінювання; не схильні до гниття; термін експлуатації — 40 років	Оздоблення стін і підлог аеропортів, готелів, офісів, лікарень, дитячих садків. Використовують як підкладку під «плаваючу» підлогу, щитовий паркет, лінолеум, як тепло- і звукоізоляційний матеріал в бетонних перекриттях, студіях звукозапису, домашніх кінотеатрах, музичних кімнатах, спальних приміщеннях
 Технічна пробка в рулонах	Подрібнена і спресована кора пробкового дуба, що склеюється суберином (речовиною, яка міститься в самій пробці)		
 Звукоізоляційні високоміцні самопріклеювальні мембрани	Полімери, які не містять бітум, та стрічка, що забезпечує приклеювання до основи	Середня густина — 1,9 г/см ³ ; індекс зниження рівня ударного шуму (Rw) — 28...30 дБ; висока еластичність і гнучкість; міцність на розтяг — 30 Н/см ² ; витягування — 300%; сила роздавлювання — 4,84 кг/см ² ; морозо- і теплостійкий; група за горючістю — Г1; не вбирає вологу; не пліснявіє; термін експлуатації — 10 років	Звукоізоляція від повітряного шуму в перегородках у комплексах з легкими панелями з різних матеріалів для стель, перекриттів, «плаваючої» підлоги; від ударних шумів — для металевих дахів; у промисловій сфері — для звукоізоляції кабін, машинних відділень, водостічних труб


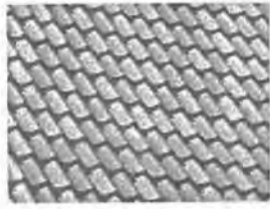

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Пінопласти: поліуретанові, поліетиленові, полівінілхлоридні	Пінопласти на основі: полістиролу, поліуретану, полівінілхлориду, карбаміду, формальдегіду, фенолформальдегіду	Низька середня густина; високі тепло- і звукоізоляційні властивості: не вбирають вологу; не пліснявють; низькі гігроскопічні властивості; термін експлуатації — 10...40 років, екструзійного пінопласту — до 80 років	Звукоізоляція та утеплення стін, стелі і підлоги приміщень; теплоізоляція холодильного устаткування; електроізоляція; при виробництві меблів
 Плити ППС «Піноплекс» із екструзійного пінополістиролу	Полістирол у гранулах зі спінювальним агентом (суміш фреону з діоксидом карбону)	Середня густина — 7...50 кг/м ³ ; міцність при згині — 0,06...0,3 МПа, водопоглинання за об'ємом — не більше 0,2%, група за горючістю — Г1, Г4; коефіцієнт теплопровідності — 0,038...0,043 Вт/мК; індекс покращення ізоляції від структурного шуму в конструкції підлоги 23 дБ; температурний діапазон експлуатації — 50 + 75°C	Ізоляція фундаментів, стін, покрівлі, підлог різного типу, в транспортному будівництві
 Звукоізоляційна мембрана	Екструзійний пінополіетилен із закритою пористістю	Незначна товщина мембрани (при товщині 5 мм дозволяє зменшити структурний шум на 22 дБ); низьке вологопоглинання; залежно від висоти приміщення і вимог до звукоізоляції мембрана укладається в один або два шари	Влаштування або ремонт підлог у приміщеннях з обмеженою висотою; у вологому середовищі (ванних кімнатах); як компонент у конструкціях для амортизації ударів, зниження вібрації



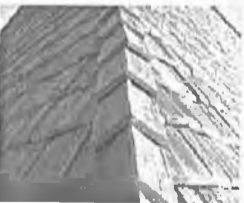
Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Пінополіетилен (ізолон, ізонел, пленекс, поліфом, теплофлекс, порілекс, енергофлекс, стізол, ізоком, джермафлекс, стейнофон, ізопенол)	Поліетилен високого тиску, піноутворюючі та спеціальні добавки.	Середня густина від 20 до 80 кг/м ³ ; група за горючістю — Г2; добре контактує з цементом, бетоном та ін. матеріалами; стійкий до дії більшості розчинників, бензину і масел; нестійкий до ультрафіолетового випромінювання; при тривалих навантаженнях, коли зменшення товщини досягає 76%, втрачає ізоляційні властивості	Влаштування міжповерхових бетонних стяжок; як підкладка під «плаваючі» підлоги, паркет, ламінат; при ущільненні стиків; як додаткова тепло- і звукоізоляція
 Рулонний матеріал ФОЛЬГОІЗОЛ	Бітумна в'язуча речовина з мінеральними наповнювачами і антисептиком, покрита з верхнього боку шаром рифленої алюмінієвої фольги. Основа — пергамін покрівельний	Розміри рулону: 1×20 м; маса 1 м ² матеріалу — 750 г; гнучкість на брусі із заокругленим діаметром 25 мм.; розривна сила при розтягуванні — 456 кгс; водопоглинання за масою протягом 24 годин — не більше 30%; водонепроникність протягом однієї години під тиском 0,01 МПа; теплостійкість при t +70°C; тривалий термін експлуатації	Гідроізоляція трубопроводів, теплотрас, повітроводів; влаштування захисного покриття інженерних комунікацій; гідрота звукоізоляція будівель і споруд, покрівель та перекриттів

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 <p>Гума губчаста (листи, рулони)</p>	Спінені тверді каучуки або латекси	Середня густина — 290...410 кг/м ³ ; високі тепло-, звуко- і герметизуючі властивості; термостійкість — до 60...70°C; подовження при розриві — 400...550%; застосовується при t навколишнього середовища від -50°C до +70°C	Шумовіброізоляція в приладобудівельній, машинобудівельній, поліграфічній промисловості; для ущільнення різних з'єднань
 <p>Листовий матеріал із використанням вібропоглинальних полімерних або бітумних мастик</p>	Полімерна або бітумна композиція, покрита алюмінієвою фольгою	Високі герметизуючі та антикорозійні властивості; вологостійкий; атмосферостійкий; температурний діапазон експлуатації -45 +100°C	Для зняття локальних вібрацій з металу, пластику; для акустичного тюнінгу автомобілів; звукоізоляції промислового обладнання та інженерних систем




Характеристика і галузі використання деяких покрівельних матеріалів

Назва матеріалу	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 <p>Композитна черепиця</p>	Стальний лист, акриловий ґрунт, захисне покриття, гранули натурального каменю	Маса 1 м ² — 6,5 кг; знижує шум від дощу; стійкість до перепадів температур; високі показники пожежної безпеки; висока міцність, стійкість до пошкоджень та подряпин	Для всіх видів скатних покрівель із кутом нахилу від 12° до 90°
 <p>Металочерепиця</p>	Гарячецинкований лист із багатшаровим покриттям із обох боків: сталь забезпечує міцність, алюміній — корозійну стійкість, цинк — катодний захист поверхонь зрізу від пошкоджень	Маса 1 м ² — 3,6...5,5 кг; термін експлуатації — до 50 років; висока корозійна стійкість і кольоростійкість; архітектурна виразність, різноманіття кольорів та фактур. Недоліками є погана звукоізоляція та велика кількість відходів при монтажі	При влаштуванні покрівель із кутом нахилу більше 14° при будівництві котеджів, багатповерхових офісних будівель, промислових і торговельних об'єктів
 <p>Керамічна черепиця</p>	Глина, вода та мінеральні добавки, які надають при випалюванні колір черепку; глазур, ангоб	Мінімальні витрати на експлуатацію; високе звукопоглинання; висока корозійна стійкість; морозостійкість до F1000 і більше; декоративна привабливість завдяки різноманіттю форм та кольорів; екологічність. Недоліками є велика маса, крихкість та трудомісткість влаштування покрівель	Для покрівель різноманітної форми з кутом нахилу від 10° до 80°
 <p>Бітумна черепиця</p>	Склоповість, окиснений бітум та бітум, модифікований СБС	Герметичність покрівлі; високе звукопоглинання та корозійна стійкість; архітектурна виразність за рахунок різноманіття кольорів, форм та завдяки гнучкості. Недоліками є горючість; старіння та неможливість монтажу при від'ємних температурах	Для покрівель будь-якої складності, форми та конфігурації при будівництві як приватних, так і промислових та громадських будівель; для реконструкції та ремонту старих покрівель; кут нахилу не менше 10°




Назва матеріалу	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Бітумний сврошифер	Органічні волокна, бітум, мінеральний наповнювач, гума, мінеральні пігменти	Низьке водопоглинання; висока атмосферостійкість; корозійна стійкість (до дугів і кислот, промислових газів, бактерій та мікроорганізмів, бензину і дизпалива); термін експлуатації — 50 років	Для покрівель у приватному, промисловому та житловому будівництві; як облицювальний матеріал для вертикальних поверхонь
 Цементно-піщана черепиця	Склад дрібнозернистого бетону: кварцовий пісок, цемент, пігмент (оксид заліза)	Висока міцність при згині; морозостійкість — не менше F1000; пожежобезпечність; висока атмосферо- та корозійна стійкість; гарна звукоізоляція; низька теплопровідність; мінімальні затрати на експлуатацію; термін експлуатації — до 100 років	Для влаштування скатних покрівель будь-якої складності широкої кольорової гами з кутом нахилу від 20° до 60°
 Свроруберойд	Як основа — скловолокно, скло-тканина або поліефірне полотно, бітум, модифікований СБС та АПП	Висока теплостійкість (+80°C); еластичність при від'ємних температурах; стійкість до стирання та стискання; висока водонепроникність; гнучкість	Для влаштування та ремонту плоских покрівель житлових, промислових та цивільних будівель і споруд

Назва матеріалу	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Азбестоцементні листи	Суміш коротковолокнистого азбесту (15%) та портландцементу (85%)	Висока міцність при згині; ударна в'язкість; низька ціна. До недоліків належать крихкість; декоративна непривабливість; низька біологічна стійкість; шкідливість азбесту для здоров'я людини	Для влаштування скатних покрівель, фасадів, огорожень
 Покрівельні мастики	Органічні в'язучі речовини (бітум, дьоготь, полімери), сухі наповнювачі (торф'яна крихта, азбест, молотий шлак, вапняк, деревинна мука)	Стійкість до агресивних середовищ, окислення та ультрафіолетового випромінювання; корозійна стійкість при температурах від -40 до +100°C; висока міцність; еластичність; низька маса; абсолютна герметичність покрівлі	Для влаштування покрівель тільки на ідеально рівних поверхнях
 Дерев'яна черепиця (гонт (шиндель) — невеликі дошки, які мають клиноподібний переріз)	Покрівельний і фасадний матеріал, виготовлений із порід деревини, які мають велику кількість річних кілець (сибірська модрина, ялина, дуб, осика, червоний канадський кедр)	Високі естетичні властивості; екологічність; низька маса; морозостійкість; простота монтажу; термін експлуатації — до 100 років	При влаштуванні покрівлі дахів будинків, котеджів, лазень, альтанок, інколи — як фасадний матеріал


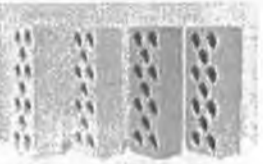

Характеристика та галузі використання деяких гідроізоляційних матеріалів

Назва матеріалу	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Гідрофобізатор — водовідштовхуючий, антибактеріальний, просочувальний склад	Водний розчин кремнієорганічної рідини з додаванням речовини, яка знищує шкідливі мікроорганізми (біоциду)	Збільшує морозостійкість та тріщиностійкість матеріалів; попереджає утворення «висолів» та забруднення поверхні; має антибактеріальні властивості	Для захисту від води штучного і природного каменю, цегляних, бетонних поверхонь різної щільності, інших мінеральних поверхонь. Може бути фінішним покриттям та фарбуватися
 Бентонітові мати	Натрієвий бентоніт як водопоглинальний матеріал, геотекстильний, поліпропіленовий матеріал як армувальна оболонка, що утримує шар бентоніту	Коефіцієнт фільтрації $1,2 \times 10^{-11}$ м/сек.; витримує гідростатичний тиск 80 мм вод. ст.; стабільний у середовищі з pH 5...10; висока атмосферо-, морозо- та корозійна стійкість; екологічно безпечний; проста монтаж та укладки полотнищ	Для гідроізоляції підземних споруд та основ фундаментів, гідротехнічних споруд, полігонів для поховання відходів, резервуарів питної води та стічних вод
 Геомембрана	Поліпропілен високої густини та полімерні смоли, до складу входять стабілізатори та антиокиснювачі	Водонепроникність; довговічність; стійкість до ультрафіолетового випромінювання та токсичних і хімічних реагентів із pH 0,5...14; відносне видовження 700...900%; не руйнується при від'ємних температурах до -40°C ; стійкість до розривів та ударів; легкість зварювання та проста монтаж	Для гідроізоляції підземних паркінгів, основ фундаментів, покрівель, які експлуатуються, тунелів, гідротехнічних споруд, полігонів із утилізації токсичних та радіоактивних відходів, резервуарів питної води і стічних вод

Закінчення дод. 14

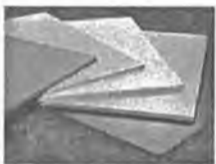



Назва матеріалу	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Проникаюча гідроізоляція для бетону «Пенетрон»	Суха суміш, яка складається зі спеціального цементу, кварцового піску та активних хімічних компонентів	Підвищує водонепроникність, міцність та морозостійкість бетону; захищає конструкцію від впливу агресивних середовищ: кислот, лугів, стічних і ґрунтових вод та морської води	Для гідроізоляції збірних і монолітних бетонних та залізобетонних конструкцій марки не нижче М100 та штукатурних шарів із цементно-піщаного розчину марки М150 і вище. Для гідроізоляції поверхонь із порами та тріщинами з шириною розкриття не більше 0,4 мм
 Рулони бітумні гідроізоляційні матеріали «Sintopol»	Підсилений скловолокном нетканий поліефір, з обох боків оброблений рафінованим бітумом, модифікованим АПП. З нижнього боку покритий поліетиленовою плівкою, з верхнього — дрібним кварцовим піском або різнокольоровою мінеральною посилкою	Середня густина $3...4 \text{ кг/м}^2$; абсолютна водонепроникність та герметичність швів; довговічність; простота монтажу; стійкість до перепадів температур; привабливість завдяки кольоровій мінеральній посилці	Як гідроізоляційний пласт у цивільному та промисловому будівництві загального призначення, для покрівель, терас, балконів, санвузлів, фундаментів тощо
 Бітумно-полімерна мастика	Бітум, полімери, розчинник, інгібітори корозії	Маса 1 м^2 — $2...10 \text{ кг}$; стійкість до агресивних середовищ, ультрафіолетового випромінювання та окислення; корозійна стійкість при температурах від -40°C до 100°C ; висока міцність, еластичність	Гідроізоляція міжпанельних швів, примикань покрівлі до вертикальних стін; улаштування та ремонт покрівель; гідроізоляція підвалів, басейнів, балконів ззовні і зсередини; захист залізобетонних, дерев'яних та металевих поверхонь від агресивних середовищ

Характеристика і галузі використання деяких оздоблювальних матеріалів для екстер'єру




Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Лицьова цегла керамічна	Глина спеціального складу, мінеральні пігменти, глазур, ангоб	Широка гама кольорів; правильна форма, чіткі грані, однорідність кольору; висока водо-, атмосферо-, морозо- та корозійна стійкість; можливість оздоблення поверхні за рахунок використання глазури, ангобу, надання рельєфного орнаменту. Недоліками є крихкість та енергоємність виробництва	Всі види зовнішніх робіт, облицювання внутрішніх стін для підвищення декоративності та забезпечення довговічності споруд. Цегла з орнаментом — для зовнішнього оздоблення камінів та печей. Фасонна цегла — для вишуканого оформлення вікон, карнизів, створення округлених кутів, арок, колон тощо
 Лицьова цегла силікатна	90% кварцового піску, 10% папна, добавки, пігменти	Порівняно з керамічною має більшу густину, теплопровідність, знижену водостійкість та стійкість до дії високих температур, але має кращі звукоізоляційні властивості та виготовляється за низькоенергоємною технологією	Оздоблення зовнішніх стін та зведення несучих стін багатопверхових споруд. Не можна застосовувати при влаштуванні фундаментів, цоколів, кладки печей, димових труб тощо
 Плитки з природного каменю	Породи: граніт, сієніт, габро, лабрадорит, кварцит, щільний вапняк, діорит, діабаз, мрамур, травертин, сланці	Високі міцність, морозо-, корозійна стійкість; довговічність; низька стиранисть; гарне поєднання з будь-якими штучними матеріалами; неповторність, широка гама кольорів та фактур; екологічність. Недоліками є висока вартість і велика маса	Зовнішнє та внутрішнє облицювання, оздоблення підлог та сходів, виготовлення камінів, колон, малих архітектурних форм тощо




К.К. Пушкарьова, М.О. Коцьких, О.А. Гончар, О.П. Бондаренко. Матеріалознавство

Продовження дод. 15



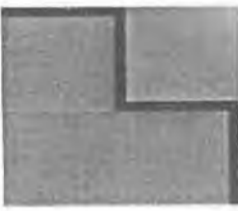
Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Плитки з керамограніту  Плитки з «Червоного» керамограніту	Суміш білої глини, польових шпатів, кварцового піску та мінеральних пігментів, випалених при температурах понад 1300°C. Різновид «червоного» керамограніту — із кольорових глини із покриттям емаллю	Низьке водопоглинання; високі морозо-, корозійна стійкість і міцність при стиску та згині; низька стиранисть; стійкість до перепадів температур; кольоростійкість, декоративність. Недоліками є крихкість та енергоємність виробництва	Внутрішнє і зовнішнє облицювання, влаштування підлог у приватних і громадських приміщеннях зі значною інтенсивністю руху, для сходів, тротуарів; вентиляційних фасадів, при оздобленні житлових приміщень із підвищеною вологістю
 Клінкерна плитка	Спеціальні глини, крупнозернисті добавки (шамот, білий фаянс), випалені до спікання	Високі міцність, морозо-, зносо- та корозійна стійкість, водостійкість; широка кольорова гама. Недоліками є крихкість та енергоємність виробництва	Облицювання фасадів, внутрішніх і зовнішніх стін та підлог, сходів і басейнів. Оздоблення терас, балконів, відкритих майданчиків, внутрішніх двориків, садових доріжок, оранжерей тощо
 Дерев'яні панелі «блок-хаус»	Виготовляють із деревини хвойних і листяних порід	Панелі «блок-хаус» виробляють шириною 90; 130; 160; 180 мм, довжиною — 3; 6 м; завдяки спеціальній обробці панелі «блок-хаус» не деформуються при висушуванні. Недоліками є займистість та пошкодження комахами	Оздоблення як зовнішньої, так і внутрішньої частини будівлі

Додатки




Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Сайдинг полівінілхлоридний (вініловий)	Полівінілхлорид (ПВХ) до 80%, добавки для регулювання кольору, еластичності, атмосферостійкості, довговічності	Водонепроникність; стійкість до незначних перепадів температур; різноманітня фактур і кольорів поверхні; зручність в експлуатації. Недоліками є горючість, крихкість при від'ємних температурах	Для зовнішнього облицювання, при влаштуванні вентиляційних фасадів у житловому та промисловому будівництві
 Сайдинг сталевий	Сталевий лист, полімерні фарби	Діапазон температур застосування — від -50 до +80°C; негорючість; висока корозійна стійкість, низький коефіцієнт термічного розширення висока міцність, технологічність, екологічність, пожежобезпечність; термін експлуатації — 50 років. Недоліком є висока теплопровідність	Облицювання фасадів будівель із підвищеними вимогами до пожежобезпечності у промисловому будівництві
 Сайдинг дерев'яний	Панелі з деревини (ясен, дуб, кедр тощо), покриті спеціальними багатшаровими лакофарбовими покриттями.	Естетичний, високоміцний, теплоізоляційний матеріал; здатний приховувати нерівності та шорсткості поверхні, маскувати відкоси; довговічність залежить від якості обслуговування (догляду). Гігроскопічність та легкозаймистість обмежують сфери застосування	Облицювання фасадів будівель, але з обмеженням внаслідок горючості та гігроскопічності



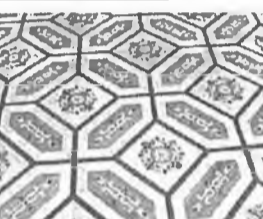
Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Сайдинг цементний	Дрібнозернистий бетон: цемент, дрібний заповнювач, полімерні волокна як армувальний компонент	Відносно високі вогне-, атмосферо-, морозо- та корозійна стійкість, але відносно високі маса і вартість	Облицювання цоколів житлових та громадських будівель і споруд
 Цементно-волокнисті (фіброцементні) панелі	Цемент (80...90%), армувальне волокно, мінеральні заповнювачі	Пожежобезпечність; екологічність; високі морозо- та корозійна стійкість, вологонепроникність і звукоізоляція	Оздоблення фасадів нових споруд і споруд, які реставруються, при облицюванні цоколів та балконів
 Панелі з поліпропілену	Поліпропілен, пігменти, мінеральні наповнювачі.	Стійкість до ударів, до біологічної корозії; еластичність; світлостійкість та теплостійкість. Недоліком є горючість	Оздоблення фасадів, цоколів та окремих елементів будівель (переходів, покрівельних ліхтарів, надбудованих поверхів); при зведенні парканів та огорож садових ділянок


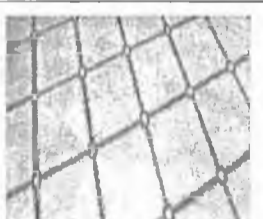

Характеристика та галузі використання деяких оздоблювальних матеріалів для підлог



Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Природний камінь	Гірські породи: граніт, лабрадорит, сініт, мармур	Товщина плит не менше 20 мм; декоративність; міцність, зносостійкість; корозійна стійкість (певних порід). Недоліками є крихкість, висока вартість	Влаштування підлог у житлових та громадських будівлях
 Керамічні плитки для підлог	Шихта на основі глини, піску, мінеральних пігментів, добавок, випалена при температурі 1000...1200°C	Високі твердість, міцність, зносо- та корозійна стійкість; негорючість, гігієнічність; низьке водопоглинання; кольоро-стійкість. Недоліком є крихкість	Влаштування підлог у житлових будинках; підлог в офісах, торгових залах, магазинах та інших громадських приміщеннях із високою інтенсивністю руху
 Керамічна плитка котла	Шихта на основі глини, добавок, випалена при температурі 900...1100°C	Підвищена стійкість до абразивних матеріалів, висока міцність при стиску та згині, висока атмосферо- та корозійна стійкість. Недоліком є крихкість	Влаштування підлог у сучасних будівлях та при реставрації старих споруд

Продовження дод. 16


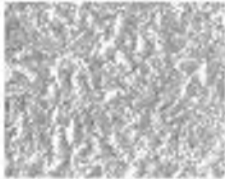
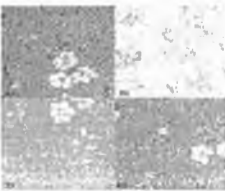
Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Лінолеум полівінілхлоридний (ПВХ)	Прозорий полівінілхлорид, зміцнений поліуретаном (верхній шар), скловолокно, просочене полівінілхлоридом (внутрішній шар), основа з натуральної тканини, нетканого волокна або спіненого ПВХ	Низька теплопровідність; гігієнічність; біостійкість; відносно низька вартість та стиранийість; наявність спеціальних видів; широка палітра кольорів і текстур; нескладна технологія укладання. Недоліками є низька тепло- та звукоізоляційна стійкість, м'якість та низька стійкість до розчинників	У житлових, громадських, промислових приміщеннях, при температурі в середині приміщення нижче 60°C
 Ковролін	Натуральні (вовна, бавовна) або синтетичні волокна (поліамід, поліпропілен, поліакрил, поліестер)	Тепло- та звукоізоляція; комфортність; кольоро- та зносостійкість; простота укладки; зносостійкість. Недоліком є низька гігієнічність	Для влаштування підлог у квартирах, офісах, автосалонах, готелях та інших громадських приміщеннях
 Деталі дерев'яні профільні (дошки)	Деревина сосни, кедра, ялини, смереки, а для приміщень із вологістю не більше 70% — деревину бука, берези, вільхи, тополі та липи	Дошки для покриття підлог виготовляють завтовшки 28...36 мм; висока міцність; низька теплопровідність. Недоліками є короблення при зміні вологості, займистість та пошкодження комахами	Влаштування дошаних підлог у малоповерхових житлових будинках у приміщеннях із низькою інтенсивністю руху


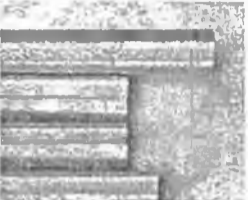

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Паркет штучний	Паркетні планки з цінних порід деревини високої твердості (дуб, бук, горіх, ясен, каштан, модрина)	Планки мають товщину 48 мм, ширину 20...50 мм і довжину 100...400 мм; низька теплопровідність; екологічність; термін експлуатації — до 30 років. Недоліками є короблення при зміні вологості та займистість	Для влаштування та ремонту підлог у громадських будівлях і приміщеннях промислових підприємств, для влаштування та ремонту підлог у житлових будинках
 Дошки паркетні	Тришарова конструкція: нижній шар — волокна деревини, середній шар — соснові або ялинові рейки, верхній шар — деревина твердих порід	Поверхня може бути покрита лаком, маслом, необроблена та зістарена; не потребує додаткової обробки; зручність монтажу та демонтажу; стійкість до перепадів температури і вологості. Недоліками є короблення при зміні вологості та займистість	Влаштування підлог зі звичайною інтенсивністю руху в житлових будинках; в громадських і адміністративних приміщеннях із середньою інтенсивністю руху, а також у реставраційних роботах
 Щити паркетні художні	Двошарова дерев'яна основа з лицьовим покриттям із паркетних планок, наклеєних на основу у вигляді квадратних елементів, які розташовані у шаховому порядку	Швидке укладання; екологічність; велика гама малюнків; природні кольори деревини; простота ремонту; висока декоративність. Недоліком є низька вологостійкість	Влаштування підлог у житлових і громадських будівлях, музеях, театрах, концертних залах, готелях тощо

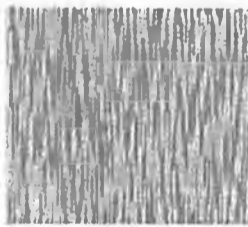


Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Мозаїчний паркет	Килими складаються з окремих планок, наклеєних лицьовою поверхнею на папір або еластичний біостійкий матеріал	Декоративність; екологічність; природні кольори. Недоліками є складність укладання та необхідність підготовки майже абсолютно плоскої основи	Влаштування підлог у житлових і громадських будівлях, при реставраційних роботах
 Плитки з паркетіту	Двошарові плитки: основа — тирса та верстатна стружка, змішані з органічними зв'язуючими, а облицовальний шар — зі шпону листяних порід	Середня густина — 950...1100 кг/м ³ , міцність — 23...28МПа; низька собівартість; зручність монтажу. Недоліками є високе водопоглинання (до 45%) та набухання (до 25%)	Влаштування підлог у житлових і громадських будівлях
 Ламінатна дошка	Шар із вологостійкого паперу, несучий шар (основа) з деревноволокнистої плити, вологостійка пінка, лицьовий декоративний шар, високоміцний шар з акрилової або меламінової смоли	Високі механічні властивості; абразивна стійкість; швидкість і простота укладання; антистатичність; витримування стиску при довготривалому навантаженні; придатність для монтажу системи опалення в підлозі; візерунок поверхні імітує натуральну деревину, природне каміння або керамічну плитку. Недоліками є низька вологостійкість і займистість	Влаштування підлог у житлових і громадських будівлях




Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Фіброліт	Тонка деревна стружка хвойних порід (довжиною 1...5 мм, товщиною 0,2...0,5 мм), порцеландцемент, добавки: інколи використовують магнезіальну в'язучу речовину	Марки за густиною: Ф-300, та Ф-400, Ф-500; коефіцієнт теплопровідності — 0,08...0,1 Вт/(м·К); водопоглинання — до 45%; висока водостійкість, міцність, пористість; вогнестійкість; здатність добре піддаватися обробці	Влаштування основ підлоги в житловому малоповерховому будівництві
 Ксилоліт	Магнезіальна в'язуча речовина на основі MgO та розчину хлориду магнію густиною 1,14...1,24 г/см ³ , тирса, пігмент	Середня густина — 900...1550 кг/м ³ ; коефіцієнт теплопровідності — 0,2...0,5 Вт/(м·К); межа міцності при стиску — 5...50 МПа; є кислотостійким, вогнетривким та екологічно безпечним матеріалом	Влаштування безшовних підлог у житлових, громадських та виробничих приміщеннях (із сухим режимом експлуатації)




Характеристика та галузі використання деяких матеріалів для оздоблення стін




Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
Рулонні матеріали			
 Полівінілхлоридні (вінілові) шпалери	Два шари: підложка (вініл, папір, флізелін) та декоративний шар вінілу (об'ємний чи плоский, гладкий або рельєфний)	Довговічність; міцність; вологостійкість; велике різноманіття кольорів та фактур поверхні. Недоліками є повітропроникність і усадка при висиханні	Оздоблення внутрішніх стін житлових та громадських приміщень
 Рідкі шпалери	Суміш із натуральних волокон целюлози, бавовни, вовни, шовку та технологічних добавок на основі целюлози	Екологічність; повітропроникність; вологостійкість; висока тепло- та звукоізоляція; простота нанесення та ремонту; відсутність швів; можливість нанесення на неспідготовлену поверхню. Недоліком є підвищена вологість приміщення при нанесенні шпалер	Оздоблення стін житлових приміщень
 Акрилові шпалери	Паперова основа, шар спіненого акрилу, який частково покриває основу і створює рельєфний малюнок на поверхні	Міцність; паропроникність; низька вартість, але низька водо- та зносостійкість; обмежені декоративні властивості	Для оздоблення внутрішніх стін житлових та громадських приміщень із сухим режимом експлуатації



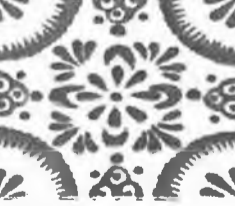
Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Велюрові шпалери	Паперова основа з наклеєним на неї шаром велюрового ворсу або шар із сумішні велюру та вінілу	Висока світлостійкість; звукопоглинання; декоративність. Недоліками є здатність накопичувати пил; бруд; низька вологостійкість	Оздоблення стін у громадських приміщеннях (кафе, більярдні тощо), де доцільна підвищена звукоізоляція
 Металізовані шпалери	Основа з флізеліну чи паперу, тонка металева фольга з нанесеним на неї малюнком, візерунком та рельєфом	Зносостійкість; світлостійкість, гігієнічність; покриття виконують під золото, срібло, покриті патиною бронзу. Недоліком є складність догляду та чищення	Інтер'єри житлових та громадських приміщень, у тому числі зі спеціальним підсвічуванням
Листові матеріали			
 Лущений шпон	Тонкий шар деревини: берези, вільхи, клена, дуба, ясеня, бука, тополі, сосни, ялини, кедра	Залежно від якості деревини, обробки та призначення шпон поділяється на вісім сортів. Лущений шпон виготовляють таких розмірів: товщиною 0,35; 0,55; 0,75; 0,95; 1,15; 1,5...4 мм; шириною — 150...700 мм, 700...2500 мм, 700...2500 мм; довжиною 800...2500 мм	Облицювання поверхонь виробів із деревини та виготовлення клесної шаруватої деревини


Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Шпон «файн-лайн» (мультишпон або реконструйований шпон)	Лущений шпон із швидко-ростучих порід деревини (92...94%), зв'язуюча речовина (7...8%), барвник (0,3...0,5). Формування блоків із листів матеріалу з наступним розрізанням його на тонкі листи	Імітація шпону цінних порід деревини, а також створення деревних матеріалів певної текстури, кольору і форми. Перевагами є відсутність дефектів, постійні розміри, відповідна текстура, малюнки та кольори. Недоліком є складність виготовлення і обробки, що впливає на вартість	Облицювання поверхонь складної конфігурації, арок, порталів, дверей, панелей меблів
 Клесна фанера	Шпон із деревини листяних та хвойних порід: берези, сосни, бука, вільхи тощо та полімерний клей	Міцність при згині у поздовжньому напрямку — 40...70 МПа; середня густина — 600...900 кг/м ³ (залежно від сорту фанери). Недоліками є розшарування листів та короблення зовнішніх шарів при підвищеній вологості	Фанеру підвищеної водостійкості використовують для обшивки зовнішніх стін, фанеру середньої та обмеженої водостійкості — для влаштування внутрішніх перегородок, облицювання стін і стель приміщень
 Декоративна клесна фанера	Березовий, вільховий або липовий шпон, полімерні плівки або струганий шпон із цінних порід дерева (дуба, груші тощо)	Різноманіття кольорів; межа міцності при деформації по клеєвому шару після вимочування у воді протягом 24 год — не менше 1,2 МПа (для фанери з берези) та 1,0 МПа (для фанери з вільхи, липи, тополі, осики, сосни, модрини). Недоліками є розшарування листів та короблення зовнішніх шарів при підвищеній вологості	Застосовують для внутрішнього оздоблення стін, перегородок, виготовлення вбудованих меблів

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Деревношаруваті пластики (ДШП)	Тонкий лущений березовий шпон, полімери резольного типу	Листи (товщиною до 15 мм) або плити (товщиною понад 15 мм) відрізняються від фанери більшою середньою густиною та підвищеними фізико-механічними властивостями. Недоліком є токсичність при виготовленні та горінні	Облицювання внутрішніх приміщень громадських і адміністративних будівель та як конструкційний матеріал
 Пластикові панелі (листи) ПВХ зі стільниковою структурою	Твердий полівінілхлорид із мінімальним вмістом пластифікатора	Листи зі стільниковою структурою мають розміри: довжина від 2500 до 6000 мм, ширина — 100...300 мм, товщина 8...12 мм; є водостійкими, водонепроникними, тепло-, звукоізоляційними, зносостійкими та стійкими до ультрафіолетового випромінювання, зручними в експлуатації. Недоліками є старіння та паронепроникність	Оздоблення житлових та громадських приміщень із підвищеною вологістю
Плитковий матеріал			
 Пробкова плитка	Агломерована пробка, покрита декоративним пробковим шпоном	Добрі акустичні, тепло-, звукоізоляційні та радіаційно-захисні властивості; індекс зниження рівня ударного шуму — 12 Дб; відштовхують пил; добре миються; не вбирають запахи; стійкі до дії хімічних речовин; не схильні до старіння; хімічно інертні, стійкі до дії ультрафіолетового випромінювання; не схильні до гниття. Недоліком є висока вартість	Оздоблення стін аеропортів, супермаркетів, готелів, офісів, лікарень, дитячих садків тощо

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Вироби з «рідкої» деревини	Деревно-полімерний композит, що містить подрібнену деревину (ялиця, сосна, бук) і термопластичну зв'язуючу речовину	Профільні вироби мають властивості пластмас і деревини; у складі «рідкої» деревини відсутні фенолформальдегідні смоли і сполуки хлору; для покращення естетичних властивостей «рідку деревину» фарбують під натуральну деревину. Недоліком є токсичність при виготовленні та горінні	При виготовленні меблів; архітектурних елементів інтер'єру (дошок для підлоги, вагонки, плінтусів, профілів дверної коробки, наличників та технічних профілів (кабельних коробок, фіксаторів тощо)
 Деревноволокнисті плити (ДВП)	Органічні, переважно целюлозні, волокна (відходи деревообробних виробництв), наповнювачі, синтетичні полімери і спеціальні добавки. Оздоблювальні деревноволокнисті плити облицюють синтетичною плівкою з прокладкою текстурного паперу під колір і текстуру деревини цінних порід	Вологостійкість; низька собівартість; довговічність; відсутність короблення. Деревноволокнисті плити з лакофарбовим покриттям (матовим або глясовим) мають підвищену водостійкість. Недоліком є горючість	Тверді плити застосовують для внутрішнього оздоблення будівель: облицювання салонів літаків і кают пароплавів; для влаштування перегородок, стель, виготовлення дверних полотен і вбудованих меблів; надтверді плити використовують для покриття підлог
 Плити середньої щільності МДФ (Medium Density Fiberboard)	Деревні волокна, полімерні матеріали	Середня густина — 750...850 кг/м ³ ; міцність при згині — до 22 МПа. Від звичайних ДВП плити МДФ відрізняються більшою вологостійкістю (менше розбухають у воді); кращими показниками міцності; однорідністю і рівністю розподілу волокон по всій товщині; щільною поверхнею; можливістю ламінування і нанесення малюнка. Недоліком є горючість	Панелі для внутрішнього облицювання, при виробництві меблів; як основа при виготовленні паркету

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Плити високої щільності ХДФ (High Density Fiberboard)	Подрібнені деревні волокна, склесні полімерними зв'язуючими речовинами	Середня густина — 850...1050 кг/м ³ ; мінімальна міцність при згині — до 45 МПа; однорідні за структурою; мають особливо щільну і тверду поверхню; стабільність розмірів; високі показники міцності при відносно невеликій товщині листа та легко піддаються обробці; екологічно безпечними. Розрізняють шліфовані, перфоровані та декоративні плити ХДФ. Недоліком є горючість	Виготовлення підвісних стель; оздоблення стін у житлових приміщеннях; як декоративні вставки для м'яких і корпусних меблів; в якості офісних перегородок.
 Деревностружкові плити (ДСП) (ламінівані)	Деревна стружка, полімерні зв'язуючі речовини, плівки або шпон для оздоблення поверхні.	Товщина плит становить 1...2,5 см; середня густина — 500...800 кг/м ³ ; границя міцності при розтягу — 0,3 МПа, при згині — 13...22 МПа; розбухання по товщині — 14...25%; плити однорідні, вологостійкі, легкі в обробці. Недоліком є горючість	Внутрішнє оздоблення стін; основа під килимові покриття та лінолеум, а також для панелей меблів.
 Орієнтовано стружкові плити (ОСП)	Тонка стружка хвойних порід, полімерна зв'язуюча речовина	Границя міцності плит густиною 650...720 кг/м ³ при статичному вигині становить 40...50 МПа; в поздовжньому та поперечному напрямі — 20...25 МПа; є водостійкими, стійкими до розтягу. Недоліком є горючість	У каркасному житловому і промисловому будівництві; створення каркасів дахів складної конфігурації, облицювання внутрішніх стін приміщень, мансард, дахів; при виготовленні стінових панелей; меблів тощо

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 Цементно-стружкові плити (ЦСП)	Деревні частинки хвойних і листяних порід, портландцемент та хімічні добавки	Випускають двох марок: ЦСП-1, ЦСП-2. Довжина плит — 3200 і 3600 мм, ширина — 1200 і 1250 мм, товщина — 8...40 мм; водо-, морозо- та біостійкі, мають високу механічну міцність при стиску; нетоксичні; добре обробляються інструментом. Недоліком є обмежений термін експлуатації (до 15 років)	Внутрішнє оздоблення стін; облицювання каркасних перегородок, підвісних стель, санітарно-технічних кабін, екранів, огорож, елементів підлог, столлярно-будівельних виробів
 Майолікові плитки	Суміш глини, піску, вапняку, випалена при температурі 900...1000°C; декоративне покриття — непрозора кольорова глазур.	Розміри: 15×15, 15×20, 20×20 см; декоративність завдяки різноманіттю кольорів та візерунків. Недоліками є крихкість та високе водопоглинання (15...25%)	Облицювання внутрішніх стін житлових приміщень із низькою вологістю, влаштування камінів
 Фаянсові плитки	Суміш білих глин, польових шпатів та кварцового піску, випалена при температурі 900...1000°C; декоративне покриття — кольорова глазур	Розміри: 20×20, 15×20, 30×30 см; довговічність; водостійкість; міцність. Недоліком є крихкість	При влаштуванні підлог та облицювання стін внутрішніх приміщень будівель і споруд

Назва матеріалу, виробу або конструкції	Основні компоненти	Властивості	Особливості застосування
 <p>Смальта</p>	<p>Блок із льодяного, виворотноного та ядерного шпону, який з'єднується із суцільною панеллю за допомогою гарячого пресування. Після цього фарбують і полірують</p>	<p>Кольоростійкість; висока корозійна стійкість; водопоглинання — 0%, широка кольорова гама дозволяє отримувати вищохудожній панно. Недоліками є складність укладання та висока вартість.</p>	<p>Оздоблення підводної частини басейнів, облицювання приміщень із підвищеною вологістю, для мозаїчних панно</p>
<p>Дерев'яні стінові панелі</p>		<p>Високі акустичні та теплоізоляційні властивості; вологостійкі; стійкі до впливів тиску й атмосферних впливів</p>	<p>Використовують для внутрішнього облицювання стін і стель службових, виробничих, громадських, офісних та житлових приміщень</p>

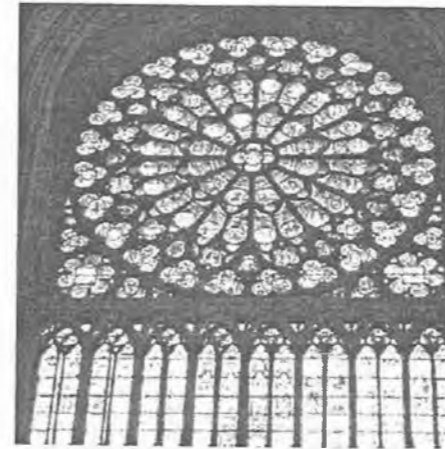
Фотоілюстрації



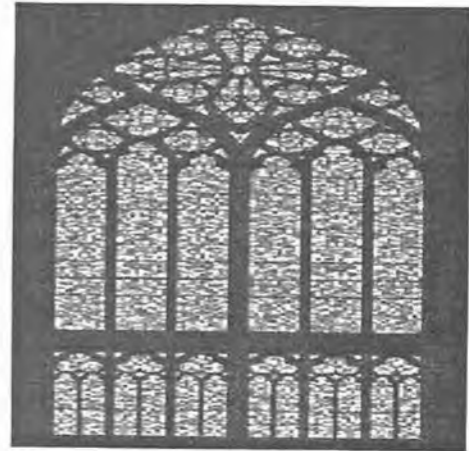
Фото 1. Мавзолей Ель-Хазне («Скарбниця фараона»), м. Петра (Йорданія)



Фото 2. Використання плінфи в муруванні Софійського собору, м. Київ (Україна)



а



б

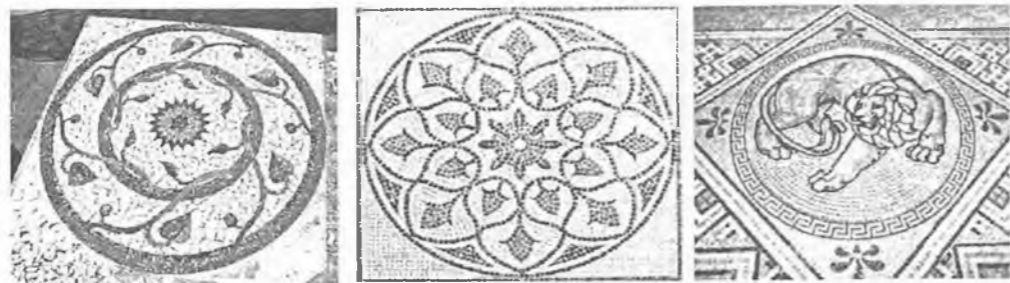
Фото 3. Вітражне вікно-роза у соборі Паризької богоматері, м. Париж, (Франція) (а). Вітражне вікно кафедрального собору святих Петра та Марії, м. Кельн (Німеччина) (б)



Фото 4. Кам'яний шпон в облицюванні вестибюлю офісного приміщення



Фото 5. Флорентійська мозаїка в панно із природного каменю



а б в

Фото 6. Влаштування підлог з використанням мозаїки з природного каменю:
а — римської, б — античної, в — візантійської



а б

Фото 7. Влаштування майданчику за допомогою плиток-килимків з гальки

Фото 8. Плити в інтер'єрі з природного каменю різної фактури:
а — полірованої, б — скельної для оздоблення стін та влаштування підлог



а б в

Фото 9. Облицювання сходів і підлог в інтер'єрі (а, б) та влаштування мозаїчної підлоги (в) з використанням плит із полірованого мармуру



а б в

Фото 10. Портали каміну з використанням плит із природного каменю:
а — мармуру, б — вапняку, в — сланцю



а б в

Фото 11. Інтер'єр ванної кімнати з використанням шліфованих та полірованих мармурових плит (а, б)

Фото 12. Стільник із полірованого граніту

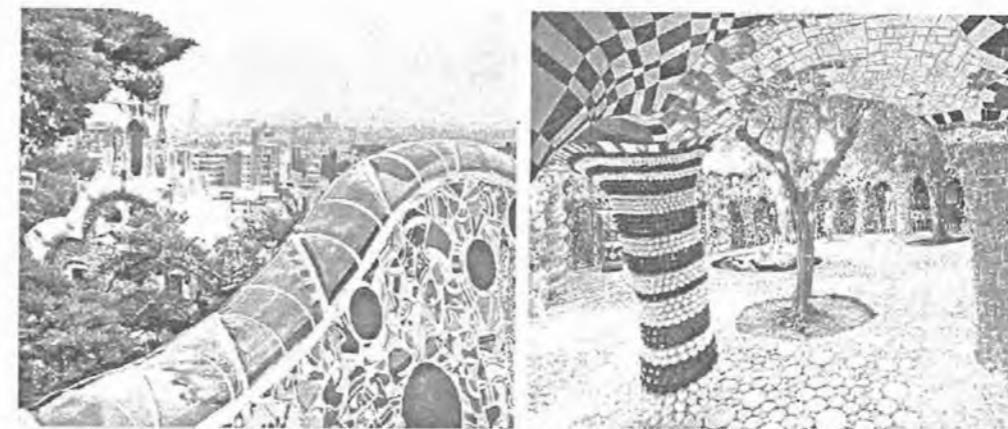


Фото 13. Багатокольорова керамічна плитка неправильної форми («trendicate») в малих архітектурних формах парку Гуель (арх. Гауді), м. Барселона (Іспанія)



Фото 14. Керамічна плитка в інтер'єрі



Фото 15. Керамічні декоративні вставки, бордюри та панно в інтер'єрі кухні (а, б), ванної кімнати (в)



Фото 16. Мозаїчне панно в інтер'єрі з використанням керамічної плитки різних розмірів та фактури («фрісайз»)



а



б

Фото 17. Мозаїка зі смальти у Софійському соборі, м. Київ (Україна): а — Оранта, б — інтер'єр собору

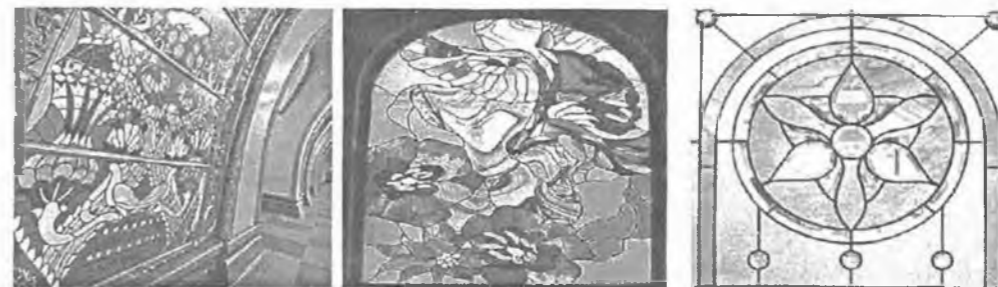


а

б

в

г



д

е

ж

Фото 18. Види вітражів: а — в техніці «Тіффані», б, в — в техніці ф'юзинг, г — мозаїчний, д — розписаний, е — транспарантний, ж — фацетний



Фото 19. Використання скляної мозаїки:
а — для влаштування басейну, б — в інтер'єрі вітальні



Фото 20. Інтер'єр кімнати відпочинку сауни з використанням мозаїки зі смальти



Фото 21. Стеля «зоряне небо» з використанням скляного оптичного волокна



Фото 22. Влаштування підлоги з бетону, що змінює колір (бетон-екран) (Chronos Chromos Concrete)



Фото 23. Ювілейна церква (Jubilee Church) з використанням бетону, здатного до самоочищення, м. Рим (Італія)



Фото 24. Фасадні декоративні бетонні плитки



Фото 25. Використання цементних плит «Аквапанель» для реконструкції фасаду



Фото 26. Бетонні плити для влаштування стільників в інтер'єрі кухні



Фото 27. Фігурні елементи брукування (ФЕБ) для влаштування доріжок і майданчиків



Фото 28. Влаштування підлоги та елементів інтер'єру з використанням декоративного бетону



Фото 29. Декоративний штапований бетон для влаштування доріжки



Фото 30. Трафаретний бетон для влаштування підлоги



Фото 31. Влаштування підлоги з використанням технології «кислотного фарбування» бетону



Фото 32. Скульптурна штукатурка в інтер'єрі офісного приміщення

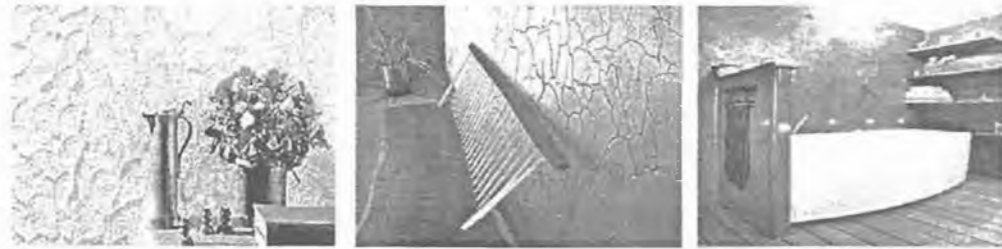


Фото 33. Варіанти оформлення інтер'єру з використанням структурних (графічних) штукатурок

Фото 34. Венеціанська штукатурка в інтер'єрі ванної кімнати



Фото 35. Інтер'єр з використанням дерев'яних декоративних балок для стелі і паркетних дошок



Фото 36. Мозаїчний паркет з використанням маркетрі та золочення поверхні деревини



а

б

в



г

д

е

Фото 37. Влаштування підлоги з використанням:

а — паркетних дошок, б — паркетних щитів, в, г, д — ламінаційної дошки. е — пробкового покриття



Фото 38. Бітумно-полімерна мембрана для влаштування покрівлі



Фото 39. Покрівля з м'якої бітумної черепиці

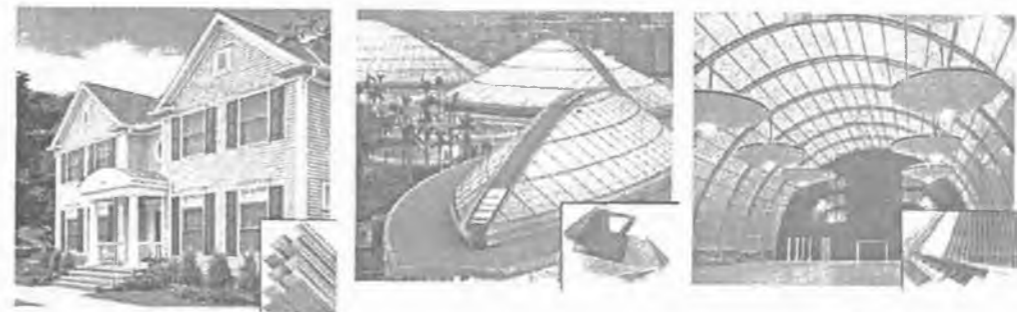


а

б

в

Фото 40. Влаштування покрівлі з використанням свршиферу: а — готельного комплексу, б — альтанки та в — житлового будинку



а

б

Фото 41. Полівінілхлоридний сайдинг для оздоблення фасаду

Фото 42. Полікарбонатні панелі для світлопрозорого даху у вигляді: а — монолітних листів. б — структурних (стілникових) панелей

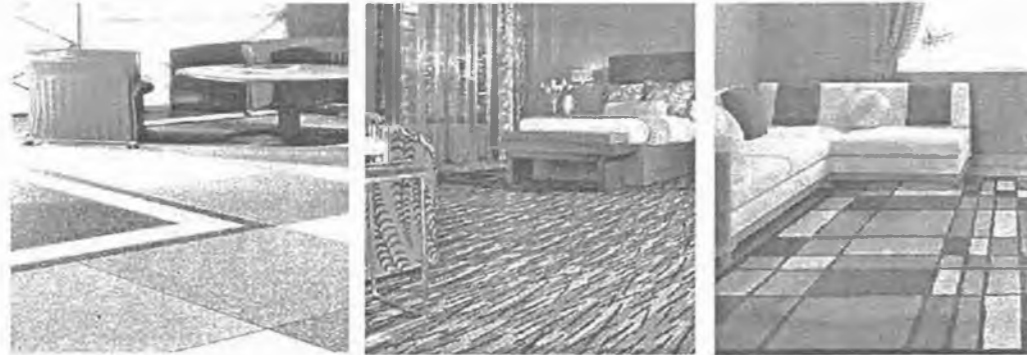


Фото 43. Полівінілхлоридний лінолеум для влаштування підлоги

Фото 44. Рулонне полімерне килимове покриття (ковролін) для влаштування підлоги



Фото 45. Декоративний паперово-шаруватий пластик (ДПШП) в інтер'єрі кухні

Фото 46. Рулонний полімерний плівковий матеріал (лінкруст) для оздоблення стін



Фото 47. Оздоблення стін в інтер'єрі житлових приміщень з використанням вологостійких шпалер: а — шовкографічних, б — велюрових, в — фетрових



Фото 48. Використання полімерних натяжних стель в інтер'єрі



Фото 49. Влаштування фасаду з використанням сайдингу: а — сталюого, б — дерев'яного, в — цементного



Фото 50. Варіанти оздоблення фасаду житлового будинку з використанням панелей з поліпропілену

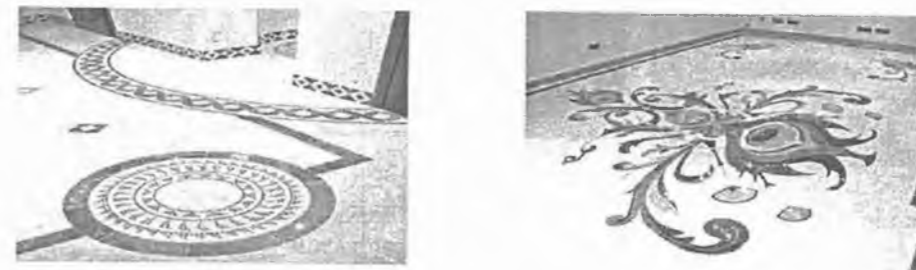
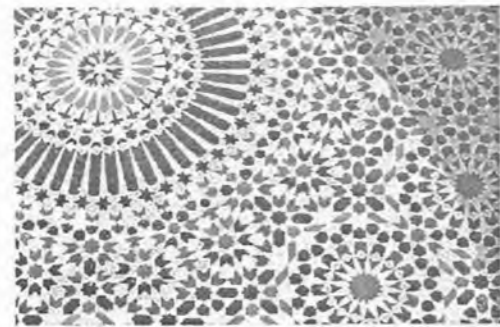


Фото 51. Мозаїчна бетонна підлога з використанням природного каменю



а



б

Фото 52. Мозаїчна підлога з використанням плитки:
а — керамічної, б — скляної

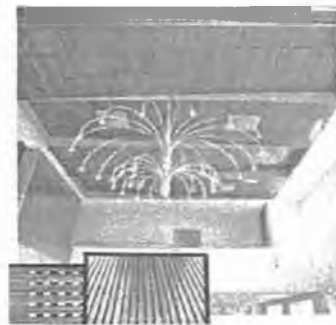


Фото 53. Стелі з фіброакустичних плит в інтер'єрі готелю



Фото 54. Стелі з металевих панелей в інтер'єрі громадської будівлі



Фото 55. Дзеркальні стелі в інтер'єрі закритого басейну



Фото 56. Стелі, декоровані воднодисперсійними фарбами



а



б

Фото 57. Варіанти влаштування стель зі світловими куполами:
а — в житловому приміщенні, б — в торговельному центрі



Фото 58. Текстильні шпалери в інтер'єрі спальної кімнати



Фото 59. Рідкі шпалери в інтер'єрі вітальні



Фото 60. Джугові шпалери в інтер'єрі житлового приміщення



Фото 61. Скловолокнисті шпалери в інтер'єрі кухні-столової



Фото 62. Шпалери на основі деревного шпону



Фото 63. Металеві шпалери в інтер'єрі кабінету



Фото 64. Дзеркальні пластикові панелі для стін в інтер'єрі вітальні

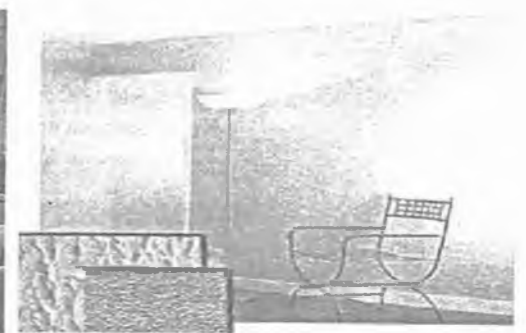


Фото 65. Декорування стін з використанням фактурних фарб

логістю у зв'язку з тим, що майоліка високопористий матеріал та має високе водопоглинання (до 25%). Клінкерну плитку завдяки високій щільності, міцності та твердості застосовують для укладання не лише підлог, але і для облицювання як внутрішніх, так і зовнішніх стін житлових, громадських, промислових та спортивних будівель і споруд. Плитки кotto мають високу стійкість до абразивних матеріалів, характеризується високим опором при стиску та згині, до дії агресивних середовищ і атмосферних впливів.

Дуже популярним матеріалом є мозаїка — матеріал у вигляді кусків неправильної або правильної геометричної форми, який використовують для створення візерунка на будь-якій поверхні, в основному стіни, підлоги. Різновидами мозаїки є керамічна, скляна або смальтова, з природного каменю, металева, деревна тощо. Основними перевагами мозаїки є різноманіття кольорів, структури, форми, необмежені можливості комбінування та створення різноманітних візерунків і малюнків із використанням різних способів укладання. Мозаїка характеризується достатньою міцністю, ударостійкістю, водо- і морозостійкістю, стійкістю до побутових хімікатів, перепадів температур. Використовують мозаїку, залежно від виду вихідного матеріалу, для оздоблення басейнів, душових кабін, створення мозаїчних панно на стінах та підлогах.

Порівняно з керамічними плитками смальта має ряд переваг — високу зносостійкість і відсутність пористості, яка обумовлює нульове водопоглинання. Завдяки цьому смальту можна використовувати для облицювання басейнів, ванних кімнат та інших приміщень із підвищеною вологістю. Внаслідок високої жаростійкості смальту застосовують при опорядженні камінів.

Фарбові покриття широко використовують для оздоблення інтер'єрів (фото 65). Вибір фарби залежить від типу приміщення (житлове, промислове), умов експлуатації (приміщення з підвищеною вологістю, температурою) та від основи, на яку наносять фарбу (бетон, цегла, цементна чи гіпсова штукатурка). Застосовують мінеральні та органічні фарби, які можуть створювати гладке або рельєфне покриття. Однією з найважливіших вимог для інтер'єрних фарб є їх екологічність — відсутність шкідливого впливу на здоров'я людини і в процесі нанесення, а також у процесі експлуатації.

Останнім часом в оздобленні все частіше використовують фрески, техніка виконання яких відома з давніх часів. **Фреска** — це живопис кольоровими фарбами по мокрій вапняній штукатурці із закріпленням воском через деякий час твердіння (5...7 діб). Сучасні фрески відрізняються вели-

ким різноманіттям, це можуть бути репродукції картин відомих художників, портрети, пейзажі, натюрморти, що здатні прикрасити будь-який інтер'єр (рис. 16.9). Сучасні фрески бувають таких видів: фрески, виконані на штукатурці; фрески на полотні; фрески на флізеліні, на жорсткій основі та на самоприклеювальній основі.



Рис. 16.9. Використання фресок у сучасних інтер'єрах

Характеристика і галузі використання деяких матеріалів для оздоблення стін наведені в додатку 17.

Навчальне видання

К.К. Пушкарьова, М.О. Кочевих,
О.А. Гончар, О.П. Бондаренко

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

(для архітекторів та дизайнерів)

За редакцією доктора технічних наук,
професора К. К. Пушкарьової

Підручник

Керівник видавничого проєкту *Зарицький В. І.*
Дизайн обкладинки *Сєдих О. О.*
Комп'ютерна верстка *Іваненко О. М.*
Редактор *Бєлєбородова Д. О.*

Підписано до друку 07.11.2011. Формат 70×100/16.
Папір офсетний. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. аркушів — 48.12. Обл.-вид. аркушів — 54.46. Тираж 500.
Зам. № 106/11.

«Видавництво Ліра-К»
Свідоцтво № 3981 серія ДК
03067, м. Київ, вул. Придужна 14, оф. 42
тел./факс (044) 247-93-37; 450-91-96
Сайт: lira-k.com.ua, відділ збуту: lira-k@ukr.net, редакція: zv_lira@ukr.net

Віддруковано з готових діапозитивів у ІПІ «Юнісофт»
61045, м. Харків, вул. О.Яроша. 18



**КОМПЛЕКТНІ СИСТЕМИ
СУХОГО БУДІВНИЦТВА КНАУФ –
БЕЗМЕЖНІ МОЖЛИВОСТІ
ВИРІШЕННЯ АРХІТЕКТУРНИХ
І БУДІВЕЛЬНИХ ЗАВДАНЬ**

ТОВ «Кнауф Гіпс Київ»
Україна, 03067, м. Київ, вул. Гарматна, 8

knauf
www.knauf.ua



**КОМПЛЕКТНІ СИСТЕМИ
СУХОГО БУДІВНИЦТВА КНАУФ –
БЕЗМЕЖНІ МОЖЛИВОСТІ
ВИРІШЕННЯ АРХІТЕКТУРНИХ
І БУДІВЕЛЬНИХ ЗАВДАНЬ**

ТОВ «Кнауф Гіпс Київ»
Україна, 03067, м. Київ,
вул. Гарматна, 8

KNAUF
www.knauf.ua

**Декоративні штукатурки
Siltek - якісно та зручно**



...М», що входить до Асоціації
...цельна група «Ковальська».
...х полімерних штукатурок
... для створення технологічного,
...го покриття як зовні.

В залежності від умов ви-
користання, можливі варіанти
застосування штукатурок на
полімер-цементній, акрилової,
силіконовій або силікатній ос-
новах, як тонованих, так і під
фарбування.



Декоративні полімерні
штукатурки Siltek діляться
на дві підгрупи: суміші на вод-
ній (водно-дисперсійні) та мі-
неральній (полімер-цементні)
основах. Матеріали на водній
основі - це в основному акри-
лової штукатурки. Полімер-це-
ментні суміші належать до ма-
теріалів на мінеральній основі.

Декоративні штукатурки
Siltek створюють поверхню
на будь-який смак. Після на-
несення матеріалу, поверхня
стіни може мати, наприклад,
«камінцеву» або «корідову»
фактури (в залежності від
обраного типу). Штукатурки
мають частки від 0,2 мм
до 3 мм, а їх нанесення гори-
зонтально, вертикально або
по колу дозволяє створювати
унікальні візерунки та втілю-
вати найсміливіші дизай-
нерські задуми.

Декоративні штукатурки
Siltek зручні у роботі. Їхніми
перевагами є: швидкість
висихання, висока стійкість
до ультрафіолетових променів
і чудова адгезія до поверхні.



Штукатурні суміші
від «Ковальської» не лише
високоміцні, а й екологічно
безпечні для оточуючих.



**ВІД СТАРТУ ДО ФІНІШУ
ПЕРЕМАГАЄ ЯКІСТЬ**



SILTEK
www.siltek.kovalska.com



**ВОНИ ЗАВЖДИ ЗАБИРАЮТЬ
ТІЛЬКИ НАЙКРАЩЕ**



WWW.ALIT-BUD.COM.UA



РОБНИЧЕ ПІДПРИЄМСТВО «МІСТИМ»

Україна, 33018, м. Рівне, вул. Курчатова, 18а

тел. 0362-636614, 050-4350441

www.mistim.com.ua

e-mail: nvpmistim@gmail.com

Добавки системи «КОМПЛЕКС» згідно з ТУ У В.2.7-24.6-00294349-084-2003 (зі зміною №1 від 03.07.2008) до бетонів та розчинів, товарного бетону, збірного залізобетону, парканів, бруківки, басейнів, фонтанів, фундаментів, доріг, стяжок, теплих підлог, самоущільнюючих бетонів (SCC бетонів), висотного будівництва та інше:

- пластифікатори («КОМПЛЕКС К-4», «КОМПЛЕКС К-5»);
- суперпластифікатори («КОМПЛЕКС К-7», «КОМПЛЕКС К-8», КОМПЛЕКС К-15»);
- прискорювачі тверднення («КОМПЛЕКС К-2», «КОМПЛЕКС К-6»);
- сповільнювачі тужавлення («КОМПЛЕКС К-11»);
- протиморозні («КОМПЛЕКС К-5», «КОМПЛЕКС К-7», «КОМПЛЕКС К-8», «КОМПЛЕКС К-10»);
- повітровтягуючі («КОМПЛЕКС К-4»);
- гідрофобізуючі («КОМПЛЕКС К-1»);
- полікарбоксилатні («КОМПЛЕКС К-12», «КОМПЛЕКС К-15», «КОМПЛЕКС К-17», «КОМПЛЕКС К-19»).

Інжинірингові послуги:

- підбір складу, впровадження у виробництво розроблених складів бетону та будівельних розчинів, надання технологій виробництва бетону, бетонних виробів та конструкцій, інших будівельних матеріалів.

Автори висловлюють глибоку вдячність керівникам підприємств-спонсорів за підтримку навчального процесу у вищій школі.

Колектив авторів кафедри будівельного матеріалознавства Київського національного університету будівництва і архітектури.

135-00

КНУБА

Абонемент



735072

136.00

Матеріалознавство (для архіте

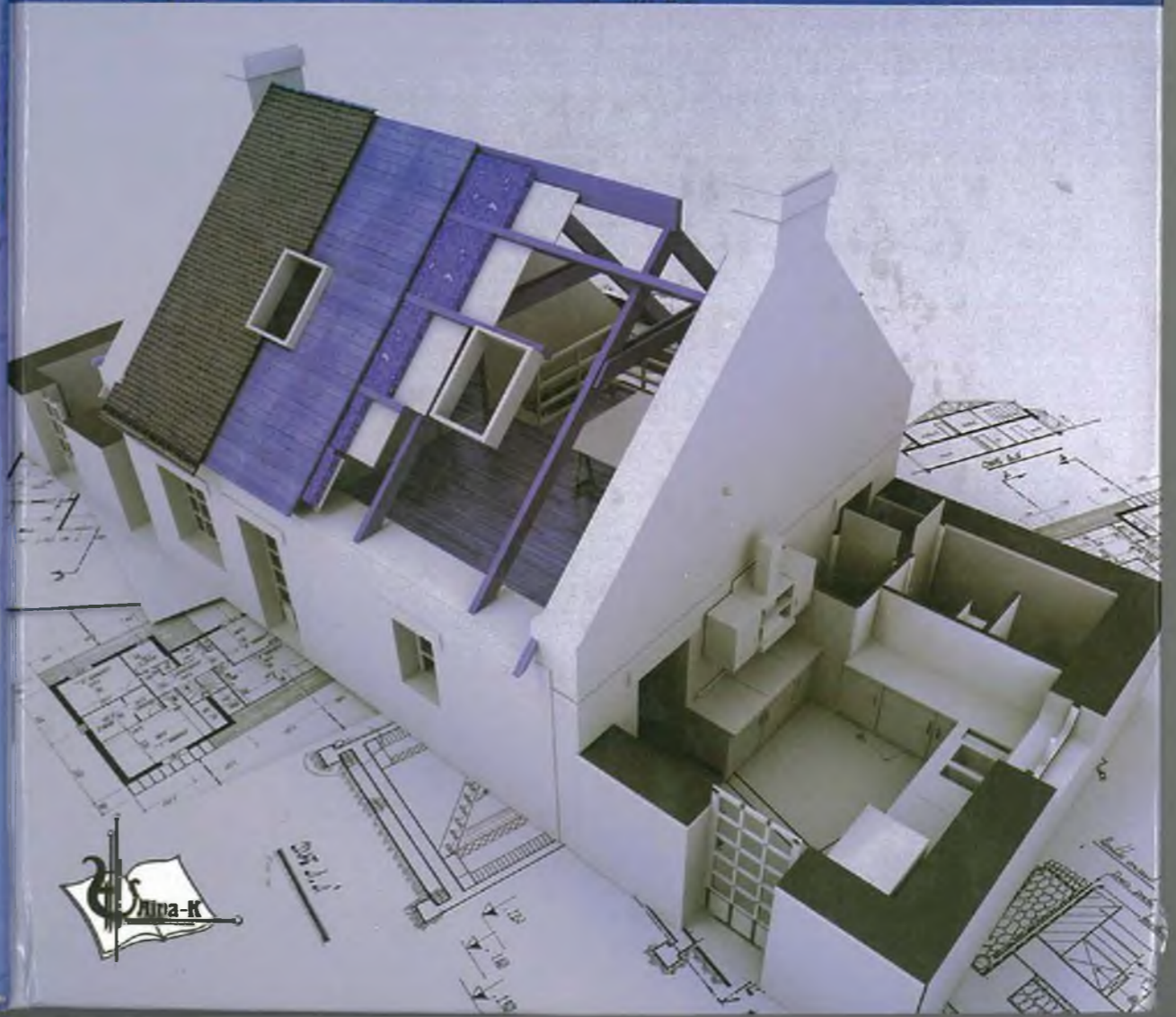
8.09.15 Луценко АРХ-12А
10.10.16 Окунева АРХ-18
5.09.17 Гибтаров А.С. АБС 12-6

435042

72
M 34

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО



ISBN 978-966-26-0906-6



789662 609066 >