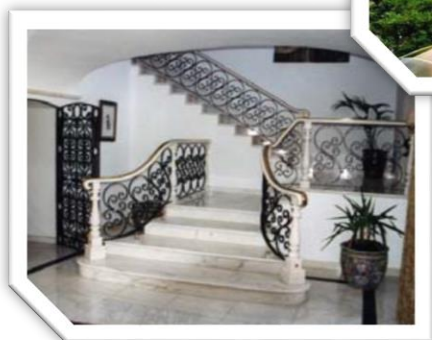


Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування
Костопільський будівельно-
технологічний коледж



Ж.В.Алексейчук



БУДІВЕЛЬНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Конспект лекцій

БЛОК ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ №1 (ПП.03.28) «Основні будівельні матеріали та вироби»



Костопіль 2017

Будівельне матеріалознавство: конспект лекцій (для студентів денної та заочної форм навчання, рівня підготовки «молодший спеціаліст» за галуззю знань 19 «Архітектура та будівництво», спеціальності: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»).

/ Ж.В. Алексєйчук . – Костопіль: КБТК НУВГП, 2017. – 110 с.

Упорядник : Алексєйчук Жанна Василівна, викладач вищої категорії

У конспекті лекцій наведено основні дані про традиційні й сучасні будівельні матеріали, про їх властивості та основи виробництва. Структура конспекту лекцій відповідає програмі дисципліни «Будівельне матеріалознавство», яка є частиною навчального плану підготовки молодших спеціалістів, розроблена на підставі робочого плану затвердженого в 2016 році, з початком навчального процесу по ньому у 2016-2017 навчальному році. Дисципліна вивчає будівельні матеріали та вироби, їхнє значення для розвитку будівництва.

Приділяється увага таким питанням: класифікація будівельних матеріалів, їхній склад, властивості і структура, корозія матеріалів, використання вторинної сировини та охорона довкілля при виробництві будівельних матеріалів. Розглядаються принципові питання технології виробництва найважливіших будівельних матеріалів, засоби підвищення їхньої довговічності.

Мета дисципліни – формування умінь і навичок, які дають змогу робити вірний вибір матеріалу з урахуванням експлуатаційних умов, передбачати економію витрат на матеріали, зниження маси будівель і споруд; опанування теоретичними основами проектування та здійснення ремонтно-будівельних робіт.

ЗМІСТ

Тема 1. Основи будівельного матеріалознавства.....	4
Лекція №1. Основи будівельного матеріалознавства.....	4
Лекція №2. Властивості будівельних матеріалів.	8
Тема 2. Матеріали та вироби з деревини.....	13
Лекція №3. Загальні відомості. Будова, властивості, вади деревини, вироби з деревини	13
Тема 3. Кам'яні матеріали.....	19
Лекція №4. Відомості про кам'яні матеріали.....	19
Лекція №5. Видобування та обробка природного каменю.....	23
Тема 4. В'язучі	26
Лекція №6 Неорганічні в'язучі речовини.....	26
Лекція №7. Органічні в'язучі та матеріали на їхній основі.....	32
Лекція №8. Матеріали та вироби на основі мінеральних в'язучих речовин.....	36
Тема 5. Штучні кам'яні матеріали та вироби.....	38
Лекція №9. Сировина і технологія виготовлення керамічних виробів.	38
Лекція №10. Вироби з керамічних матеріалів, виготовлення та призначення.....	41
Тема 6. Металеві матеріали та вироби	47
Лекція №11. Загальні відомості про металеві матеріали, їх властивості.....	47
Лекція №12. Основні метали та їх застосування в будівництві.....	50
Тема 7. Матеріали та вироби з мінеральних розплавів.....	54
Лекція №13. Матеріали та вироби із скла, шлакових розплавів, кам'яного литва.....	54
Тема 8. Будівельні розчини.....	58
Лекція №14. Загальні відомості, класифікація, основні вимоги.....	58
Лекція №15. Сухі будівельні суміші.....	63
Тема 9. Бетони.....	66
Лекція №16. Класифікація бетонів. Основні вимоги до бетонних сумішей та бетонів.....	66
Лекція №17. Важкі бетони.	67
Лекція №18 Легкі бетони. Корозія бетонів.....	72
Тема 10. Збірні залізобетонні і бетонні вироби і конструкції	77
Лекція №19. Загальні відомості. Класифікація. Арматура.....	77
Лекція №20. Види збірних залізобетонних виробів.....	82
Лекція №21. Виготовлення збірних залізобетонних виробів і конструкцій.....	84
Тема 11. Полімерні матеріали та вироби.....	86
Лекція №22. Загальні відомості. Класифікація. Синтетичні полімери.....	86
Лекція №23. Технологія виготовлення. Основні властивості полімерних матеріалів.....	91
Тема 12. Теплоізоляційні та гідроізоляційні матеріали	93
Лекція №24. Загальні відомості про теплоізоляційні матеріали.....	93
Лекція №25. Теплоізоляційні матеріали та вироби на основі неорганічних та органічних в'язучих.....	95
Лекція №26. Гідроізоляційні та покрівельні матеріали.....	99
Тема 13. Лакофарбові матеріали.....	101
Лекція №27. Характеристика лакофарбових матеріалів.....	101
Тема 14. Азбестоцементні вироби.....	106
Лекція №28. Загальні відомості. Сировинні матеріали. Технологія виготовлення азбестоцементних виробів.....	106
Використана література	110

БЛОК ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ №1 (ПП.03.28) «Основні будівельні матеріали та вироби»

Тема 1. Основи будівельного матеріалознавства.

Лекція №1. Основи будівельного матеріалознавства.

План лекції

1. Основні характеристики курсу, мета та завдання будівельного матеріалознавства.
2. Принципи побудови композиційних матеріалів будівельного призначення.
3. Загальна класифікація композиційних матеріалів.
4. Стандартизація будівельних матеріалів.

Конспект

1. Основні характеристики курсу, мета та завдання будівельного матеріалознавства.

Курс «Будівельне матеріалознавство» є однією з основних інженерних дисциплін, що формує базу знань студента, необхідних для вивчення курсів: будівельні конструкції, технологія будівельного виробництва, економіка й організація будівництва, архітектура та ін.

Будівельне матеріалознавство пов'язане з технологією виготовлення матеріалів і базується на використанні таких дисциплін, як загальна й фізична хімія, хімічна термодинаміка та процеси хімічної технології.

Завдяки розвитку теоретичних основ будівельного матеріалознавства відмічається поступовий перехід від традиційних проблем, пов'язаних з вивченням технічних характеристик будівельних матеріалів та оцінкою їхньої поведінки в різних умовах експлуатації, до встановлення фізико-хімічних закономірностей утворення матеріалів з наперед заданими властивостями та розкриття механізмів їх руйнування.

Завданням курсу є :

- вивчення фундаментальних властивостей будівельних матеріалів та їхньої зміни в умовах експлуатації;
- вивчення асортименту будівельних матеріалів та технології їхнього одержання;
- вивчення особливостей взаємозв'язку «склад – структура – властивості», а також закономірностей їхньої зміни при фізико-хімічних, фізичних, механічних та інших впливах.

Значення курсу «Будівельне матеріалознавство» у підготовці фахівців важливе тому, що жодну споруду не можна правильно спроектувати, побудувати й експлуатувати без наявності відповідних будівельних матеріалів і всебічного знання їхніх властивостей. Вартість матеріалів у загальних витратах на будівництво складає не менше половини, тому знання функціональних особливостей кожного матеріалу дозволяє вирішувати питання, пов'язані не тільки з економією в будівельному виробництві, але і дає можливість фахівцю:

- зробити і професійно обґрунтувати вибір матеріалу з урахуванням експлуатаційних характеристик;
- правильно застосувати прийоми його обробки та укладання в споруди;
- при необхідності замінити одні матеріали іншими без зниження якості споруди;
- організувати правильне транспортування та зберігання матеріалу.

Вивчення цієї дисципліни дозволяє вирішити широкий спектр проблем:

- створення нових матеріалів за рахунок використання раціональних рецептур з урахуванням ймовірнісних показників якості й надійності;
- розширення вимог до матеріалів з урахуванням умов експлуатації;
- керування якістю матеріалів за рахунок ускладнення рецептури при введенні коригуючих добавок.

2. Принципи побудови композиційних матеріалів будівельного призначення.

Матеріали, що використовуються для будівництва і ремонту будівель і споруд, виготовлення конструкцій називають **будівельними матеріалами**.

По степені готовності розрізняють **будівельні матеріали та будівельні вироби** – це готові деталі і елементи, що монтуються і закріплюються на місці роботи.

До будівельних матеріалів відносять деревину, метали, цемент, бетон, цеглу, пісок, будівельні розчини для кам'яних кладок і різних штукатурок, лакофарбові матеріали, природний камінь...

Будівельними виробами являються збірні залізобетонні (з/б) панелі і конструкції, віконні і дверні блоки, санітарно-технічні вироби і кабінки.

В залежності від походження, призначення, умов експлуатації, виду сировини, технології отримання, властивостей всі будівельні матеріали ділять на окремі групи, тобто їх класифікують. Розрізняють дві категорії будівельних матеріалів – *загального* та *спеціального* призначення.

До матеріалів *загального* призначення відносять: деревину, метали, цемент, бетон, камені, тобто матеріали, що використовуються при зведенні чи виготовленні всіляких будівельних конструкцій. Матеріали *спеціального* призначення являються вогнетривкими, хімічно-стійкими, акустичними, тепло- та гідроізоляційними.

При вивченні даної теми слід звернути увагу на те, що усі будівельні матеріали виконують різноманітні функції:

- забезпечують ізоляцію та добрі умови експлуатації збудованих споруд;
- сприймають механічні навантаження від ваги будов та різного транспортного обладнання;
- забезпечують естетичні показники та інше.

За використанням матеріалів та виробів у будівництві їх можливо розбити на наступні групи:

- в'язучі будівельні матеріали (повітряні та гідравлічні в'язучі) - до цієї групи відносять різні види цементів, вапно, гіпс;
- конструкційні матеріали - бетон, залізобетон, цегла, сталь, деревина, що застосовуються для виготовлення несучих конструкцій (фундаментів, колон, балок, ферм);
- стінові матеріали - до цієї групи відносять матеріали, з яких виробляють огорожуючі конструкції: природні кам'яні матеріали, глиняну та силікатну цеглу, бетонні, гіпсові та азбестоцементні плити та блоки, вироби з деревини, скла, силікатного ніздрюватого та щільного бетону, панелі і дрібні блоки з залізобетону;
- оздоблювальні матеріали - вироби з кераміки, природного лицевального каміння, архітектурно-будівельного скла, гіпсу, цементу, азбесту, а також вироби на основі полімерів, деревини, паперу;
- теплозвукоізоляційні матеріали та вироби - матеріали та вироби на основі мінеральних волокон, скла, гіпсу, азбесту, полімерів;
- покрівельні матеріали - м'яка покрівля на основі бітуму, картону і склотканини, азбестоцементу (шифер), мастичне покриття плоских покрівель, черепиця;
- заповнювачі для бетону - природні з осадових та вивержених порід (щебінь, пісок), штучні пористі;
- санітарно-технічні вироби - опалювальні прилади, котли, ванни, мийки, обладнання для кухонь та сантехнічних вузлів з металу, кераміки, фарфору, полімерів;
- труби – чавунні, залізобетонні, азбестоцементні, керамічні, полімерні.

Номенклатура матеріалів, що використовуються у будівництві, достатньо велика і поступово розширюється.

3. Загальна класифікація композиційних матеріалів.

Класифікують будівельні матеріали за різними ознаками, головні з яких:

1. Походження:

- природні (використовуються без суттєвої переробки природної сировини) - кам'яні плити, блоки, щебінь;
- штучні (одержують внаслідок достатньо складної технологічної переробки природної сировини) - гіпс, вапно, цемент, бетони.

2. Призначення:

- конструкційні (для споруди стін, перекриттів, каркасів) - метал, цегла, деревина, бетон, залізобетон;
- в'язучі (для кам'яної кладки, бетонів, штукатурки) - цемент, гіпс, вапно, бітуми;
- теплоізоляційні (пінобетон, мінеральна вата, пінопласт);
- покрівельні та гідроізоляційні (черепиця, шифер, толь, руберойд, покрівельне залізо);
- оздоблювальні та лицевальні (камінь, кераміка, пластики, лінолеум).

3. Агрегатний стан - тверді, рідкі, гази.

4. *Структура* - кристалічні, аморфні, коагуляційні, щільні, пористі, пілоподібні.
5. *Речовий склад* - мінерали, деревина, метал, органіка ..
6. *Кількість компонентів* - одно, двох та багатокомпонентні,
7. *Спосіб отримання* - плавлені, полімеризовані, спечені, обпалені...
8. *Техніко-економічні показники* - надійність, довговічність, вартість...
9. *Пожжежно-технічні показники* - горючість, димоутворююча здатність, токсичність.

Основними ознаками композиційних матеріалів є :

- гетерогенність та багатофазність;
- багатокомпонентність;
- існування поверхонь поділу між окремими компонентами або фазами ;
- відмінність фізико-технічних властивостей композиційних матеріалів від властивостей складників;
- неоднорідність у мікромасштабі та однорідність у макромасштабі;
- склад, форма, розподіл компонентів.

Композиційні матеріали зазвичай містять два основних елементи: зв'язуючий компонент – **матрицю** та армуючий компонент – **наповнювач**.

Армуючий компонент (наповнювач, заповнювач) - дискретний елемент визначеної форми і поверхневої активності, який сприймає основні експлуатаційні навантаження і надає композиційному матеріалу заданих властивостей.

Композиційні будівельні матеріали - це грубогетерогенні системи, властивості яких формуються внаслідок складних процесів взаємодії похідних складових з утворенням нестабільних структур, здатних із часом до трансформації (переходу) у більш стабільні.

Поняття: **матеріал** - це хімічна речовина (або сукупність речовин), з якої складається або може бути виготовлений виріб чи конструкція, що мають певне функціональне призначення. Складовою частиною матеріалознавства є будівельне матеріалознавство. Воно вивчає закономірності протікання процесів, що лежать в основі отримання і використання будівельних матеріалів та виробів, встановлює взаємозв'язок між їх складом, будовою і властивостями.

Матриця - компонент, безперервний по усьому об'єму композиційного матеріалу, який забезпечує визначену міцність зчеплення з наповнювачем, передає навантаження окремим частинкам наповнювача і сприймає напруження, що діють в напрямку, який відрізняється від напрямку орієнтування частинок (волокон).

Властивості будівельних матеріалів значною мірою залежать від їхньої структури, хімічного, мінералогічного та фазового складу, на які, в свою чергу, впливають умови утворення їх у природі чи властивості сировини, а також особливості технології їх виготовлення та обробки.

Щоб визначити властивості будівельних матеріалів, їх піддають різним випробуванням у лабораторіях на спеціальних машинах і приладах, використовуючи також спеціальну вимірювальну апаратуру. В результаті випробувань отримують конкретні числові показники, які характеризують властивості матеріалу, а далі, зіставляючи ці показники з величинами, встановленими державними стандартами або технічними умовами, доходять висновку про технічну якість будівельного матеріалу.

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

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 та середня щільність (густина — для рідин), пористість, вологість, водопоглинання, водопроникність.

Механічні властивості вказують на здатність матеріалу чинити опір руйнуванню або деформаціям (зміна форми та розмірів) під дією зовнішніх навантажень. Такими властивостями є твердість, міцність, пружність, розтяжність, пластичність, крихкість тощо.

Хімічні властивості відбивають здатність матеріалу до хімічних перетворень при взаємодії з речовинами, що контактують з ними. До них належать: розчинність, кислотостійкість, лугостійкість, токсичність тощо.

Технологічні властивості визначають здатність матеріалу піддаватись технологічній обробці під час виготовлення та наступній обробці: технологічність, полірувальність, подрібнюваність, гвоздимість, оброблюваність, розпилюваність, абразивність, формівність, розшаровуваність, злежуваність тощо.

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

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

Технічні характеристики будівельних матеріалів слід подавати відповідно до Міжнародної системи одиниць (СІ).

Гідрофізичні властивості. Поводження матеріалів у конструкціях, які підлягають зволоженню залежить від їхньої здатності змочуватись водою і поглинати її, змінювати при зволоженні механічні властивості і пропускати воду під тиском.

4. Стандартизація будівельних матеріалів.

Стандартизація – система єдиних загальноприйнятих нормативів за типами, параметрами, розмірами і якістю виробів, за величинами вимірів показників, методами випробування, контролю, правилами пакування, маркування і зберігання продукції. Стандартизація сприяє встановленню певного граничного рівня якості готової продукції.

Стандарт – нормативно-технічний документ, що встановлює певний комплекс норм, правил і вимог до об'єкта стандартизації і затверджений у встановленому порядку.

В Україні діє державна система стандартизації.

Основні вимоги до якості матеріалів, виробів і готових конструкцій масового застосування встановлюються Державними стандартами України (ДСТУ), галузевими стандартами (ГСТ), технічними умовами (ТУ).

ДСТУ і ТУ розробляються на основі новітніх досягнень науки і техніки і містять: точне визначення матеріалу, класифікацію за марками й сортами, технічні умови на виготовлення, методи випробування, умови зберігання і транспортування.

ДСТУ і ТУ – документи, які встановлюють, що даний матеріал чи виріб схвалені для виробництва і застосування при визначеній його якості. ДСТУ і ТУ мають силу закону.

Основні положення будівельного проектування і виробництва будівельних робіт регламентуються Будівельними нормами і правилами (БНіП) і Державними будівельними нормами України (ДБН).

У цих документах вимоги до властивостей матеріалів виражені у вигляді марок на ці матеріали.

Марка будівельного матеріалу – умовний показник, установлюваний за найголовнішими експлуатаційними характеристиками чи комплексом найголовніших властивостей матеріалу. Так, існують марки за міцністю, щільністю, морозостійкістю, вогненатиском.

Той самий матеріал має кілька марок за різними властивостями. Так, для цегли, основними показниками якості є міцність на стиск і вигин, а також морозостійкість. Наприклад, ДСТУ встановлені такі марки керамічної цегли за міцністю на стиск і вигин: М75-М300. **Цифра вказує мінімально допустиму межу міцності матеріалу, виражену в кгс/см².**

Контрольні запитання

1. Описати принципи побудови композиційних матеріалів будівельного призначення.
2. Прокласифікувати композиційні матеріали.
3. Що таке стандартизація і якими нормами вона регламентується

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.13]

Лекція №2. Властивості будівельних матеріалів.

План лекції

1. Характеристика фізичних властивостей.
2. Механічні властивості.
3. Хімічні властивості.

Конспект

1. Характеристика фізичних властивостей.

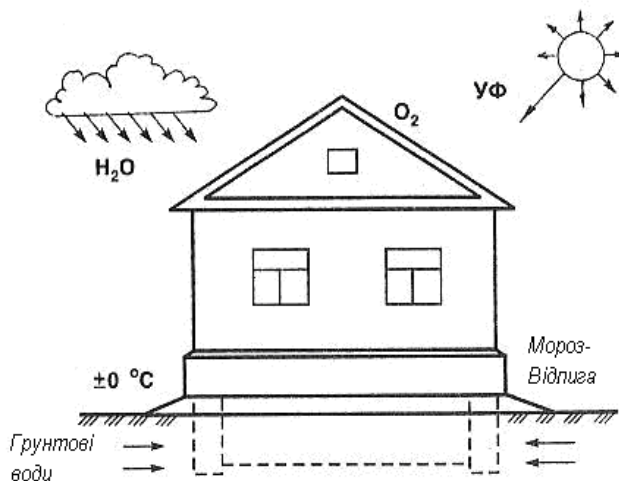


Рис. 1.1.1. Вплив зовнішнього середовища на конструкції будівель

Щоб будівля або споруда була міцною та довговічною, необхідно знати агресивні дії зовнішнього середовища, в якому буде працювати кожна конструкція (рис.1.1.1). Тому важливо знати, які властивості має той чи інший матеріал.

Фізичні властивості матеріалу характеризують його відношення до фізичних процесів навколишнього середовища і визначаються параметрами стану матеріалу. До параметрів стану матеріалу відносять такі технічні характеристики:

істинна щільність ρ (г/см³, кг/м³) – маса одиниці об'єму абсолютно щільного матеріалу. Якщо маса матеріалу m , а його об'єм V_a – його об'єм у щільному стані, то

$$\rho = m/V_a;$$

середня щільність (ρ_m) — фізична величина, яка визначається відношенням маси тіла або речовини (m) до всього зайнятого ним об'єму (V), включаючи всі пори та пустоти:

$$\rho_m = m/V.$$

Середня щільність матеріалу завжди менше істинної щільності. Наприклад: середня щільність легкого бетону – 500-1800 кг/м³, а його істинна щільність – 2600 кг/м³;

відносна щільність d виражає щільність матеріалу стосовно щільності води і є безрозмірною величиною;

насипна щільність — це відношення маси сипкого матеріалу до його об'єму, включаючи простір між частинками. Її визначають для зернистих і порошкоподібних матеріалів.

Якщо маса матеріалу m , а V_n – його об'єм у пухконасипному стані, то

$$\rho_n = m/V_n;$$

пористість Π – є ступінь заповнення матеріалу порами.

Пористість виражають у % чи частках одиниці.

При експериментально-розрахунковому методі визначення пористості використовують значення істинної й середньої щільності:

$$\Pi = (1 - \rho_o/\rho) 100\%.$$

Значення пористості будівельних матеріалів коливається від 0 до 98%. Наприклад, пористість важкого бетону – 10%; цегли звичайної – 32%; природних кам'яних матеріалів магматичного походження – 1,4%; міпори (спінених полімерів) – 98% (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Значення істинної й середньої щільності, пористості для деяких будівельних матеріалів

Матеріал	Щільність, кг/м ³		Пористість, %
	середня	істинна	
Граніт	2600...2700	2700...2800	0...2
Важкий бетон	2200...2500	2600...2700	2...25
Цегла	1400...1800	2500...2600	25...35
Деревина	400...800	1500...1550	45...70
Пінопласт	15...100	950...1200	90...98

Гігроскопічність – здатність матеріалів поглинати вологу з повітря. Залежить від хімічного складу матеріалу і характеру його пористості.

Вологість матеріалу визначається вмістом води, віднесеної до маси матеріалу в сухому стані, залежить як від властивостей самого матеріалу, так і від навколишнього середовища. Вологість впливає на теплопровідність, стійкість до гниття і т.д.

$$W = (m_1 - m) / m \cdot 100,$$

де m_1, m – маса відповідно вологого та сухого матеріалу

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

Розрізняють водопоглинання за масою і об'ємом :

$$W_m = [(m_1 - m)/m] \cdot 100\%;$$

$$W_v = [(m_1 - m)/v] \cdot 100\%,$$

де m_1 - маса зразка, насиченого водою; m - маса сухого зразка; v - об'єм зразка.

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

Водопроникність – це властивість матеріалу пропускати воду під тиском.

Водопроникність характеризується коефіцієнтом фільтрації K_f (м/с):

$$K_f = V_v \cdot a / (S(p_1 - p)t),$$

де V_v – кількість води (м³), що проходить через стінку площею $S = 1$ м², товщиною $a = 1$ м, за час $t = 1$ год при різниці гідростатичного тиску на межах стінки $p_1 - p = 1$ м вод ст.

Водостійкість – це здатність матеріалу зберігати міцність при тимчасовому чи постійному зволоженні водою. Водостійкість характеризується коефіцієнтом розм'якшення або водостійкості.

Коефіцієнт розм'якшення – K_p – відношення міцності матеріалу, насиченого водою R_v до міцності сухого матеріалу R_c :

$$K_p = R_v / R_c.$$

Коефіцієнт розм'якшення характеризує водостійкість матеріалу, він змінюється від 0 (розмокла глина) до 1 (метали). Якщо коефіцієнт розм'якшення менше 0,8 то матеріали не застосовують у будівельних конструкціях, що знаходяться у воді.

Вологовіддача — це здатність матеріалу віддавати воду при зміні температури та вологості навколишнього середовища. Ця здатність характеризується інтенсивністю втрат води за добу при відносній вологості навколишнього повітря 60% і $(t=20^\circ\text{C} (293,15\text{ K}))$.

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

Гідрофільність — це здатність матеріалу зв'язувати воду й змочуватися водою. Майже всі

будівельні матеріали є гідрофільними, й пори в них легко заповнюються водою.

Гідрофобність – це здатність твердого тіла не змочуватися водою (відштовхувати воду). Проникнення води крізь пори, що мають гідрофобну внутрішню поверхню, значно ускладнене, хоча вони легко пропускають повітря та водяну пару. До гідрофобних матеріалів належать парафін, жирові мастила, бітум і т.п.

Морозостійкість (Мрз або F) – властивість насиченого водою матеріалу витримувати поперемінно заморожування і відтавання. Морозостійкість матеріалу кількісно оцінюється циклами і відповідно маркою за морозостійкістю. За марку матеріалу по морозостійкості приймають найбільше число циклів поперемінного заморожування і відтавання, що витримують зразки матеріалу без зниження міцності на стиск більше 15%; втрати маси більше 5%.

Теплопровідність – властивість матеріалу передавати тепло від однієї поверхні до іншої. Характеристикою теплопровідності є коефіцієнт теплопровідності λ (Вт/м °С). На практиці зручно судити про теплопровідність за щільністю матеріалу.

Зазначена залежність виражається формулою В.П. Некрасова:

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot d^2 - 0,16},$$

де d – відносна щільність матеріалу.

Теплоємність – це здатність матеріалу під час нагрівання поглинати теплоту;

Вогнетривкість – властивість матеріалу витримувати тривалий вплив високої температури (від 1580 °С), не розм'якшуючись і не деформуючись.

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

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

Важкогорючі – 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, фібrolіт, асфальтобетон тощо).

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

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

2.Механічні властивості.

Будівельні матеріали і конструкції у процесі експлуатації піддаються різним зовнішнім силам – **навантаженням**, що викликають у них деформації і внутрішні напруження. Навантаження можуть бути: статичними (діють постійно), динамічними (прикладаються раптово і викликають сили інерції). **Під діями зовнішніх сил будівельні конструкції деформуються і змінюють форму та розміри, при цьому реагують після зняття навантаження по-різному, виявляючи властивості пружності й пластичності.**

Пружність – властивість матеріалу мимовільно відновлювати первісну форму і розміри після припинення дії зовнішніх сил.

Пластичність – властивості матеріалу змінювати форму чи розміри під дією зовнішніх сил, не руйнуючись, причому після припинення дії сили матеріал не може мимовільно відновити розміри і форму.

Крихкість – здатність матеріалу руйнуватися без утворення помітних залишкових деформацій.

Основними характеристиками деформаційних властивостей будівельного матеріалу є: модуль пружності, коефіцієнт Пуассона, модуль зрушення, об'ємний модуль пружності, граничні деформації, повзучість.

Модуль пружності E являє собою міру твердості матеріалу і зв'язує пружну деформацію і одноосьове напруження відповідно до закону Гука:

$$\varepsilon = \sigma/E,$$

де σ – відносна деформація матеріалу, рівна відношенню абсолютної деформації E до первісного лінійного розміру L .

σ – напруження при одноосьовому розтяганні стиску, встановлюване за формулою

$$\sigma = P/F,$$

де P – діюча сила; F – площа поперечного перерізу матеріалу;

Модуль пружності E за допомогою коефіцієнта Пуассона зв'язаний з іншими характеристиками матеріалу.

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

Міцність є основною властивістю більшості будівельних матеріалів, одним з найважливіших показників якості конструкційних матеріалів. Від значення міцності залежить величина навантаження, що може сприймати даний матеріал при заданому перетині, працюючи в конструкції. Міцність матеріалу оцінюють межею міцності R , напругою відповідно навантаженню, яке викликало напругу.

Границю міцності на осьовий стиск R_{cm} визначають звичайно на зразках у формі кубиків, циліндрів, призм, а також на натурних зразках (керамічне порожнисте каміння).

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

$$R_{cm} = P/F,$$

де P – руйнівне навантаження (сила), МН; F – площа поперечного перерізу зразка до випробування, m^2 .

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

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

де P – руйнівне навантаження, МН; l – відстань між опорами, м; b , h — відповідно ширина і висота поперечного перерізу зразка, м;

Залежно від міцності будівельні матеріали розділяються на **марки**. Єдина шкала марок охоплює все будівництво. Найчастіше під маркою розуміють межу міцності при стиску, тому що саме цей вид напруження випробовує більшість конструкційних матеріалів, які працюють у споруді.

Для оцінки ефективності матеріалу в будівництві використовується **коефіцієнт конструктивної якості** (питома міцність), що розраховується як показник міцності, віднесений до відносної щільності матеріалу:

$$R_y = R/d,$$

де d – відносна щільність матеріалу, що є безрозмірною величиною.

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

Твердість кам'яних матеріалів природного походження оцінюється за шкалою Маоса,

складеною з 10 мінералів з умовним показником твердості від 1 до 10 (самий м'який тальк – 1, самий твердий алмаз – 10). Твердість металів, бетону, пластмас визначають вдавленням у випробуваний зразок сталеві кульки. У результаті випробу обчислюють число твердості

$$HB = P/F,$$

де F – площа поверхні відбитка.

Стиранність – властивість матеріалу пручатися стираючим впливам.

Стиранність оцінюють втратою первісної маси зразка матеріалу, віднесеної до площі поверхні стирання:

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

де m_1 і m_2 – маса зразка до і після стирання;

Зазначена властивість є одним з основних показників якості матеріалів, застосовуваних для дорожнього будівництва, влаштування підлог, сходів.

Ударна в'язкість – властивість матеріалу пручатися ударним навантаженням. Даний вид навантаження на відміну від розглянутих вище має короткочасний, миттєвий характер. Характеристикою цієї властивості є робота, витрачена на руйнування стандартного зразка, віднесена до одиниці його об'єму:

$$A_{\text{уд}} = m (1 + 2 + 3 + \dots + n)/V \cdot 10^3 ,$$

де m – маса вантажу копра, кг; V – об'єм зразка, см^3 ; $(1+2+3+\dots+n)$ – шлях, пройдений вантажем копра для руйнування зразка.

Знос – властивість матеріалу пручатися одночасному впливу зношуючих і ударних навантажень. Показником зносу служить втрата маси зразка матеріалу в % від початкової.

3.Хімічні властивості.

Хімічні властивості матеріалу визначають його здатність вступати в хімічну взаємодію з речовинами навколишнього середовища, при якому утворюються нові речовини. До хімічних властивостей відносять: кислотостійкість, лугостійкість, корозійну стійкість, розчинність, токсичність, дисперсність.

Кислотостійкість — це здатність матеріалу чинити опір дії кислот, яка оцінюється втратою маси зразка матеріалу, витриманого в кислоті певної концентрації. Час витримання, концентрація кислот та інші параметри регламентують відповідними параметрами. Наприклад, кислотостійкість каналізаційних керамічних труб становить не менше як 92% (тобто втрати за масою — до 8%), а шкалоситалів — до 99%.

Лугостійкість — це здатність матеріалу чинити опір дії лугів практично без руйнування. Методика визначення лугостійкості така сама, як і кислотостійкості. Якщо в складі матеріалу переважають основні оксиди, то він звичайно лугостійкий, але вступає у взаємодію з кислотами і може руйнуватися. Якщо будівельний матеріал має значний вміст діоксиду кремнію (кремнезему), то він є кислотостійким, але реагує з основними оксидами.

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

Розчинність — це здатність матеріалу розчинюватись у воді, олії, бензині, скипидарі та інших речовинах – розчинниках. Розчинність може відігравати і позитивну, і негативну роль. Наприклад, якщо облицювальний синтетичний матеріал у процесі експлуатації руйнується під дією розчинника, розчинність є шкідливою.

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

Технологічні властивості матеріалу характеризують відношення матеріалу до різних технологічних процесів, що змінюють стан матеріалу, структуру його поверхні, що додає потрібну форму і розміри. Такі технологічні властивості, як подрібнюваність, розпилюваність, шліфованість, гвоздимість мають важливе практичне значення, тому що від них залежать якості і вартість готових виробів і конструкцій.

Контрольні запитання

1. Охарактеризуйте таку властивість, як щільність матеріалу, види щільності.
2. Що таке пористість, пустотність?
3. Водопоглинання, види водопоглинання.
4. Охарактеризуйте таку властивість як морозостійкість.
5. Що таке вологопроникність, паропроникність?
6. Назвати класифікацію матеріалів по горючості.
7. Охарактеризуйте міцність, як властивість матеріалу.
8. Хімічні властивості, види і характеристика.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.44], [3, с.5].

Тема 2. Матеріали та вироби з деревини.

Лекція №3. Загальні відомості. Будова, властивості, вади деревини, вироби з деревини.

План лекції

1. Загальні відомості, будова деревини, вади деревини, основні деревинні породи.
2. Основні властивості, обробка, сушіння деревини, захист деревини від гниття та займання.
3. Матеріали, напівфабрикати та вироби з деревини.

Конспект

1. Загальні відомості, будова деревини, вади деревини, основні деревинні породи.

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

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

Деревину в сучасному будівництві застосовують для виробництва паркету, дверних та віконних коробок, хрестовин, дверного заповнення, вбудованих меблів.

Будова деревини

Дерево складається з коріння, стовбура та крони. Стовбур є основною частиною дерева, саме від його будови залежить повноцінність деревини як будівельного матеріалу; із стовбура одержують 60...90% деревини. Верхня частина стовбура – вершина, нижня – окоренок.

Макроструктура – це будова деревини, розрізнявана неозброєним оком або при невеликому збільшенні. Вивчення макроструктури дає змогу встановити основні ознаки деревини, визначити її породу і прогнозувати фізико-механічні та інші властивості. Звичайно вивчають три основних розрізи стовбура: **торцевий, або поперечний**, перпендикулярний до осі стовбура; **радіальний** – уздовж стовбура і такий, що проходить через стрижень; **тангенціальний** – паралельний осі стовбура.

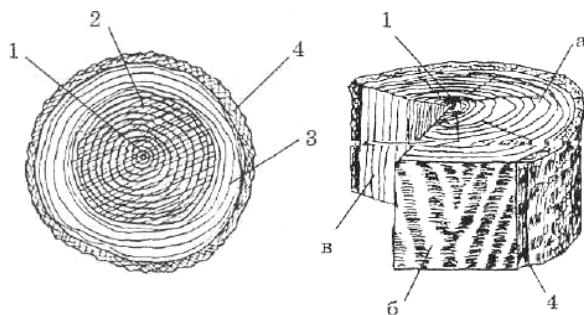


Рис. 2.3.1. Розрізи стовбура дерева:
а - торцевий; б - тангенціальний; в - радіальний;
елементи деревини стовбура:
1 - серцевина; 2 - ядро; 3 - заболонь; 4 - кора

На поперечному розрізі стовбура видно кору, камбій, заболонь, ядро, стрижень, стрижньові промені та річні шари.

Кора захищає дерево від зовнішніх впливів і складається із шкірки та лубу. Кора становить 6...25% об'єму дерева.

Камбій – це тонкий шар клітин, здатних до поділу та росту, більша частина їх відкладається в бік деревини, менша – у бік лубу.

Заболонь – це світла частина дерева, що складається з молодих клітин, по яких рухається волога з розчиненими в ній поживними речовинами. Заболонь у свіжозрубаному дереві має велику вологість, відносно легко загниває, має низьку міцність, велику усушку й схильність до короблення.

Ядро – це 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 стовбура дерева. Ця частина дерева має меншу вологість, більшу стійкість щодо загнивання, вищу міцність та твердість.

Стрижень складається з великих та тонкостінних, слабо зв'язаних між собою дірчастих клітин. Стрижень і деревина, утворена в ранньому періоді, становлять стрижньову трубку. Ця частина стовбура є найслабшою, легко піддається загниванню.

Стрижньові промені складаються з тонкостінних клітин, особливо помітних у дуба, бука, клена. Стрижньові промені призначені для переміщення по них води та поживних речовин і створення запасу цих речовин на зимовий час. Стрижньові промені в листяних породах становлять майже 15%, у хвойних – майже 6% за об'ємом. Деревина легко розколюється по стрижньових променях, по них же вона розтріскується при висиханні.

Річні шари (кільця) утворюються в період росту. Вони складаються з деревини, утвореної навесні (весняна, або рання деревина), і деревини, утвореної влітку (літня, або пізня деревина). Клітини ранньої деревини дірчасті, мають низьку механічну міцність, а клітини пізньої деревини – вищу щільність та міцність. Чим більше утворилося пізньої деревини, тим вища її механічна міцність.

Деревині породи поділяють на **ядрові** (сосна, дуб, модрина, ясен) та **заболонні**, які не мають ядра (береза, осика, граб, вільха, липа). Деревні породи з однаковим забарвленням поперечного перерізу, які містять різну кількість води в центральній та периферійній частинах, називають **породами із стиглою деревиною** (бук, ялина, ялиця).

Вади деревини

Сучки – це частини в деревині, що порушують однорідність її будови викликають скривлення волокон, утруднюють механічну обробку.

Тріщини – розриви деревини уздовж волокон, порушують цілісність матеріалу, знижують механічну міцність і довговічність. Можуть бути:

- метиковими (виникають у зростаючому дереві, розташовані на обох торцях колоди в одній площині),
- морозні (утворюються в зростаючому дереві, мають радіальний напрямок із заболоні в ядро, значну довжину уздовж стовбура),
- тріщини усушки (виникають у зрубаному дереві глибиною і довжиною не більше 1 м).

Збіжистість – це вада, при якій діаметр стовбура зменшується більш як на 1 см на кожний метр висоти стовбура.

Закомелістість – різке збільшення окоренкової частини стовбура дерева. Може бути округла і ребриста.

Кривизна – скривлення поздовжньої осі колод, пов'язане з кривизною стовбура.

Нахил волокон – непаралельність волокон поздовжньої осі виробів. Утруднює механічну обробку деревини, знижує міцність пиломатеріалів, при розтяганні і стиску, збільшує міцність при розколюванні.

Крен – ненормальне стовщення пізньої деревини в річних шарах.

Завилькуватість – безладне розташування волокон деревини.

Серцевина – вузька центральна частина стовбура, що складається з пухкої деревини.

Завиток – місцеве різке скривлення річних шарів під впливом сучків.

Сухобокість – омертвіла ділянка стовбура.

Засмолок – ділянка деревини, рясно просочена смолою.

Ядрова гнилизна – результат дії дереворуйнівних грибків, знижує сортність і механічні властивості деревини.

Червоточини – ходи й отвори, пророблені в деревині комахами.

Деревні породи

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

Сосна – ядрова порода, яка має високу міцність і низьку щільність (470...540 кг/м³). Ядро у неї буро-червоного кольору, а заболонь – жовтого. Деревина сосни смолиста, важко піддається загниванню. Її застосовують у вигляді кругляка та пиляних лісоматеріалів, а також для виготовлення столярних виробів та меблів.

Ялина – порода зі стиглою деревиною, малосмолиста, має високі показники міцності, низьку щільність (440...500кг/м³). Її застосовують для виготовлення будівельних конструкцій та столярних виробів. Внаслідок великої кількості сучків ялина важко обробляється.

Модрина – ядрова смолиста порода з підвищеними твердістю та щільністю (630...730 кг/м³), стійка проти загнивання. Ядро червонувато-бурого кольору, заболонь вузька й за забарвленням значно відрізняється від ядра. Застосовують її в будівництві мостів, а також у гідротехнічному будівництві, для виготовлення шпал та рудникових стояків. Недоліки деревини модрини – схильність до розтріскування.

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

Т и с – порода ядрова. Застосовується для виготовлення меблів, у будівництві широкого застосування не знайшла.

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

Дуб – ядрова кільцевосудинна порода, яка має високі механічну міцність, в'язкість та щільність (720 кг/м³). Ядро темно-бурого кольору, заболонь – жовтуватого. Має високу стійкість проти загнивання, гарну текстуру. Застосовують у відповідальних конструкціях, мостобудуванні, гідротехнічному будівництві, для виготовлення меблів, облицювальної фанери, столярних виробів та паркету. При тривалому перебуванні у воді дуб темнішає, перетворюючись на морений дуб.

Бук – розсіяно-пориста стиглодеревна порода. Деревина тверда, щільна (650 кг/м³), пружна, білого з червоним відтінком кольору, малостійка проти загнивання. Застосовують для виготовлення меблів, столярних виробів та паркету.

Вільха – заболонна порода з м'якою, добре оброблюваною деревиною. Нестійка проти загнивання. Застосовують для столярних виробів та фанери.

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

Береза – заболонна порода. Деревина щільна (650 кг/м³), має високі міцність, в'язкість. Нестійка проти загнивання. Застосовується для виготовлення фанери, паркету, столярних виробів, поручнів, опоряджувальних робіт.

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

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

2.Основні властивості, обробка, сушіння деревини, захист деревини від гниття та займання.

Фізичні властивості

До фізичних властивостей деревини належать вологість, усихання, розбухання, короблення, теплопровідність, щільність, пористість та ряд інших.

Вологість значною мірою зумовлює якість деревини. Розрізняють *гігроскопічну* вологу, зв'язану в стінках клітин, та *капілярну*, яка заповнює міжклітинний простір. За вмістом води розрізняють мокру деревину, свіжозрубану, повітряно-суху, кімнатно-суху та абсолютно суху, висушену до сталої маси.

Вологість деревини, що дорівнює 12%, умовно вважається **нормальною (стандартною)**. Результати визначення всіх фізичних властивостей слід зводити до цієї вологості.

Усушення, розбухання, короблення деревини відбуваються із зміною вологості. При висушуванні деревини до точки насичення волокон її лінійні розміри не змінюються. При подальшому висушуванні розміри деревини зменшуються: уздовж волокон на 0.1...0.4%; у радіальному напрямі на 3...6%; у тангенціальному на 6...12%. Зменшення лінійних розмірів та об'єму деревини при видаленні з неї гігроскопічної води називають **усушенням**.

Лінійне усушення визначають уперек волокон у двох напрямках – тангенціальному та радіальному. Усушення вздовж волокон незначне і його не визначають.

Об'ємне усушення, %, обчислюють за формулою:

$$u_v = \frac{ab - a_0b_0}{ab} \cdot 100,$$

де a, b – розміри поперечного перерізу зразка при даній вологості; a_0b_0 – те саме, в абсолютно сухому стані. Об'ємне усушення становить 12...15%.

Із зволоженням сухої деревини до досягнення нею границі гігроскопічності стінки деревинних клітин потовщується, розбухають, що призводить до збільшення розмірів та об'єму виробів. Цей стан називають **розбуханням**.

Короблення деревини виникає внаслідок неоднакового усушення в різних напрямках.

Теплопровідність деревини залежить від породи, напрямку волокон та вологості. Так, при вологості 15% теплопровідність уздовж волокон у дуба дорівнює 0,45 Вт / (м · К), у сосни 0,35 Вт / (м · К), уперек волокон відповідно 0,22 і 0,17 Вт / (м · К). Із підвищенням вологості теплопровідність деревини зростає. Теплозахисні властивості деревини широко використовують у будівництві.

Стійкість деревини до дії агресивних середовищ досить висока.

Механічні властивості

Міцність деревини характеризується здатністю чинити опір зовнішнім механічним впливам і залежить від деревинної породи, вологості, наявності вад, місця в стовбурі, де її визначають тощо.

Міцність на стиск деревини визначають уздовж та вперек волокон на зразках-призмах перерізом 20х20 мм і завдовжки 30 мм. Міцність деревини на стиск уздовж волокон у 4 – 6 разів більша за її міцність вперек волокон.

Міцність на розтяг деревини вздовж волокон у 2 – 3 рази більша за міцність на стиск й у 20 – 30 разів вища за міцність на розтяг вперек волокон. Питома міцність деревини на розтяг вздовж волокон близька до аналогічних показників сталі та склопластиків.

Міцність на статичний вигин деревини перевищує міцність при стиску вздовж волокон, але менша за міцність при розтягу й становить у різних порід 50...100 МПа.

Міцність на сколювання деревини вздовж волокон становить у середньому 3...13 МПа. Міцність при сколюванні вперек 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).

Сушіння деревини.

Процес видалення води з деревини називається **сушінням**. Із зміною вологості пов'язана зміна експлуатаційних та фізико-механічних властивостей деревини. Крім того, у деревині з більшим вмістом води створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, які спричиняють загнивання деревини й зниження її якості. При зниженні вологості підвищується міцність деревини, зменшується її щільність.

Природне сушіння – це сушіння в природному атмосферному повітрі, яке штучно не підігрівається.

Штучне сушіння виконують в сушильних камерах гарячим повітрям, газом. Основна перевага штучного сушіння порівняно з атмосферним – швидкість процесу (кілька днів) і можливість здійснювати в будь-яку пору року.

Сушіння в рідинах – це висушування деревини в гідрофобних рідинах, зокрема в петролатумі. Деревину занурюють безпосередньо в нагріту рідину, де вона сохне у кілька разів швидше (кілька годин), ніж у сушильних камерах, причому матеріал не розтріскується й не коробиться.

Діелектричне сушіння ґрунтується на нагріванні деревини струмами високої частоти. Деревина нагрівається рівномірно й відразу за всім об'ємом. Тривалість сушіння можна зменшити порівняно з камерним сушінням у кілька десятків разів. Основний недолік діелектричного сушіння – висока вартість.

Захист деревини від гниття, уражених комахами і загоряння

При вологих умовах експлуатації деревина піддається дії мікроорганізмів, руйнується – загниває. Захист деревини від гниття і продовження терміну служби забезпечується шляхом попереднього природного чи штучного сушіння, фарбування водостійкими барвистими складами, антисептуванням.

Антисептики підрозділяються на *водорозчинні* (фтористий і кремнефтористий натрій, кремніфтор амонію, суміш борної кислоти і бури (ББК-3), пентахлорфенол (ГР-48), хлористий цинк, мідний купорос) і *масляні* (антраценова олія, кам'яновугільна олія, сланцева олія).

Для захисту деревини від ураження комахами використовують **інсектициди**, роль яких добре виконують масляні антисептики і препарати на органічних розчинниках, розчин хлорофосу.

За вогнестійкістю деревина відноситься до горючих матеріалів. Конструктивні заходи захисту деревини від горіння здійснюють шляхом розташування дерев'яної конструкції на безпечній відстані від джерела нагрівання, покриття дерев'яної конструкції штукатуркою, азбестоцементними листами. Крім того, будівельними нормами допускається використання деревини для виготовлення балок, колон, арок, ферм за умови просочення матеріалу спеціальними вогнезахисними речовинами – **антипіренами**. Найбільш ефективний метод – просочення під тиском. У якості антипіренів застосовують буру, хлористий амоній, фосфорнокислий амоній, сірчаноокислий амоній.

3. Матеріали, напівфабрикати та вироби з деревини.

Матеріали з деревини застосовують у будівництві, як конструкційні, оздоблювальні, теплоізоляційні, акустичні й погонажні.

До **конструкційного** відносяться круглі лісоматеріали, пиломатеріали, фанера, деревні шаруваті пластики, фіброліт, арболіт, цементно-стружкові плити.

Круглі лісоматеріали одержують шляхом розпилювання і очищення від кори стовбурів дерев. Залежно від діаметра верхнього торця їх підрозділяють на колоди (не менше 14 см), підтоварники (8-13 см) і жердини (3 см). Колоди застосовують для вироблення пиломатеріалів, зведення колодних будинків, виготовлення паль, елементів мостів, опор ліній електропередач, підтоварники і жердини – для допоміжних і тимчасових споруд. При розкрої колоди одержують **пиломатеріали** (рис. 2.2.) різного виду і розмірів (бруси, шпали, дошки).

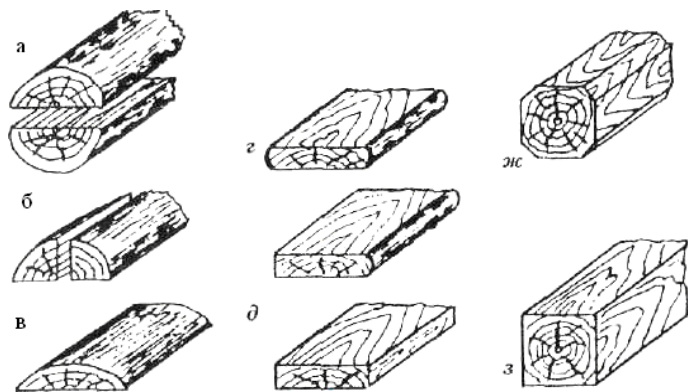


Рис. 2.3.2. Пиломатеріали:
а — пластины; б — четвертини; в — обапіл; г — дошка необрізна; ж — дошка обрізна; з — брус чотирикатний; з — брус чистообрізний

Столярні вироби – віконні й дверні блоки з вмонтованими в них віконними плетіннями і дверними полотнами, підвіконні дошки, щитові двері для житлових і громадських будинків.

Фанера являє собою листовий матеріал, склеєний із трьох і більше шарів лушеного шпону таким чином, щоб напрямок волокон у суміжних шарах був взаємно перпендикулярним.

Шпон – тонкий листовий матеріал, отриманий лушенням чи струганням на спеціальних верстатах розпилених кряжів. Застосовується для обшивання внутрішніх перегородок на дерев'яній рамі, просторових конструкцій у вигляді куполів, а також клеєних балок, арок і ферм.

Паркет – виготовляють з твердих порід – дуба, бука, ясеня і т.д. Буває звичайним (планочний) і щитовим. Щитовий паркет має основу з дощок чи брусів, на які наклеєна паркетна планка.

Деревні шаруваті пластики являють собою листовий матеріал, отриманий методом пресовки декількох шарів шпону, просочених при високих температурах високомолекулярними смолами. Застосовується в конструкціях, від яких потрібні хімічна стійкість й високий опір стиранню.

Фібrolіт називають плитний матеріал з тонких довгих деревних стружок, скріплених мінеральними в'язучими. Фібrolітові плити технологічні, міцно зчіплюються з незатверділим бетоном, надійно кріпляться до бетонної і кам'яної поверхні. Вироби з фібrolіту морозостійкі, не загнивають, не уражаються гризунами. Застосовують для виготовлення перекриттів, перегородок і покриттів сільськогосподарських і складських будівель, а також стін дерев'яних стандартних будинків.

Арболіт – легкий деревобетон на мінеральному в'язучому. Для виготовлення арболіту використовують відходи лісопиляння і переробки деревини різних порід, а також подрібнені сучки, обаполи. Застосовують для виготовлення навісних панелей зовнішніх стін, самонесучих панелей зовнішніх і внутрішніх стін, плит покриттів.

Цементно - стружкові плити на відміну від фібrolіту й арболіту пресують при підвищеному тиску, тому вони мають велику щільність. Застосовують для зовнішнього обшивання стінових панелей житлових будинків, як опалубку для бетону, виготовлення санітарно-гігієнічних кабін.

Древесностружкові й деревноволокнисті плити одержують методом плоского пресування відходів стружки й обпилювань, змішаних із синтетичними смолами. Застосовують для облицювання внутрішніх стін громадських і адміністративних будинків, для покриттів підлог.

Погонажні вироби включають лиштви, плінтуси, поручні, дошки для підлоги. (рис.2.3.)

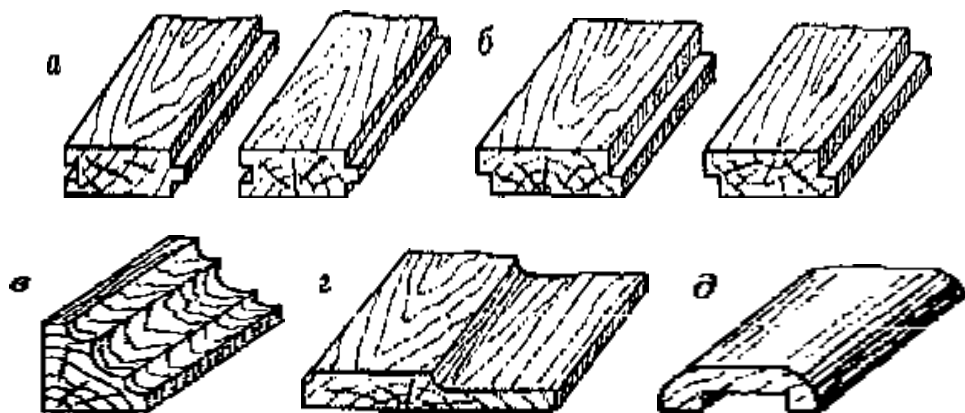


Рис.2.3.3. Погонажні вироби:

а — шпунтовані дошки; б — фальцові дошки; в — плінтус;
г — лиштва; д — поручень

Контрольні запитання

1. Назвати макроструктуру деревини.
2. Мікроструктура та хімічний склад деревини.
3. Основні деревинні породи та їх характеристика.
4. Назвати вади стовбура деревини.
5. Описати способи сушіння деревини.
6. Захист деревини від гниття та займання.
7. Дати характеристику матеріалам, напівфабрикатам та виробам з деревини.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.509], [3, с.129]

Тема 3. Кам'яні матеріали.

Лекція №4. Відомості про кам'яні матеріали.

План лекції

1. Загальні відомості.
2. Відомості про мінерали.
3. Характеристика гірських порід.

Конспект

1. Загальні відомості.

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

Гірські породи — це мінеральні маси, які утворюють земну кору й мають відносно сталі склад і будову. Вони складаються з мінералів — продуктів природних фізико механічних процесів.

Мінерали — це природні утворення, однорідні за хімічним складом, будовою та властивостями.

Залежно від виду обробки, природні кам'яні матеріали бувають такі: *подрібнені* (щебінь, висівки) , *колоті* (бутовий камінь, шашка) , *пиляні* (блоки, плити) та *штучні вироби різного ступеня обробки*.

У сучасному будівництві визначилися такі основні напрями використання згаданих матеріалів:

- штучне каміння та вироби для зведення стін будівель, улаштування підлог, сходів;
- облицювальні (декоративні) вироби — плити, каміння, профільовані вироби;
- каміння та вироби для дорожнього будівництва — брущатка, шашка для мостіння;
- каміння та вироби різних типів для гідротехнічних та інших споруд;
- нерудні матеріали — бутовий камінь, заповнювачі для бетону (щебінь, гравій, пісок).

Під дією спеціальних технологічних процесів (випалювання, спікання, плавлення тощо) принципово змінюється будова та властивості вихідних порід. Згідно з генетичною (за походженням) класифікацією всі гірські породи поділяються на три групи:

- **вивержені, або магматичні (первинні)** , які утворилися внаслідок охолодження і затвердіння магми;
- **осадові (вторинні)** , які виникли в поверхневих шарах земної кори внаслідок руйнування первинних порід;
- **метаморфічні (видозмінені)**, утворені з вивержених і осадових порід внаслідок перекристалізації та зміни структури під дією високих температур і великих тисків.

Вивержені породи, у свою чергу поділяються на *масивні та уламкові*.

Масивні утворюються внаслідок охолодження й затвердіння вогнено-рідкої лави (магми) або в надрах — глибинні (інтрузивні) породи, або біля поверхні землі — вилиті (ефузивні) породи, утворюючи глибинні породи, магма застигала повільно й рівномірно, що сприяло кристалізації мінералів. Уламкові породи утворилися здебільшого внаслідок вулканічної діяльності, тому їх називають також вулканічними. Ці породи можуть бути сипкими й зцементованими, а тому їхні властивості змінюються в широких межах.

Осадові, або вторинні породи поділяють на три групи: *механічні відклади*, які можуть бути сипкими й зцементованими; *хімічні осади*, насамперед карбонати й сульфати; *органогенні відклади* рослинного (фітогенного) або тваринного (зоогенного) походження. Метаморфічні породи утворилися як з вивержених, так і з осадових порід внаслідок того, що вони потрапили в

умови метаморфізму. Залежно від ступеня метаморфізації їхні властивості можуть значно відрізнятися від властивостей вихідних порід.

Класифікація гірських порід за їхнім походженням має надзвичайно важливе практичне значення, оскільки дає змогу оцінити кожен породою щодо її складу, структури та властивостей, зробити висновок про найдодільніші галузі її застосування в будівництві.

2.Відомості про мінерали.

Мінерали – це природні фізично й хімічно однорідні тіла, що виникають у земній корі в результаті фізико-хімічних процесів. Гірські породи складаються з мінералів. У складі земної кори більше 2000 мінералів, але тільки 50 з них є породотвірними. Усі мінерали відрізняються один від одного своїми властивостями, тому перевага в породі тих чи інших мінералів визначає властивості гірської породи. Породотвірні мінерали поділяються на такі групи:

Кварц SiO_2 – кристалічна форма діоксиду кремнію (кремнезему) – є один з найпоширеніших мінералів земної кори. Міцний, твердий і стійкий мінерал: міцність на тиск – до 2000 МПа, твердість 7, добре чинить опір стиранню та хімічним впливам, щільність 2,65 г/см³. Кварц буває безбарвним, білим, а також сірим, димчастим, рожевим тощо, залежно від домішок. Температура плавлення становить 1710 °С.

Польові шпати - алюмосилікати калію, натрію, кальцію або їхні суміші. Це найпоширеніші мінерали, що становлять до 60% земної кори. Характерна особливість – яскраво виражена спайність за двома напрямками. Істинна щільність польових шпатів становить 2,55...2,70 г/см³, твердість – 6, міцність на стиск 120-170 МПа, температура плавлення 1170...1550 °С. Колір білий, сірий, жовтий, від рожевого до темно-червоного. Стійкість значно нижча, ніж у кварца.

Слюди – водні алюмосилікати, різноманітні за складом. Характерна особливість їх – легка розщеплюваність їх на тонкі та пружні пластинки. Твердість 2...3.

Вермикуліт – також магнезійно-залізна слюда, колір бронзово-жовтий. При прожарюванні втрачає воду, лусочки розщеплюються й збільшуються в об'ємі до 25 разів.

Аморфний кремнезем відрізняється від кварцу великою хімічною активністю. Так, він вступає у взаємодію з вапном за наявності води навіть при нормальній температурі. Характерні представники цих мінералів – опал і халцедон. *Опал* має аморфну структуру, щільність 1,9...2,5 г/см³, твердість 5...6, крихкий. Колір білий, але буває, залежно від домішок – блакитний, бурий, зелений, чорний. *Халцедон* приховано кристалічний щільний різновид кварцу, продукт кристалізації опалу. Істинна щільність 2,6 г/см³, твердість 6. Халцедон – шаруваті структури називається *агатом*. *Креміль* – халцедон, забруднений домішками глини.

Кальцит, або вапняковий шпат, $CaCO_3$ має істинну щільність 2,7 г/см³, твердість 3, колір білий, сірий. Легко розкладається кислотами. Під дією розчину HCl “скипає”:

Магнезит $MgCO_3$ – важчий і твердіший мінерал, але хімічна активність його менша; істинна щільність ≥ 3 г/см³, твердість 4,0...4,5, колір жовтий, сірий, коричневий.

Доломіт $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ за своїми властивостями займає проміжне положення між кальцитом і магнезитом.

Сульфати – гіпс, ангідрит, барит.

3.Характеристика гірських порід.

Вивержені породи глибинні

Граніти – найпоширеніші зернисто-кристалічні породи. Мінералогічний склад, %: кварц – 20...40, польові шпати – 40...70, можливий вміст слюд – 5...10 та темнозбарвлених мінералів. Залежно від розмірів зерен розрізняють крупно- та дрібнозернисті граніти (останні найбільш стійкі).

Колір породи залежить від кольору польового шпату, змінюється від світло-сірого до червоного, від рожевого до темно-червоного. Середня щільність 2600...2700 кг/м³. Механічна міцність висока: міцність на стиск стон ... 250 МПа, на розтяг – у 30-60 разів менша, як і в усіх кам'яних матеріалів. добре чинить опір стиранню. Теплопровідність 2,7...3,2 Вт/(м · К).

внаслідок поліморфного перетворення кварцу вогнестійкість гранітів обмежена температурою 600 °С; при вищій температурі вони розтріскуються.

В Україні широко відомі такі родовища гранітів: Омелянівське (Житомирська обл.) — червонувато-коричневі граніти; Токівське (Дніпропетровська обл.) — червонувато-фіолетові; Коростишівське (Житомирська обл.) — сірі; Гніванське (Вінницька обл.) — темно-сірі та чорні; Корнинське (Житомирська обл.) — сірі з порфіроїдами рожевого польового шпату.

Сієніти відрізняються від гранітів відсутністю або незначним умістом кварцу. Колір сієнітів, як правило, сірий, зеленуватий. За фізико-механічними властивостями сієніти близькі до гранітів, хоча стійкість щодо вивітрювання буває трохи нижчою. Зустрічаються рідше, ніж граніти. Відомі родовища в південно-західній частині України.

Габро містять приблизно порівну польових шпатів (плагіоклазів) та темнозабарвлених мінералів (авгіту, олівіну, рогової обманки). Структура рівномірно крупнокристалічна, забарвлення темно-сіре, темно-зелене, чорне. Якщо польовий шпат являє собою лабрадор, то порода називається лабрадоритом. Середня щільність 2900...3200 кг/м³, міцність та стиск 200...400 МПа. Застосовують насамперед як облицювальний матеріал, особливо лабрадорити. Родовища лабрадоритів — у Житомирській обл.

Вивержені породи вилиті

Усі вилиті породи є аналогами описаних глибинних порід, тобто мають з ними спільний хімічний склад, але відрізняються за структурою. Існують **стародавні й нові** вилиті породи.

До підгрупи стародавніх вилитих порід належать порфіри. Вони мають характерну порфіровидну будову, тобто їм притаманна наявність крупних кристалів — порфіроїдів чи вкраплень, які містять в основній дрібнозернистій або склоподібній масі.

До підгрупи нових вилитих порід належать ліпарити (аналоги гранітів) та трахіти (аналоги сієнітів). Це, як правило, дрібнопористі, ніздрюваті породи з шорсткою поверхнею злому. Забарвлення світле: біле, сіре, жовтувате. Середня щільність майже 2200 кг/м³, міцність на стиск 50...90 МПа. Їх застосовують як стінові матеріали, щебінь для бетону. Родовища — у Криму.

Вулканічні породи — це сипкі або зцементовані продукти виверження вулканів. Порошкоподібні часточки називають *вулканічним попелом*, крупніші (до 5 см) — *вулканічними пісками*, а найкрупніші (до 30 см) — *пемзою*.

Пемза — це спучене кисле вулканічне скло, насипна щільність якого становить 300...600 кг/м³. Вона є прекрасним заповнювачем для легких бетонів, акустичної штукатурки, а в тонкодрібненому вигляді — активною мінеральною добавкою. Крім того, застосовується як шліфувальний матеріал.

Вулканічні лави — продукти виверження вулканів, застигли на поверхні Землі у вигляді крупних масивів. Будова їх звичайно пориста, спричинена сильним газоутворенням при охолодженні.

Вулканічні туфи — це пористі породи, утворені внаслідок ущільнення і природного зцементування вулканічних попелу та пісків, мають пористу будову. Туфи легко піддаються розпилюванню. Їх застосовують у вигляді пиляного каміння й крупних блоків для укладання стін житлових будинків, для влаштування перегородок і вогнестійких перекриттів.

Механічні відклади утворилися внаслідок руйнування гірських порід різного походження. На відміну від вивержених порід вони менш однорідні.

Механічні відклади ділять на *сипкі та зцементовані*.

Сипкі механічні відклади мають різноманітні мінералогічні склади, але їх розрізняють насамперед за крупністю зерен. Найкрупнішими є валуни (понад 300 мм) та буличники (150...300 мм). Гравій — це, як правило, обкатані зерна розмірами від 5 до 150 мм. У природі часто зустрічаються родовища гравію із значними домішками піщаних зерен. Такий матеріал називають гравійно-піщаною сумішшю. Піски є сипкою сумішшю кварцових, рідше — польовошпатних та інших зерен розмірами від 0,16 до 5,0 мм. Найбільш дисперсними є глини, розміри зерен яких не перевищують 0,005 мм. Найпоширеніші мінерали глин — каолінит. Часто зустрічаються суміші глин з пісками: супіски, суглинки тощо.

Усі сипкі механічні відклади досить поширені на поверхні земної кори й широко використовуються в будівництві як заповнювачі для бетону, сировина для виробництва керамічних та інших будівельних матеріалів.

Зцементовані механічні відклади утворилися внаслідок зв'язування сипких відкладів певною природною речовиною. *Якщо зцементовані зерна піску, то породу називають пісковиком, якщо зцементовані обкачані зерна гравію – конгломератом, а якщо гострокуті зерна природного щебеню, – брекчією.*

Хімічні осади (хемогенні породи)

Вапняки складаються в основному з CaCO_3 і мають пористість від десятих часток процента до 20 %. Забарвлення біле, сіре аж до чорного, жовтувате, буре. Середня щільність 1800...2600 кг/м^3 , міцність на стиск 10...150 МПа. Застосування: бутовий камінь, щебінь для бетону, камінь для укладання стін неопалюваних будівель, одлицювальні матеріали, сировина для виготовлення вапна та цементу.

Якщо вміст карбонатного та глинястого компонентів приблизно однаковий, то такі породи називають **мергелями**.

Вапнякові туфи мають пористу, ніздрювату будову. Вони утворилися внаслідок випадання карбонату кальцію з підземних мінеральних джерел (холодних або гарячих). Середня щільність 1400...1800 кг/м^3 , міцність на стиск 5...80 МПа.

Доломіти й магнезити за властивостями близькі до вапняків. Для них характерна зернисто-кристалічна структура, вони стійкіші проти вивітрювання. Використовують їх переважно для виготовлення в'язучих і вогнетривких матеріалів.

Гіпс (гіпсовий камінь) – це м'яка кристалічна порода, складається з кристалів $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Колір білий, сірий, жовтуватий. Середня щільність 2000...2300 кг/м^3 , міцність на стиск до 30 МПа. Через висоту розчинистості мінералу гіпсові породи не стійкі. Використовують їх здебільшого для виготовлення гіпсових в'язучих речовин, а також як домішки при виробництві портландцементу. виготовляють спеціальні гіпси-модельний, медичний та інші.

Великі родовища в Україні – Донбас та Західні області.

Ангідрит складається з мінералу з такою самою назвою, залягає разом з гіпсом, дещо твердіший за нього. Колір блакитнувато-білий, різні відтінки сірого, у розрізі – хвилясті візерунки. Використовують для виготовлення гіпсових в'язучих підвищеної міцності та для внутрішнього облицювання (добре полірується).

Барит складається з мінералу бариту (важкого шпату). Використовують як заповнювач у бетонах і розчинах для захисту від радіоактивних впливів, а також для приготування фарб.

Вапняк-черепашник – це пориста порода, що складається з черепашок і панцирів молюсків, слабко зцементованих вапняковою речовиною, містить домішки глини, кремнезему тощо. Середня щільність 800...1800 кг/м^3 , міцність на стиск 0,4...15,0 МПа і більше. Легко піддається розпилюванню. Використовують його як місцевий стіновий матеріал для малоповерхового житлового будівництва.

Орогенні відклади

Фітогенні породи утворилися внаслідок відкладання панцирів морських водоростей.

Діатоміт містить переважно найдрібніші ажурні панцири діатомових водоростей, складених з аморфного опалевидного кремнезему $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Колір білий, сірий, жовтуватий, блідо-рожевий.

Трепел за зовнішнім виглядом, складом та властивостями дуже подібний до діатоміту, але містить аморфний кремнезем переважно у вигляді дрібних кульок опалу, поряд з яким зустрічаються окремі панцири діатомових водоростей.

Використовують як активні мінеральні добавки до в'язучих, для виготовлення теплоізоляційних матеріалів. Родовища в Україні – Вінницька та Миколаївська області.

Зоогенні породи утворилися внаслідок відкладання черепашок найпростіших тварин.

Крейда – біла м'яка вапнякова порода, затверділий морський осад, що складається з мікроскопічних черепашок радіолярій, форамініфер та інших найпростіших тварин. На 90...98% складається з CaCO_3 , звичайно містить домішки глинястих частинок. Міцність крейди настільки низька, що не дає змоги використовувати її як будівельний камінь. Її застосовують в

основному для виробництва вапна, цементу й скла, приготування фарб, замазок, шпаклівок тощо. Родовища розміщені на території південних областей України.

Метаморфічні породи

Мармури утворилися внаслідок перекристалізації вапняків, іноді доломітів, під впливом високих температур і тисків. Складаються в основному з кальциту. Їхня структура буває дрібно-середньо- та, рідше, крупнозернистою, колір різноманітний, з багатьма відтінками залежно від виду домішок, а саме: білий, сірий, жовтуватий, блідо-рожевий, червоний, бурий, зеленуватий, чорний, часто зустрічаються прожилки та візерунки.

Лекція №5. Видобування та обробка природного каменю.

План лекції

- 1.Видобування та обробка природного каменю.
- 2.Вироби для зовнішнього та внутрішнього облицювання будівель.
- 3.Вироби спеціального призначення.
- 4.Корозія природного каменю та захист від неї.

Конспект

1.Видобування та обробка природного каменю.

Усі гірські породи за твердістю поділяються так:тверді, до складу яких входять мінерали з твердістю 6...7,- кварцит, граніт, сієніт, діорит, габро;щільні вапняки, доломіти, деякі види туфу; м'які, що мають твердість 2...3, – гіпс, ангідрит, вапняк – черепашник.

Розробляючи тверді породи, спочатку від них відокремлюють крупний моноліт, який далі поділяють на блоки. Це виконують *буроклиновим, буровибуховим медотами або за допомогою ударних врубових машин.*

Для порід середньої твердості блоки відокремлюють машинами з канатними пилами, в яких різальним органом є сталевий канат діаметром 3...6 мм. у пропи́л під канат подають абразив – кварцовий пісок з водою.

Видобуті блоки доставляють з кар'єру на каменеобробний завод, де їх розпилюють на плити або виготовляють з них фасонні вироби. Для розпилювання блоків використовують рамні блоки з гладкими полотнами, під які підсипають абразивні матеріали: для середніх порід – кварцовий пісок, а для твердих чавунний дріб.

Середні та м'які породи видобувають у кар'єрах за допомогою каменерізальних машин, які мають твердосплавні дискові та ланцюгові пили. Кріпильні блоки чи готові дрібноштучні вироби вирізають потоковим методом. Для цього рейковим шляхом, прокладеним у кар'єрі, рухаються каменерізальні машини з дисковими пилами, які виконують горизонтальні і вертикальні пропили.

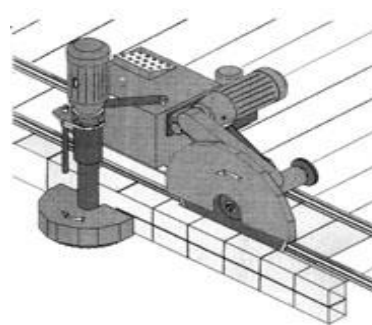


Рис.3.5.1. Каменерізальні машини з твердосплавними дисками.

Крім машин з дисковими різальними органами застосовують машину типу врубових – із ланцюговими пилами.

Для облицювальних виробів природного каменю надають тієї чи іншої фактури (характеру поверхні), використовують ударну чи абразивну обробку.

Ударна обробка полягає в обколюванні поверхні каменю за допомогою каменетесального інструменту зі змінними наконечниками. Для тесання використовують широке долото-скарпель, для сколювання – шпидю (гостре долото), для чистової обробки лицьової поверхні –

бучарду з середньою чи дрібною насічкою. Абразивна обробка крім згаданого розпилювання передбачає також фрезерування, шліфування й полірування.

Сипкі гірські породи – пісок, гравій – розробляють гідромеханічним способом. Вода, що подається гідромонітором під великим тиском, розмиває ґрунт. З пульпи (суміш ґрунту з водою) виділяється пісок або гравій певних розмірів. Гравій та валунний камінь видобувають спеціальними плавучими механізмами – драглайнами чи землечерпалками.

2. Вироби для зовнішнього та внутрішнього облицювання будівель.

Бутовий камінь (бут) – це куски каменя неправильної форми розміром 150...500 мм, масою 20...40 кг. Бутовий камінь може бути рваним (неправильної форми) та постілистим. Рваний бут розробляють здебільшого вибуховим способом. Послістий бут одержують з-під порід пластового залягання. З буту зводять греблі та інші гідротехнічні споруди, підпірні стінки, фундаменти, його також переробляють на щебінь.

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

Піски бувають *природними та штучними* (подрібненими).

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

Каміння та блоки для укладання стін. Багато пористих гірських порід легко розпилюються на камені та блоки правильної форми (прямокутні паралелепіпеди).

Основні розміри каменів для зведення стін: 390×190×188 мм, 390×190×288 мм, 490×240×188 мм. маса каменя не повинна перевищувати 16 кг, маса дрібного блока – 40 кг. Каміння та блоки застосовують для зведення зовнішніх стін, перегородок та інших частин будівель і споруд.

Застосовуючи крупні стінові блоки розміром до 3000×1000×1500 мм і масою до 1,5 т, можна знизити затрати праці на їхнє виготовлення та монтаж, забезпечити індустріальність будівництва.

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

3. Вироби спеціального призначення.

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

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

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

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

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

матеріалів ставлять підвищені вимоги не лише щодо міцності, а й щодо водо – та морозостійкості.

Хімічно стійкі та жаростійкі матеріали й вироби. Численні гірські породи використовують для футерування різних апаратів та установок, які зазнають дії кислот, лугів, солей і агресивних газів, а також впливу високих і різкозмінних температур і тисків. Із щільних кислототривких гірських порід виготовляють тесані плити, цеглу, бруски, фасонні вироби потрібної форми. У подрібненому вигляді ці породи використовують як заповнювачі в кислототривких цементах. Для захисту від дії кислот використовують граніт, сієніт, базальт, андезин, кварцит, а від дії лугів – карбонатні породи : щільні вапняки, доломіти, магнезити, мармури. Для жаростійких облицювань застосовують вироби з базальту, діабазу, вулканічних туфів.

4.Корозія природного каменю та захист від неї.

Під час експлуатації в спорудах природні кам'яні матеріали постійно зазнають впливу зовнішнього середовища. Найважливіші причини їхньої корозії – атмосферні фактори, дія підземних вод, тваринних організмів, а також механічні навантаження конструкції.

Найбільш активні **фізико-хімічні фактори** – це багаторазове зволоження й висихання чи заморожування і відтавання, дія мінералізованих вод і повітря, забрудненого промисловими газами. Під дією цих факторів у кам'яному матеріалі послаблюються кристалізаційні зв'язки, руйнуються нестійкі мінерали, у камені утворюються мікротріщини, мінерали втрачають блиск, порода поступово руйнується.

Крім фізичних та хімічних можливі також органігенні фактори корозії. Вони є результатом життєдіяльності тваринних і рослинних мікро- й макроорганізмів: бактерій, екскрементів птахів і тварин, дріжджів, плісневих грибів, мохів, лишайників, корневих систем рослин, водоростей тощо. Так, лишайники й мох, що ростуть на камені, витягають для свого живлення лужні солі й виділяють органічні кислоти, які й спричиняють корозію.

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

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

Щоб підвищити непроникність матеріалів, застосовують цілий ряд способів. Наприклад, покривають нагріту поверхню каменя оліфою, безбарвними лугами, мінеральними маслами, розчинами парафіну, стеарину, металевих мил у легких органічних розчинниках. Останнім часом набула поширення обробка гідрофобізуючими кремнійорганічними рідинами – етилсиліконатом натрію ГКЖ–10, метилсиліконатом натрію ГКЖ–11 .

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

Силікатування полягає в просочуванні верхнього шару каменя розчином рідкого скла, а після просихання – розчином хлориду кальцію.

Флюатування (кремнефторизацію) застосовують для обробки вапняків та інших порід, що містять кальцит. Каміння просочують розчинами кремнефтористих солей.

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

Контрольні запитання

1. Характеристика вивержених вилитих гірських порід .
2. Основні відомості про уламкові (вулканічні) породи.
3. Способи видобування й обробка природного каменю.
4. Корозія природних кам'яних матеріалів та захист від неї.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.83], [3, с18.]

Тема 4. В'язучі .

Лекція №6 Неорганічні в'язучі речовини.

План лекції

1. Загальні відомості.

2. Основні характеристики повітряних і гідралічних в'язучих.

Конспект

1. Загальні відомості.

Неорганічними в'язучими речовинами називаються порошкоподібні матеріали, які при змішуванні з водою (замішування) утворюють пластично-в'язке тісто, здатне внаслідок фізико-хімічних процесів самочинно тверднути й переходити каменоподібний стан.

Виняток становлять магнезіальні та шлаколузні в'язучі.

Неорганічні в'язучі речовини залежно від умов тверднення поділяють на: **повітряні, гідралічні та в'язучі автоклавного тверднення.**

Повітряні в'язучі речовини можуть тверднути й тривалий час зберігати міцність лише на повітрі, а тому їх застосовують у надземних спорудах, які не зазнають впливу води. До них належать гіпсові в'язучі матеріали, магнезіальні, рідке (розчинне) скло, а також повітряне будівельне вапно.

Гідралічні в'язучі тверднуть і зберігають міцність, а іноді й підвищують її в часі не лише на повітрі, а й у воді. Їх застосовують у наземних, підземних гідротехнічних та інших спорудах, які зазнають впливу води. До гідралічних в'язучих належать гідралічне вапно, романцемент, портландцементи, спеціальні цементи тощо.

В'язучі автоклавного тверднення – це речовини, здатні тверднути й утворювати міцний цементний камінь у автоклавах при підвищених температурі, тиску та вологості. До таких в'язучих належать вапняно-кремнеземисті, вапняно-зольні, вапняно-шлакові в'язучі, нефеліновий цемент.

Сировиною для виробництва неорганічних речовин є гірські породи та побічні продукти промисловості. З гірських порід застосовують: сульфатні – гіпс, ангідрит; карбонатні – вапняк, крейду, вапнякові туфи, вапняк-черепашник, мармур, доломіти, доломітизовані вапняки, магнезит, мергеліст – вапнякові мергелі; алюмосилікатні – нефеліни, глини, глинясті сланці; високоглиноземисті боксити, корунди; кремнеземисті – кварцовий пісок, траси, вулканічний попіл; діатоміт, трепел, опоку. З побічних продуктів для виробництва неорганічних в'язучих застосовують металургійні та інші шлаки, золи ТЕС.

При виробництві неорганічних в'язучих, крім основної сировини застосовують різні спеціальні добавки, які надають в'язучим потрібних властивостей.

2. Основні характеристики повітряних і гідралічних в'язучих.

Повітряні в'язучі речовини.

Гіпсові в'язучі речовини (ДСТУ Б В. 2.7-82-99) – складаються головним чином з напівводного гіпсу чи ангідриду.

Сировиною для одержання гіпсових в'язучих найчастіше служить природний гіпсовий камінь, що переважно складається з мінералу гіпсу $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ а також ангідрит CaSO_4 , відходи промисловості (фосфогіпс, борогіпс).

Залежно від температури теплової обробки сировини гіпсові в'язучі речовини поділяють на дві групи: **низько- та високовипалювальні.**

Низьковипалювальні гіпсові в'язучі одержують тепловою обробкою природного гіпсу при низьких температурах (110...160 °C).

До **низьковипалювальних** гіпсових в'язучих відносять будівельний, високоміцний і формувальний гіпс.

Будівельний гіпс складається в основному з кристалів β -модифікації $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, містить частки сировини, що не розклалася, і незначну кількість CaSO_4 . Його одержують у варочних чи казанових печах. Міцність при стиску складає 10-12 МПа.

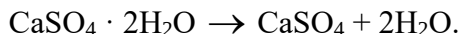
Високоміцний гіпс одержують термічною обробкою високосортного гіпсового каменю в

герметичних апаратах під тиском пари. Зазначена технологія дозволяє одержати більш активну α -модифікацію напівводного сульфату кальцію $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, тому міцність високоміцного гіпсу при стиску 15-25 МПа.

Формувальний гіпс застосовується для виготовлення форм у керамічній і фарфоро-фаянсовій промисловості, містить незначну кількість домішок, в основному складається з модифікації напівгідрату.

Високовипалювальні гіпсові в'язучі (естрих-гіпс) одержують шляхом випалу гіпсового каменю при високих температурах 600-950°C.

При вказаній температурній обробці сировини відбувається повна дегідратація з утворенням ангідриду CaSO_4 :



Високовипалювальний гіпс, на відміну від будівельного, повільно схоплюється і твердіє, але його водостійкість і міцність при стиску вище (10-20 МПа).

Тверднення гіпсових в'язучих відбувається внаслідок розчинення напівводного сірчанокислого кальцію (напівгідрату) й появи насиченого розчину, в якому відбуваються реакції гідратації з утворенням двоводного сірчанокислого кальцію:

За теорією О.О.Байкова, можна виділити три етапи тверднення гіпсових в'язучих:

1. підготовчий – утворення розчину, насиченого відносно продуктів гідратації;
2. період колоїдації (тужавіння) – перехід новоутворень у розчин у гелеподібному вигляді (минаючи розчинення);
3. період кристалізації (тверднення) – перекристалізація колоїдних часточок у великі кристали й утворення зростка.

Технічні характеристики гіпсових в'язучих оцінюються визначенням тонкості помелу, водопотреби, строків тужавлення, міцності при згині й стиску, водостійкості.

Істинна щільність гіпсових в'язучих – 2,6...2,75 г/см³;

Насипна щільність – 800...1100 кг/м³;

Водопотреба визначається кількістю води, потрібної для приготування тіста стандартної консистенції (діаметр розпливу 180±5 мм).

Для отримання тіста нормальної густоти з β -модифікації $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ потрібно 50...70% води, а з α -модифікації $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ - 30...40%.

Строки тужавлення. За строками тужавлення гіпсові в'язучі поділяють на три групи:
А – швидкотверднучі (з початком тужавлення не раніше 2 хв. і кінцем не пізніше -15 хв.),
Б – нормальнотверднучі (з початком тужавлення не раніше 6 хв. і кінцем – не пізніше 30 хв.),
В – повільнотверднучі (початок тужавлення не раніше 20 хв.).

Міцнісні показники гіпсових визначають випробуванням зразків балочок розмірами 40x40x160 мм з гіпсового тіста стандартної консистенції через 2 години після виготовлення.

Для гіпсових в'язучих встановлено 12 марок за міцністю при стиску (МПа): Г-2, Г-3, Г-4, Г-5, Г-6, Г-7, Г-10, Г-13, Г-16, Г-19, Г-22, Г-25, де цифра означає нормовану межу міцності при стиску.

Маркування гіпсу здійснюється з урахуванням його міцності, строків тужавлення та тонкості помелу, наприклад гіпсова в'язуча речовина з позначкою Г-5-А-ІІ ДСТУ Б В 2.7-82-99 відповідає марці Г-5, є швидкотверднучою і характеризується середньою тонкістю помелу.

Водостійкість гіпсових виробів є невисокою: коефіцієнт розм'якшення становить 0,35...0,4.

Гіпсові в'язучі застосовують для виготовлення гіпсобетонних виробів (перегородкові панелі), сухої штукатурки, штукатурних розчинів, гіпсоцементнопуццоланових в'язучих (ГЦПВ), а також для виробництва ГКЛ (гіпсокартонних листів).

Часто при застосуванні гіпсу потрібно сповільнити тужавіння. Для цього у воду замішування добавляють тваринний клей або ЛСТ (лігносульфонат технічний). Вони абсорбуються на часточках гіпсу, утворюючи плівку, яка перешкоджає розчиненню напівгідрату й початку його тужавіння.

Магнезіальні в'яжучі речовини (каустичний магнезит і каустичний доломіт) — тонкі порошки, головною складовою частиною яких є оксид магнію. Сировиною для магнезіальних в'яжучих є магнезит MgCO_3 (рідше доломіт $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$).

Магнезіальні в'яжучі мають високу міцність на стиск (60...100 МПа), добре зчіплюються з органічними заповнювачами й застосовуються для виробництва або ксилоліту (з тирсою), або фіброліту (з деревною шерстю— вузькою й довгою деревною стружкою).

Рідке розчинне скло — це колоїдний водний розчин сілікату натрію чи сілікату калію, який має густину 1,3...1,5 г/см³, якщо вміст води 50...70%.

Для виробництва розчинного скла сировиною є здебільшого чистий кварцовий пісок і кальцинована сода Na_2CO_3 або сірчаноокислий натрій Na_2SO_4 значно рідше другим компонентом є поташ K_2CO_3 . Ретельно перемішану сировинну суміш розплавляють у словарних печах при температурі 1300...1400°C, а далі скломасу вивантажують у вагонетки. При швидкому охолодженні вона твердне й розколюється на прозорі куски з жовтуватим, блакитнуватим чи зеленкуватим відтінком, які називають силікат-брилою. Рідке скло одержують, розчиняючи подрібнені куски силікату брили водною парою в автоклавах при тиску 0,6...0,7 МПа й температурі 150°C, перетворюючи їх на сироподібну масу.

Повітряне будівельне вапно — це продукт випалювання при температурі 1000..1200°C (до повного видалення вуглекислого газу) кальцієвомагнієвихських порід — вапняку, крейди, черепашника, доломітизованого вапняку, що містять не більше **як 6% глинястих домішок**.

Виготовляючи вапно, сировину випалюють у печах різних конструкцій: шахтних, обертових, з “киплячим” шаром, у циклонно-вихрових печах у завислому стані, а також на рухомих агломераційних решітках. Найпоширенішим є випалювання в шахтних печах, які надійні в експлуатації, дають змогу використовувати різні види палива з високою економічністю.

Недопалювання чи перепалювання вапна в печі знижує його якість.

На будівельному майданчику вапно гасять в творильних ящиках із сіткою для зціджування розрідженого вапняного тіста (або вапняного молока) в гасильну яму, де воно витримується не менш як два тижні, щоб виключити або істотно зменшити кількість непогашених частинок, які в процесі гашення в штукатурці чи кладці призведуть до їх розтріскування.

У заводських умовах вапно гасять у спеціальних барабанних погашувачах. Під час гашення, якщо додати 1л води до 1 кг грудкового вапна, утвориться тонкий пухкий порошок-гідратне, або гашене вапно, яке збільшується в об'ємі в 2–3,5 рази (розпушується) порівняно з грудковим і має насипну густину 400...450 кг/м³.

Якщо витрата води становить 2..3 л на 1 кг грудкового вапна, то виходить вапняне тісто, яке після гашення містить майже 50% води за масою. Вода відіграє роль своєрідного гідроденамічного мастила, забезпечуючи високу пластичність вапняного тіста й будівельних розчинів з ним.

Залежно від часу гашення розрізняють вапно таких видів: швидкозагашуване з часом гашення до 8 хв, середньозагашуване — час гашення не перевищує 25 хв і повільнозагашуване з часом гашення понад 25 хв.

Мелене негашене вапно транспортують у герметично закритих металевих контейнерах або в паперових, покритих бітумом, мішках. Зберігати мелене вапно можна не більше як 15 діб на сухих складах, оскільки внаслідок поглинання вологи з повітря воно втрачає в'яжучі властивості.

Повітряне вапно застосовують для приготування оздоблювальних розчинів, а також для виготовлення штучних бетонних виробів, силікатної цегли й інших вапняно-піщаних виробів автоклавного тверднення.

Гідравлічні в'яжучі речовини

Гідравлічне вапно. Сировиною для виробництва гідравлічного вапна є мергелісті вапняки, що містять **6...20% глинястих домішок**. Вапняки випалюють у шахтних печах при температурі 900...1100°C, не доводячи до спікання. Гідравлічне вапно перші сім діб твердне на повітрі, а далі може тверднути й набирати міцності у воді: початок — 0,5...2,0 год, закінчення —

8..16 год. Гідравлічне вапно не має високої міцності. Границя міцності на стиск після 28 діб комбінованого зберігання зразків з вапняно –піщаного розчину складу 1:3 за масою становить 2...5 МПа. Таке вапно перевозять і зберігають у закритих ємкостях, запобігаючи його зволоженню.

Гідравлічне вапно застосовують для приготування мурувальних та штукатурних розчинів, бетонів невисоких класів, а також для виготовлення бетонного стінового каміння, призначеного для експлуатації в сухих та вологих умовах.

Романцемент. Сировиною для виробництва романцементу є вапняки й магнезійні мергелі, що містять **25% і більше глини**. Сировину випалюють у шахтних чи інших печах при температурі 900°C. утворювані при випалюванні низькоосновні силікати та алюмінати кальцію надають романтцементу гідравлічних властивостей. У нормально випаленому романтцементі немає зовсім або дуже мало вільного вапна. Під час помелу в кульовий млин крім випаленого продукту уводять до 15% активних мінеральних добавок і до 5% природного двоводного гіпсу.

Тужавіння й тверднення романцементу відбуваються внаслідок гідратації силікатів та алюмініатів кальцію, аналогічних наявним у гідравлічному вапні.

За міцністю при стиску, МПа, романтцемент випускають трьох марок: 2,5; 5 і 10. Застосовують його для приготування будівельних розчинів і бетонів, виготовлення бетонного стінового каміння невисокої міцності, що дає змогу економити цінніший і дефіцитніший портландцемент.

Портландцемент. Портландцемент –це гідравлічна в'язуча речовина, результат тонкого подрібнення випаленого до спікання (при 1450°C) мергелю повного складу або штучної суміші, що складається з вапняку (75%) і глини (25%), які забезпечують в утворюваному продукті переважання силікатів кальцію (70...80%). **Спечений продукт, з якого виготовляють портландцемент, називають клінкером.**

Невелика добавка гіпсу (3-5%) на стадії помелу клінкера вводиться для регулювання термінів схоплювання.

Технологія виробництва портландцементу являє собою досить енергоємний процес і складається з наступних етапів: видобуток сировини в кар'єрі і його доставка на завод, приготування сировинної суміші, випал сировинної суміші до спікання (одержання клінкера), помел клінкера з одержанням порошку.

Сировиною для виробництва портландцементу служать вапняки з високим вмістом карбонату кальцію (крейда, щільний вапняк, мергелі), і глинисті породи (глини, глинисті сланці), що містять SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 .

У середньому для виробництва 1 т цементу витрачається 1,5 т сировинних матеріалів зі зразковим співвідношенням між карбонатними и глинистими складовими в сировину 3:1.

Виробництво портландцементу.

Полягає воно у приготуванні сировинної суміші, її випалювання до спікання в клінкер, складуванні клінкеру, його розмелюванні разом з гіпсом, мінеральними та іншими добавками. Залежно від способу приготування сировинної суміші розрізняють три способи виробництва портландцементу : **сухий, мокрий та комбінований.**

Залежно від виду підготовки сировинної суміші до випалу портландцемент одержують трьома способами: **мокрый** (помел і змішання сировини роблять у воді до одержання однорідного шламу, що містить до 40% води), **сухий** (матеріали подрібнюють і перемішують у сухому вигляді до отримання сировинного борошна) і **комбінований** (сировинну суміш готують мокрим способом, отриманий шлам збезводнюють і гранулюють).

Сировинну суміш для утворення цементного клінкеру випалюють у печах двох типів – шахтних і обертових.Обертова піч являє собою зварений циліндр діаметром 4..5 м і довжиною 150...185 м. Конструкція печі і її розташування (легкий ухил до обрію) дозволяють гартованій масі переміщуватися з однієї температурної зони в іншу назустріч топковому газу.



Рис.4.6.1. Обертова піч №5 та №6
Здолбунівського ВАТ "Волинь-Цемент"



Рис.4.6.2. Шахтна піч

Після випалу клінкер подрібнюється в тонкий порошок переважно в трубних млинах. Зі збільшенням тонкості помелу підвищується активність цементу, однак процес подрібнювання клінкера зв'язаний зі значними витратами електроенергії, тому оптимальний розмір цементних зерен від 5 до 40 мкм.

Шахтні печі застосовують лише при сухому способі підготовки сировини, коли весь процес в основному зводиться до її подрібнення.

Обертові печі дають змогу випалювати сировину, підготовлену сухим та мокрим способами.

Властивості й застосування портландцементу. На властивості портландцементу значною мірою впливають наступні фактори: мінералогічний і хімічний склад цементного клінкера, наявність добавок, тонкість помелу. Ці параметри знаходяться в безпосередньому зв'язку з такими технічними характеристиками і показниками якості в'язкуючого, як щільність, водопотреба, терміни схоплювання, рівномірність зміни об'єму, активність.

Істинна щільність портландцементу без мінеральних добавок $3,05 \dots 3,15 \text{ г/см}^3$, насипна 1300 кг/м^3 .

Тонкість помелу цементу, яка визначається ситовим аналізом чи за допомогою спеціального приладу –поверхнеміра, становить $250 \dots 300 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Водопотреба цементу –це мінімальна кількість води, потрібна для приготування тіста (маси) заданої в'язкості (консистенції чи густоти). Водопотребу, яка відповідає стандартній в'язкості цементного тіста, називають **нормальною густотою** й вимірюють кількістю води в процентах до маси сухого цементного порошку. Визначають нормальну густоту цементного тіста за допомогою приладу Віка.

Строки тужавіння цементу – це час, протягом якого пластична, легкоперероблювальна маса (цементне тісто, паста) втрачає свою пластичність, перетворюючись на тіло землястої консистенції, що не має помітної міцності. Розрізняють умовний початок тужавіння (початок втрати пластичності) і кінець тужавіння (повна втрата пластичності). Строки тужавіння згідно із стандартом визначають за зануренням голки приладу Віка в цементне тісто нормальної густоти. Початок тужавіння – час від початку замішування до моменту, коли голка не доходить до дна на $2 \dots 4 \text{ мм}$. Кінець тужавіння визначається в момент, коли голка занурюється в тісто не більше як на $1 \dots 2 \text{ мм}$. Для портландцементу початок тужавіння має наставати не раніш як через 45 хв, а кінець – не пізніш як через 10 год.

Активність і марка цементу характеризуються його **механічною міцністю**, установленною за границею міцності при стиску половинок зразків–балочок розміром $4 \times 4 \times 16 \text{ см}$. Протягом першої доби їх зберігають у камері з вологим повітрям, а потім після витягання з форм – у ванні з питною водою [$t = (20 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$] протягом 27 діб. Зразки попередньо випробовують на вигин.

Значення границі міцності на стиск таких зразків називають **активністю цементу**, а округлене в бік зменшення значення активності – **маркою цементу**.

Основні вимоги до маркування портландцементу наведено в таблиці:

Таблиця 4.1. Вимоги до марок портландцементу.

Марка цементу.	Границя міцності, кгс/см ² (МПа)	
	На вигин	На стиск
400	55 (5,5)	400 (40)
500	60 (6,0)	500 (50)
550	62 (6,2)	550 (55)
600	65 (6,5)	600 (60)

Спеціальні цементи.

Мурувальний цемент призначається для виготовлення мурувальних і штукатурних розчинів. Основні вимоги до нього: висока пластичність тіста, добре зчеплення з цеглою, мінімальна усадка. Марки таких цементів у 2– рази нижчі, ніж марки звичайного портландцементу, але достатні для мурувальних та штукатурних робіт, а їх собівартість значно нижча через економію клінкеру.

Тампонажний цемент призначається для ізоляції пластів, кріплення обсадних колон та іншої арматури під час буріння та експлуатації нафтових і газових свердловин чи влаштування інших глибинних підземних споруд, тобто для специфічних умов експлуатації.

Глиноземистий цемент — це швидкотверднуча гідралічна в'язуча речовина, яка складається переважно з низькоосновних алюмінатів кальцію. Його виготовляють тонким подрібненням випаленої до плавлення чи спікання сировинної суміші, що складається здебільшого з бокситів та вапняків.

Тепловиділення глиноземистого цементу в 1,5 рази вище, ніж у портландцементу, і тому його можна застосовувати в зимовому бетонуванні. Не рекомендується використовувати цей цемент у масивних конструкціях у літній період року, а вироби на глиноземистому цементі не можна піддавати обробці гарячою парою.

Марки глиноземистого цементу 400, 500 і 600 визначають у 3–добовому віці. Водопотреба такого цементу 23..28%. початок тужавіння має наставати не раніш як через 30 хв, а кінець – не пізніше як через 12 год після початку замішування, тобто глиноземистий цемент, як швидкотверднучий, зручний для виготовлення виробів

Напружувальний цемент одержують спільним помелом 65..75% портландцементного клінкеру, 13...20% глиноземистого цементу й 6..10% двоводного гіпсу. Початок тужавіння такого цементу становить 2..5 хв, кінець – 4...7 хв після замішування. Напружувальний цемент після однієї доби тверднення повинен мати міцність на стиск не менш як 15 МПа, а через 28 діб тверднення – 50 МПа.

Вапняно – пуцолановий цемент одержують спільним помелом 15...30% повітряного вапна з активними мінеральними добавками (трепел, діатоміт тощо). Крім того, до цементу вводять 5% двоводного гіпсу. При замішуванні такого цементу водою й твердненні у вологих умовах утворюються низькоосновні гідросилікати кальцію, які забезпечують гідралічні властивості в'язучого.

Обробка гарячою парою значно інтенсифікує процес тверднення. Марки такого цементу 25, 50, 100 і 150.

Вапняно–шлаковий цемент одержують спільним помелом доменних гранульованих шлаків з повітряним вапном (10..30%) і гіпсом (до 5%). При твердненні вапно реагує з силікатами і алюмінатами шлаку, утворюючи низькоосновні гідросилікати й гідроалюмінати кальцію, а гіпс – гідросульфоалюмінат кальцію. Марки вапняно–шлакового цементу 50, 100, 150 і 200.

Вапняно–шлакові цементи тужавіють і тверднуть повільно, але при обробці гарячою парою тверднення прискорюється. Вони стійкі в прісній воді, але мають невисоку морозостійкість. Вапняно–шлакові цементи застосовують у бетонах невисоких марок і в будівельних розчинах.

В'язучі речовини автоклавного тверднення.

Штучні кам'яні матеріали з сумішей повітряного вапна і кварцового піску, повільно тверднучи в природних умовах, набувають невисокої міцності, яка зберігається в часі лише на повітрі. У природних умовах тверднення кварцовий пісок не вступає в хімічні взаємодії з вапном, і міцність виробу повільно зростає лише за рахунок тверднення вапна. Проте при

затвердінні вапняно-цішаних сумішей в умовах автоклавної обробки (запарювання в умовах насиченої водяної пари та підвищення температури й тиску) одержують досить міцні водостійкі та довговічні силікатні вироби.



Рис.4.6.3. Промислові автоклави

Групи в'яжучих автоклавного тверднення:

1). **силікатні**, виготовлювані з сировинної суміші, що містить вапно і кварцовий пісок, які утворюють силікати кальцію в процесі автоклавної обробки.

2). **шлакові**, виготовлювані з використанням металургійних чи паливних шлаків як кремнеземистого компонента.

3). **зольні**, виготовлювані з застосуванням золи від спалювання вугілля, сланців, торфу.

4). **в'яжучі**, виготовлювані з використанням відходів хімічної та гірничодобувної промисловості.

В'яжучі автоклавного тверднення застосовують для виготовлення пористих матеріалів (газосилікату, піносилікату), використовуваних для теплоізоляції елементів зовнішніх стін і покриттів будівель, а також щільних – для конструкційних елементів.

Контрольні запитання

1. Види неорганічних в'яжучих речовин.
2. Характеристика гіпсових в'яжучих речовин.
3. Характеристика магнезійних в'яжучих речовин.
4. Основні властивості й характеристика рідкого скла.
5. Характеристика і властивості будівельного вапна.
6. Характеристика і властивості гідралічного вапна і романцементу.
7. Характеристика і властивості портландцементу.
8. Види і характеристика портланд цементів.
9. Види і характеристика спеціальних цементів.
10. Корозія цементного каменю та захист від неї.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.259], [3, с.27].

Лекція №7. Органічні в'яжучі та матеріали на їхній основі.

План лекції

1. Характеристика бітумів, дьогтів, їх властивості і вироби на їх основі.
2. Види мастик, емульсій, асфальтових розчинів їх властивості, область використання.

Конспект

1. Характеристика бітумів, дьогтів, їх властивості і вироби на їх основі.

Органічні в'яжучі речовини поділяють на **бітумні та дьогтьові**. Вони являють собою складні суміші високомолекулярних вуглеводнів та їх неметалевих похідних (сполук вуглеводнів із сіркою, киснем, азотом), які змінюють свої фізико-механічні властивості залежно від температури. Бітуми й дьогті поєднують близькість складу і структури і, як наслідок, подібність основних властивостей.

До **бітумних** матеріалів належать природні бітуми, асфальтні породи, нафтові бітуми.

Природні бітуми – в'язкі рідини та твердо подібні речовини. Утворились в наслідок природного процесу окислювальної полімеризації нафти, зустрічаються в місцях нафтових родовищ, утворюючи лінзи, а іноді асфальтові озера. В чистому вигляді зустрічаються рідко.

Асфальтові породи – пористі гірські породи (вапняки, доломіти, пісковики, глини, піски, сланці) просочені бітумом. Із цих порід виділяють бітум або їх розмелюють і застосовують у вигляді асфальтового порошку.

Нафтові (штучні) бітуми, здобуті переробкою нафтової сировини, залежно від технології виробництва можуть бути: **залишковими**, одержані з гудрону за допомогою подальшого глибокого відбирання з нього масел; **окислені**, одержані окисненням гудрону в спеціальних апаратах (продуванням повітрям); **крекінгові**, переробкою залишків утворених при крекінгу нафти.

Гудрон – це залишок з мазуту масляних фракцій, він є основною сировиною для одержання нафтових бітумів (в'язуча речовина в дорожньому будівництві).

Склад бітумів в %: вуглець – 70-80, водень – 10-15, сірка – 2-9, кисень – 1-5, азот – 0-2. Ці елементи знаходяться у бітумі у вигляді вуглеводів та їхніх сполук із сіркою, киснем та азотом.

До **дьогтьових** матеріалів належать сирий кам'яновугільний, вугільний, відігнаний дьоготь, пек, складений дьоготь.

Дьогті одержують у результаті сухої перегонки твердих видів палива: кам'яного вугілля, торфу чи нафти, пальних сланців.

Дьогтьові в'язучі речовини підрозділяють на наступні види:

- **сирий кам'яновугільний дьоготь**, одержуваний коксуванням (1000°C - 1300°C) чи напівкоксуванням (500°C - 600°C), що являє собою в'язку темно-буру рідину, яка складається з насичених і ненасичених вуглеводнів і фенолу;

- **відігнаний дьоготь** одержують із сирого дьогтю шляхом видалення води і легких і середніх масел. Цей процес здійснюється при температурі 300°C - 360°C .

- **пек** - твердий, залишковий продукт перегонки кам'яновугільної смоли, не розчиняється у воді, розчинний в органічних розчинниках.

За призначенням бітумні й дьогтьові матеріали бувають: дорожніми; гідроізоляційними; герметизуючими; покрівельними; антикорозійними та ін.

Дьогтьові та бітумні в'язучі застосовують для виготовлення асфальтних бетонів, покрівельних гідроізоляційних та пароізоляційних матеріалів і виробів, гідроізоляційних та дорожніх мастик, бітумних емульсій, покрівельно-гідроізоляційних паст, а також для влаштування покриттів. Перевозять захищаючи від атмосферних впливів, зберігають у закритих складах чи під навісом у розсортованому вигляді.

Властивості бітумних і дьогтьових в'язучих речовин

Властивості бітуму, як дисперсної системи визначаються співвідношенням його складових частин: масел, смол, асфальтенів.

Склад визначив практичні способи переведення твердих бітумів у робочий стан:

- 1) *нагрівання до $140...170^{\circ}\text{C}$, яке розм'якшує смоли та збільшує їхню розчинність у маслах;*
- 2) *розчинення бітуму в органічному розчиннику для надання робочої консистенції без нагрівання;*
- 3) *емульгування та одержання бітумних емульсій і паст.*

Бітуми і дьогті називають чорними в'язучими, тому що вони мають чорний чи темно - бурий колір. На відміну від кристалічних матеріалів, володіючих аморфною структурою, не мають визначеної температури плавлення. Поступовий перехід їхнього твердого стану в рідкий при підвищенні температури не приводить до зміни основних властивостей, отже, чорні в'язучі термопластичні.

У зв'язку з тим, що використання бітумів засноване на їх властивості переходити при нагріванні з твердого стану в пластичний, а також з огляду на умови роботи покрівельних матеріалів, для бітумів згідно з ДСТУ передбачені такі показники якості:

- *температура розм'якшення*, що характеризує теплостійкість і ступінь розм'якшення бітумів при нагріванні (прилад «Кільце й куля» (рис. 4.7.1);
- *твердість*, знаходять за глибиною проникання в бітум голки приладу пенетрометра (рис. 4.7.2.);
- *розтяжимість* (дуктильність) характеризується абсолютним подовженням зразка бітуму при температурі 25°C , встановленим на приладі дуктилометра (рис. 4.7.3.).

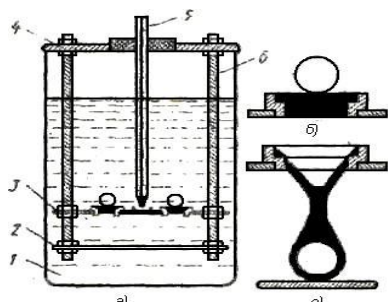


Рис. 4.7.1 - Визначення температури розм'якшення бітуму:

а — схема приладу «Кільце й куля»;
 б — положення кульки на початку випробування;
 в — положення кульки наприкінці випробування;
 1 — склянка; 2...Л — диски; J — термометр;
 4 — кріпильні стрижні

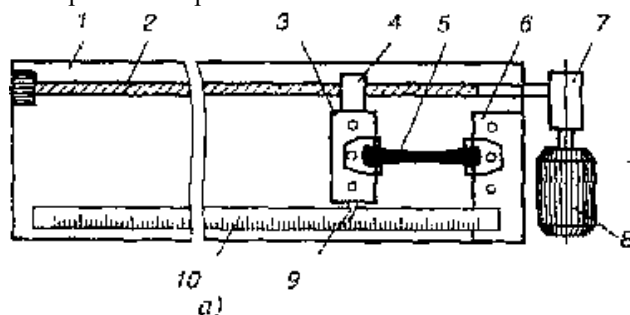


Рис. 4.7.2 - Визначення твердості бітуму:

1 - столик; 2 - голка; 3 - затискний пристрій;
 4 - стрижень голкотримача; 5 - циферблат;
 6 - стрілка; 7 - штанга; 8 - кронштейн;
 9 - штатив; 10 - дзеркало; 11 - підставка

Рис. 4.7.3 - Визначення розтяжності бітуму:

а — дуктилометр; б — розбірна форма; 1 — ящик з оцинкової сталі; 2 — гвинт; 3 — ползки; 4 — гайка;
 5 — зразок бітуму; 6 — нерухома опора; 7 — редуктор; 8 — електродвигун; 9 — стрілка; 10 — лінійка (по ній фіксується подовження в момент розриву).

Перераховані вище властивості визначають марку бітумів, умовне позначення якої включає букви, що позначають застосування бітуму, і цифри, що характеризують його основні властивості. Наприклад, бітуми марки БН- 90/10, БНК 90/40 — бітум нафтовий будівельний і покрівельний, температура розм'якшення 90° , твердість 10^0 і 40^0 , відповідно БНД -130/220- бітум нафтовий дорожній з температурою розм'якшення 130^0 і твердістю 220^0 .

Дьогтеві в'язучі являють собою складні дисперсні системи, властивості яких визначаються співвідношенням між твердими складовими, смолами й маслами. Температура розм'якшення дьогтів високих марок звичайно нижче, ніж тугоплавких бітумів, однак біостійкість матеріалів на основі дьогтьових в'язучих вище в порівнянні з бітумними матеріалами. Атмосферостійкість дьогтьових матеріалів нижче в порівнянні з бітумними, тому що дьогті містять ненасичені вуглеводні, які провокують старіння.

Застосування бітумних і дьогтьових в'язучих

З огляду на специфічні властивості органічних в'язучих, бітуми і дьогті використовуються для одержання матеріалів і виробів спеціального призначення: гідроізоляційних, герметизуючих, антикорозійних і дорожніх.

Залежно від умов роботи будівельної конструкції застосовують різні види гідроізоляції з використанням бітумних матеріалів, у тому числі *о к л е ю в а л ь н у і о б м а з у в а л ь н у*.

Для виконання обклеювальної гідроізоляції застосовують рулонні покрівельні матеріали, що можуть бути *основними* (руберойд, склоруберойд, фольгоруберойд, гідроізол) і *безосновними* (ізол).

Основа – покрівельний картон, склотканина, фольга, азбестовий папір.

2. Види мастик, емульсій, асфальтових розчинів їх властивості, область використання.

Мастики – це суміш нафтового бітуму чи дьогтю (відігнаного й складеного) з мінеральним наповнювачем, емульгатором та добавкою антисептика. Для приготування мастик використовують: пилюваті наповнювачі – тальк, магнезит, вапняк, доломіт, крейду, цемент, золу; волокнисті заповнювачі – азбест, мінеральну вату тощо. Наповнювачі адсорбують на своїй поверхні масла, що сприяє підвищенню теплостійкості та твердості мастики. Крім того, зменшується витрата бітуму чи дьогтю; волокнисті наповнювачі, армуючи матеріал, збільшують його опір вигину.

Мастики розрізняють:

а) *за видом в'язучого* – бітумні, бітумно-гумові, бітумно-полімерні;

б) *за способом застосування* – *гарячі*, застосовувані з попереднім підігріванням до 160⁰С для бітумних мастик і до 130⁰С для дьогтьових мастик, та *холодні* (містять розчинник), використовувані без підігрівання при температурі повітря, не нижчій ніж 5⁰С, і з підігріванням до 60...70 ⁰С при температурі повітря, нижчій ніж 5⁰С;

в) *за призначенням* – приклеювальні, покрівельноізоляційні, гідроізоляційні, асфальтові та антикорозійні.

Приклеювальні мастики застосовують для склеювання рулонних матеріалів при влаштуванні багатошарових дахових покриттів та обклеювальної гідроізоляції.

Гідроізоляційні асфальтові мастики застосовують для влаштування литої та штукатурної гідроізоляції, а також як в'язуче для виготовлення плит та інших штучних виробів.

Гарячі бітумно-мінеральні мастики виготовляють з бітуму з додаванням 30...64 % мінерального заповнювача залежно від призначення та поставлених вимог. Їх використовують для заливальної гідроізоляції швів гідротехнічних споруд.

Холодні асфальтові мастики (хамаст) одержують, змішуючи бітумно-вапнякову пасту з мінеральними наповнювачами без нагрівання компонентів. Їх використовують для штукатурної гідроізоляції.

Гідрофобний газоасфальт виготовляють на основі бітумно-вапняної пасти з добавками 10...15 % портландцементу й алюмінієвої пудри як газоутворювача. Його використовують у покрівельних панелях та теплогідроізоляції трубопроводів.

Антикорозійні бітумні мастики призначаються для захисту будівельних конструкцій та трубопроводів від агресивних впливів розведених розчинів кислот та лугів, оксидів азоту, сірчистого газу, аміаку та парів кислот при температурі до 60 ⁰С. Вони являють собою суміш розплавлених тугоплавків бітумів з наповнювачем.

Бітумно-гумові мастики застосовуються для ізоляції сталевих трубопроводів; складаються вони із сплавів бітуму та порошку гуми, а також добавок каучуку чи синтетичної смоли, яка надає їм еластичності на морозі та теплостійкості. Їх використовують у гарячому та холодному стані, розводячи розчинником.

Емульсії – це дисперсні системи, які складаються з двох не змішуваних між собою рідин, з яких одна перебуває в іншій у тонкоподрібненому стані. Утворення й стійкість емульсії досягаються введенням у неї емульгаторів – поверхнево-активних речовин (ПАР) або тонкодисперсних твердих порошків, які, з одного боку, знижують поверхневий натяг між бітумом та водою і цим сприяють якомога тоншому подрібненню, а з другого – надають часточкам певного заряду, який перешкоджає злиттю їх. Емульгаторами є мила (нафтонових, сульфонафтонових, смоляних органічних кислот), асидол, олеїнова кислота. До твердих емульгаторів належать тонкі порошки глини, вапна, кам'яного вугілля, сажі. Тверді водорозчинні емульгатори адсорбуються на поверхні часточок (глобул) бітуму та дьогтю, утворюючи

захисний шар, що перешкоджає злипанню часточок, диспергованих у воді.

Бітумні пасти готують з бітуму, води й емульгатора. Як емульгатори використовують неорганічні тонкодисперсні мінеральні порошки, що містять активні колоїдні часточки розміром не менш як 0,005 мм. Їх дабавляють у воду при виробництві паст. Емульгаторами можуть бути також вапно, глини, мелений трепел. Пасти застосовують для влаштування захисного гідроізоляційного покриття, ґрунтування поверхні, яка ізолюється, ущільнення стиків у покрівлі, а також як в'язуче для виготовлення холодних мастик.

Асфальтобетонні розчини є важливим матеріалом для влаштування дорожніх і аеродромних покриттів, підлог промислових підприємств.

Асфальтобетон – штучний будівельний матеріал, одержуваний у результаті затвердіння ущільненої асфальтобетонної маси, що складається з ретельно перемішаних компонентів: щебеню, піску, мінерального порошку і бітуму. Асфальтобетон, що не містить великий заповнювач, називається **асфальторозчином**.

За видом великого заповнювача асфальтобетон поділяють на щебеневий і гравійний. Залежно від марки застосовуваного бітуму і температури укладання поділяється – на гарячі (120⁰С), теплі (70⁰С), і холодні, приготовлені на рідких бітумах чи бітумних емульсіях, які укладають при температурі навколишнього середовища не нижче 5⁰С.

Залежно від розміру зерен заповнювача гарячі й теплі асфальтобетони розділяють на грубозернисті – найбільший розмір зерен до 40мм; дрібнозернисті – до 20мм; піщані – з найбільшим розміром зерен до 5 мм.

Асфальтові бетони більш стійкі до корозійних впливів, ніж цементні, але бояться впливу рідкого палива і масел. Зносостійкість асфальтових бетонів вище, ніж цементних. Асфальтові бетони і розчини застосовують для верхніх покриттів доріг, аеродромів, підлог промислових будинків, плоских покрівель, стяжок, а також у гідротехніці для створення гідроізоляційних шарів і екранів і заповнення компенсаційних швів.

Укладають і ущільнюють асфальтобетонні суміші за допомогою спеціальних асфальтоукладчиків і важких ковзанок. При малих обсягах робіт можливе ручне ущільнення.

Довговічність асфальтобетону багато в чому залежить від якості укладання і забезпечення його зчеплення з нижчележачими шарами; на довговічність істотно впливає також якість основи.

Контрольні запитання

1. Характеристика бітумів, їх властивості і виробі на їх основі.
2. Характеристика дьогтевих в'язучих речовин.
3. Мастики, їх класифікація.
4. Емульсії, їх властивості, область використання.
5. Асфальтові розчини, їх властивості, область використання.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.253], [3, с.108].

Лекція №8. Матеріали та виробі на основі мінеральних в'язучих речовин.

План лекції

1. Матеріали та виробі на основі вапняних в'язучих речовин.
2. Матеріали та виробі на основі гіпсових в'язучих речовин.

Конспект

1. Матеріали та виробі на основі вапняних в'язучих речовин.

Сировиною для виготовлення матеріалів і виробів на основі вапняних в'язучих є будівельне вапно чи в'язучі, які містять його, а також заповнювачі, що містять кремнезем. Виробництво їх ґрунтується на гідротермальному синтезі гідросилікатів кальцію, здійснюваному в автоклаві при підвищених значеннях тиску й температури водяної пари. Тому такі матеріали й виробі дістали назву **автоклавних силікатних матеріалів**.

В'язучим для автоклавних силікатних матеріалів звичайно використовують повітряне кальцієве негашене вапно, яке містить не менш як 70% активних $\text{CaO} + \text{MgO}$ і не більш як 5%

MgO.

Заповнювачами автоклавних силікатних матеріалів найчастіше використовують кварцові піски.

Вода для виробництва матеріалів та виробів на вапняних в'язучих має задовольняти ті самі вимоги, що й при виробництві бетонних виробів на основі цементних в'язучих.

Добавки, застосовувані у виробництві автоклавних силікатних матеріалів та виробів, призначаються для регулювання властивостей формувальних сумішей та готової продукції. Це можуть бути ущільнювальні (тонкодисперсні мінеральні порошки), укрупнювальні (крупніші за зерновим складом заповнювачі), пластифікуючі, пороуворювальні добавки, а також пігменти, що надають виробам забарвлення й декоративних властивостей.

Сучасна **технологія виготовлення** матеріалів та виробів на вапняних в'язучих передбачає виконання таких технологічних операцій:

1) виготовлення в'язучого та формувальної вапняно-кремнеземистої суміші;

2) формування виробів (метод лиття в спеціальних формах, віброформування без довантаження та з довантаженням, пресування, екструзія).

3) твердіння їх у середовищі насиченої водяної пари в автоклавах при тиску 0,8...1,6 МПа й температурі 175...200 °С.

Номенклатура виробів з вапняно-кремнеземистих сумішей: штучні стінові вироби – силікатна цегла й каміння; великорозмірні вироби для збірного будівництва – блоки й панелі для стін і перекриттів з важкого й легкого силікатного бетону.



Рис.4.8.1. Різновиди силікатної цегли та каміння.

Силікатну цеглу й каміння виготовляють способом пресування зволоженої суміші з піску та інших дрібних заповнювачів, що містять кремнезем, і вапна або інших в'язучих, що містять його, із застосуванням добавок чи без них з наступним твердінням під дією пари в автоклаві.

Типова технологічна схема виробництва силікатної цегли та каміння: випалювання вапняку й одержання грудкового вапна (можна використовувати привозне вапно); добування й подавання піску з в'язучим та водою; гашення одержаної суміші; пресування сирцю; запарювання виробів у автоклаві; вивантаження на склад готової продукції.

Стандартом передбачено випуск одинарної (250 x 120 x 65 мм), потовщеної (250 x 120 x 88 мм) силікатної цегли чи порожнистого каміння (250 x 120 x 138 мм).

За міцністю силікатну цеглу та каміння поділяють на марки: 300, 250, 150, 125, 100 і 75; при цьому лицьові вироби марки; цегла – не менш як 125 і каміння – не менше ніж 100.

За середньою щільністю та теплопровідністю силікатну цеглу та каміння поділяють на три групи:

1) **ефективні**, які дають змогу зменшувати товщину огорожувальних конструкцій порівняно з товщиною стін з повнотілої цегли середньою щільністю не більш як 1400 кг/м³;

2) **умовно-ефективні**, поліпшують теплотехнічні властивості огорожувальних конструкцій без зменшення їхньої товщини середньою щільністю 1401...1650 кг/м³ та каміння середньою щільністю 1451...1650 кг/м³;

3) *звичайна силікатна цегла* середньою щільністю понад 1650 кг/м³.

За морозостійкістю силікатну цеглу поділяють на марки Мрз50, Мрз35, Мрз25 і Мрз15; морозостійкість лицьових виробів має бути не нижчою за Мрз25.

2. Матеріали та вироби на основі гіпсових в'язучих речовин

Гіпсові вироби мають ряд важливих переваг: невелику середню щільність, хороші тепло- та звукоізоляційні властивості, вони вогнетривкі, біостійкі, стійкі до впливу вуглекислоти та сірчаного андигриду, легко поддаються механічній обробці й можуть бути забарвлені в різні кольори.

Поряд з цим ці вироби мають і недоліки, основними з яких є низька водостійкість, недостатня морозостійкість, висока повзучість під навантаженням, крихкість. Вони обмежують галузь їхнього застосування. Так, через низьку водостійкість їх застосовують переважно в будівлях з відносною вологістю повітря до 60 %, недостатня морозостійкість обмежує застосування їх для опоряджування зовнішніх стін.

Щоб мати задані технічні та фізико-хімічні властивості формувальних сумішей та готових виробів, до гіпсових композицій уводять **добавки**, які можна поділити на дві групи. *Добавки першої групи регулюють строки тверднення й пластичність формувальних сумішей, добавки другої групи змінюють властивості затверділих виробів.*

Як добавки першої групи застосовують: тваринний клей, ЛСТ, вапно, лимонну кислоту та її солі – для сповільнення строків тужавлення в'язучих: кухонну сіль, сульфат натрію, двоводний гіпс – для прискорення строків тужавлення. Найважливішими добавками другої групи є пороутворювачі, гідрофобізатори, гідравлічні добавки тощо.

Виготовлення виробів на основі гіпсових в'язучих передбачає такі операції: дозування компонентів, приготування формувальної суміші, формування, сушіння для підвищення міцності. Формують вироби **методом лиття, вібрування, пресування, екструзією**. Після формування вироби сушать нагрітим повітрям або димовими газами.

Каміння стінові виготовляють на основі гіпсових чи змішаних в'язучих речовин. За габаритними розмірами каміння стінові можуть бути цілими (390x 190x188 мм), половинками (390x90x188мм) й перегородковими (590x90x188 мм). Залежно від міцності при стиску (МПа) стінові каміння поділяють за марками: М3,5; М5,0; М7,5; М10; М12,5; М15.

Гіпсокартонні листи («суха штукатурка») - листовий оздоблювальний матеріал, що складається з тонкого шару затверділої гіпсової в'язучої речовини, вкритої з обох сторін картоном і міцно з'єднаної з ним. Залежно від властивостей та області застосування листи розподіляють на такі види: звичайні (ГКЛ); вологостійкі (ГКЛВ); з підвищеним опором впливу відкритого полум'я (ГКЛВП).

Виробництво гіпсокартонних листів складається з таких операцій: виготовлення гіпсобетонної суміші; подавання й розподіл її на нижньому шарі картону; накладання верхнього шару картону на гіпсове осердя; прокатування тришарового виробу між формувальними валками; сушіння листів та складування.

Довжина гіпсокартонних листів 2000...4000мм, ширина - 600 та 1200мм, товщина - 6,5...24мм.

Контрольні запитання

1. Назвати сировинні матеріали для автоклавних виробів.
2. Описати технологію виготовлення силікатної цегли та каміння.
3. Назвати добавки для технічних та фізико-хімічних властивостей формувальних сумішей
4. Операції при виготовленні виробів на основі гіпсових в'язучих.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.457], [3, с.94].

Тема 5. Штучні кам'яні матеріали та вироби.

Лекція №9. Сировина і технологія виготовлення керамічних виробів.

План лекції

1. Загальні відомості.

2. Сировинні матеріали.
3. Технологія виготовлення керамічних виробів.

Конспект

1. Загальні відомості.

Кераміка (грець. keramos – глина) — це штучні кам'яні матеріали й вироби, отримані в результаті технологічної обробки і наступного випалу глинистої сировини.

Спочатку керамічні вироби ліпили руками. Поступово навчилися обпалювати їх, щоб глина стала міцнішою, перестала пропускати воду. Найважливіше місце в історії розвитку кераміки займають Китай і Греція, оскільки в цих країнах мистецтво кераміки досягло найбільшого розквіту, чому сприяли багаті родовища глини й природних барвників. Саме в Китаї, у другій половині II-I тисячоріччя була винайдена порцеляна – керамічна маса з високоякісної глини – каоліну.

У країнах Близького Сходу кераміка вперше набула широкого застосування в будівництві й оформленні будинків. З обпаленої глини робили мозаїку, яскраві кахлі, архітектурні деталі. У Росії перший цегельний завод був побудований у Москві в 1475 році. Наприкінці XVIII ст. розвиток металургійної, хімічної і електротехнічної промисловості сприяв збільшенню виробництва вогнетривкої, кислототривкої, електроізоляційної кераміки й плиток для підлог.

У цей час до поняття керамічні матеріали й вироби входить широке коло матеріалів з різними властивостями, які класифікуються за різними ознаками.

За **призначенням** керамічні вироби підрозділяють на наступні види:

стінові – цегла звичайна, цегла й каміння порожнисті й пористі, крупні блоки й панелі з цегли та каміння; **для зовнішнього облицювання** – цегла й каміння керамічні лицьові, кераміка килимова, плитки керамічні фасадні; **для внутрішнього облицювання** – плитки й плити для стін і підлог; **покрівельні** – черепиця; **труби** – дренажні й каналізаційні; **заповнювачі для легких бетонів** – керамзит, аглопорит; **санітарно-технічні вироби** – умивальні столи, ванни; **дорожня цегла**; **кислототривкі вироби** – цегла, плитки, труби; **вогнетривкі** матеріали..

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

За **вогнетривкістю** глинясту сировину поділяють на класи: вогнетривкі “В” з показником вогнетривкості понад 1580 °С; тугоплавкі “Т” – 1350...1580 °С; легкоплавкі “Л” – менше як 1350 °С.

За **видом оздоблення поверхні** керамічні вироби бувають глазуровані й неглазуровані, одноколірні або з малюнком, гладкі або рельєфні.

За **способом формування** розрізняють керамічні вироби, отримані шляхом пластичного формування, напіссухого пресування і шлікерним литтям.

2. Сировинні матеріали.

Основною сировиною для виробництва кераміки є глини й каоліни. Для поліпшення технологічних властивостей глини, а також надання готовим виробам певних фізико-механічних властивостей використовують непластичну сировину (плавні, спіснювальні, поротвірні та пластифікуючі добавки).

Глиниста сировина є продуктом механічного руйнування вивержених польовошпатових гірських порід, що містить частки глини, кварцу, слюди та інших мінералів, що не розклалися. Глинисті частки мають пластинчасту форму, тому при змішуванні з водою утворюється легко формована пластична маса. Придатність глинистої сировини для виробництва того чи іншого виду кераміки з технологічної точки зору оцінюється її властивостями: *пластичністю, повітряною і вогневою усадкою, вогнетривкістю, вологоємністю, набряканням, розмоканням, тиксотропним зміцненням.*

Пластичність глини – це її здатність у вологому стані внаслідок зовнішнього впливу набирати будь-якої форми без утворення розривів і тріщин і зберігати цю форму при наступному сушінні й випалюванні. Технічним показником пластичності є число пластичності $P_L = W_t - W_p$, де W_t і W_p – вологості, %, які відповідають границям текучості й розкачування глиняного джгута.

Чим більше в глинистій сировині глинистих часток, тим вище пластичність і повітряна усадка глин. Залежно від цього глини підрозділяють на:

- **високопластичні** – вміст глинистих часток 80-90%;
- **помірнопластичні** – 30-60%;
- **малопластичні** – 5-30%;

Усадкою називається зменшення лінійних розмірів та об'єму зразка в процесі сушіння (повітряна усадка) та випалювання (вогнева усадка). Для різних глин лінійна повітряна усадка залежить від вмісту тонких фракційних коливань у межах 2...12%. Вогнева усадка залежить від складу глин становить 2...8%.

Вказані технологічні характеристики значною мірою пов'язані з хімічним і речовинним складом сировини.

Хімічний склад глин включає глинозем Al_2O_3 , кремнезем SiO_2 , оксид заліза Fe_2O_3 , оксид кальцію CaO , оксиди натрію, магнію і калію. Зі збільшенням вмісту Al_2O_3 підвищується пластичність і вогнетривкість глин, а з підвищенням вмісту SiO_2 пластичність глини знижується, збільшується пористість, знижується міцність виробів.

Речовинний склад включає глинисту речовину, добавки й домішки.

З метою надання необхідних властивостей як глинам, так і виробам з них до складу глиняної сировини вводять добавки.

Спіснювальні добавки вводять у пластичні глини, щоб знизити пластичність і зменшити повітряну та вогневу усадку за рахунок меншої водопотреби формувальної суміші, а також для запобігання деформаціям і тріщинам у виробі. До них відносять: шамот, золи, кварцовий пісок, гранульований шлак.

Поротвірні добавки вводять у сировинну суміш для отримання легких керамічних матеріалів з підвищеною пористістю. До них відносяться: магнезит, крейда, доломит, які під час випалювання виділяють CO_2 , а також вигораючі добавки-деревні обпилювання, вугільний порошок, торф'яний пил.

Плавні сприяють зниженню температури випалу виробів і підвищують щільність матеріалу. Функції плавлення виконують польові шпати, залізна руда, доломит, магнезит, тальк тощо.

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

Отримання черепка потрібного кольору й структури здійснюється різними методами, в тому числі: покриттям готових виробів ангобами, глазурями, емалями, керамічними фарбами.

Ангоб виготовляють з білої або кольорової глини і наносять на поверхню невипаленого керамічного виробу тонким шаром (0,2...0,3 мм) у вигляді водної суспензії. При випалюванні ангоб не розплавляється і надає виробу матову поверхню. Ангоб добирають близьким за складом до основного черепка.

Полива (глазур) – це склоподібне покриття (0,1...0,2 мм), яке наносять на поверхню керамічного виробу і закріплюють випалюванням. Глазур знижує водопроникність, підвищує міцність та атмосферостійкість керамічних виробів.

3. Технологія виготовлення керамічних виробів.

Технологія виготовлення керамічних виробів, незважаючи на різноманітність асортименту, що випускається за властивостями, формами і призначенням є загальною й включає наступні технологічні етапи:

- добування сировинних матеріалів;
- підготовка керамічної маси (шихти);

- формування виробів (сирцю);
- сушіння;
- випалювання.

Сировину видобувають на кар'єрах відкритим способом – екскаваторами. Від кар'єру до заводу сировину перевозять автосамоскидами, вагонетками чи конвеєрами. Заводи керамічних виробів звичайно будуть поблизу місця видобутку сировини, причому кар'єр за складовою частиною заводу.

Підготовку глини і формування залежно від виду виготовленої продукції, виду й властивостей сировини здійснюється такими способами:

- **пластичне формування** застосовують тоді, коли глиниста сировина волога, пухка, добре розмокає у воді. Для цього використовують легкоплавкі середньо- та помірнопластичні глини, що містять 40...50% піску. Формування виробів при вологості 18-28% здійснюється на стрічкових пресах, які бувають вакуумними й безвакуумними.

- **напівсухий** спосіб виробництва припускає формування керамічних виробів із шихти вологістю 8-12% при тиску 15-40 МПа. Зазначений спосіб має ряд переваг: вироби мають більш правильну форму й точні розміри, до 30% скорочуються витрати палива, допускається використання малопластичних глин з більшим вмістом відходів промислового виробництва. Пресування виробів виконують у пресформах на гідравлічних пресах. Напівсухий спосіб пресування використовується для виготовлення усіх видів виробів;

- **сухий** спосіб є різновидом напівсухого виробництва керамічних матеріалів. Прес-порошок при цьому способі має вологість 2-6%. Усувається операція сушіння відформованого виробу. Цим способом виготовляють щільні керамічні вироби-плитки для підлог, дорожня цегла;

- **шлікерний** спосіб застосовується для виготовлення керамічних виробів складної конфігурації. Виливок виробів виконують з маси вмістом води 40%. Цим способом виготовляють санітарно-технічні вироби, лицювальну плитку.

Сушіння виробів. Перед випалом вироби висушують до вмісту вологи 5-6% у тунельних і камерних сушарках протягом 72-х годин, температура теплоносія 120-150°C. Вказана технологічна операція необхідна, щоб уникнути нерівномірної усадки, скривлень і розтріскування виробів при випалі.

Тунельні сушарки працюють за принципом протитечії: сирець на вагонетках рухається по тунелю назустріч потоку гарячого повітря або димових газів. У тунельних сушарках цегла-сирець сохне протягом 16...36 год.

Випалювання виробів – найбільш важлива й завершальна стадія виготовлення керамічних виробів. У процесі випалу під дією температури в сировинній суміші відбуваються складні фізико-хімічні перетворення. Так, при нагріванні сирцю до 120°C видаляється фізично зв'язана вода й керамічна маса стає непластичною. У більш високій температурній зоні – від 450°C до 600°C відбувається виділення хімічно зв'язаної води, глинисті мінерали розкладаються на окремі оксиди. При подальшому збільшенні температури вигорають органічні домішки й керамічна маса втрачає свою пластичність. Формування міцності майбутнього черепка починається при 800 °C завдяки протіканню твердофазових реакцій. У процесі нагрівання від 1000 °C до 1200 °C відбувається вогнева усадка виробу й спікання (залежно від виду глини усадка становить 2%-8%). Інтервал температур випалу лежить у межах: від 900°C до 1100°C для цегли, каменю, керамзиту; від 1100°C до 1300°C для клінкерної цегли, плиток для підлог; від 1300°C до 1800°C для вогнетривкої кераміки.

На колір керамічних виробів впливає вміст у глині оксидів заліза (чим їх більше, тим сильніше червоно – коричневе забарвлення). Щоб одержати білий черепок, випалювання слід проводити у відновлювальному середовищі, або оксиди заліза (Fe_2O_3) перходили в захисну форму (FeO).

Лекція №10. Вироби з керамічних матеріалів, виготовлення та призначення.

План лекції

1. Стінові керамічні вироби.

2. Вироби для зовнішнього та внутрішнього облицювання будівель
3. Вироби спеціального призначення.

Конспект

1. Стінові керамічні вироби.

Керамічні цегли й камені виготовляють із легкоплавких глин з добавками й без, застосовують для кладки зовнішніх і внутрішніх стін, для виготовлення стінових панелей і блоків. Цегла має такі розміри: одинарна – 250х125х65 мм; потовщена – 250х120х88 мм; модульна – 288х138х63 мм, модульна потовщена – 288х138х88 мм. Камені виготовляють таких розмірів: 250х120х138 мм (звичайний); 288х138х138 мм (модульний); 288х288х88 мм (модульний укрупнений); 250х250х120 мм (укрупнений з горизонтальним розташуванням порожнин).



Рис.5.10.1. Звичайна глиняна цегла

Цегли і камені можуть бути пустотілими (рис. 5.10.2).

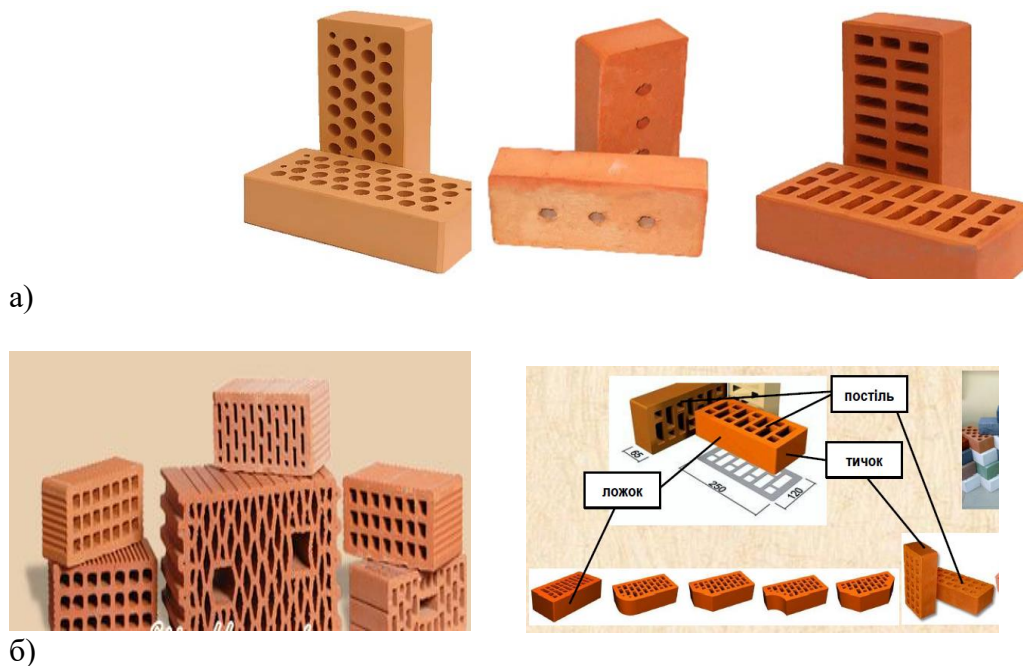


Рис. 5.10.2 Цегла й камені керамічні: а) пустотіла керамічна цегла; б) керамічні камені

За щільністю в сухому стані цегла й камені підрозділяють на три групи:

- *звичайні* – з щільністю більше 1600 кг/м³;
- *умовно-ефективні* – із щільністю більше 1400-1600 кг/м³;
- *ефективні* - з щільністю не більше 1400-1450 кг/м³.

Застосування ефективних стінових керамічних матеріалів дозволяє зменшити товщину зовнішніх стін, знизити матеріалоемність конструкцій до 40% скоротити транспортні витрати й навантаження на основу.

Керамічну цеглу, залежно від межі міцності при стиску й згині, а камені – тільки при стиску, поділяють на такі марки: М75, М100; М125; М150; М175 ; М200; М250; М300.



Рис. 5.10.3. Випробування на стиск:
а- підготовлені зразки;
б- загальний вигляд.



Рис. 5.10.4. Випробування цегли на згин.

За морозостійкістю керамічну цеглу і камені поділяють на марки: F15; F25; F35; F50.

2. Вироби для зовнішнього та внутрішнього облицювання будівель

Вироби для облицювання фасадів

Цегла й камені лицьові є оздоблювальними й конструктивними несучими елементами, що працюють у цегельній кладці разом зі звичайною цеглою. Лицьова цегла і камені призначені для мурування і одночасного облицювання зовнішніх стін будівель і споруд, тому мають дві лицьові поверхні.

Лицьові цегли й камені випускають тих же розмірів і форм, що й звичайні. Залежно від меж міцності при стиску й вигині поділяють на наступні марки: М75; М100; М125; М150. Через підвищену щільність морозостійкість лицьової цегли становить від 25 до 30 циклів. Регулювання складу сировини й режиму випалу дозволяє випускати вироби від кремового до коричневого кольорів. Перевагою лицьової цегли є підвищена атмосферостійкість, однорідність фарбування і чіткість граней.

Залежно від форми й призначення їх ділять на *рядові* (гладка частина стіни) й *профільні* (карнизи, тяги, поясу).

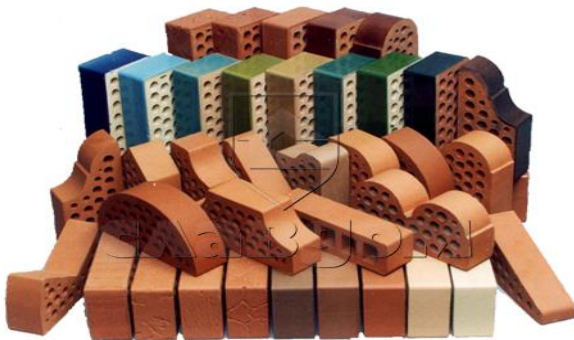


Рис.5.10.5. Різновиди лицьовальної цегли

Для офактурення поверхні лицьових цегл і каменів використовують ангобування, глазурювання і торкретування кольоровою крихтою. Облицювання стін будівель із керамічної цегли і каменів лицьовими виробами – найефективніший вид оздоблення, оскільки воно виконується одночасно з рядовою кладкою, а лицьові вироби, крім декоративних функцій, виконують і конструктивні функції стіни.

Керамічні фасадні плитки («плинкі») виготовляють квадратної або прямокутної форми довжиною з різними координативними розмірами (від 50х50 до 300х150 мм, завтовшки 7 і 9 мм). Випускаються із глазурованою і неглазурованою, гладкою та рельєфною, одно- або багатокольоровою поверхнею. Застосовують для облицювання фасадів і цоколів, підземних переходів.

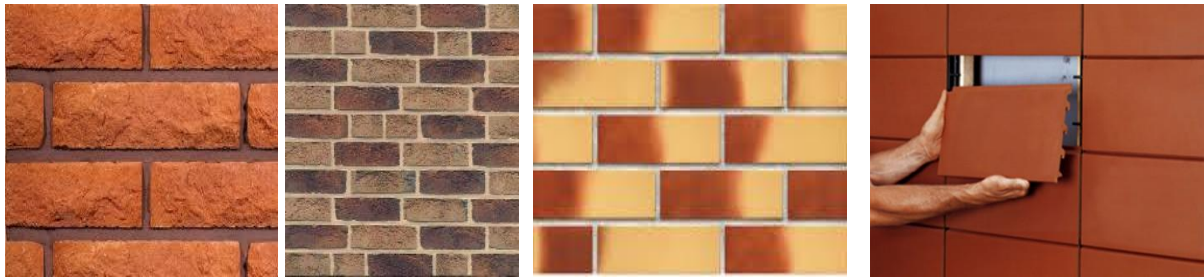


Рис.5.10.6.Різновиди керамічної фасадної плитки прямокутної форми



Рис.5.10.7.Різновиди керамічної фасадної плитки квадратної форми

Керамічні плитки для внутрішнього облицювання використовуються для облицювання стін і для покриттів підлог. Ці вироби експлуатуються усередині приміщення, тому вимоги за морозостійкістю до них не пред'являються. Стіни, облицьовані керамічною плиткою, стійкі до вологого й агресивного середовища, відповідають естетичним і санітарно-гігієнічним вимогам.

Для облицювання стін застосовують *майолікові* (одержувані із сировинної суміші каоліну, польового шпату, кварцового піску) і *фаянсові* (одержувані з вогнетривких глин, додаючи кварцовий пісок і плавні з наступним глазурюванням) плитки. В основі класифікації плиток лежить характер поверхні (плоскі, рельєфно-орнаментовані, фактурні), вид типу глазури (прозорі, блискучі, матові, одноколірні, багатокольорові), форма й призначення (квадратна, прямокутна, фасонна кутова й карнизна, фасонна плінтусна й т.д.)



Рис.5.10.8. Різновиди керамічної плитки квадратної форми рельєфно-орнаментованої фактури

Водопоглинення плиток для внутрішньої обробки – до 16%, межа міцності при вигині – 12 МПа. Основні розміри плиток відповідно до європейського стандарту: 100x100, 108x108; 150x150; 150x75; 152x76; 200x15; 200x35; 200x50; 200x75; 200x150; 200x200; 250x200; 300x50; 300x100; 300x200; 300x300.



Рис.5.10.9.Різновиди керамічної плитки для внутрішнього облицювання стін та підлог



Рис.5.10.10.Різновиди керамограніту для облицювання підлог

Для покриттів підлог застосовують *метлахські* (ДСТУ Б В. 2.7 – 117-2002) плитки, які володіють підвищеною щільністю і високим опором стираючим навантаженням. Підлоги з керамічних плиток водонепроникні, легко миються, довговічні, кислото- і лугостійкі. До недоліків слід віднести низький опір ударним навантаженням і високу трудомісткість настилу. Для влаштування підлог застосовують квадратні (від 150x150мм до 500x500мм), прямокутні (від 200x150мм до 500x300мм), багатогранні й фігурні (чотирих-, п'яти-, шести- і восьмигранні) плитки.

Плитки керамічні мозаїчні для підлог виготовляють квадратними зі стороною 23 і 48 мм, завтовшки 6 і 8 мм. На заводі плитки лицьовим боком наклеюють на крафт – папір або картон з певним рисунком, одержуючи килими розміром 398 x48 мм.

Великорозмірні плитки типу «керамограніт» використовують для влаштування підлог у виробничих цехах, магазинах, ресторанах, виставкових залах, лабораторіях. Виготовляють зі щільним черепком (водопоглинення менше 1%) розмірами до 1000x1000 мм, завтовшки 6-10 мм. Керамічний граніт випускають з глинистої сировини з добавкою мінеральних пігментів. Плитки формують на пресі під тиском близько 50 МПа, а потім випалюють при $T = 1250^{\circ}\text{C}$. Отримані вироби не поступаються природному граніту за показниками міцності, зносостійкості, морозостійкості й привертають увагу будівельників, архітекторів та дизайнерів.

Керамічні вироби для покрівлі й перекриттів

Керамічна черепиця (ДСТУ Б В. 2.7 -28 -95) є найпоширенішим керамічним матеріалом для покрівлі як в Україні, так і в західноєвропейських країнах завдяки своїй екологічній чистоті й довговічності (до 300 років), вогнестійкості, стійкості до атмосферних впливів. Черепицю виробляють з легкоплавких глин широкої колірної гами (від блакитного до чорного). Морозостійкість черепиці повинна бути не менше 25 циклів.

До недоліків відносять крихкість, трудомісткість монтажних робіт, велику вагу 1 м² (40-80 кг). Застосовують керамічну черепицю на крутих покрівлях з ухилом не менше 30°. Різновиди керамічної черепиці представлені на рис. 5.10.8.

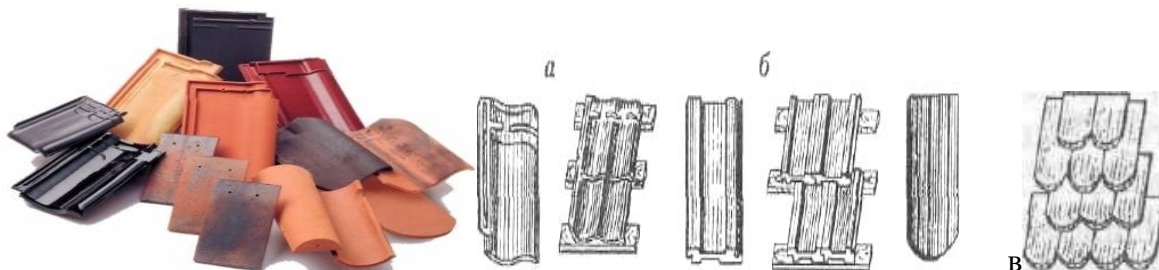


Рис. 5.10.11. Види глиняної черепиці: а — штампувальна пазова; б — стрічкова пазова; в — конькова.

3. Вироби спеціального призначення.

Вироби санітарні керамічні – раковини, умивальники, унітази, зливальні бачки і т.п. Ці вироби виготовляють з фарфору й фаянсу.



Сировиною є біловипалювальні глини, каоліни, кварц і польовий шпат, у різних співвідношеннях.

Рис.5.10.12. Вироби санітарні керамічні

До групи санітарно-технічних керамічних виробів відносять дренажні й каналізаційні труби.

Дренажні труби застосовують у меліоративному будівництві, для безнапірних мереж каналізації, що транспортують промислові, побутові, дощові, агресивні й неагресивні води. Виготовляють їх пластичним формуванням у горизонтальних стрічкових або вертикальних пресах з високо пластичних цегельних глин, круглого, шести- чи восьмигранного перерізу, з внутрішнім діаметром від 25 до 250 мм, завдовжки 333 або 500 мм. Вони з'єднуються між собою керамічними муфтами.

Каналізаційні труби виготовляють з тугоплавких або вогнетривких глин із спіснювальними добавками (шамотом або піском), чи без них циліндричної форми з патрубком на одному кінці. Виготовляють діаметром 150-600 мм, довжиною 1000-1500 мм.



Рис.5.10.13. Каналізаційні та дренажні труби.

До спеціальних видів кераміки належить цегла для димарів, клінкерна дорожня цегла, кислототривкі вироби.

Контрольні запитання

1. Основні сировинні матеріали для виготовлення штучних кам'яних матеріалів.
2. Властивості глин, що використовуються для виробництва штучних кам'яних матеріалів.
3. Цегла та керамічне каміння, основні види та характеристики.
4. Керамічні вироби спеціального призначення.
5. Керамічні вироби для зовнішнього та внутрішнього облицювання стін.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.127], [3, с.102].

Тема 6. Металеві матеріали та вироби .

Лекція №11. Загальні відомості про металеві матеріали, їх властивості.

План лекції

1. Характеристика металів та сплавів і способи їх виробництва.
2. Виробництво та види чавуну і сталі.

Конспект

1. Характеристика металів та сплавів і способи їх виробництва.

Метали – кристалічні речовини, характерними властивостями яких є висока міцність, пластичність, тепло- і електропровідність, особливий блиск, здатні до значних пластичних деформацій, що дає можливість обробляти їх під тиском: **прокатуванням, куванням, штампуванням, волочінням**. Вони добре «зварюються» працюють при низьких та високих температурах тощо.

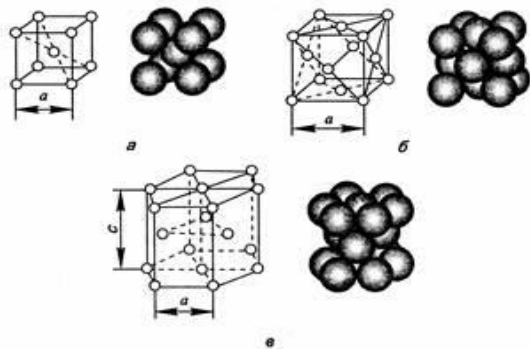
Однак метали мають істотні недоліки — велику щільність, здатність до корозії під дією різних агресивних середовищ, істотні деформації при високих температурах тощо. Усе це

зумовило широке застосування сплавів — матеріалів, які утворилися при затвердінні розплавів, що містять два і більше хімічних елементів, і мають характерні властивості металів.

Метали й сплави поділяють на **чорні і кольорові**. До чорних металів належать залізо й сплави на його основі — чавун, сталь, феросплави; до кольорових — мідь, алюміній, цинк, нікель та ін. Найширше застосовують у народному господарстві і зокрема у будівництві чорні метали — чавуни і сталі для каркасів будинків, арматури у залізобетоні, мостів, труб, покрівлі тощо.

В основу розподілу чорних металів на чавун і сталь покладений відсотковий вміст вуглецю. **Чавун** — це сплав заліза з вуглецем, вміст якого перевищує 2%, **сталь** — сплав заліза з вуглецем, вміст якого не повинен перевищувати 2%.

Атоми металів та їх сплавів у твердому стані розміщуються в певному порядку, утворюючи в просторі правильну кристалічну решітку.



На рис.6.11.1. наведено основні види чарунок кристалічних решіток металів: а-об'ємно-центровану кубічну, б-гранецентровану кубічну, в-гексагональну. Об'ємно-центровану решітку мають залізо при температурі до 910 °С і вище 1390 °С, хром, вольфрам, ванадій та ін. Гранецентровану кубічну решітку мають залізо при температурі 910...1390 °С, мідь, нікель, алюміній та ін.

Рис.6.11.1. Основні види чарунок кристалічних решіток металів:

а-об'ємно-центрована кубічна,
б-гранецентрована кубічна, в-гексагональна.

Гексагональну решітку мають магній, цинк та інші метали.

Крім зазначених, можливі й інші види кристалічних решіток, властиві кожному металу. У метали діють різні фізико-хімічні зв'язки: **металевий, вандер-ваальсовий, іонний та ковалентний**.

Традиційними засобами зміцнення металів, що ведуть до збільшення щільності дислокацій, є **механічне наклепування, подрібнення зерна та загальне фрагментування кристалів** внаслідок термообробки.

При переході металу з рідкого стану у твердий в ньому утворюються просторові кристалічні решітки. Цей процес називається **кристалізацією**.

Розширення металів при нагріванні характеризується **температурними коефіцієнтами лінійного та об'ємного розширення**. Здатність металу подовжуватись при нагріванні ефективно використовують при виробництві попередньо напружених залізобетонних виробів способом електротермічного напруження арматури.

Механічні властивості металів характеризуються їхніми міцністю, твердістю, ударною в'язкістю, втомою та повзучістю.

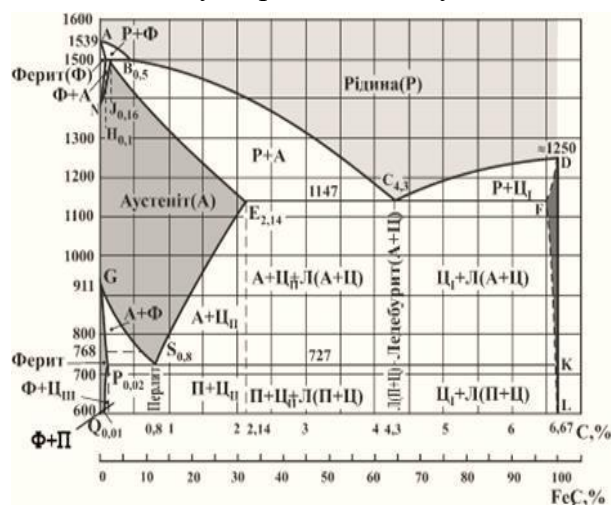
Міцність — це здатність металу або сплаву чинити опір дії зовнішніх сил. Залежно від характеру цих сил розрізняють міцність при розтягу, стиску, згині, крученні. Характеризуються вони відповідними границями міцності, тобто умовними напруженнями, при яких дослідний зразок металу руйнується.

Ударна в'язкість (або динамічна міцність) — здатність металу чинити опір ударним навантаженням. Випробування виконують на спеціальних приладах — копрах. Характеристикою цієї властивості є робота, затрачена на руйнування стандартного зразка (Дж), віднесена до одиниці його об'єму (м^3) або площі (м^2).

Твердість металу визначають його протидією при вдавлюванні в нього твердої сталевий кульки (метод Брінелля) або алмазної піраміди.

На **втому або витривалості** випробовують зразки із сталі та кольорових важких і легких сплавів, деталі з яких працюють за умов повторно-змінних розтягувальних, згинальних, стискувальних, скручувальних та інших навантажень.

Внаслідок повзучості можуть збільшуватися прогини будівельних конструкцій, втрачатися стійкість. Металеві сплави одержують внаслідок сплавлення декількох хімічних елементів та їх сумісної кристалізації з утворенням механічної суміші, твердого розчину і хімічної сполуки. Можливість утворення сплаву того чи іншого типу визначається характером взаємодії елементів у процесі кристалізації.



Будова сплаву визначає його властивості, тому потрібно знати, як ця будова буде змінюватись при зміні температури і складу сплаву. Залежність між будовою сплаву, його складом і температурою *описується за допомогою діаграми стану* (див. рис.6.11.2.) її будують експериментально за критичними точками, одержаними на кривих охолодження сплавів даної системи.

Кольорові метали і сплави

Алюміній і сплави на його основі

Сплав алюмінію з кремнієм (до 23%) називається *силуміном*. Міцність на розтягнення становить 200 МПа. Ці сплави мають високі ливарні якості, малу усадку і пористість, вони тверді й міцні.

Мідь і сплави на її основі. Чиста мідь – м'який, пластичний метал із щільністю 8960 кг/м³, володіє високою теплопровідністю, незначною міцністю на розтягнення 180...240МПа, температура плавлення – 1080⁰С. Мідь використовується у вигляді сплавів : латуні й бронзи.

Латунь – сплави міді з цинком(10...40%). Добре піддається прокату, штампуванню і витягуванню. У порівнянні з чистою міддю має більш високу твердість і міцність на розтягання

250...600 МПа. У будівництві застосовується в основному для декоративних цілей (поручні, накладки і т.д.) і для санітарно - технічних пристроїв.

Бронза – сплав міді з оловом (до 10%), алюмінієм, свинцем. Міцність бронзи така, як і в міді, але значно вища твердість. Володіє гарними ливарними властивостями.

2. Виробництво та види чавуну і сталі.

Виробництво чавуну

Чавун одержують у доменних печах шляхом високотемпературної обробки (1900⁰С) суміші залізної руди, коксу й флюсу. Залізна руда, що є основною сировиною, крім порожньої породи містить від 30 до 70% рудних мінералів у вигляді Fe₂O₃ і Fe₃O₄. Флюси (найчастіше вапняк) необхідні для переведення порожньої породи в шлаки (коштовний техногенний відхід, який застосовується для виробництва шлакопортландцементу, як пористий заповнювач бетонів і т.д.). При згорянні коксу виділяється вуглекислий газ, потім утворюється СО, що і відновлює з руди залізо. Залізо плавиться, розчиняючи вуглець (до 5%) і перетворюючись на чавун.

Технологічний процес: завантажують доменну піч рудою, паливом і флюсам шарами, що безперервно чергуються й поступово опускаються вниз.

У нижню частину печі, яку називають горно через спеціальні отвори-форми під тиском нагнітають гаряче повітря (500...800 ° С), яке підтримує горіння палива.

При температурі 1130 °С (в зоні розпалювання) чавун розплавляється, краплями стікає у горн і збирається в його нижній частині, а над ним знаходяться шар розплавленого шлаку, який складається з оксидів, що входять до складу пустої породи руди. Чавун і шлак у вигляді розплаву періодично (4—6 разів на добу) випускають через нижню чавуну й верхню шлакову лотки.

Виплавлювані в доменних печах чавуни за призначенням підрозділяють на:

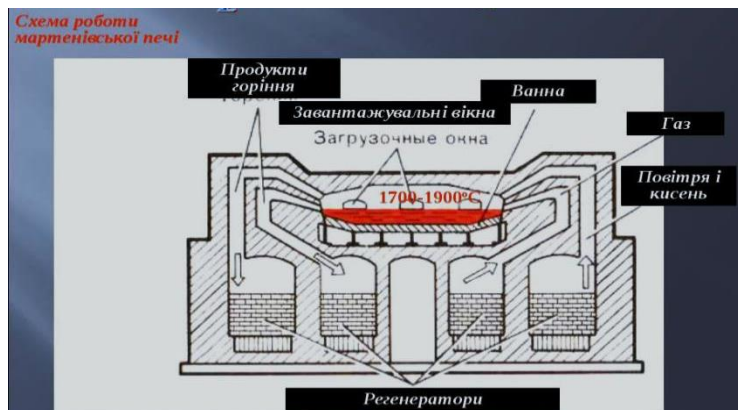
- *переробний (білий)* у кількості до 90% – для переробки в сталь;
- *ливарний (сірий)* у кількості 8-15% – для виробництва фасонних виливків;
- *спеціальний (доменні феросплави)*, що містять у підвищеній кількості марганець і кремній, застосовуються як добавки при виплавці сталі.

Чавуни добре стійкі проти корозії. Із ливарного чавуна виготовляють башмак під колони, тьобінги для тунелів, опорні частини залізобетонних ферм і балок, ванни, мийки, каналізаційні труби.

Виробництво сталі

Для одержання сталі використовують шихту, до складу якої входить переробний (білий) чавун, сталевий лом, а також шлакоутворюючі й легуючі речовини. Виробництво сталі – досить складний технологічний процес, що зводиться до видалення з чавуну частини вуглецю і домішок. Існує три способи одержання сталі: **конвертерний, мартенівський і електроплавильний**. У наш час використовують в основному **киснево-конвертерний** спосіб. Він полягає в продувці рідкого чавуну технічно чистим киснем у конвертері. Виплавлену сталь розливають на злитки, або переробляють у заготовки методом безперервного розливання.

Мартенівський спосіб виробництва сталі полягає в тому, що сталь виплавляють на поді полуменевої відбивної печі, яка має регенератори для підігрівання повітря й газу. В шихту, яку



завантажують у піч, входять чавун, металевий брухт та інші матеріали. Паливом є горючі гази (природні, генераторні тощо), які попередньо підігріваються до температури 1000...1100 °С. Потім газ і повітря надходять до надподового простору печі, де внаслідок згорання газу температура підвищується до 1800 °С. Завантажений разом з металевим брухтом чавун розплавляється.

Рис.6.11.3. Мартенівська піч

У цей період вдувається більше повітря, ніж потрібно для забезпечення згоряння газу. Внаслідок цього у поверхневому шарі розплавленого чавуну утворюється закис заліза FeO , кисень із шлаку переходить у метал і взаємодіє з вуглецем з виділенням бульбашок оксиду вуглецю.

Електроплавильний спосіб виробництва сталі ведуть у дугових або індукційних електропечах, при цьому використовують як сталевий скрап і залізну руду, так і рідкі сталі, що надходять з мартенівської печі або конвертора.

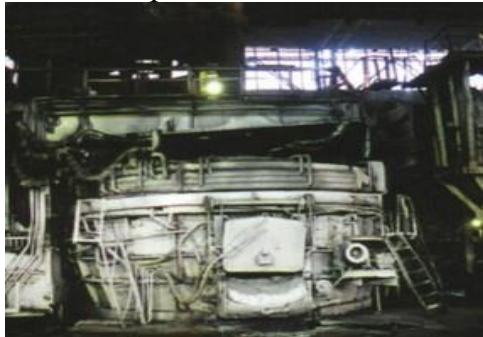


Рис.6.11.4. Електродугова піч ДСП - 12 (загальний вигляд)



Рис.6.11.5. Електродугова піч ДСП - 50 і завантажувальна машина (загальний вигляд)

Брак палива й подачі кисню для його згоряння виключає можливість насичення сталі сіркою та окислення заліза киснем. Під час плавки температура у печі становить $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$, що дає змогу вводити до складу сталі тугоплавкі елементи. Однак вартість сталі, одержуваної електроплавильним способом, найвища порівняно з усіма іншими способами.

Лекція №12. Основні метали та їх застосування в будівництві.

План лекції

1. Обробка сталі, види обробки, застосування сталі в будівництві.
2. Сортамент прокатного металу.
3. Корозія металів та засоби захисту від неї.

Конспект

1. Обробка сталі, види обробки, застосування сталі в будівництві.

Сталеві злитки піддають обробці тиском з метою одержання різних сталевих виробів. Розрізняють наступні види обробки сталі тиском: прокатка, пресування, волочіння, ковка, штампування.

Прокатку здійснюють на металургійних і машинобудівних заводах, при цьому одержують прокат – готові вироби або заготовки для наступної обробки куванням, штампуванням, пресуванням (видавлюванням), волочінням або різанням. На прокат переробляють близько 80 % усієї виплавленої сталі та більшу частину кольорових металів і сплавів; його використовують у будівництві, машинобудуванні та металообробці.

Залежно від виду прокат буває сортовий, листовий, трубний, періодичний і спеціальний.

Пресуванням називають спосіб обробки металів тиском, при якому метал видавлюють із замкнутої порожнини через отвір, в результаті чого дістають виріб з перерізом за формою отвору. При пресуванні найчастіше використовують горизонтальні гідравлічні преси з тиском до 100 МН. Пресують кольорові метали (мідь, свинець, алюміній, цинк, магній) і їх сплави, а також сталь з мірних заготовок, нарізаних із сортового прокату. Усі метали і сплави, крім свинцевих, пресують гарячими. Є два види пресування – пряме і зворотне.

Прутки суцільного перерізу виготовляють як прямим, так і зворотним пресуванням; труби пресують тільки прямим пресуванням. При пресуванні метал витікає з кільцеподібного калібра, складеного отвором матриці і дорном, в результаті чого утворюється труба. Пресуванням

виготовляють вироби різного профілю з розміром перерізу від кількох до 400 мм. Пресовані вироби більш точні, ніж прокатані, крім того, ряд пресованих профілів взагалі неможливо дістати іншим способом, тому пресування широко застосовують у металообробці.

Волочіння застосовують переважно для виготовлення дроту малого діаметра (від 4 до 0,01 мм), а також для каліброваних прутків різного профілю і тонких труб з катаної або пресованої заготовки. Волочіння надає виробам гладенької поверхні і точних розмірів. Воно полягає в протягуванні під дією зовнішньої сили P заготовки (як правило, в холодному стані) через отвір, переріз якого менший від вихідного перерізу заготовки. Цей отвір називається *очком*, а інструмент, з якому зроблено кілька очок, – *волочильною дошкою, волокою або матрицею*.

Кування виконується або ударною (динамічною) дією на метал, де використовується енергія удару падаючих частин молота (механічне кування), або повільною (статичною) дією, де використовується тиск преса. Усі ковальські цехи сучасних заводів обладнані для механічного кування молотами або пресами.

Продуктивність *штампування* в десятки разів більша, ніж кування, а кваліфікація робітників потрібна значно нижча. Крім того, при штампуванні досягається значно більша, ніж при куванні, точність розмірів і чистота поверхні, тому нерідко після штампування деталі не потребують механічної обробки. У цьому й полягає перевага штампування над куванням. Проте штампування вигідне лише з масовому і серійному виробництві, тому що витрати на виготовлення сталевих форм (штампів) виправдують себе тільки при випуску значної кількості поковок. Штампування буває гарячим і холодним, об'ємним і листовим.

Сталь є одним з найважливіших конструкційних матеріалів. Високі фізико-технічні характеристики, технологічність і великі обсяги виробництва визначили її широке використання в будівництві.

Залежно від % вмісту вуглецю розрізняють сталі:

- *низьковуглецеву* (до 0,25%);
- *середньовуглецеву* (0,25-0,6%);
- *високowуглецеву* (більше 0,6 %).

З підвищенням вуглецю у сталі істотно зменшується пластичність, підвищується крихкість, у зв'язку з чим у будівництві переважно використовують низьковуглецеві сталі. Для підвищення технічних властивостей чавунів і сталей до них додають легуючі речовини: марганець, хром, нікель, молібден, алюміній, мідь.

Якщо вміст легуючих добавок у сталей складає до 2,5% – це *низьколеговані* сталі; 2,5-10% – *середньолеговані*; більше 10% – *високолеговані*. Введення легуючих добавок підвищує корозійну стійкість, ковкість, пружність сталі.

За призначенням вуглецеві сталі поділяються на **конструкційні й інструментальні**. Конструкційні сталі містять вуглець не більше 0,65%. Їх застосовують для виготовлення арматур залізобетонних конструкцій. У свою чергу, конструкційні сталі, які використовуються в будівництві, поділяють на сталі *звичайної якості, якісні й спеціальні*.

Якісну **конструкційну** вуглецеву сталь виплавляють в мартенівських та електричних печах. Залежно від хімічного складу цю сталь поділяють на дві групи: 1) з нормальним вмістом марганцю; 2) з підвищеним вмістом марганцю. Існують такі марки якісної конструкційної вуглецевої сталі: 05кп, 08кп, 08сп, 08, 10кп, 15, 20кп, 20пс, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58, 60, 65, 70. Цифри в марках показують середній вміст вуглецю у сотих частках процента.

До конструкційних вуглецевих сталей належить також . автоматна; вона має підвищений вміст сірки. Марки цієї сталі: А12, А20, А30, А40.

Літера А означає автоматну сталь; число, що стоїть за літерою А, — вміст вуглецю у сотих частках процента. Ця сталь містить сірки 0,6.-0,2%, фосфору — 0,06...0,15%. З неї виготовляють на верстатах-автоматах кріпильні деталі

Сталь вуглецева звичайної якості поділяється на групи А, Б, В.

При поставці сталей групи А споживачу гарантують механічні властивості без уточнення хімічного складу. Виготовляють марки Ст 0, Ст 1 і т.д. до Ст 6. Чим більше номер сталі, тим більший в ній % вмісту вуглецю.

Сталі групи В (БСт0,БСт1,БСт3 і т.д.) поставляють із гарантованим хімічним складом. Сталі групи В – з гарантованими хімічним складом і механічними властивостями.

Леговані сталі, на відміну від вуглецевих, містять ще й легуючі добавки, які підвищують якість сталі і надають їй певних властивостей. До легуючих добавок відносять : С - кремній, Х - хром, Г - марганець, Н - нікель, М - молібден, Д - мідь.

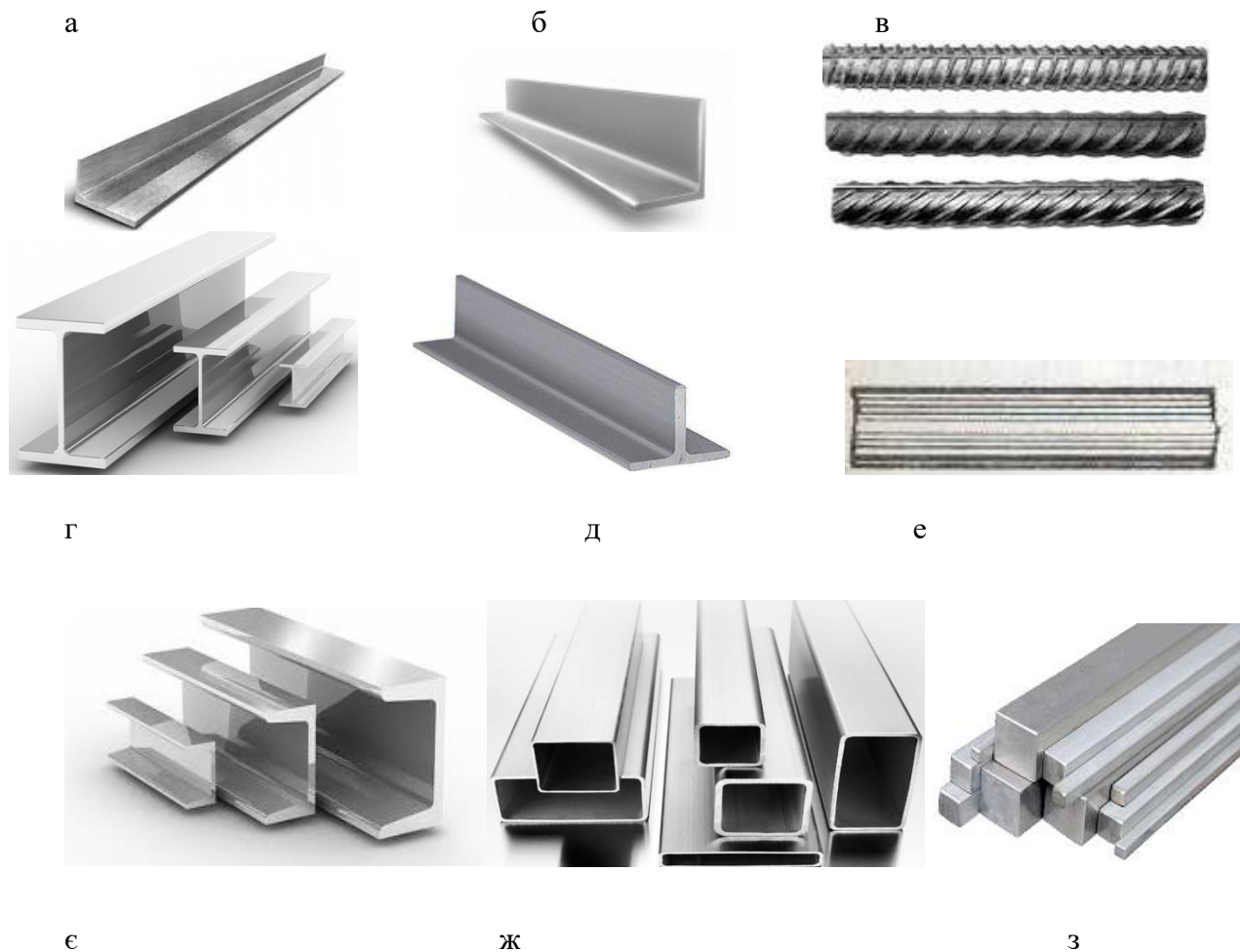
Легування сталі кремнієм підвищує її пружні властивості, нікель і хром – жаростійкість і корозійну стійкість, молібден – ряд механічних характеристик і т.д. При маркуванні легованих сталей перші дві цифри показують вміст вуглецю в сотих частках відсотків, наступні букви – умовне позначення легуючих елементів. Якщо кількість легуючого елемента становить 2% і більше, то після букви ставлять ще і цифру, яка вказує цю кількість. Приклад: 25 ХГС2С – це марка стали, яка вказує на вміст вуглецю 0,25%, близько 1% хрому, 2% марганцю й близько 1% кремнію.

Інструментальні вуглецеві сталі містять вуглецю більше 0,65%. Залежно від вмісту S та P і способу виробництва їх поділяють на якісні й високоякісні, що містять/не більш як 0,03% S і 0,035% P. Якісні інструментальні сталі мають марки: У7, У8, У9, У10, У11, У12, У13; високоякісні — такі самі марки, але з додаванням літери А, наприклад У7А, У8А тощо.

Велика кількість сталі використовується для виготовлення будівельних сталевих конструкцій – крупнорозмірних елементів будинків і споруд. Сталеві конструкції звичайно виконують із прокатних елементів різного профілю.

2. Сортамент прокатного металу.

Сортова сталь (ДСТУ 2254-93,ДСТУ 2255-93,ДСТУ 3436-96,ДСТУ 2252-93) включає профілі масового попиту, швелери, двотаври й профілі спеціального призначення (рис. 6.12.1.). Основним видом спеціального прокату для будівництва є **арматурна сталь** (ДСТУ 3760-98) у вигляді стрижнів гладкого й періодичного профілів, дроту та канатів (рис. 6.12.1.).



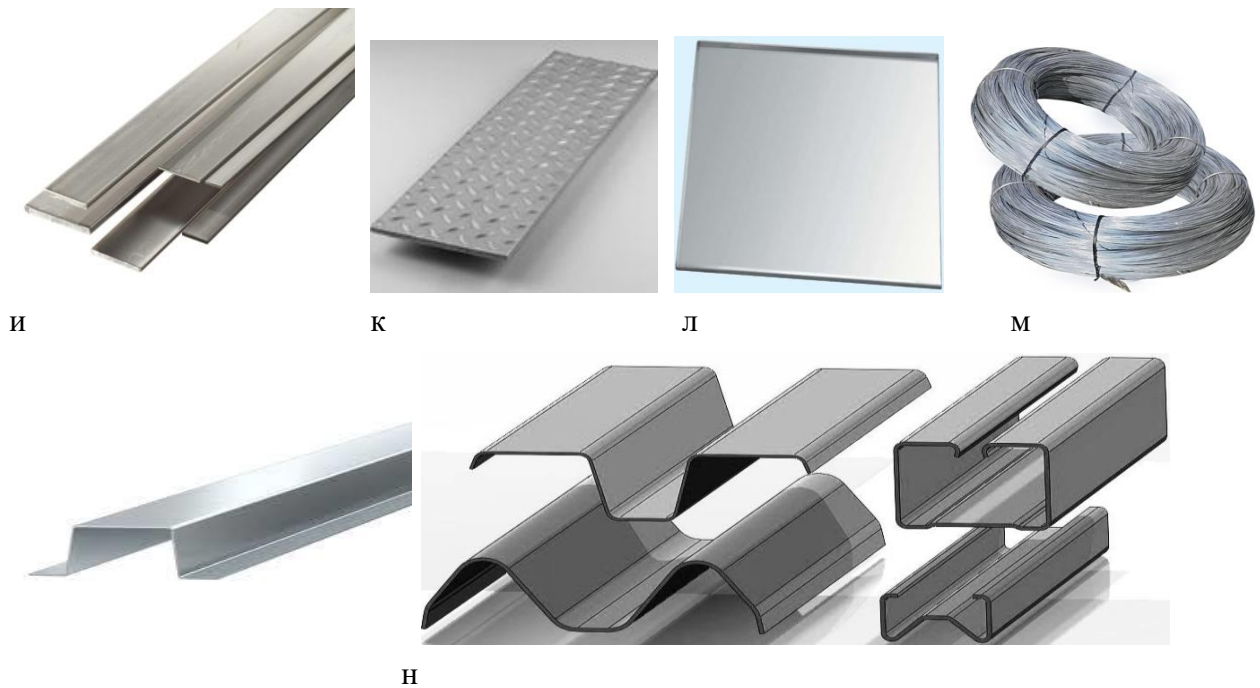


Рис.6.12.1. Прокатні вироби із сталі різного профілю та види арматурної сталі:

а — кутикова нерівнобока; *б* — кутикова рівнобока; *в* — гарячекатана періодичного профілю, класу Л-П; *г* — двотавр; *д* — підкранова рейка (тавр); *е* — гладка стрижнева; *є* — швелер; *ж* — квадратні та прямокутні труби; *з* — квадратна; *и* — штабова; *к* — рифлена; *л* — листова; *м* — дріт; *н* — профілі спеціального призначення

Металочерепиця — це багатошаровий виріб, який використовується для влаштування покрівель як пластичний архітектурно-виразний матеріал. Її виготовляють з гарячеоцинкованої холоднокатаної листової сталі (прокату) товщиною 0,5 мм, покритої після пасивації та ґрунтування шаром кольорового полімерного покриття (поліестр, пурал, пластизол). Довжина панелі може бути від 500 до 8000 мм, а крок 275...450мм. Метало- черепиця відрізняється високими експлуатаційними характеристиками, у тому числі високою корозійною стійкістю, довговічністю та здатністю до пластичного деформування.



Рис.6.12.2. Кольорова гама металочерепиці

3.Корозія металів та засоби захисту від неї.

Корозія металів — це поступове руйнування їх внаслідок хімічної та електрохімічної взаємодії із зовнішнім середовищем.

Більш за все метали руйнуються внаслідок електрохімічної корозії, тобто через дію електrolітів — водних розчинів кислот, солей і лугів. Цей вид корозії спостерігається в атмосферних умовах, при дії морської, річкової, ґрунтової та інших вод.

Основними способами захисту металів і сплавів від корозії є: легування металів, гальванізація, металізація, оксидування, фосфатування, покриття лаками та фарбами.

Гальванічний метод — на поверхні виробу утворюється тонкий шар металу електrolітичним осадженням з розчинів солей.

Металізація — покриття поверхні деталі розплавленим металом, розпиленням стиснутим повітрям.

Оксидування — це захист оксидними плівками. Для цього природну плівку обробляють сильними окислювачами (концентрована азотна кислота).

Фосфатування — утворення на поверхні виробу плівки з нерозчинних солей заліза або марганцю внаслідок занурення виробу в ці гарячі розчини.

Лакофарбові покриття – це механічний захист металу плівкою з різних лаків та фарб. Можна також використати інгібітори – речовини, які уповільнюють перебіг корозії.

Контрольні запитання

1. Назвати способи обробки металів під тиском.
2. Назвати види чарунок кристалічних решіток.
3. Назвати зв'язки, які діють у металах.
4. Назвати фізичні властивості металів і сплавів.
5. Виробництво і види сталі.
6. Застосування сталі у будівництві.
7. Сортамент прокатного металу.
8. Корозія металу і захист від неї.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.227], [3, с.137].

Тема 7. Матеріали та вироби з мінеральних розплавів.

Лекція №13. Матеріали та вироби із скла, шлакових розплавів, кам'яного литва.

План лекції

1. Загальні відомості.
2. Класифікація стекол.
3. Технологія виготовлення скла.
4. Властивості скла.
5. Види скла і вироби з нього.
6. Матеріали та вироби із шлакових розплавів.

Конспект

1. Загальні відомості.

Спільною ознакою будівельних матеріалів і виробів із мінеральних розплавів є силікатна основа, тобто в їхньому складі переважають SiO_2 та сполуки на його основі – силікати. **Сировиною** для силікатних розплавів є поширені гірські породи (піски, глини, базальти, діабазы, граніти, гнейси, мергелі, мармури, сієніти, сланці, серпентини, тощо), побічні продукти й відходи промисловості (металургійні шлаки, золи та шлаки ТЕС, бій силікатної цегли тощо), вторинна сировина (склобій) і т.ін.

Характерна особливість силікатних розплавів полягає в тому, що вони мають здатність при швидкому охолодженні переходити в склоподібний стан – аморфний різновид твердого стану.

Уводячи до силікатного розплаву спеціальні добавки (кристалізатори) і вибираючи режим термічної обробки, можна одержати склокристалічні матеріали (ситали, шлакоситали). Залежно від виду вихідної сировини матеріали й вироби з мінеральних розплавів поділяють на вироби із скла, шлаків та гірських порід (кам'яне литво).

2. Класифікація стекол.

Склом називають усі аморфні тіла, виготовлені переохолодженням розплавів незалежно від їхнього складу та термічної області твердіння. Внаслідок поступового збільшення в'язкості вони набувають механічних властивостей твердих тіл, причому процес переходу з рідкого стану в склоподібний має бути оборотним.

Залежно від основних склоутворювальних компонентів за хімічним складом розрізняють такі класи стекол: **оксидні** – силікатні, алюмосилікатні, боросилікатні, бороалюмосилікатні, алюмофосфатні, бороалюмофосфатні, алюмосилікофосфатні; **безкисневі** – халькогенідні, галогенідні, елементарні.

Стекла дістають назви за видом склоутворювального оксиду, наприклад силікатні, алюмосилікатні тощо. Як правило, до складу промислових стекол входить не менш як **п'ять** компонентів, а стекла спеціального призначення можуть містити більше десяти компонентів.

За **призначенням** стекла класифікують так: будівельні, архітектурно-будівельні, технічні, світлотехнічні, скляні труби, скловолокно, тарне скло тощо.

3. Технологія виготовлення скла.

Сировинні матеріали для виробництва скла розділяють на основні й допоміжні. До **основних** відносяться кварцовий пісок, сода, доломіт, вапняк, поташ, сульфат натрію. **Допоміжні** матеріали вводять у шихту для зміни норм технологічного процесу (прискорення варіння) і надання склу необхідних властивостей. До них відносять: освітлювачі (сульфати натрію і алюмінію, калієва селітра), що сприяють видаленню із скломаси газових пухирців, глушники (кріоліт, плавиковий шпат, подвійний суперфосфат), що забезпечують світлорозсіювальні властивості скла, фарбники, що додають склу заданий колір (з'єднання: кобальт синій, хром зелений, марганець фіолетовий, залізний, коричневий, синій, зелений тони і т.д.).

Виробництво скла включає наступні технологічні операції:

- підготовка сировинних матеріалів (сушіння, подрібнювання);
- приготування скляної шихти (дозування і змішування компонентів);
- варіння скломаси;
- вироблення (формування) із скломаси виробів;
- термічна, хімічна чи механічна обробка виробів для поліпшення властивостей.

Варіння скломаси є основним і відповідальним етапом у технології склоробного виробництва. Скловаріння проводять у склоплавильних печах (ванні печі) безупинної чи періодичної (горшкові печі) дії. При нагріванні шихти до 1100..1150°C утворюється розплав, відбувається силікатоутворення. Подальше підвищення температури приводить до повного розчинення найбільш тугоплавких компонентів SiO_2 і Al_2O_3 , утворюється скломаса, насичена газовими пухирцями, яка має неоднорідний склад. Подальший підйом температури до 1500...1600 °C необхідний для освітлення і гомогенізації скломаси. При цій температурі знижується в'язкість розплаву, відповідно полегшується видалення газових включень і одержання однорідного розплаву. Заключним етапом скловаріння є процес охолодження розплаву до температури, що забезпечує необхідну в'язкість для виготовлення виробу прийнятним методом (прокат, пресування, лиття, витягування, видування).

Формування виробів здійснюється різними методами. Так, для формування листового скла використовують спосіб вертикального (горизонтального) чи витягувального способу стрічки, що плаває. Крім зазначених способів скляні вироби одержують литтям, прокатом, пресуванням, видуванням.

Випал – технологічна операція, метою якої є зняття залишкових напружень, що виникли при охолодженні скломаси. Скло вторинно нагрівають до утворення його пластичного стану, після чого повільно і рівномірно охолоджують.

4. Властивості скла.

Найбільш важливими оптичними властивостями скляних матеріалів є показники світлопропускання, світлозаломлення, відображення і розсіювання. Звичайне силікатне скло здатне пропускати всю видиму частину спектра і не пропускати інфрачервоні й ультрафіолетові промені. Звукоізолююча здатність 1см скла відповідає цегельній стіні в півцегли – 12 см. Силікатне скло володіє високою хімічною стійкістю до більшості агресивних середовищ. Теплопровідність скла знаходиться в межах 0,5-1,0 Вт/(м °C), теплоізоляційні скловироби мають коефіцієнт теплопровідності 0,032-0,14 Вт/(м °C).

Щільність звичайного будівельного силікатного скла – 2,5 г/см³, однак щільність стекол спеціального призначення може бути від 2,2 до 6 г/см³. Межа міцності скла при стиску складає 600-1000 МПа, технічна межа міцності при розтяганні 30-90 МПа. Основним недоліком скла є крихкість, поганий опір ударним навантаженням.

5. Види скла і вироби з нього.

Листове віконне скло виробляється товщиною від 2,0 до 6,0 мм, максимальними розмірами залежно від товщини – від 1000x1600 мм до 400x500 мм. Може бути полірованим,

неполірованим, неполірованим поліпшеним. Світлопропускання складає 84-89%. Маса 1 м² – 2...5 кг.



Рис.7.13.1. Листове віконне скло

Вітринне скло застосовується для застакання вітрин, вікон громадських будинків. Виробляється двох марок: М7 – поліроване, М8 – неполіроване, товщиною 6,5-12 мм, розмірами до 3000х6000 мм.

Скло листове візерункове виготовляється прокатним способом, на одній чи на обох сторонах має рельєфний візерунок. Застосовується для декоративного застакання віконних і дверних прорізів, внутрішніх перегородок, критих веранд. Може бути кольоровим і безбарвним.

Армоване листове скло відрізняється підвищеною міцністю і вогнестійкістю за рахунок армування звареною чи крученою сіткою зі сталевого дроту. Може мати гладку, рифлену і візерункову поверхню. Застосовується для влаштування світлових прорізів, ліхтарів верхнього світла і т.д. Світлопропускання безбарвного армованого скла 65-75%.

Увіолеве скло застосовують для застакання оранжерей і прорізів у дитячих і лікувальних закладах. Пропускає 25-75% ультрафіолетових променів. Такі особливості скла обумовлюють сировинні компоненти з мінеральним вмістом домішок оксидів заліза, титану і хрому.

Триплекс (багатошарове скло) при ударі не дає осколків, тому що складається з декількох листів скла, міцно склеєних між собою полівінілбутиральною плівкою. Товщина триплексу становить не менше 9 мм, а маса 1 м² - близько 20 кг. Світлопроникнення триплексу залежно від типу й товщини скла становить 69...78%. Може бути армованим і неармованим.

Теплопоглинаюче скло захищає інтер'єри будинків від впливу прямого сонячного випромінювання, зменшує сонячну радіацію і нагрівання сонцем приміщень. Як правило, теплопоглинальні стекла мають блакитний, сірий чи бронзовий відтінки, тому що до складу скломаси на стадії виробництва вводять оксиди кобальту, заліза, селенів.

Тепловідоображувальне скло одержують нанесенням на поверхню тонких плівок металів і їхніх оксидів. Світлопропускання таких стекол 30-70%. Застосовується для нагрівання приміщень від сонячних і теплових променів. У процесі експлуатації саме скло не нагрівається, тому що велика частина інфрачервоних променів у таких стеклах не поглинається.

Електропровідне скло використовується як джерело тепла і застосовується в будівництві для виготовлення склопакетів. Електропровідне прозоре покриття (тонка плівка солей металевого срібла) напилюванням наноситься на поверхню скла і забезпечує обігрів і запобігання запотіванню.

Блоки скляні порожнисті являють собою герметичні скляні коробки з гладкою чи ребристою зовнішньою поверхнею. Крім гарної світлопропускну здатності мають добрі тепло- й звукоізоляційні властивості. Застосовуються для влаштування зовнішніх і внутрішніх огорожень. Випускають таких типорозмірів: 194х194мм, 244х244мм, завтовшки 98 мм і 244х244мм завтовшки 75мм. Світлопропускання становить 50...65%.

Склопакети (ДСТУ Б В . 2.7-110-2001) застосовуються для застакання вікон, вітрин, дверей. Це вироби, що складаються з декількох листів світлопропускну скла, з'єднаних між собою по контуру. У такий спосіб утворюється герметичний замкнутий прошарок, заповнений сухим повітрям чи газом. Склопакети можуть бути звичайними, світлорозсіювальними, зміцненими, безосколковими, сонцезахисними, звукоізоляційними, електроопалювальними. Перевагою склопакетів є гарна тепло- і звукоізоляція, а також гігієнічність. Випускають склопакети таких розмірів: довжина 400...2550мм, ширина 400...2950 мм, товщина до 46 мм. Відстань між стеклами у двошарових склопакетах становить 9,12,15 мм, у тришарових 9 і 12 мм.

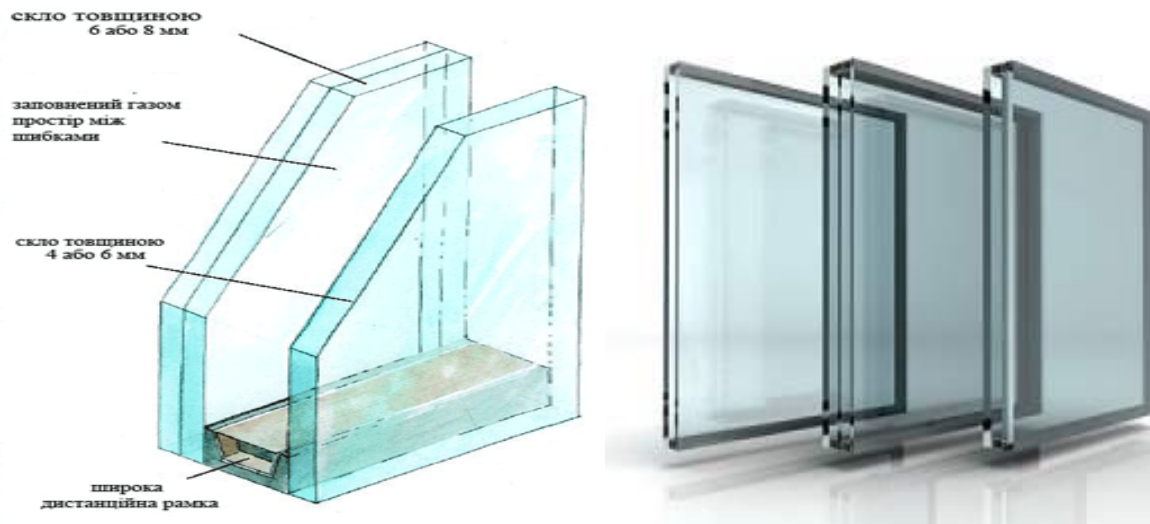


Рис.7.13.2. Склопакети

Труби скляні використовують для транспортування рідини, газів і твердих речовин при температурі від - 50 до 120°C. Застосовують для напірних, безнапірних і вакуумних трубопроводів. Їх застосування обмежене крихкістю і недостатньою термостійкістю виробів.

Кольорове листове скло являє собою листи головним чином бронзового кольору зі світлопропусканням 1,5-2%. Фарбування поверхні скла здійснюється електрохімічним способом. Кольорові стекла мають в основному декоративне призначення і застосовуються для застосування вікон, дверей, виготовлення і влаштування вітражів.

Скломармур (марболіт) являє собою виріб з кольорового глушильного скла, що має мармуроподібне фарбування, поліровану лицьову і рифлену тильну сторону. Застосовується для декоративного захисного облицювання стін будинків, покриттів підлог, оформлення інтер'єрів, антикорозійного захисту будівельних конструкцій.

Піноскло – штучний матеріал, отриманий спучуванням розмеленого скла, невеликої кількості деревного вугілля чи вапняку, інших матеріалів, що виділяють гази при температурі розм'якшення скла. Піноскло застосовується в конструкціях як тепло- і звукоізолятор. Виготовляють у вигляді блоків і гранул, щільність – 100-700кг/м³, коефіцієнт теплопровідності – 0,04-0,15 Вт/(м °с).

Скляне волокно у вигляді безупинних ниток, тканин, полотен широко застосовується для виробництва композиційних матеріалів (склопластики, склотекстоліт, склоруберойд та ін. гідроізоляційні й покрівельні матеріали), виконуючи в них функції зміцнювача. Діаметр скловолокна-5-15 мкм, міцність при розтяганні досягає 4000 МПа.

6. Матеріали та вироби із шлакових розплавів.

Ситали – це склокристалічні матеріали, отримані із скляних розплавів шляхом їх повної чи часткової кристалізації.

Технологія виробництва ситалів аналогічна технології виробництва скла, однак передбачається додаткова термічна обробка в кристалізаторі. На відміну від скла обсяг кристалічної фази в ситалах досягає 90-95%. Така структура будови забезпечує ситалам позитивні властивості скла, підвищує міцність при вигині й теплостійкість, робить ситали менш тендітними, ніж скло. Твердість ситалів наближається до твердості загартованої сталі, термостійкість виробів із ситалів досягає 1100°C. За зовнішнім виглядом ситали бувають сірого, коричневого, кремового кольору, глухі й прозорі. У будівництві ситали застосовують для підлог у промислових цехах, де можливі притоки агресивних речовин і розплавів металів, а також рух транспорту великої вантажопідйомності.

Шлакоситали – різновид ситалів. Одержують шляхом керованої кристалізації скла, сировиною для виробництва якого служать металургійні шлаки, кварцовий пісок і деякі добавки. Це щільний, непрозорий матеріал, що володіє міцністю при стиску 650 МПа,

щільністю – 2500-2700 кг/м³, термічною стійкістю до 750°C.

За останні десятиліття розроблені склади й технології одержання різноманітного асортименту скляних і склокристалічних матеріалів, що з успіхом застосовуються в будівництві й архітектурі, забезпечують розмаїтість інтер'єру і дизайну в складі художніх і декоративних композицій. До числа таких матеріалів відносяться: смальта, сігран, склокристаліт, склокремнезит, стемаліт і т.д.

Литі кам'ні вироби — це штучний силікатний кам'яний матеріал, одержаний розплавленням природних кам'яних матеріалів.

Сировиною для кам'яного литва можуть бути гірські породи: базальт, діабаз, менілітовий сланець, доломіт, крейда тощо.

Технологія виготовлення кам'яних литих виробів передбачає такі етапи: підготовку сировинних компонентів, плавлення їх, відливання виробів, кристалізацію та випалювання. Підготовка шихти включає в себе подрібнення і розмелення вхідних компонентів, перемішування їх до однорідної маси. Масу при температурі 1400...1500 °С плавлять у вагранках, а аткож у мартенівських, шахтно-ванних і електродугових печах. За такої температури в'язкість розплаву низька, що сприяє його дигазції. Охолодивши розплав до температури 1250 °С, його розливають у форми. У процесі охолодження розпочинається первинна кристалізація. Щоб зменшити внутрішні напруження, які виникають при охолодженні, відливки піддають кристалізації та випалюванню в печах. Кристалізація відбувається при температурі 800...900 °С. За процесом кристалізації йде операція повільного охолодження виробів – випалювання.

Контрольні запитання

1. Класифікація стекол.
2. Дати характеристику сировинним матеріалам для виготовлення скла.
3. Описати технологію виготовлення скла.
4. Назвати властивості скла.
5. Види скла та вироби з нього.
6. Матеріали та вироби із шлакових розплавів.
7. Назвати технологію отримання мінеральної вати.

Джерело [Конспект лекцій], [1, с.178], [3, с105, 151].

Тема 8. Будівельні розчини.

Лекція №14. Загальні відомості, класифікація, основні вимоги.

План лекції

1. Загальні відомості, класифікація .
2. Види будівельних розчинів та їх основні властивості.
3. Підбір складу, приготування і транспортування розчинів

Конспект

1. Загальні відомості, класифікація .

Будівельним розчином називають матеріал, одержуваний в результаті затвердіння раціонально підібраної суміші в'язучого (цемент, вапно і т.д.), дрібного заповнювача (піску) і води, а в необхідних випадках і спеціальних добавок. До затвердіння цей матеріал називають **розчиною сумішшю**.

Залежно від виду в'язучого, величини щільності і призначення прийнята наступна класифікація будівельних розчинів.

За призначенням розчини бувають:

- *мурувальні* – для виконання кладки з цегли, штучних каменів і блоків;
- *оздоблювальні* – для оштукатурювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь конструкцій;
- *спеціальні* - декоративні, гідроізоляційні, тампонажні;
- *монтажні* – для заповнення швів між великими залізобетонними елементами

домобудування.

За щільністю розрізняють:

- *звичайні важкі* (щільність більше 1500 кг/м^3), одержувані із застосуванням щільних природних пісків;
- *легкі* (щільність менше 1500 кг/м^3), що виготовляються на пористих заповнювачах (керамзитовий пісок, спучений перліт і т.д.).

За **видом в'язучого** розчини можуть бути: *цементними, вапняними, гіпсовими, цементно-вапняними, вапняно-гіпсовими*.

При використанні одного виду в'язучого розчин називають **простим**, двох і більше видів – **складним**.

Матеріали для виготовлення розчинних сумішей

В'язучі речовини. Для виготовлення будівельних розчинів, як правило, застосовують портландцемент і шлакопортландцемент, марка яких повинна бути в 3-4 рази більше марки розчину. Повітряне вапно в розчинну суміш найчастіше вводять у вигляді вапняного тіста.

Піски для виготовлення будівельних розчинів повинні відповідати тим же вимогам ДСТУ , що і піски для виготовлення бетонів. Застосовують природні піски - кварцові, польовошпатні й штучні – дроблені з щільних і пористих гірських порід. Пористі піски (пемзовий, керамзитовий і т.д.) застосовують для виготовлення легких розчинів.

Пластифікуючі добавки в розчинну суміш вводять для збереження зручноукладувані розчинної суміші при укладанні її на пористу основу. Цегла, чарунковий бетон легко всмоктують у себе воду з розчинного шару, тим самим знижують зручноукладуваність розчинної суміші і міцність майбутнього розчину.

Пластифікатори поділяють на **неорганічні й органічні**.

Неорганічні пластифікатори дозволяють одержати високоякісні, зручноукладувані, не розшаровувані розчинні суміші і збільшити міцність розчинів при невеликій витраті цементу. Функції неорганічних пластифікаторів виконують вапно, глина, зола ТЕС, діатоміт, мелений доменний шлак. Глину вводять в розчин у вигляді рідкого тіста. Витрата неорганічного пластифікатора збільшується з підвищенням частки піску.

Органічні пластифікатори ефективні лише для розчинів з відносно великою витратою цементу (марок 100 і вище). Передозування органічних пластифікаторів може призвести до уповільнення твердіння розчину і зниження його міцності, тому їх вводять у кількості 0,1-0,3 % від маси в'язучого. Функції органічних пластифікаторів виконують омилений деревний пек, каніфольне мило, милонафт, ЛСТ,СДБ та ін.

Прискорювачі твердіння додають у розчинні суміші, призначені для зимової кладки і штукатурки. Хлористий кальцій, поташ, хлорне вапно і хлористий натрій знижують температуру замерзання розчинної суміші, прискорюють твердіння суміші.

2. Види будівельних розчинів та їх основні властивості.

Мурувальні та монтажні розчини

Розчини для кам'яного будівництва й мурування великих елементів стін та їх монтажу виготовляють на в'язучих таких видів: на портландцементі та шлакопортландцементі– для монтажу стін з панелей та великих бетонних та цегляних блоків, для виготовлення віброцегляних панелей і великих блоків, для звичайної кладки на розчинах високих марок; на основі вапна, якщо не потрібні розчини високих марок, та місцевих в'язучих (вапняно–шлакових та вапняно–пуцоланових) — для малоповерхового будівництва (розчини на місцевих в'язучих не слід застосовувати при температурі, нижчій ніж 10°C); на пуцоланових та сульфатостійких портландцементів — для конструкцій, які працюють в умовах впливу агресивних та стічних вод.

Будівельні мурувальні розчини виготовляють трьох видів:

- цементні,
- цементно–вапняні
- вапняні.

Цементні розчини застосовують для підземного будівництва та будівництва нижче гідроізоляційного шару, коли ґрунт насичений водою, тобто в тих випадках, коли потрібен розчин високої міцності та вологостійкості.

Цементно-вапняні розчини — це затверділа суміш цементу, вапняного тіста, піску та води. Ці розчини мають високі легкоукладальність, міцність і морозостійкість. Цементно-вапняні розчини застосовують для зведення підземних та надземних частин будівель.

Вапняні розчини мають високі пластичність та легкоукладальність, добре зчеплюються з поверхнею, характеризуються малою усадкою, високою довговічністю, але є повільнотверднучим. Вапняні розчини застосовують для конструкцій, які працюють у надземних частинах будівель і зазнають невеликого напруження.

Щоб одержати розчини потрібної рухливості та водоутримувальної здатності, до їх складу вводять неорганічні або органічні пластифікатори. У розчини, застосовувані в зимових умовах для монтажу стін з бетонних панелей, великих блоків, часто вводять хімічні добавки, які знижують температуру замерзання розчину й прискорюють набирання ним міцності;

наприклад, вводять поташ у кількості 10...15% до маси води замішування, нітрит натрію – 5...10% тощо.

Монтажні розчини для замонолічування стиків елементів збірних залізобетонних конструкцій виготовляють на портландцементі, розширеному чи безусадочному цементі. Марку розчину слід установлювати залежно від умов роботи з'єднуваних елементів, але не нижче за марку М100.

Опоряджувальні розчини

Опоряджувальні розчини готують на цементних, цементно-вапняних, вапняних, вапняно-гіпсових в'язучих. Такі розчини поділяються на розчини для зовнішніх та внутрішніх штукатурок і повинні мати потрібний ступінь рухливості, добре зчеплюватися з основою і мало змінювати об'єм при твердненні.

Рухливість опоряджувальних розчинних сумішей і гранична крупність застосовуваного піску для кожного шару штукатурки різні. Рухливість сумішей для механізованого нанесення шару становить 6...10 см, а для ручного нанесення — 8...12 см. Опоряджувальні шари сумішей, які містять гіпс, повинні мати більшу рухливість (9...12 см), ніж розчини без гіпсу. Щоб регулювати строки тужавіння, до гіпсових розчинів вводять сповільнювачі тверднення.

Для внутрішнього опорядкування кам'яних та монолітних бетонних стін будівель з відносною вологістю повітря в приміщенні до 60% застосовують цементно-вапняні розчини, а для дерев'яних та гіпсових поверхонь — вапняно-гіпсові. Для зовнішнього штукатурення цоколів, поясків, карнизів та інших ділянок стін, які зазнають систематичного зволоження, використовують цементні та цементно-вапняні розчини на портландцементі.

Декоративні кольорові розчини використовують для заводського оздоблення лицьових поверхонь стінових панелей та великих блоків, для опорядження фасадів будівель і елементів міського благоустрою, а також для штукатурення всередині громадських приміщень для приготування декоративних розчинів та розчинів для оздоблення шаруватих залізобетонних панелей. Як в'язуче застосовують портландцемент (звичайний, білий і кольоровий). Вапно чи портландцемент (звичайний, білий і кольоровий) використовують для лицьового оздоблення панелей із силікатного бетону та для кольорового штукатурення фасадів будівель, вапно та гіпс — для кольорового штукатурення всередині будівель.

Спеціальні розчини

До спеціальних належать розчини для заповнення швів, ін'єкційні, гідроізоляційні, тампонажні, акустичні й рентгенозахисні.

Розчини для заповнення швів між елементами збірних залізобетонних конструкцій рухливістю 7...8 см готують на портландцементі і кварцовому піску.

Ін'єкційні розчини застосовують для заповнення каналів попередньо напружених конструкцій. Це цементно-піщані розчини, марка яких має бути не нижча за 300. Для ін'єкційних розчинів використовують цемент М400 і вище.

Гідроізоляційні розчини виготовляють на цементах підвищених марок (М400 і вище) і кварцового піску. Щоб улаштувати гідроізоляційний шар, що зазнає впливу агресивних

середовищ, як в'яжуче застосовують сульфатостійкий і сульфатостійкий пуцолановий портландцементи. Орієнтований склад 1:2,5 або 1:3,5 (цемент : пісок за масою). Щоб забезпечити водонепроникність швів і стиків у споруді, застосовують гідроізоляційні розчини на водонепроникному розширному цементі.

Тампонажні розчини використовують для тампонування нафтових свердловин, тунелів. Вони повинні мати високу однорідність, водостійкість, рухливість. Як в'яжуче для тампонажних розчинів застосовують тампонажний портландцемент, а в агресивних водах – шлакопортландцемент, пуцолановий та сульфатостійкий портландцемент.

Акустичні розчини застосовують як звукопоглинальну штукатурку для зниження рівнів шумів. Їхня густина 600...1200 кг/м³. Як в'яжучі використовують портландцемент, шлакопортландцемент, вапно, гіпс або їх суміші, а також каустичний магнезит.

Заповнювачами є однофракційні піски крупністю 3...5 мм та легкі пористі матеріали: пемза, шлаки, керамзит тощо. Кількість в'яжучого та зерновий склад заповнювача в акустичних розчинах повинні забезпечувати відкриту й закриту пористість розчину.

Рентгенозахисні розчини служать для штукатурення стін і підлог рентгенівських кабінетів. Як в'яжуче використовують портландцемент, а як заповнювач – барит та інші важкі породи у вигляді пісків крупністю до 1,25 мм. Щоб поліпшити захисні властивості, до рентгенозахисних розчинових сумішей уводять добавки, що містять легкі елементи: водень, літій, кадмій та речовини, до яких входить бор.

Властивості розчинних сумішей і затверділих розчинів

Якість розчинної суміші характеризується: **рухомістю, водоутримувальною здатністю, водовідділенням та розширюванням** (ДСТУ Б В .2.7. -114-2002).

Рухомість розчинової суміші - здатність розтікатись під впливом власної маси або прикладених зовнішніх сил. Вона характеризується глибиною занурення стандартного конуса в розчинову суміш протягом певного часу.

Одним із способів підвищення рухливості розчинної суміші є збільшення вмісту води, для забезпечення міцності розчину збільшують і витрату цементу. Більш раціональний спосіб - введення пластифікуючих добавок.

Водоутримувальна здатність - це здатність розчинної суміші утримувати воду при нанесенні на пористу основу чи при транспортуванні. Якщо розчинну суміш з малою **водоутримувальною** здатністю нанести на пористу поверхню, то розчинний шар швидко зневодниться в результаті відсмоктування води в пори. У цьому випадку затверділий розчин буде пористим і неміцним.

Чим менше **водоутримувальна** здатність розчинної суміші, тим ймовірніше її розшарування при транспортуванні (пісок осідає вниз, вода виявиться нагорі). Одним зі способів збільшення **водоутримувальної** здатності є введення мінеральних порошків (вапна, глини) чи загущаючих водорозчинних полімерних добавок (метилцеллюлоза, карбоксиметилцеллюлоза і т.д.).

Розширюваність розчинової суміші визначають порівнянням маси заповнювача у нижній і верхній частинах щойно відформованого ущільненого зразка.

Основними показниками якості затверділого розчину є **міцність і морозостійкість**.

Міцність будівельних розчинів характеризується маркою, обумовленою за межею міцності при стиску зразків-кубів розміром 7,07 x7,07x7,07см. Випробовувані зразки твердіють на повітрі 28 діб при температурі (20±5)⁰ С. За міцністю на стиск, вираженою в кгс/см², будівельні розчини поділяють на марки: 4; 10; 25; 50; 75; 100; 150; 200. Для виготовлення розчинів марок 4; 10; 25 застосовують вапно і місцеві в'яжучі. Розчини більш відповідальних марок, як правило, одержують на змішаному вапняно-цементному, цементно-глиняному і цементних в'яжучих.

Міцність цементного розчину за умови його нанесення на щільну поверхню залежить від **активності цементу і цементно-водяного відношення**. Зазначену залежність описує рівняння:

$$R = 0,4 R_c (Ц/В - 0,3),$$

де R_c - активність цементу; $Ц/В$ - цементно-водяне відношення;

Для розчинів, покладених на пористу основу, міцність зв'язують у першу чергу з витратою в'язучого:

$$R = k R_n (C - 0,05) + 4,$$

де C - витрата цементу; k - залежить від якості піску: для великого - 2,2; для середнього - 1,8; для дрібного - 1,4;

Морозостійкість розчинів визначається кількістю циклів «заморожування і відтавання» до втрати 25% початкової міцності (чи 5% від маси). Розчини для кам'яної кладки зовнішніх стін і зовнішньої штукатурки мають марки за морозостійкістю F10, F15, F25, F35 і F50. З урахуванням вологих умов експлуатації марка розчину задовольняє і більш високі вимоги по морозостійкості: F100; F150; F200; F300.

3. Підбір складу, приготування і транспортування розчинів.

Підбір складу будівельного розчину виконують, виходячи з необхідної марки розчину, рухливості, призначення розчину й умов провадження робіт. Склад розчину виражається кількістю вихідних матеріалів для одержання 1 м^3 розчинової суміші чи співвідношенням сухих компонентів за масою або обсягом, при цьому витрату основного в'язучого приймають за 1. Приклад: склад будівельного розчину, в якому на 1 частину цементу приходить 0,7 частин вапна і 6 частин піску, записується так: 1:0,7;6;

Приготування розчинних сумішей. Розчини наготовлюють у вигляді готових до застосування сумішей чи у вигляді сухих сумішей, які зачиняються водою перед використанням.

Процес приготування розчинної суміші складається з дозування вихідних матеріалів, завантаження їх у барабан розчинозмішувача і перемішування до одержання однорідної маси в змішувачах періодичної дії з примусовим перемішуванням. За конструкцією розрізняють розчинозмішувачі з горизонтальними і вертикальними лопатевими валами (турбулентні). Для полегшення перемішування вапна і глину вводять в суміш у вигляді вапняного чи глиняного молока. Органічні пластифікатори попередньо перемішують з водою протягом 30..45 с, потім перевезення будівельних розчинних сумішей здійснюють самоскидами (10км), розчинобетонозмішувачами. Терміни зберігання розчинних сумішей залежать від виду в'язучого й обмежуються за зниженням зручності укладуваності. Цементні розчини необхідно використовувати протягом 2...4... годин після приготування.



Рис.8.14.1. Види розчинозмішувачів

Контрольні запитання

1. Що називають будівельними розчинами?
2. Як досягають необхідної зручності укладуваності й водоутримуючої здатності розчинної суміші?
3. Види і характеристика простих і складних розчинів.
4. Області застосування будівельних розчинів.
5. Які види декоративних розчинів ви знаєте?
6. Характеристика матеріалів для будівельних розчинів.
7. Описати властивості будівельних розчинів.
8. Технологія приготування цементних і вапняних розчинів.

Лекція №15. Сухі будівельні суміші.

План лекції

1. Загальні відомості, класифікація сухих сумішей та характеристика вихідних матеріалів.
2. Визначення технічних характеристик розчинових сумішей та розчинів

Конспект

1. Загальні відомості, класифікація сухих сумішей та характеристика вихідних матеріалів.

Сухі будівельні суміші - це порошкоподібні композиції, що складаються з мінеральної або органічної в'язучої речовини, наповнювачів і заповнювачів, добавок, які виготовляють у заводських умовах.

Переваги сухих сумішей порівняно з традиційними розчинами і бетонами:

- мінімум технологічних операцій для приведення сухих сумішей у робочий стан – достатньо затворити водою;
- зниження на 5-7% відходів розчинів у результаті порційного дозування;
- економія на 10-15% цементу за рахунок використання пластифікуючих і водоутримуючих добавок;
- стабільність складу сухих сумішей в результаті точного дозування компонентів і ефективного їх змішування;
- підвищення в 1,5-3 рази продуктивності праці будівельників;
- скорочення на 10-15% транспортних витрат і підвищення якості робіт при одночасному зниженні трудоемкості і технологічних процесів.

Сучасне будівництво характеризується все більш широким застосуванням сухих будівельних сумішей – ретельно віддозованих і перемішаних у заводських умовах розчинових і бетонних сумішей, які замішуються водою на будівельному майданчику.

Сухі будівельні суміші випускаються на основі мінеральних в'язучих: портландцементу, вапна, гіпсу, мінеральних наповнювачів, полімерного в'язучого, модифікуючих добавок:

- прискорювачів тужавлення,
- водоутримувальних та водовідштовхувальних агентів,
- агентів, що надають жорсткість,
- пластифікаторів,
- повітряпоглинаючих та антисипінювальних агентів.

В процесі виробництва вітчизняна сировина додатково оптимізується: (сушиться, мелеться, сіється).

При проведенні будівельних робіт ефективність сухих сумішей виявляється в підвищенні рівня механізації, суттєвому скороченні термінів будівництва, зниженні трудомісткості, виробничих витрат, та забезпеченні високої якості.

Окрім сухих сумішей, які стають готовими після добавлення води, існують ще так звані «матеріали заводської готовності», що являють собою готові до застосування речовини.

Використання сухих сумішей при виконанні опоряджувальних робіт в порівнянні з традиційними технологіями дає ряд переваг:

Сухі суміші випускають такі фірми: «DRYVIT», «АДІНОЛ», «ЦЕРЕСИТ», «БОЛІКС», «Терміт», «Полімін», «Момент», «Кнауф» тощо.



Рис. 8.15.1 Види сухих будівельних сумішей

2. Визначення технічних характеристик розчинових сумішей та розчинів

Сухі будівельні суміші класифікують за: основним призначенням (вид робіт); видом в'язучого в суміші; ступенем модифікації суміші добавками; найбільш характерними властивостями в затверділому стані; умовами застосування.

За призначенням сухі суміші поділяють на мурувальні, облицювальні, шовні, шпаклювальні, штукатурні, клейові, герметизуючі суміші та ін.; за *видом основного в'язучого* – гіпсові, ангідритові, вапняні, магнезійні, цементні, цементно-вапняні, полімерні; за *ступенем модифікації* – економічні, стандартні, високоякісні; за характерною властивістю в затверділому стані – адгезійні, атмосферостійкі, швидкотвердіючі, водонепроникні, морозостійкі, високоміцні, еластичні; за *умовам застосування* – ручного і машинного нанесення, для пористих матеріалів і т.д. Одна й та ж суміш часто може бути використана при виконанні різних видів робіт.

Сухі суміші, що містять в своєму складі в'язучі одного типу, називають простими, змішані в'язучі – складними.

Сухі суміші мають широке коло застосувань. Так, зокрема, вони використовуються під час проведення декоративних, оздоблювальних, штукатурних, малярських та бетонних робіт. Також вони є незамінними при роботі із цементними масами, шпаклівкою, клеями, герметиками, ґрунтовками тощо. Сухі суміші виступають загальним поняттям, що вміщують в себе різні види сумішей. Так, розрізняють чимало видів сухих сумішей. Серед них варто відзначити наступні.

Вирівнюючі суміші. У цьому випадку назва говорить сама за себе. Очевидно, що такі суміші використовуються для вирівнювання стін і підлоги. В свою чергу, вони поділяються на **штукатурні** (сюди відносяться ті суміші, які використовуються при проведенні декоративних робіт) і **шпаклювальні** (що відповідають за затирання нерівностей і підготовку основи до подальших робіт).

Підлогові суміші. Ці суміші є незамінними при проведенні робіт, пов'язаних із встановленням та вирівнюванням підлоги. Як і попередні види, підлогові суміші мають свою класифікацію. Так, розрізняють **вирівнюючі підлогові суміші**, головним завданням яких є вирівнювання недоліків та нерівностей підлоги з метою одержання чистої, гладкої, рівної поверхні. Другий тип називають **несучими**. Він використовується при влаштуванні чистої підлоги.

Облицювальні суміші. Зазвичай, такі сухі суміші використовуються при роботі з вертикальними, нахиленими поверхнями. Для роботи у такому випадку також використовуються **штучні** оздоблювальні матеріали. Облицювальні сухі суміші поділяються на шовні та клеєві. Перші є незамінними у процесі заповнення простору між оздоблювальними штучними матеріалами. Другий вид використовується для **закріплення матеріалів** на потрібних, підготовлених вертикальних поверхнях. Окрім того, він служить з метою облицювання поверхні плиткою.

Серед інших типів сухих будівельних сумішей можна виділити *мулярські суміші*. Вони використовуються, як правило, для вкладання зовнішніх і внутрішніх сторін стін, викладених із дрібних, штучних матеріалів.

Монтажні суміші застосовуються у процесі встановлення будівельних конструкцій та виробів.

Сучасний ринок пропонує *декоративні суміші*. Вони застосовуються у завершальній частині ремонту і служать для декоративних цілей. Саме вони надають будівлі певного кольору чи фактури.

Найширше застосування в будівництві знайшли клейові суміші, суміші для штукатурних робіт, підготовки поверхонь для опорядження, для влаштування підлог і заповнення швів.

Клейові суміші є полімермінеральними системами, що містять мінеральні в'язучі, наповнювачі й полімерні добавки, що регулюють фізико-механічні та реологічні властивості розчинових сумішей і розчинів.

Клейові суміші всіх груп повинні:

- забезпечувати міцність зчеплення облицювальних матеріалів з різними основами – бетонними, кам'яними, цементно-піщаними, гіпсокартонними, пінобетонними і деревностружковими плитами – не менше 0,5 МПа і зберігати цей показник при дії різних експлуатаційних факторів – від'ємних температур, водного середовища, статичних і динамічних навантажень;
- мати тривалий термін придатності – не менше 60 хв;
- мати високу фіксуючу здатність (опір зсуву плитки, встановленої на суміш розчину) – не більше 0,5 мм;
- мати високу клейкість до приклеюваного облицювального матеріалу й основи;
- забезпечувати тривалість коректування положення плиток протягом не менше 10...15 хв.

Суміші для штукатурних робіт є полімермінеральними системами, які містять мінеральні в'язучі, заповнювачі, наповнювачі і різні добавки, у тому числі, які підвищують паропроникність і зменшують усадку розчинів.

За видом основного в'язучого суміші поділяють на цементні, цементно-вапняні та гіпсові, залежно від фракції наповнювача – на дрібнозернисті (0-0,315мм), середньозернисті (0,315-1,2 мм) і крупнозернисті (1,2-2,5 мм і більше).

Розчинові суміші повинні мати зчеплення з основою не менше 0,5 МПа, їх паропроникність – не менше 0,1 мг/(м·год·Па). Після закінчення процесу твердіння штукатурки на поверхні не повинні утворюватися тріщини.

Вихідні матеріали і добавки

Вид в'язучого визначає умови твердіння і експлуатаційні властивості сухих сумішей, у тому числі вологісний режим експлуатації, морозостійкість, стійкість до циклічного зволоження-висушування. Гідравлічні в'язучі застосовують для сумішей, які експлуатуються в сухих і вологих умовах, а повітряні – в сухих умовах.

За крупністю заповнювачів і наповнювачів сухі суміші поділяють на бетонні, розчинові та суміші для тонкошарових технологій з крупністю наповнювача не більше 1,25 мм, які називають також дисперсними. Дисперсні суміші додатково поділяють на крупно-, дрібно- і тонкодисперсні.

Для виготовлення сухих сумішей в більшості випадків використовують звичайний і білий портландцемент. При необхідності забезпечити прискорене твердіння сумішей застосовують цементи підвищеної дисперсності. Білий цемент використовують для виготовлення шпаклівок, декоративних штукатурок і спеціальних видів клею.

Для швидкотверднучих сумішей, які використовують для аварійно-ремонтних робіт, як в'язуче застосовують глиноземистий цемент

Гіпсові в'язучі застосовують як добавки в цементні суміші і як основні структуроутворюючі компоненти в шпаклювальних та інших опоряджувальних сумішах.

Для підвищення пластичності цементних сумішей і регулювання деяких інших властивостей в сухі суміші вводять гідратне вапно. Вологість вапна повинна бути не більше 2 %, високі вимоги ставлять до повноти гашення і зернового складу вапна.

Полімерні в'язучі в сухих сумішах застосовують в порошкоподібному стані.

Як наповнювачі сухих сумішей застосовують кварцовий пісок, крейду, вапняк, мікрокремнезем, каолін, доломіт, легкі мінеральні матеріали.

Найширша номенклатура сухих сумішей виробляється із застосуванням кварцового піску.

Вибираючи сухі будівельні суміші, потрібно звернути увагу на основні технічні характеристики. Так, зокрема, важливими є такі показники: стійкість до зовнішніх подразників та негативного впливу навколишнього середовища, максимальна товщина шару при одноразовому покритті, водостійкість або здатність зберігати робочі властивості під час контакту з водою та час висихання. Не менш важливо прорахувати можливі витрати та приблизну вартість сумішей.

Сучасний будівельний ринок пропонує багато варіантів сухих сумішей. Найчастіше використовуються сухі будівельні суміші для вирівнювання стін та підлоги. Вони допомагають прикрити усі недоліки приміщення, а також надати їм привабливого зовнішнього вигляду. Такі суміші чудово справляються із заробленням тріщин і допоможуть отримати гладкі, рівні поверхні у всьому приміщенні.

Контрольні запитання

1. В чому переваги сухих будівельних сумішей?
2. Як класифікують сухі будівельні суміші?
3. Які вихідні матеріали та добавки застосовують для отримання сухих будівельних сумішей?
4. Які вимоги до клеєвих сумішей та особливості їх складів?
5. Які вимоги до сумішей для штукатурних робіт та особливості їх складів?
6. Які види та особливості полімерцементних сумішей для декоративних штукатурок?
7. Які вимоги до сумішей для підготовки поверхні під опорядження та особливості їх складів?
8. Які сухі суміші застосовують для влаштування підлог, вимоги до них?

Джерело [Конспект лекцій], [3, с.438]

Тема 9. Бетони.

Лекція №16. Класифікація бетонів. Основні вимоги до бетонних сумішей та бетонів.

План лекції

1. Загальні відомості.
2. Класифікація бетонів.
3. Основні вимоги.

Конспект

1. Загальні відомості

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

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

Суміш ретельно гомогенізують у бетонозмішувачах різної конструкції, укладають в опалубку або форми й ущільнюють механізованими способами. Відформована суміш затвердіває в природних, а з метою прискорення тверднення – в штучних тепловологих умовах (пропарювання, автоклавна обробка, електропрогрівання, безпарове прогрівання, попереднє розігрівання тощо) з додержанням спеціальних режимів або при введенні комплексу хімічних добавок.

Бетон — один з основних видів будівельних матеріалів.

У загальній вартості матеріальних ресурсів, використовуваних у капітальному будівництві, вартість збірних та монолітних бетонних виробів і конструкцій становить майже 25%.

Одночасно бетон є економічним матеріалом, оскільки вироби з нього більш як на 80% об'єму складаються з місцевої сировини: піску, щебеню, гравію чи побічних продуктів промисловості у вигляді шлаків, золи тощо.

2. Класифікація бетонів

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

Основне призначення — конструкційні і спеціальні (жаро- та хімічностійкі, декоративні, радіаційно-захисні, теплоізоляційні тощо);

Вид в'язучого — цементні, вапняні, гіпсові, шлакові, спеціальні;

Вид заповнювача — щільні, пористі, спеціальні;

Структура — щільні, поризовані, ніздрюваті, крупнопористі;

Середня щільність в сухому стані: особливо важкий, важкий, полегшений, легкий, особливо легкий.

Особливо важкий середньою щільністю понад 2500 кг/м³. Такий бетон на заповнювачах із звичайних щільних гірських порід одержати не вдається, тому використовують барит, залізні руди, сталеві ошурки, стружки;

Важкий (звичайний) середньою щільністю 2200...2500 кг/м³ на заповнювачах із щільних гірських порід (щебінь, гравій, пісок). Це найпоширеніший різновид бетону;

Полегшений середньою щільністю 2000...2200 кг/м³ на заповнювачах зниженої щільності (вапняк–черепашник, цегельний бій);

Легкий середньою щільністю 500....2000 кг/м³ на природних і штучних пористих заповнювачах (вулканічні та вапнякові туфи, пемза, керамзит, шлакова пемза, аглопорит);

Особливо легкий середньою щільністю до 500 кг/м³ - це насамперед ніздрюваті бетони та бетони на особливо легких заповнювачах (спучені перліт і вермикуліт);

Розміри заповнювача:

Крупнозернистий — із заповнювачем найбільшою крупністю від 10 до 150 мм;

Дрібнозернистий — із заповнювачем найбільшою крупністю до 10 мм. Різновидом його є цементно–піщаний бетон з крупністю піску до 5 мм, який відрізняється від розчину вищими вимогами щодо піску, меншою рухливістю суміші і більшим вмістом цементу.

3. Основні вимоги до бетонних сумішей та бетонів

З метою досягнення потрібних кінцевих результатів раціональна й економічна технологія висуває до всіх бетонних сумішей та бетонів такі загальні вимоги.

До закінчення формування суміші мають перемішуватися, транспортуватися й укладатися з найменшими затратами енергії; не розшаровуватися; швидкість тверднення відформованого бетону має відповідати заданим строкам розпалублення; витрата цементу в суміші має бути обґрунтовано мінімальною, оскільки він є найдорожчим компонентом.

Бетони для конструкцій повинні мати задану міцність, а для відкритих частин будівель і споруд – достатню морозостійкість.

Бетони для гідротехнічних споруд повинні забезпечувати високу водонепроникність, стійкість проти вилугувальної дії фільтрувальних та мінералізованих вод, мати задану міцність і морозостійкість, малу усадку та низьке тепловиділення при твердненні в масивних частинах споруд.

Бетони для стін опалювальних будівель при заданій міцності повинні мати знижену середню щільність, щоб забезпечити низьку теплопровідність.

Бетони для підлог промислових будівель мають бути зносостійкими й міцними на вигин, а бетони для дорожніх і аеродромних покриттів, крім того, – морозостійкими.

Якщо бетони проектують для вузько спеціальних галузей застосування, вимоги до них формують більшш конкретно.

Контрольні запитання

1. Що таке бетон?
2. Класифікація бетонів.
3. Назвати основні вимоги до бетонних сумішей і бетонів.

Джерело [1, с.335], [3, с.52].

Лекція №17. Важкі бетони.

План лекції

- 1.Характеристика матеріалів для бетону.
2. Проектування складу бетону.
3. Загальні властивості важкого бетону.

Конспект

1.Характеристика матеріалів для бетону.

Важкий бетон є основним видом бетону, який застосовують для виготовлення будівельних виробів та конструкцій масового виробництва, а також для монолітного бетонування в різних спорудах. Бетон має щільну (суцільну) структуру.

Основними матеріалами для виробництва бетону є **цемент, заповнювачі і вода**.

Важкий бетон є основним представником конструкційних бетонів. Звідси випливають і головні вимоги до нього: задані міцність та стійкість в експлуатаційних умовах.

Міцність – найважливіший показник будівельних якостей, що забезпечує здатність матеріалу чинити опір зовнішнім механічним зусиллям. Властивості компонентів бетону й конгломератний характер його структури зумовлюють вищу міцність на стиск, ніж при інших видах деформації. Тому міцність на стиск взято за головний критерій, а коли треба, то визначають також міцність на розтяг та вигин.

Міцність бетону характеризується марками: на стиск – M100, M150, M200, M250, M300, M350, M400, M500, M600; на розтяг при вигині – M15, M20, M25, M30, M35, M40, M50, M55.

З цих позначень видно, що міцність при розтягу в кілька разів (до 10 і більше) нижча, ніж міцність при стиску.

Марка – це округлена до найближчого встановленого нормативним документом меншого значення, середня границя міцності, кгс/см². Проте цей показник ще не дає достатньо повного уявлення про міцність бетону при великих обсягах виробництва. Зміни міцності цементу, якості заповнювачів, відхилення в дозуванні компонентів, порушення в технології бетонування на практиці нерідко призводить до неоднорідності структури бетону і, отже, до коливання його властивостей.

Стандартною характеристикою, яка гарантує одержання заданої міцності бетону, визначається **клас бетону** – числова оцінка, взята з гарантованою забезпеченістю (зазвичай 0,95). Це означає, що встановлена класом властивість забезпечується не менш як у 95 випадках із 100. Така оцінка можлива за досить великої кількості випробувань.

Класи важкого бетону:

За міцністю на стиск, МПа: B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B22,5; B25; B30; B40; B45; B50; B55; B60;

За міцністю на осьовий розтяг, МПа: B0,8; B1,2; B1,6; B2,0; B2,4; B2,8; B3,2.

Щоб перейти від класу бетону до його середньої міцності (МПа) для зразків 15x15x15 см при нормативному коефіцієнті варіації 13,5%, застосовують формулу **$R_{cp} = B/0,778$** .

Деформація бетону — це його здатність змінювати розміри під впливом внутрішніх процесів чи зовнішніх факторів. Внутрішні фізико-хімічні процеси можуть викликати усадку чи набухання, зумовлені вологовмістом бетону.

Усадка виявляється в скороченні розмірів бетонного елемента, коли він твердне в повітряно-сухих умовах, і складається з вологової, контракційної та карбонізаційної складових. **Набухання** — це явище, протилежне усадці. Воно полягає у збільшенні об'єму бетону при зволоженні або прямому контакті з водою. Кількісно набухання пов'язане з тими самими факторами (Ц і В/Ц), що й усадка, але за абсолютними значеннями в кілька разів нижче.

Повзучість — це здатність бетону до збільшення деформації при тривалій дії сталого навантаження. Деформації повзучості найінтенсивніше розвиваються з моменту прикладання навантаження й затухання лише через кілька років.

Повзучість залежить від виду цементу, природи заповнювачів, складу бетону, умов роботи бетону у виробі чи конструкції. Чим менша витрата цементу й нижче В/Ц – відношення, тим менша повзучість.

Щільність бетону істотно впливає на його стійкість у різних експлуатаційних умовах. У міру того як бетонна суміш перетворюється на бетон, щільність конгломератної системи зменшується за рахунок випаровування “зайвої” води, на місці якої утворюються пори й капіляри. Максимально щільний затверділий важкий бетон має пористість 2...3%.

Водонепроникність бетону пов'язана з його щільністю та структурою і залежить від проникності цементного каменю, заповнювачів і контактної зони між ними.

Характеристикою водонепроникності бетону є його марка за водонепроникністю W, що позначає максимальний тиск (0,2...2,0 МПа), при якому ще не спостерігається фільтрація води

крізь стандартний зразок. Підвищити водонепроникність бетону можна, увівши в суміш гідрофобно–пластифікуючі або ущільнювальні добавки.

Морозостійкість бетону є непрямым показником його довговічності. Висока морозостійкість особливо важлива для бетону, який зазнає в експлуатаційних умовах наперемінного заморожування й відтавання у насиченому водою стані.

За морозостійкістю важкий бетон поділяють на марки: F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500, F600, F800 і F1000.

Проектну марку призначають за умовами експлуатації.

2. Проектування складу бетону.

Розраховують склад важкого бетону в наступному порядку:

1. **Забезпечення необхідної міцності бетону.** Залежність міцності бетону через 28 діб завершення від його сполуки має вигляд:

$$R_b = A R_{ц} (Ц/В)^{0,5},$$

де $R_{ц}$ – активність (марка) цементу, $кг/см^2$, $Ц/В$ – співвідношення цементу й води; A – коефіцієнт, що залежить від якості заповнювачів.

Зазначена формула (основний закон міцності, запропонований І. Болومهєм і уточнений Б.Г.Скрамтаєвим) дозволяє визначити співвідношення води й цементу, що при даній якості заповнювача A і введеної у вихідні дані активності цементу $R_{ц}$ забезпечує одержання необхідної міцності бетону:

для пластичних сумішей (при $В/Ц \geq 0,4$) $В/Ц = A_1 R_{ц} / R_b + 0,5 A_1 R_{ц}$;

для особливо твердих сумішей (при $В/Ц < 0,4$) $В/Ц = A_2 R_{ц} / R_b - 0,5 A_2 R_{ц}$;

Таблиця 17.1 - Значення коефіцієнтів A_1 і A_2

Заповнювач	A_1	A_2
Високоякісний	0,65	0,43
Радовой	0,60	0,40
Зниженої якості	0,55	0,37

1. **Витрату води** визначають, виходячи із заданої зручноукладуваності (рухливості або твердості) бетонної суміші за графіком Миронова або за табличним даними (табл.17.2).

Таблиця 17.2 - Витрата води, л, на $1 м^3$ бетоної суміші

Характеристика бетонних сумішей		Найбільша крупність заповнювача, мм					
Осадка конуса (ОК), см	Твердість, з	гравію			щебенів		
		10	20	40	10	20	40
-	40...50...50	150	135	125	160	150	135
-	25...35...35	160	145	130	170	160	145
-	15...20...20	165	150	135	175	165	150
-	10...15...15	175	160	145	185	175	160
2...4...4	-	190	175	160	200	190	175
5...7...7	-	200	185	170	210	200	185
8...10...10	-	205	190	175	215	205	190
10...12...12	-	215	205	190	225	215	200
12...16...16	-	220	210	197	230	220	207
16...20...20	-	227	218	203	237	228	213

3. **Визначення витрати цементу.** Знаючи витрату води і попереднє $В/Ц$ відношення, розраховують витрати цементу:

$$Ц = В : (В/Ц).$$

1. **Витрати заповнювачів** (піску і великого заповнювача) встановлюють, вирішуючи спільно два рівняння:

$$1) \quad \frac{Ц}{\rho_{ц}} + B + \frac{П}{\rho_{п}} + \frac{Щ}{\rho_{щ}} = 1,$$

де Ц, В, П, Щ(Г), - витрата цементу, води, піску і щебенів (гравію), кг;

$\rho_{ц}, \rho_{п}, \rho_{щ}$ - дійсні щільності цементу, піску, щебеню (гравію), кг/м^3 .

Дане рівняння показує, що об'єм 1 м^3 щільно покладеної суміші складається з абсолютних об'ємів цементу, піску, води й щебенів (гравію).

$$2) \quad \alpha \cdot K_p \cdot \frac{Щ}{\rho_{щ.нас.}} = \frac{Ц}{\rho_{ц}} + B + \frac{П}{\rho_{п}},$$

де K_p - коефіцієнт розсунення зерен, $\rho_{щ.нас.}$ - насипна щільність щебеню (гравію), (міжзернова пористість великого заповнювача).

Таблиця 17.3 - Коефіцієнт розсунення зерен K_p залежно від витрати цементу і В/Ц відношення для пластичних сумішей

Витрата цементу, кг на 1 м^3 бетону	В/Ц					
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	-	-	-	1,26	1,32	1,38
300	-	-	1,30	1,36	1,42	-
350	-	1,32	1,38	1,44	-	-
400	1,31	1,40	1,46	-	-	-
500	1,44	1,52	1,56	-	-	-
550	1,52	1,56	-	-	-	-

Коефіцієнт розсунення зерен для твердих бетонних сумішей приймають рівним 1,05...1,15.

Вирішуючи спільно два рівняння, одержуємо формулу для визначення витрати (у кг на 1 м^3 бетону):

$$\text{щебеню (гравію)} \quad \frac{Щ(Г)}{\rho_{щ.нас.}} = 1 / (\alpha K_{раз} / \rho_{щ.нас.} + 1 / \rho_{щ}),$$

$$\text{піску} \quad П = [1 - (\frac{Щ}{\rho_{щ.}} + \frac{Ц}{\rho_{ц}} + B)] \rho_{п}.$$

Так одержують розрахункові складові бетону у вигляді витрати основних компонентів П, Щ, В, Ц в кг для одержання 1 м^3 бетону.

Для одержання розрахункової щільності бетонної суміші отримані витрати складають:

$$\rho_{б.с.} = Ц + В + П + \frac{Щ(Г)}{\rho_{щ.нас.}}$$

Отриманий склад бетону може бути виражений двома способами:

- кількістю складових (кг) для одержання 1 м^3 бетону (наприклад, цемент — 300, вода — 200, пісок — 650 і щебінь — 1250);

- співвідношенням компонентів у частинах чи за масою по обсязі; при цьому кількість цементу приймають за 1 (наприклад, запис 1:2:4 при В/Ц - 0,7 означає, що на 1 частину цементу береться 0,7 частину води, 2 частини піску і 4 частини великого заповнювача).

3. Загальні властивості важкого бетону.

Важкому бетону можна надати спеціальних властивостей відповідно до умов експлуатації. Цього досягають насамперед як напрямленим регулюванням складу бетону, так і застосуванням спеціальних прийомів.

Бетони спеціального призначення

Бетон для дорожніх та аеродромних покриттів

Основні умови експлуатації цього бетону визначаються такими факторами: залізобетонні конструкції в монолітному чи збірному виконанні працюють як плита на пружній основі під дією динамічних навантажень циклічного характеру з великими напруженнями на вигин. Рухливі навантаження супроводжуються стиральним впливом. При цьому бетон зазнає поперемінного зволоження й висихання, заморожування й відтавання. Звідси вимога до бетону: достатня міцність на стиск і вигин, належна морозостійкість. Використання чистого кварцового

піску й чистого високоякісного щебеню оптимального зернового складу (крупністю до 40 мм) підвищує міцність бетону на вигин.

Для нижнього шару покриттів застосовують бетон класів B15 і B20, а для верхнього – класів B22,5; B25; B30.

Гідротехнічний бетон застосовують для виготовлення виробів і бетонування споруд, які періодично чи постійно обмиваються водою.

Гідротехнічний бетон повинен мати комплекс таких властивостей: міцність на стиск та розтяг, водостійкість і водонепроникність, морозостійкість, низьке тепловиділення при твердненні.

За міцністю на стиск у загальному випадку призначають класи від B7,5 до B40, за морозостійкістю — від F50 до F500. Проте залежно від розподілу бетону в частинах споруд вимоги диференціюють. Найвищі показники потрібні для бетону в зонах змінного рівня води. Відповідно змінюються вимоги до компонентів. Для підводних зон раціонально використовувати шлакопортландцемент і пуцолановий портландцемент, які мають достатню водостійкість і низьке тепловиділення. Для надводних зон у цементі доцільно застосовувати гідрофобний та пластифікований портландцементи. У зовнішніх частинах гідротехнічних споруд міцність бетону має бути не нижчою за B20, морозостійкість — не нижчою за F300, водонепроникність — не менш як W6, а цемент має бути сульфатостійким.

Заповнювачі мають задовільняти вимоги спеціальних стандартів, до бетонної суміші можна вводити спеціальні ущільнювальні добавки, наприклад хлорид заліза (0.1...1.0%) .

Жаростійкий бетон

Жаростійкі бетони застосовують в умовах тривалої дії високої температури в теплових агрегатах: для футерування печей, вагонеток; фундаменти для промислових печей і труб. Звичайний важкий бетон стабільно зберігає міцність при тривалому нагріванні до 100° С. Але вже при температурі вищій ніж 140...150° С спостерігається зниження міцності через часткове руйнування кристалічних гідратних новоутворень. У всякому разі, якщо діє температура понад 200°С, то потрібно застосовувати жаростійкі (до 1580° С) чи вогнетривкі (при 1580...1770° С) бетони.

Жаростійкі та вогнетривкі бетони виготовляють різної середньої щільності. Як в'язучі використовують портландцемент, глиноземистий та високоглиноземистий цементи, алюмофосфатне в'язуче, рідке скло з отверджувачами (кремнефторид натрію Na_2SiF_6)

Декоративний бетон

Ці бетони застосовують для надання більшої художньої виразності в основному інтер'єрах будівель, облицьовуючи стіни та підлоги. Його готують з використанням білого та кольорових цементів і спеціально підібраних заповнювачів. Крім кольорових цементів застосовують також різні пігменти за умови, що вони мають високі показники луго-та світлостійкості, а для зовнішніх частин будівель – і високої атмосферостійкості поряд з нормованою морозостійкістю бетону в цілому.

Залежно від складу й призначення декоративні бетони поділяють на кольорові й такі, що імітують природне каміння. Для кольорових бетонів застосовують чисті кварцові піски переважно світлих тонів. Як крупні заповнювачі використовують світлі вапняки й доломіти. Імітуючи гірські породи, раціонально використовувати відходи дроблення та пиляння каменю, щебінь і піски з мармуру, висівки граніту, базальту та інших придатних гірських порід.

Щоб знизити розшаровуваність бетонної суміші й забезпечити рівномірність забарвлення, можна використовувати повітровтягувальні добавки.

Щоб виявити текстуру бетону, поверхню його після затвердіння шліфують і полірують.

Радіаційно—захисні бетони

До цього різновиду належать особливо важкі та гідратні бетони із середньою щільністю 2500...6000 кг/м³. Їх застосовують у спеціальних спорудах: ядерних реакторах, атомних електростанціях, рентгенокабінетах для захисту від радіоактивних впливів.

В'язучими в особливо важких бетонах є портландцемент, глиноземистий цемент, гіпсоглиноземистий (розширний) цемент, а в гідратних – глиноземистий, розширний швидкотверднучий, напружувальний цемент.

Як заповнювачі для особливо важких бетонів використовують матеріали високої щільності: магнетит, лимоніт (руди, що містять залізо), барит, металевий скрап, обрізки заліза. Як дрібний заповнювач використовують подрібнений бурий залізняк, кварцитові “хвости”, чавунний скрап тощо. Для гідратних бетонів застосовують лимоніт з магнетитом, серпетиніт та інші гірські породи, до складу яких входить зв’язана вода. Якості заповнювачів оцінюють за середньою щільністю, міцністю на стиск, водопоглинанням.

Щоб підвищити захисні властивості радіаційно-захисних бетонів, до складу бетонних сумішей корисно вводити добавки, які містять легкі елементи (бор, літій, кадмій): це карбід бору, хлорид літію, сірчаноокислий кадмій.

Контролюють також міцність бетону на стиск, яка становить за марками М100....М300.

Хімічно стійкий бетон

Стійкість бетону до впливу агресивного середовища оцінюють коефіцієнтом хімічної стійкості, що дорівнює відношенню границі міцності на стиск зразків, які було піддано протягом 360 діб впливу такого середовища, до границі міцності на стиск контрольного зразка.

Хімічна стійкість бетону досягається використанням відповідних до завдання в’язучих речовин і заповнювачів. Як в’язучі застосовують: фурфуролацетонову смолу, поліефірну смолу, фурано-епоксидну смолу, рідке скло. Заповнювачами є кварцовий пісок та щебінь з кварциту, андезиту, діабазу, базальту.

Міцність на стиск таких бетонів у мажах 30...110 МПа, морозостійкість — до 1000 циклів.

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати матеріали для важких бетонів.
2. Що таке марка і клас бетону.
3. Описати властивості бетонної суміші та бетону.
4. Дати характеристику спеціальних бетонів.

Джерело [1, с.346], [3, с.54]

Лекція №18 Легкі бетони. Корозія бетонів.

План лекції

1. Характеристика вихідних матеріалів.
2. Бетони на пористих заповнювачах.
3. Ніздрюваті бетони.
4. Корозія бетонів, способи захисту.

Конспект

1. Характеристика вихідних матеріалів.

До легких належать бетони з середньою щільністю в сухому стані не вище 2000 кг/м³.

Менша порівняно з важким бетоном середня щільність позначається на властивостях легкого бетону: міцність, теплопровідність, деформативність тощо. На відміну від важкого бетону на щільних заповнювачах структура легких бетонів насичена повітряними порами та пустотами. Досягається це такими технологічними прийомами: виключенням із складу бетонної суміші дрібного заповнювача (піску), а це збільшує об’єм міжзернових пустот; використанням легких пористих заповнювачів (природних чи штучних); поризацією сировинної суміші, введенням піно— та газоутворюючих добавок. Можна також одержати легкий бетон на пористих заповнювачах з додатковою поризацією розчинової частини чи цементного каменю. Відповідно до цього розрізняють такі види легких бетонів: на пористих заповнювачах, крупнопористий, ніздрюватий та поризований.

З легких бетонів виготовляють більшість стінових панелей і блоків, плит покрівельних покриттів та каменів для укладання стін. Термін «легкі бетони» поєднує велику групу різних за складом, структурою і властивостями бетонів.

Істотним недоліком важкого бетону є велика щільність (2400...2500 кг/м³). Знижуючи щільність бетону, будівельники досягають як мінімум двох позитивних результатів:

- знижується маса будівельних конструкцій;
- підвищуються їхні теплоізоляційні властивості.

За призначенням легкі бетони поділяють на:

-*конструктивні* (клас міцності — В7,5...В35; щільність — 1400... 1800 кг/м³);

-*конструктивно-теплоізоляційні* (клас міцності не менше В3,0, щільність — 600...1400 кг/м³);

-*теплоізоляційні* — особливо легкі (щільність < 600 кг/м³).

За будовою і способом одержання пористої структури легкі бетони поділяють на наступні види:

- *бетони зливої будови на пористих заповнювачах*;
- *ніздрюваті бетони*, у складі яких немає ні великого, ні дрібного заповнювача, а їхню роль виконують дрібні сферичні пори;
- *крупнопористі* в яких відсутні дрібний заповнювач, у результаті чого між частками великого заповнювача утворюються порожнечі.

Особливості технології легких бетонів зв'язані зі специфікою пористих заповнювачів: їхня щільність менше щільності води, поверхня часток шорсткувата, вони активно поглинають воду.

Низька щільність не дозволяє ефективно використовувати традиційні бетонозмішувачі «вільного падіння». Тому для приготування легкобетонних сумішей бажано використовувати змішувачі примусового перемішування.

2.Бетони на пористих заповнювачах.

З усіх видів легких бетонів найбільш поширені в сучасному будівництві бетони на пористих заповнювачах.

Природні пористі заповнювачі одержують у вигляді щебеню та піску дрібненням пористих магматичних чи осадових гірських порід (вулканічного туфу, пемзи, вапнякового туфу, вапняка –черепашника, опоки тощо) з наступним розділенням на фракції. Як місцеві матеріали їх застосовують здебільшого поблизу родовищ цих гірських порід.

Найчастіше застосовують штучні пористі заповнювачі, одержані поризацією природної сировини чи промислових відходів. З них найпоширеніші: керамзит, зольний гравій, аглопорит, шлакова пемза, спучені перліт та вермикуліт тощо. Використовують також гранульовані доменні й електротермофосфорні шлаки, паливні золи й шлаки.

Керамзит здобувають випалюванням попередньо сформованих гранул із спучуваних глин з добавками чи без них. Керамзитовий гравій одержують у вигляді пористих гранул округлої форми діаметром 5..40 мм з оплавленою поверхнею. Насипна щільність гравію 250...600 кг/м³. Це найпоширеніший штучний пористий заповнювач.

Зольний гравій одержують з попередньо сформованих гранул із суміші пилюватої золи ТЕС та невеликої кількості палива. За своїми властивостями він близький до керамзиту. Виготовляють також безвипалювальний зольний гравій, для чого зволожену суміш паливної золи та в'язучого гранулюють і піддають термообробці. Як в'язуче можна використовувати портландцемент, гіпсоцементнопуцоланове в'язуче чи будівельне гашене вапно. Насипна щільність безвипалювального зольного гравію 700...1000 кг/м³. Застосовують його для бетонів класів В15...В30 з середньою щільністю 1700....2000 кг/м³.

Аглопорит утворюється при випалюванні агломераційних установках глинястої сировини, відходів вуглезбагачення, паливних зол чи шлаків з добавкою кам'яного вугілля (8...10). Випалювання проводять до спікання шихти при цьому пориста структура матеріалу утворюється за рахунок вигорання палива й часткового спучування маси. Випускають у вигляді щебеню, гравію з насипною щільністю 400...900 кг/м³ чи піску з насипною щільністю 600...1100 кг/м³.

Шлакову пемзу одержують поризацією шлакового розплаву при швидкому охолодженні водою. Утворювані пористі куски дрібнять і поділяють на фракції. Середня щільність шлакової пемзи 300....1000 кг/м³. Це найдешевший штучний пористий заповнювач.

Спучений перліт здобувають короточасним випалюванням вулканічних склоподібних гірських порід (перліту), які містять хімічно–зв'язану воду. Залежно від розміру зерен сполучений перліт поділяють на щебінь та пісок з насипною щільністю 75...500 кг/м³.

Спучений вермикуліт – це результат випалювання слюди, яка є магнієво–залазистим гідроалюмосилікатом із вмістом 8....18% хімічно зв'язаної води. При температурі 1000....1200°С

вермикуліт спучується, збільшуючись в об'ємі у 15...20 і більше разів. Продукт випалювання—це пористий матеріал у вигляді піску чи щебеню з насипною щільністю 80...300 кг/м³. Спучені перліт та вермикіліт застосовують здебільшого для виготовлення теплоізоляційних легких бетонів.

Гранульований металургійний шлак одержують у вигляді крупного піску із зернами розміром 5...7 мм (іноді до 10 мм) за допомогою поризації водою шлакового розплаву. Насипна щільність гранульованого шлаку 500...1200 кг/м³.

Паливні відходи у вигляді шлаку й золи утворюються як побічний продукт при спалюванні твердого палива: антрациту, кам'яного та бурого вугілля, сланцю тощо.

Паливні шлаки — це склоподібні зерна неправильної форми розміром до 40 мм, утворювані при спіканні часточок палива на колосниковій решітці при температурі понад 1000°C або внаслідок охолодження розплавленої при температурі понад 1300°C мінеральної частини палива. Перед застосуванням їх, у разі потреби, піддають частковому подрібненню, розсіюванню й збагаченню для видалення шкідливих домішок.

Паливні золи — це пиловаті залишки з розмірами часточок від 5 до 100 мм, утворювані при спалюванні твердого палива. Їх застосовують як дрібний заповнювач для бетонів, а також для одержання штучних пористих заповнювачів (зольного гравію, глинозольного керамзиту).

Для теплоізоляційних та деяких видів конструкційно-теплоізоляційних бетонів використовують і органічні заповнювачі з відходів деревини, стеблин бавовника, костриці, гранули пінополістиролу тощо.

Залежно від крупного пористого заповнювача встановлюють вид легкого бетону, наприклад: керамзитобетон (на керамзитовому гравії), аглопоритобетон (на аглопоритовому гравії), шлакопезмобетон (на щебені з шлакової пезми) тощо.

Властивості пористих заповнювачів

Однією з основних властивостей є **насипна щільність** у сухому стані. Для крупного пористого заповнювача встановлено марки за насипною щільністю від 250 до 1200 кг/м³, а для пористого піску — від 100 до 1400 кг/м³.

Для крупних заповнювачів регламентуються також вимоги до міцності на стиск, водопоглинання та морозостійкості.

Міцність на стиск крупного пористого заповнювача визначають пофракційно здавлюванням проби в стандартному циліндрі. Залежно від міцності крупні пористі заповнювачі поділяють на марки від П15 до П350.

Водопоглинання більшості крупних пористих заповнювачів за 1 год випробувань не повинно перевищувати 30% залежно від насипної щільності.

Морозостійкість крупних пористих заповнювачів має бути не менш як 15 циклів наперемінного заморожування та відтавання.

За крупністю зерен пористі заповнювачі поділяють на фракції: пісок — 1,2...5,0 мм, щебінь чи гравій — 5...10, 10...20, 20...40 мм. крупні пористі заповнювачі поставляють за фракціями.

В'язучі для легких бетонів

В'язучі для приготування легкобетонних сумішей вибирають насамперед виходячи з вимог, що ставляться до легкого бетону (за міцністю, морозостійкістю, стійкістю в агресивних середовищах тощо), та умов його тверднення. Враховують також можливість використання місцевих в'язучих, гідралічних добавок тощо.

Найбільш поширені для приготування легких бетонів портландцемент (звичайний чи швидкотверднучий) та шлакопортландцемент. При виготовленні легкобетонних виробів автоклавного тверднення застосовують будівельне вапно. Додаючи до вапна портландцемент, легкий бетон можна одержати пропарюванням при температурі до 95°C.

Властивості легких бетонів

Пористі заповнювачі мають шорсткувату поверхню, тому зчеплення цементного каменю із заповнювачем не є слабкою ланкою легких бетонів. Цьому сприяє також хімічна активність речовини заповнювачів, що містять аморфний SiO₂, здатний взаємодіяти із Ca(OH)₂ цементні камені. Щільність і міцність контактної зони «цементний камінь — пористий заповнювач» пояснюють парадоксально високу водонепроникність і міцність легких бетонів на пористих

заповнювачах. Для легких бетонів установлені наступні класи за міцністю (МПа) від В2 до В40. Міцність легких бетонів залежить від якості заповнювачів, марки і кількості використаного цементу. При цьому, природно, змінюється і щільність бетону. Для легкого бетону встановлені 19 марок за щільністю (кг/м³) від D200 до D2000 (з інтервалом 100 кг/м³). Знижена щільність легких бетонів може бути досягнута поризацією цементного каменю.

Теплопровідність легкого бетону залежить від його щільності й вологості (табл.9.4). Збільшення об'ємної вологості на 1 % підвищує теплопровідність бетону на 0,015...0,035 Вт/(м • °С).

Таблиця 9.4 - Середні значення теплопровідності легких бетонів

Бетон	Теплопровідність, Вт/(м • °С), при середній щільності бетону, кг/м ³ , рівної						
	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
Керамзитобетон	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Перлитобетон	0,15	0,22	0,28	0,35	0,4	0,45	0,55
Шлакопемзобетон				0,35		0,5	0,6

Морозостійкість легких бетонів при їхній пористій структурі досить висока. Рядові легкі бетони мають морозостійкість у межах F25...F100. Для спеціальних цілей можуть бути отримані легкі бетони з морозостійкістю F200, F300 і F400.

Водонепроникність у легких бетонів висока, що збільшується в міру твердіння бетону за рахунок ущільнення контактної зони «цементний камінь — заповнювач», що є самим уразливим місцем для проникнення води в звичайному бетоні. Установлено наступні марки легких бетонів за водонепроникністю: W0,2; W0,4; W0,6; W0,8; W1; W1,2 (тиск води, МПа, не зухвалої фільтрації при стандартних випробуваннях).

3. Ніздрюваті бетони.

Ніздрюваті бетони на 60...85 % за обсягом складаються з замкнутих пор розміром 0,2...2 мм. Їх одержують при затвердінні насиченої газовими пухирцями суміші в'язучого, кремнеземистого компоненту і води. Завдяки високопористій структурі середня щільність ніздрюватого бетону невелика — 300...1200 кг/м³; він має низьку теплопровідність при достатній міцності.

В'язучим у ніздрюватих бетонів може служити портландцемент (чи вапно) із кремнеземистим компонентом. При застосуванні вапняно-кремнеземистих в'язучих одержувані бетони називають газо- і піносілікатами.

Кремнеземистий компонент — мелений кварцовий пісок, гранульовані доменні шлаки, зола ТЕС та ін. Кремнеземистий компонент знижує витрату в'язучого і зменшує усадку бетону.

Залежно від середньої щільності в сухому стані й галузі застосування ніздрюваті бетони поділяють на три групи: *теплоізоляційні* з середньою щільністю до 500 кг/м³ і теплопровідністю до 0,18 Вт/(м • К); *конструкційно-теплоізоляційні* з середньою щільністю 500...900 кг/м³; *конструкційні* з середньою щільністю 900...1200 кг/м³. За показниками середньої щільності встановлено марки ніздрюватого бетону від D300 до D1200.

За способом утворення пористої структури (методу спучування в'язучого) розрізняють: газобетони і газосилікати; пінобетони і піносілікати.

Газобетон і газосилікат одержують, спучуючи тісто в'язучого газом, що виділяється при хімічній реакції між речовинно-газоутворювачем і в'язучим. Найчастіше газоутворювачем служить алюмінієва пудра, яка, реагуючи з гідратом оксиду кальцію, виділяє водень.

Для одержання 1 м³ газобетону потрібно 0,5...0,7 кг пудри.

Пінобетони і піносілікати одержують, змішуючи тісто в'язучого із заздалегідь приготовленою стійкою технічною піною. Для утворення піни використовують піноутворювачі: гідролізована кров, клеєканіфольний піноутворювач сульфанолю і т.п.

Властивості ніздрюватих бетонів визначаються їхньою пористістю, видом в'язучого й умовами твердіння.

Для руху повітря пори ніздрюватих бетонів замкнуті, а для проникнення води — відкриті. Тому водопоглинання ніздрюватого бетону досить високе і морозостійкість відповідно знижена в порівнянні з бетонами зливої структури.

Гідрофільність цементного каменю і велика пористість обумовлюють високу сорбційну вологість. Це позначається на теплоізоляційних показниках ніздрюватого бетону. Тому при використанні такого бетону в огорожувальних конструкціях, його зовнішню поверхню необхідно захищати від контакту з водою чи гідрофобізувати.

Міцність ніздрюватих бетонів залежить від їхньої середньої щільності і знаходиться в межах 1,5...15 МПа. Ніздрюваті бетони і вироби з них володіють гарними звукоізоляційними властивостями, вони вогнестійкі й легко піддаються механічній обробці (пилянню і свердлінню).

Залежно від гарантованої міцності на стиск установлено такі класи ніздрюватого бетону: B0,35; B0,75; UB0,85; B1; B1,5; B2,5; B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B17,5; B20. Міцність ніздрюватого бетону залежить від його середньої густини, виду й властивостей вихідних матеріалів, режиму тепловологої обробки та вологості.

За морозостійкістю ніздрюваті бетони поділяють на марки F15, F25, F35, F50, F75 і F100.

Вимоги до основних властивостей ніздрюватих бетонів установлюють залежно від їхнього призначення. Наприклад, конструкційні ніздрюваті бетони повинні мати клас за міцністю на стиск не менш як B5 (марка не менша ніж M75) і марку за морозостійкістю не менш як F50.

Теплопровідність ніздрюватого бетону залежить здебільшого від його середньої щільності та вологості і перебуває у межах 0,08...0,30 Вт/м·К); такий бетон має високі звукопоглинальні та звукоізоляційні властивості.

За вогнестійкістю багато ніздрюватих бетонів перевершують важкі цементні бетони через знижений вміст у них гідратних сполук.

Усадка ніздрюватих бетонів при висиханні вища, ніж у важкого бетону, і становить 0,5...0,7 мм/м для автоклавного і до 3 мм/м — для безавтоклавного бетону.

З ніздрюватих бетонів виготовляють армовані панелі зовнішніх стін та покриття будівель, неармовані стінові блоки і камені, а також тепло-й звукоізоляційні і жаростійкі вироби. Застосовують ніздрюватобетонні вироби у житлових, громадських, виробничих та сільськогосподарських будівлях з відносною вологістю повітря не більше ніж 75%. Зовнішні поверхні огорожувальних конструкцій з ніздрюватого бетону захищають густішим шаром розчину, дрібненими кам'яними матеріалами, облицювальною плиткою, гідрофобними покриттями.

Застосовувати ніздрюватобетонні вироби для цоколів і стін підвалів, а також стін приміщень з мокрим режимом експлуатації не допускається.

4.Корозія бетонів, способи захисту.

Бетони можуть руйнуватися внаслідок впливу на них певних фізико-хімічних факторів експлуатаційного середовища. При цьому найвразливішим об'єктом для корозії є цементний камінь.



Корозія бетону поділяється на три види. Основним критерієм такої класифікації є ступінь погіршення його характеристик і властивостей.

- Перша ступінь - вимивання складових частин бетону;
- Друга ступінь - утворення продуктів корозії без в'язких властивостей;
- Третя ступінь - накопичення малорозчинних кристалізуючих солей, які збільшують об'єм.

Рис.18.1. Корозія бетону

Методи захисту

Для захисту бетону і підвищення його довговічності вам слід застосовувати первинний і вторинний захист.

До методів первинного захисту відноситься введення різних модифікуючих добавок. Вони можуть бути пластифікуючі (збільшують), стабілізуючі (застерігають розшарування), водоутримуючі, а також ті, які регулюють схоплювання бетонних сумішей, їх щільність, пористість і т. д.

До методів вторинного захисту відноситься нанесення різних захисних покриттів:

- біоцидні матеріали - знищують і пригнічують грибкові утворення на бетонних конструкціях. Принцип дії полягає в проникненні хімічно активних елементів в структуру бетону, і заповненні ними мікротріщин і пор.

- обклеювальні покриття - застосовуються при впливі рідких середовищ (наприклад, якщо бетонна паля підтоплюється підземними водами), в ґрунтах, а також в якості непроникного підшару в облицювальних покриттях. Це можуть бути рулони нафтобітуму, поліетиленова плівка, поліізобутіленові пластини і т. п.

- ущільнюючі просочення - надають бетону високі гідрофобні властивості, різко підвищують водонепроникність і знижують водопоглинання матеріалу. Завдяки цим властивостям їх застосовують в умовах підвищеної вологості і в місцях, де присутня необхідність забезпечення спеціальних санітарно-гігієнічних вимог.

- лакофарбові і акрилові покриття - утворюють атмосферостійкий, міцний і довговічний захист. Так, наприклад, акрил запобігає руйнуванню, створюючи полімерну плівку. Ще одним плюсом подібного методу боротьби з корозією є захист поверхні від грибків і мікроорганізмів.

- лакофарбові мастичні покриття - використовуються при впливі рідких середовищ, а також при безпосередньому контакті бетону з твердим агресивним середовищем.

Антикорозійні покриття можна застосовувати скрізь, де існує подібна необхідність для бетону. Конструкції з цього матеріалу зустрічаються в підлогах і стінах житлових приміщень, фундаменти, гаражних комплексах, оранжереях, теплих, очисних спорудах, колекторах.

Контрольні запитання

1. Описати бетони на пористих заповнювачах.
2. Властивості пористих заповнювачів.
3. В'язучі для легких бетонів.
4. Властивості для легких бетонів.
5. Дати характеристику поризованому бетону.
6. Як отримати ніздрюватий бетон?
7. Застосування легких бетонів.
8. Корозія бетонів і захист від неї.

Джерело [1, с.363].

Тема 10. Збірні залізобетонні і бетонні вироби і конструкції.

Лекція №19. Загальні відомості. Класифікація. Арматура.

План лекції

1. Історія виникнення залізобетону.
2. Класифікація за способом виготовлення, густиною, за внутрішньою будовою, за призначенням.
3. Класифікація арматури. Види арматури
4. Арматування залізобетонних виробів.

Конспект

1. Історія виникнення залізобетону.

Залізобетон — це композиційний будівельний матеріал, в якому поєднуються бетон і сталеві арматура, забезпечується спільна робота бетону і сталі, що істотно різняться своїми фізико-механічними властивостями. Бетон добре чинить опір стискувальним навантаженням, проте має низьку міцність на розтяг, яка становить 1/10...1/12 міцності на стиск. А сталь має дуже високу міцність на розтяг, тому в залізобетоні сталеву арматуру розміщують так, щоб вона сприймала розтягуювальні зусилля, а стискувальні передавалися на бетон. Можливість спільної

роботи сталевий арматури та бетону зумовлюється міцним зчепленням між ними й майже однаковими коефіцієнтами лінійного розширення при зміні температури в інтервалі 0 до 80 °С.

Винаходу залізобетону передувало відкриття цементу. Змішаний у певних пропорціях з гравієм, піском і водою, цемент утворював бетон, який у першій половині 19 ст. став досить розповсюдженим матеріалом. Конструкції з бетону мали високу міцність на стиск, вогнестійкість, водостійкість, твердість, але, як і будь-який камінь, погано витримували навантаження на розтягання. Основним матеріалом для несучих конструкцій служив метал у вигляді різного роду кутників і смуг. На відміну від бетонних металеві конструкції добре витримували розтяг і згин, але на відкритому повітрі корродували.

Винахід залізобетону зв'язують з ім'ям француза Жозефа Моньє, який у 1867 р. отримав свій перший патент на переносні садові діжки із металу і цементного розчину. У 1869 р. він зробив патентну заявку на залізобетонні плити і перегородки. Широке застосування залізобетону в Європі стало можливе завдяки німецькому інженеру Вайсу, який викупив патенти Моньє, продовжив дослідження і правильно розташував арматуру в нижню зону балки чи плити. Винахід залізобетону зробив справжню революцію в будівництві, ліквідувавши безліч ускладнень, які до цього здавалися нездоланими.

Універсальність залізобетонної конструкції забезпечують такі фактори:

- 1) бетон добре працює на стиск, але погано витримує розтяг;
- 2) арматура компенсує зазначений недолік бетону, знаходячись у розтягнутій зоні конструкції сприймаючи розтягувальні напруження;
- 3) бетон захищає сталеву арматуру від корозії і дії високих температур;
- 4) спільній дії сталевий арматури і бетону сприяє добре зчеплення на межі розділу;
- 5) коефіцієнти температурного розширення бетону і сталі приблизно однакові.

Завдяки хорошим (і регульованим) механічним властивостям, довговічності, вогнестійкості, гігієнічності, технологічності, доступної сировинної бази, можливості економії металу в ряді конструкцій, незначним експлуатаційним витратам, можливості сворення на основі залізобетону різноманітних архітектурних форм, залізобетон є основним конструкційним матеріалом сучасного індустріального будівництва.

2.Класифікація за способом виготовлення, густиною, за внутрішньою будовою, за призначенням.

Залізобетонні конструкції за способом виготовлення поділяють на *монолітні та збірні*.

Монолітні конструкції зводять безпосередньо на будівельному майданчику. Монолітний залізобетон використовують, коли треба підвищити архітектурну виразність будівель і споруд, при нестандартності на малій повторювальності елементів і при особливо великих навантаженнях (фундаменти, гідротехнічні, транспортні та інші споруди). Досвід монолітного домобудування виявив техніко-економічні переваги цілого методу будівництва порівняно з цегляним, великоблоковим та навіть великопанелевим (одноразові витрати на створення його виробничої бази, витрата сталі на монолітні конструкції, на опалублення, енергетичні витрати та вироблення). Проте при виготовленні монолітного залізобетону витрачається велика кількість ручної праці, збільшуються строки будівництва, ускладнюється бетонування в зимовий час.

Збірні залізобетонні вироби та конструкції виготовляють на механізованих та автоматизованих підприємствах. Перевага збірного залізобетону порівняно з монолітним — в істотному підвищенні продуктивності праці та поліпшення якості будівництва за рахунок випуску на спеціалізованих підприємствах великорозмірних елементів підвищеної заводської готовності, в скороченні строків будівництва. Крім того, скорочуються витрати лісоматеріалів (при монолітному бетонуванні вони потрібні для влаштування помостів, опалубок, підтримувального риштування), спрощується виконання робіт у зимовий час.

Проте збірні залізобетонні вироби мають значну масу та розміри, що потребує потужного спеціального підйнятно-транспортного обладнання. Основними напрямками розвитку збірного залізобетону є укрупнення конструктивних елементів, зниження матеріально- та металомісткості, підвищення ступеня заводської готовності.

Збірні залізобетонні вироби класифікують за видом армування, щільністю, видом бетону, внутрішньою будовою та призначенням.

За видом армування залізобетонні вироби бувають із звичайним армуванням (укладання сталевих стержнів, сіток чи каркасів у зоні розтягу) під час експлуатації не захищають від появи в ньому тріщин.

Під впливом внутрішніх напружень у розтягувальній зоні залізобетону можуть утворитися мікротріщини, оскільки гранична розтягуваність бетону в 5–6 разів менша, ніж сталі. Тріщиноутворення задовго до руйнування виробу може призвести до корозії арматури під дією вологи та газів, що не виправдовує застосування високоміцної арматури, оскільки часто не дає змоги повністю використати її несучу здатність. Появи мікротріщин можна уникнути, якщо обтиснути бетон попередньо напруженою арматурою.

Попереднє натягування арматури можна виконувати до і після бетонування конструкції.

У *першому* випадку («на упори») арматуру попередньо розтягують, а після бетонування й затвердіння бетону її вивільнюють від натягу. Арматура, прагнучи повернутися в попередній ненапружений стан внаслідок пружності, оскільки вона міцно зчеплена з бетоном, обтискує його. Гранична розтягуваність бетону у виробі під дією експлуатаційного навантаження ненавч збільшується: деформації від попереднього стиску підсумовуються з деформаціями розтягу.

У *другому* випадку («на бетон») залізобетонні вироби виготовляють з повздовжніми каналами, у них пропускають арматуру, яку розтягують, і її кінці закріплюють спеціальними пристроями на торцях виробу. Після цього канали заповнюють цементним розчином, щоб захистити арматуру від корзії.

Використання попередньо напруженої арматури дає змогу не тільки попередити тріщиноутворення, а й значно зекономити метал, скоротити витрати складових матеріалів у бетоні, зменшити масу залізобетонної конструкції, підвищити тріщиностійкість і, отже, довговічність залізобетону, знизити вартість будівництва.

За середньою густиною залежно від проектних вимог залізобетонні вироби виготовляють з особливо важких, важких, полегшених, легких, особливо легких (теплоізоляційних) бетонів.

За видом бетонів залізобетонні вироби розрізняють так: із цементних бетонів, важких і легких; силікатних; ніздрюватих; спеціальних (хімічностійких, декоративних, жаростійких тощо).

Вироби можуть складатися з одного виду бетону (одношарові) та з різних видів бетону (багатшарові).

За внутрішньою будовою залізобетонні вироби можуть бути суцільними, порожнистими та комбінованими із застосуванням різних матеріалів (теплоізоляційних чи оздоблювальних).

За призначенням збірні залізобетонні вироби поділяють на такі основні групи: для житлових, громадських, виробничих будівель; для споруд сільськогосподарського гідротехнічного будівництва; вироби загального призначення. Із загального обсягу виробництва збірного залізобетону 80% становлять вироби для цивільного та промислового виробництва. Залізобетонні вироби для організації масового виробництва мають бути типовими й уніфікованими, щоб їх можна було застосовувати в будівлях та спорудах різного призначення.

Вироби повинні мати максимальний ступінь заводської готовності, випускатися в закінченому, зібраному і повністю укомплектованому вигляді. Залізобетонні вироби з прорізами постачають із встановленими віконними чи дверними блоками, з опорядженою зовнішньою та внутрішньою поверхнями стін.

3. Класифікація арматури. Види арматури

Арматурою називають сталеві стержні, каркаси й сітки, розміщені в масі бетону згідно з характером роботи конструкції.

Армуючи залізобетонні конструкції, застосовують стержньову та дротяну арматурну сталь. Стерженьову арматуру поділяють на гарячекатану, яка не піддається після прокатування зміцнювальній обробці, і зміцнена термічною обробкою чи витягуванням.

Залежно від механічних властивостей арматурна сталь підрозділяється на класи від А-1 до А-6. Чим вище клас арматури, тим вище її міцність. Арматура класу А-1 є гарячекатаною

гладкою. Решта класи арматури від А-2 і вище представляють собою гарячекатану стрижневу арматуру періодичного профілю. Гарячекатану стрижневу арматуру з метою її зміцнення можна піддати після прокату термомеханічної обробки. Класи термічно зміцненої арматури підрозділяють так : Ат-3, Ат-4, Ат-5, Ат-6, Ат-7. Механічні властивості стержневої арматури класу А наведено в табл. 1.

Таблиця 19.1. Механічні властивості стержневої арматури класу А

Класи арматури	Номінальний діаметр стержня, не менше, мм	Тимчасовий опір, не менше, МПа	Межа текучості, не менше, МПа	Відносне подовження при розриві, не менше, %	Кут загину в холодному стані при товщині оправки С
А-1	6-40	380	240	25	180 °, C = 0,5 d
А-2	10-80	500	300	19	180 °, C = 3d
А-3	6-40	600	400	14	90 °, C = 5d
А-4	10-22	900	600	6	45 °, C = 5d
А-5	10-22	1050	800	7	45 °, C = 5d
Ат-4	10-40	900	600	8	45 °, C = 5d
Ат-5	10-40	1000	800	7	45 °, C = 5d
Ат-6	10-22	1200	1000	6	45 °, C = 5d
Ат-7	10-32	1400	1200	5	45 °, C = 5d

Арматурний дріт виробляють гладкого й періодичного профілю діаметром 3...8 мм способом холодного волочіння. Його поділяють на класи В-I, В-II і Вр-I, Вр-II (літера “р” означає наявність періодичного профілю).

У залізобетонних конструкціях як ненапружену арматуру здебільшого використовують стержньову арматурну сталь класів А-III, А-IVC, а також арматурний дріт Вр-I. До ефективних видів ненапруженої арматури належать стержньова арматурна сталь класів А-V, А-VI і Ат- V, Ат –VI, високоміцний дріт та арматурні канати з нього.

4. Арматування залізобетонних виробів.

Розрізняють два види технології армування: виробів із звичайного і напружуваного залізобетону.

Армування виробів із звичайного залізобетону. Для ненапружуваного армування застосовують гарячекатану арматурну сталь класу А-I, і низьколеговану класу А-III та дріт арматуру класу Вр. Арматурна сталь діаметром менше 14 мм поступає на заводи в мотках і бухтах, при більшому діаметрі - стержнями довжиною 6-12 м.

Із ненапружуваної арматури виготовляють сітки, плоскі і просторові каркаси. Основне завдання армування - виготовити каркас, придатний до установки у форму без яких-небудь доопрацювань.

Технологічний процес виготовлення *ненапружуваної арматури* складається з наступних операцій: підготовки арматури, зварювання сіток або плоских каркасів, виготовлення просторових каркасів.

Підготовка арматурної сталі складається з її чищення, правки, різки, стикування, гнуття. Розмотування, правка і різання сталі, яка поступає в бухтах, проводиться на правильно-відрізних верстатах типу СМ-795А. Різання стержнів здійснюється на верстатах С-370. Одночасно нарізують декілька стержнів. Гнуття стержнів проводять на спеціальних верстатах.

При виготовленні сіток стержні в місцях перетину з'єднуються точковою зваркою на зварювальних машинах МТП-75. На великих заводах для цієї мети використовують багатоточкові автоматичні зварювальні машини типу МГМ, що дає змогу одночасно зварювати від 4 до 40 перетинів.

Із сіток і плоских каркасів виготовляють просторові каркаси. Укрупнена збірка і зварювання проводиться з використанням підвісних зварювальних машин типу МГПГ-75.

Армування виробів із напружуваного залізобетону. Для напружуваного армування стержнів використовують гарячекатану низьколеговану сталь періодичного профілю класу А-IV або сталь класу А-III, заздалегідь зміцнену витягуванням. Для напружуваного дрітвяного армування використовують: холоднотягнутий високоміцний вуглецевий дріт діаметром від 2,5 до 10 мм з нормованою міцністю на розрив до 10000 кгс/см^2 ; високоміцний дріт періодичного профілю діаметром до 8 мм; дрітвяні пасма з високоміцного дроту діаметром 2,5-5 мм при діаметрі пасма від 6 до 15 мм.

Натягування арматури здійснюється механічним і електротермічним способами, рідше самонапружуванням (хімічним способом).

Для ефективності напружуваного армування необхідно забезпечити надійне закріплення арматури за допомогою анкерів.

При натягуванні до бетонування арматуру напружують і закріплюють на упорах металевих форм або формувальних опалубок; потім конструкцію бетонують і після набуття бетоном необхідної міцності звільняють арматуру від закріплень; прагнучи скоротитися, вона обтискає бетон конструкції.

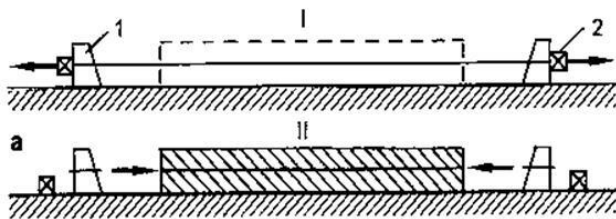


Рис. 10.19.1. Схема натягування арматури до бетонування:

а – натягування на упори; 1 – упор; 2 – домкрат;

При натягуванні арматури після бетонування зусилля натягування арматури передається на набрану міцність бетону і утворює у ньому стискаючі напруження. Щоб арматура могла вільно подовжуватися при натягуванні, її розташовують у каналах всередині або зовні конструкції. Після натягування арматури для запобігання їй від корозії у канали нагнітають цементний розчин; зовнішню арматуру покривають захисним шаром бетону.

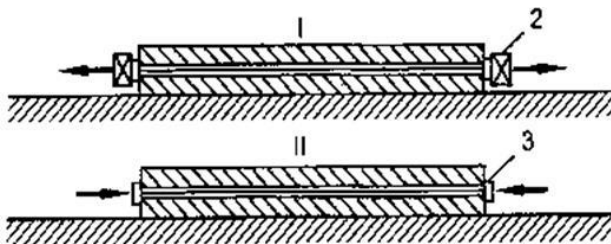


Рис. 10.19.2. Схема натягування арматури після бетонування:

б – натягування на бетон; 2 – домкрат; 3 – анкер.

Натягування арматури під час тверднення бетону засновано на розширенні цементу не в перший період тверднення, а після набуття бетоном міцності порядку $10...20 \text{ МПа}$ і створення достатнього зчеплення з арматурою. Наступне розширення бетону призводить до розтягнення заанкереної в ньому арматури та ефекту самонапруження після завершення процесу тверднення.

Контрольні запитання

1. Історія виникнення залізобетону.

2. Класифікація залізобетонних виробів.
3. Арматура для армування залізобетонних виробів.

Джерело [1, с.468], [3, с.90].

Лекція №20. Види збірних залізобетонних виробів.

План лекції

- 1.Класифікація збірних залізобетонних виробів.
- 2.Характеристика залізобетонних виробів для фундаментів, стін, каркасів, перекриттів та покриттів.
- 3.Об'ємні залізобетонні вироби.

Конспект

1.Класифікація збірних залізобетонних виробів.

Збірні залізобетонні вироби можуть бути: *лінійними* (колони, ригелі, балки, прогоны, палі, ферми); *площинними* (плити покриттів, панелі стін і перегородок, стінки бункерів та резервуарів, підпірні стінки); *блокові* (масивні вироби фундаментів, стіни підвалів, огорожувальних конструкцій); *просторові* (об'ємні елементи санітарних кабін, ліфтів, блок-кімнат, кільця криниць, коробчасті елементи силосів).

Із залізобетону виробляють практично всі частини житлових і громадських будівель.

2.Характеристика залізобетонних виробів для фундаментів, стін, каркасів, перекриттів та покриттів.

Для фундаментів підземних частин будівель використовують фундаментні блоки, плити, балки, панелі тощо.

Фундаментні блоки – це прямокутні паралелепіпеди з важкого бетону класу В10 (марки 150). Довжина блоків може досягти 3 м, товщина 40...60 см, висота 60 см, блоки армують лише монтажною арматурою.

Блоки стін підвалу – суцільні та порожнисті – виконують з важкого бетону класів В7,5 і В10 прямокутної форми й таких розмірів: довжина до 2,5 м, товщина до 500 мм і висота 700мм.

До виробів для каркасів будівель належать *колони і горизонтальні в'язі – ригелі та прогоны*, якими з'єднують між собою колони, зварюючи закладні металеві деталі. Ці вироби виготовляють з важкого бетону класів В15...В40.

Стінові панелі за призначенням поділяють на панелі: для зовнішніх стін неопалювальних будівель з важких і легких бетонів класу, не нижчого ніж В15 (марки не нижче 200); для опалювальних будівель – одношарові з легких чи ніздрюватих бетонів і шаруваті з важкого бетону з теплоізоляційним прошарком; для внутрішніх стін, виготовлюванні з важкого чи легкого бетону. Панель зовнішніх стін житлових будівель може бути завдовжки 3600 і 7200 мм (на одну чи дві кімнати), висота її 2900 мм, товщина 400мм, маса до 4 і 8 т.

Щоб підвищити теплозахисні властивості й зменшити масу зовнішніх стін, застосовують тришарові панелі з внутрішнім шаром з теплоізоляційних матеріалів: пінополістиролу, мінеральної вати, ніздрюватого бетону тощо. Товщина зменшується на 50%. З фасадного боку панелі на заводі облицьовують керамічною плиткою, зафарбують атмосферостійкими фарбами чи оздоблюють декоративними матеріалами.

Стінові блоки виконують суцільними та з внутрішніми пустотами з легкого бетону середньою густиною до 1200кг/м³. Блоки мають конструктивну та монтажну арматуру й застосовуються для зовнішніх і внутрішніх стін. Іззовні блоки покривають декоративними, а зсередини – штукатурними розчинами.

Вироби для міжповерхових перекриттів – настили й панелі перекриттів (вироби завширшки на всю кімнату зазвичай називають панелями, а вузьчі – плитами).

Перекриття житлових і громадських будівель можуть бути із порожнистих, суцільних і ребристих плит. Порожністі плити перекриттів виготовляють з круглими та овальними пустотами. Довжина плит може бути 6 ...12 м, ширина до 2,4 або до 1,5 м, товщина 22 або 30см. Ребристі плити мають П-подібний переріз і такі розміри: довжина 8,8 м, ширина 1,5 м,

висота 40 см. Плити виготовляють з важкого бетону класів B15...B25 із звичайним чи попередньо напруженим армуванням.

Панелі перекриттів можна випускати розмірами на кімнату.

Фундаменти під колони, які називають іноді башмаками, виготовляють з розміром підосви до 2 м і заввишки до 1 м з бетону класів B10...B25. У центрі фундаменту роблять заглиблення (стакан) для встановлення колони. Башмаки армують зварними сітками.

Вироби для каркасів будівель – це колони, підкранові балки, ферми та арки.

Колони можуть бути суцільними та ґратчастими (двовітковими), одно- та двоконсольними, безконсольними. Їх виготовляють із квадратним, прямокутним і тавровим поперечним перерізом від 300 x 300 мм до 400 мм і більше з бетону класів B15...B40. Армують колони зварними каркасами чи попередньо напруженою арматурою. Розроблено попередньо-напружені колони двотаврового та кільцевого перерізів для зменшення їхньої маси.

Підкранові балки виготовляють попередньо- напруженими таврового перерізу завдовжки 5950 мм і двотаврового перерізу завдовжки 11 950 мм з бетону класів B15...B40.

Балки покриттів виконують одно- та двоскатними прямокутного, таврового й двотаврового перерізів з бетону з попередньо- напруженою арматурою. Довжини балок 6,9,12 і 18 м.

Ферми та арки з бетону класів B30...B45 застосовують як несучі елементи покриттів прогонів 18 і 24 м. Ферми можуть мати трапецеєвидну, трикутну чи криволінійну сегментну форму. Їх використовують для будівель з прогонами 18 і 24 м, а балки – для будівель з прольотами 6, 9, 12 і 18 м.

Залізобетонними арками - будівлі з прогоном до 100 м і більше. Арки виготовляють із суцільною чи ґратчастою стінкою і, як правило, збирають з двох піварок.

Номенклатура виробів для багатопверхових виробничих будівель включає в себе елементи каркаса та покриттів: колони, ригелі, плити перекриттів, балки під технологічне обладнання, сходові марші, огорожувальні панелі та інші елементи.

Вироби для *інженерних споруд* широко використовують у транспортному, сільськогосподарському, гідротехнічному та інших видах будівництва.

Для *транспортного будівництва* – це мостові конструкції, опори контактної мережі електрифікованих залізниць, шпали, тюбінги, плити покриттів та аеродромів, блоки опорядження тунелів та інші вироби. Здебільшого їх виготовляють з важких бетонів класів B25...B40 і вище з попередньо-напруженою арматурою. Крім високої міцності до бетону ставлять підвищені вимоги щодо морозостійкості та водонепроникності.

Для споруд *водогосподарського призначення* застосовують бетонні та залізобетонні труби. Труби діаметром 10...60 см і більше, завдовжки 1...2 м виготовляють за спеціальною технологією й призначають для безнапірних водоводів та каналізації. Безнапірні та напірні труби виготовляють діаметром 50...120 см і більше й завдовжки 4...6 м.

Вироби для *сільськогосподарських споруд* – це елементи збірних силосних ям, башт і траншей, а також деталі каркаса теплиць тощо. Їх виготовляють з важкого бетону.

Вироби для *гідротехнічного будівництва* мають широку номенклатуру: балки, балкові плити перекриттів, фундаментні плити, підпірні елементи річкових набережних, оболонки тощо. Їх виконують з важкого бетону класів B15...B30 і вище, до якого ставлять підвищені вимоги щодо морозо- та водостійкості. Крім того, заводи збірного залізобетону випускають широку номенклатуру виробів різного призначення: збірні колодязі та колектори, стояки під світильники, збірні огорожі тощо.

Розроблено альбоми типових виробів різного призначення із зазначенням розмірів, системи армування, класу бетону за міцністю та інші відомості.

3. Об'ємні залізобетонні вироби.

Об'ємні елементи для житлових будівель випускають на одну чи дві кімнати. Широко практикують у будівництві об'ємні блоки для санітарно-технічних кабін та шахт ліфтів. Такі блоки або збирають на заводі з окремих плоских елементів, або виготовляють монолітними в спеціальних об'ємних касетах. Блоки оснащені потрібними санітарно- та електротехнічними

приладами, вбудованими меблями та кухонним обладнанням. Монтаж будинків з об'ємних елементів є новим, вищим ступенем індустріального будівництва.

Для виробничих будівель застосовують вироби, аналогічні за номенклатурою виробам, для цивільних будівель, проте відмінні від них розмірами, армуванням, конфігурацією.

Контрольні запитання

1. Класифікація збірних залізобетонних виробів.
2. Характеристика залізобетонних виробів для фундаментів, стін, каркасів, перекриттів та покриттів.
3. Вироби для інженерних споруд та транспортного будівництва.

Лекція №21 Виготовлення збірних залізобетонних виробів і конструкцій.

План лекції

1. Характеристика принципів схем виготовлення залізобетонних виробів.
2. Формування виробів.
3. Тверднення виробів.
4. Контроль якості збірного залізобетону.
5. Зберігання залізобетонних виробів.

Конспект

1. Характеристика принципів схем виготовлення залізобетонних виробів.

Технологія виготовлення залізобетонних виробів та конструкцій передбачає такі основні послідовно виконувані операції: підготовку складових матеріалів і бетонної суміші; виготовлення арматури; армування виробів; формування (укладання бетонної суміші та ущільнення); твердіння виробів (звичайно в умовах тепловологової обробки); оздоблення лицьової поверхні виробів.

На заводах збірного залізобетону вироби й конструкції виготовляють за трьома принциповими схемами.

Перша схема – виготовлення виробів у стаціонарних неперемішуваних формах: *стендовий та касетний* способи. Усі технологічні операції – від підготовки форм до розпалублення готових виробів – виконують на одному місці.

Стеновим способом вироби виготовляють у формах, установлених на бетонних площадках з рівною поверхнею або в матрицях з відбитком поверхні виробу складної конфігурації. Вироби піддають тепловій обробці безпосередньо у формі.

Касетним способом вироби формують у вертикальній формі-касєті, яка складається з ряду відсіків, утворених сталевими чи залізобетонними стінками. Формування виробів у вертикальному положенні різко скорочує виробничі площі, що є основною перевагою касєтного способу. Касєта має спеціальні парові сорочки для обігрівання виробів. Може застосовуватись й електропрогрівання їх.

Друга схема – виготовлення виробів у перемішуваних формах. У цьому разі окремі технологічні операції виконують на спеціалізованих постах. Форма, а далі й вироби разом з нею переміщуються від поста до поста в міру виконання окремих операцій.

Розрізняють *конвеєрний* спосіб з максимальним розчленуванням технологічних операцій та *потоково – агрегатний*, при якому кілька операцій можуть виконуватись на одному посту. Конвеєрний спосіб забезпечує високу механізацію та продуктивність праці.

Високих показників досягнуто на двоярусних станах. Ланцюг, що безперервно рухається, переміщує форми. На верхньому ярусі відбувається формування виробів та попереднє тверднення бетону в щільній камері, на нижньому-остаточне тверднення бетону.

Третя схема (безперервне формування) – вібропрокатування (виготовлення виробів на станах конструкції М.Я. Козлова). Стан має металеву стрічку, що безперервно рухається із швидкістю 25 м/с, де за допомогою вібрування й прокатування формуються вироби, які далі на 2 год вміщують в зону теплової обробки. Вібропрокатування, незважаючи на металомісткість, є продуктивним і автоматизованим способом виробництва збірного залізобетону. Проте цей

спосіб утруднює перехід на випуск нових видів виробів, вартість виробів вища, ніж коли вони виготовлені іншими способами.

2. Формування виробів.

Формування виробів є однією з найважливіших технологічних переробок, яка передбачає складання форм, установлення арматури, укладання бетонної суміші у форму та ущільнення. Для виготовлення залізобетонних виробів застосовують дерев'яні, металеві, залізобетонні форми.

Перед укладанням у форму арматурного каркаса та бетонної суміші форму очищують, збирають і змазують спеціальними мастилами. Формують вироби, установивши в форми арматурний каркас. Укладають бетонну суміш у форму за допомогою бункерів, бетоноукладачів чи бетоноукладачів.

Основний спосіб ущільнення бетонної суміші в процесі виробництва збірного залізобетону – вібрування. Для виготовлення окремих видів застосовують вібрування, центрифугування, пресування, штампування, вакуумування. Іноді використовують одночасно два способи, наприклад ущільнюють бетонну суміш вібропрокатуванням (вібрування + прокатування), віброштампуванням чи вібровакуумуванням.

Віброущільнення бетонної суміші виконують переносними та стаціонарними вібромеханізмами.

На заводах, які працюють за потоково-агрегатною та конвеєрною схемами, застосовують віброплощадки. На віброплощадках формують конструкції завдовжки 15м і завширшки до 3,6м оптимальна тривалість вібрування визначається дослідним шляхом й становить 1,5...5 хв.

Пресування має високу ефективність, даючи змогу одержувати бетон особливо високих щільності і міцності при мінімальній витраті цементу ($100...150 \text{ кг/м}^3$).

У технології збірного залізобетону пересування використовують як додаткове прикладання до бетонної суміші механічного навантаження при її вібруванні. Виконують вібропресування плоскими та профільними штампами. Останні передають свій профіль бетонної суміші. Так формують сходові марші, деякі види ребристих панелей. В останньому випадку пресування називають віброштампуванням.

Прокатування – це різновид пресування.

3. Тверднення виробів.

Тверднення бетонних та залізобетонних виробів, виготовлюваних на заводах, при звичайній температурі ($15 \dots 20^\circ\text{C}$) нераціональне. У природних умовах вироби досягають відпускної 70%-ї міцності протягом 7...10 діб, що надто довго і, зменшуючи оборотність форм, затримує випуск готової продукції.

Щоб прискорити тверднення виробів, застосовують теплову обробку: пропарювання в камерах при нормальному тиску та температурі майже $175...200^\circ\text{C}$ і тиску пари майже 0,8...1,2 МПа; електропрогрівання; контактне прогрівання у формах, що обігріваються; тверднення в басейнах з гарячою водою; обігрівання променистою енергією; гаряче формування. Найширше застосовується пропарювання в камерах при атмосферному тиску. Насичена пара створює тепле та вологе середовище, сприятливе для тверднення бетону.

Бетон пропарюють у щільних (паронепроникних) цегляних або бетонних камерах з воротами чи кришками, які герметично закриваються.

Режим пропарювання в камерах характеризується тривалістю підняття температури (1,5...3 год), витримуванням при максимальній температурі (ізотермічним підігріванням) тривалістю охолодження (2...3 год), а також максимальною температурою в період ізотермічного прогрівання. Загальна тривалість прогрівання становить 6...15 год.

На режим тверднення насамперед впливає вид цементу. Застосовуючи швидкотверднучі цементи (алітові, алітоалюмінатні портландцементи), можна вдвічі скоротити тривалість ізотермічного витримування.

4. Контроль якості збірного залізобетону.

На заводах збірного залізобетону постійно мають вживатися заходи щодо підвищення

якості продукції.

На всіх стадіях виробництва потрібен контроль, який передбачає перевірку властивостей вихідних матеріалів, правильність приготування бетонної суміші та її ущільнення, структуроутворення й тверднення бетону, а також властивостей готового матеріалу чи виробу. За одержаними результатами вносять корективи до складу бетону, параметрів і режимів технологічних операцій на основі закономірностей, що враховують вплив різних технологічних факторів на властивості готового бетону.

Щоб одержати високу якість поверхонь виробів, які прилягають до форми, слід добре очищати й змазувати форми, застосувати спеціальні мастила, пластифікувати бетон, використовувати опоряджувальні та підстильні сполуки, зберігати потрібну відповідність рухливості бетонної суміші параметрам вібрації, уникати застосування надто жорстких бетонних сумішей.

Під час укладання бетонної суміші не можна допускати її падіння з великої висоти, треба застосовувати суміші, технологічні властивості яких відповідають параметрам вібраційного чи іншого ущільнювального обладнання.

Потрібно передбачати заходи, що забезпечують збереження високої якості виробів після їх виготовлення, використовувати відповідно обладнані транспортні засоби.

5.Зберігання залізобетонних виробів.

Контроль якості залізобетонних виробів передбачає звичайно перевірку фактичної міцності бетону при стиску, водонепроникності (для бетонних труб), якості армування та товщини захисного шару. Крім того, перевіряють відповідність форми та розмірів, якість опорядження поверхні, а вибірково — тріщиностійкість та жорсткість виробів.

Необхідно передбачити заходи, що забезпечують збереження високої якості виробів після їх виготовлення. Бетон – крихкий матеріал, тому за недбалого зберігання та транспортування у виробках легко можуть виникнути дефекти: відколи кутів та кромek, тріщин тощо. Щоб запобігти цьому, слід складувати вироби, виконуючи всі запобіжні заходи: установлювати спеціальні прокладки у відповідних місцях; застосовувати при завантаженні спеціальні захвати; використовувати відповідним чином обладнані транспортні засоби.

Залізобетонні вироби потрібно зберігати на складах розсортованими за типорозмірами. На складі готові вироби слід розміщувати на дерев'яних прокладках правильними рядами. Залізобетонні вироби треба зберігати в такому положенні, в якому вони працюватимуть у споруді. Наприклад, стінові панелі й перегородки – у вертикальному чи злегка похилому, а настили перекриттів, двотаврові балки й ферми – у горизонтальному положенні. Виняток становлять колони, залізобетонні палі та щогли, які зберігаються також на дерев'яних підкладках у горизонтальному положенні.

Контрольні запитання

1. Характеристика принципів схем виготовлення з/б виробів.
2. Способи напруження арматури.
3. Формування виробів.
4. Тверднення виробів.
5. Контроль якості збірного залізобетону.
6. Зберігання залізобетонних виробів.

Джерело [1, с.13], [3, с.90]

Змістовий модуль 5. Полімерні матеріали та вироби. Теплоізоляційні та гідроізоляційні матеріали .

Тема 11. Полімерні матеріали та вироби.

Лекція №22. Загальні відомості. Класифікація. Синтетичні полімери.

План лекції

- 1.Загальні відомості, основні групи.

2.Застосування полімерних матеріалів та виробів.

3.Характеристика понять: полімер, термопластичні полімери, термореактивні полімери, полімеризація, поліконденсація.

4.Види синтетичних полімерів.

Конспект

1.Загальні властивості, основні групи полімерних матеріалів

Полімерними речовинами називають високомолекулярні сполуки, які складаються з елементарних (мономерних) ланок, об'єднаних у макромолекули різної будови і на певній стадії виробництва набирають пластичності, яка повністю або частково втрачається після отвердіння полімеру.

Розрізняють пластичні маси *прості*, що складаються лише з полімеру, і *складні*, до складу яких крім полімеру входять і інші компоненти: наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, отверджувачі, барвники тощо.

Полімерна речовина - самий дорогий компонент пластмас, що є основою композиції й багато в чому визначає фізико-технічні властивості пластмас: теплостійкість, хімічну стійкість, міцність та деформативні характеристики.

Окрім полімерів до складу пластмас входять інші найважливіші складові:

- **наповнювачі** - значно зменшують витрату полімерної речовини і тим самим знижують вартість матеріалу, підвищують теплостійкість, опір розтягання. Функції наповнювачів у пластмасах виконують порошки органічного й неорганічного походження, волокна, тканини, деревний шпон;

- **пластифікатори** - підвищують еластичність полімеру, знижують крихкість;

- **стабілізатори** - сприяють збереженню властивостей пластмас у процесі експлуатації, запобігають їхньому ранньому старінню.

- **барвники** - застосовують для надання полімерній композиції декоративного вигляду. Для цих цілей використовують пігменти органічного й мінерального походження.

Полімерні будівельні матеріали та вироби класифікують за різними ознаками: за основним полімером, який входить до їхнього складу, за методом виробництва та областю застосування у будівництві.

Різні компоненти, що вводяться до складу пластичних мас, дають змогу одержувати матеріали на вироби з певними властивостями.

Позитивні властивості пластмас:

- мала щільність (від 20 до 2200 кг/м³);
- високі міцнісні характеристики (від 120 до 420 Мпа);
- низька теплопровідність;
- корозійна стійкість;
- мала стиранність;
- здатність фарбуватися в різні кольори;
- можливість одержання прозорих композицій;
- технологічність;

негативні властивості пластмас:

- низька теплостійкість;
- мала твердість;
- високий коефіцієнт термічного розширення ;
- горючість із виділенням шкідливих газів;
- токсичність при експлуатації і виробництві

2.Застосування полімерних матеріалів та виробів.

Низька істинна та середня щільність й відносно високі міцнісні показники дають змогу створювати ефективні конструкції з пластмас. Висока хімічна стійкість, непроникність для води зумовлюють широке застосування їх для захисних покриттів, гідроізоляції будівель та споруд, влаштування покрівель, трубопроводів. Пластмаси – погані тепло- й електропровідники, тому їх використовують як теплоізоляційні матеріали та діелектрики. Висока прозорість, безбарвність, здатність пропускати ультрафіолетові промені – цінні властивості деяких пластмас. Це дає

змогу використовувати їх у світлопрозорих огорожувальних конструкціях будівель та споруд, наприклад у куполах верхнього світла, огороженнях теплиць, оранжерей, лікувальних закладів. Окремі види пластмас здатні добре чинити опір стиранню. Завдяки цій особливості полімерні матеріали широко застосовують для настилення підлог.

Одна з головних переваг пластмас – висока технологічність, легкість перероблення їх різними методами на вироби будь-якої форми. Вони легко піддаються механічній обробці, склеюються. Технологічні процеси виробництва пластмас механізовано та автоматизовано.

Пластмаси не потребують періодичного зафарбування поверхні. Уведенням до складу вихідної композиції барвників чи пігментів можна одержати матеріал будь-якого забарвлення та відтінків, у тому числі багатоколірні імітації природного каменю, цінної породи дерева, шкіри, тканини, металу.

Полімерні матеріали виробляють з простих хімічних речовин, які добувають з такої доступної сировини, як нафта, природний газ, кам'яне вугілля, некормові відходи сільськогосподарського виробництва тощо. Полімерні матеріали біологічно стійкі.

Проте, застосовуючи полімерні матеріали, слід враховувати і їхні недоліки, такі як низькі теплостійкість та твердість, високий температурний коефіцієнт розширення, токсичність деяких полімерних в'язучих, займистість, схильність до старіння, повзучість, холодоламкість. Ці особливості пластмас слід брати до уваги насамперед при використанні їх як конструкційних матеріалів.

Застосування полімерних матеріалів у будівництві характеризується високою економічною ефективністю. Вони дають змогу знизити матеріаломісткість будівництва, розширити архітектурні можливості, змінити вигляд інтер'єрів, широко впроваджувати індустриальні методи ведення будівельних робіт, змінювати дефіцитні традиційні будівельні матеріали.

3. Характеристика понять: полімер, термопластичні полімери, термореактивні полімери, полімеризація, поліконденсація.

Залежно від характеру перетворень, що відбуваються з полімерами при нагріванні, розрізняють полімери термопластичні та термореактивні.

Термопластичні полімери (термопласти), які мають лінійну чи розгалужену будову молекул (поліетилен, полістирол тощо), здатні при нагріванні розм'якшуватися й переходити до в'язкопружного стану, а також тверднути при охолодженні.

Термоактивні полімери (реактопласти), маючи просторову будову, не можуть оборотно змінювати свої властивості і при нагріванні перетворюються на неплавкі та нерозчинні продукти, не здатні до повторного формування (фенолформальдегідні, карбамідні та інші полімери).

Полімери можуть перебувати в рідкому або твердому стані. Для твердих полімерів характерна аморфна чи кристалічна структура.

Залежно від способу одержання синтетичні полімери поділяють на дві групи: полімеризаційні та поліконденсаційні.

Полімеризація – це процес об'єднання молекул низькомолекулярної речовини (мономеру) без виділення будь-яких побічних продуктів. Молекулярна маса утвореного полімеру дорівнює сумі молекулярних мас молекул, що зреагували. Щоб одержати матеріали з особливими властивостями, можна використати не один, а два чи три вихідних мономеру; внаслідок спільної полімеризації їх одержують співполімери.

Властивості полімерів та співполімерів залежать від умов полімеризації, якості вихідних мономерів, застосованих каталізаторів (прискорювачів) та інших факторів.

У промисловості звичайно використовують чотири способи полімеризації: у блоці, розчині, емульсії та суспензії.

Поліконденсація – це процес одержання високомолекулярних сполук (поліконденсатів) з одночасним відщепленням низькомолекулярних продуктів реакції (води, хлороводню тощо). На відміну від полімеризаційних полімерів елементарний складом вихідних речовин.

Поліконденсати можна одержати чотирма способами: у розплаві, розчині, твердій фазі та міжфазною поліконденсацією.

4. Види синтетичних полімерів.

Конструкційні полімерні матеріали

Склопластики (ГОСТ 27389) - листові композиційні матеріали, одержувані шляхом просочення скляних волокон або тканин (армуючих компонентів) полімером. Склопластикова арматура має високу міцність, є хімічною стійкістю. Зв'язувальною речовиною у склопластиках служать феноло-формальдегідні, поліефірні й епоксидні полімери. Отримують три види склопластиків:

- склопластики з орієнтованими волокнами (СВАМ), ефективність яких полягає в сполученні низької щільності ($1800-2000 \text{ кг/м}^3$), високої хімічної стійкості й міцності при розтяганні до 1000 МПа, межа міцності при стиску-420 МПа;
- склопластики з рубаним скляним волокном, що володіють світлопрозорістю, застосовуються для покрівель, огорожень лоджій і балконів;
- склопластики на основі склотканини (склотекстоліти) одержують шляхом просочення полотен тканини термореактивними полімерами способом гарячого пресування при високій температурі й тиску.

Склопластики застосовують для виготовлення пневматичних конструкцій, твердих оболонок. Прольоти, які перекривають такими оболонками можуть досягати 90-110 м, маса 1 м² покриття становить 7-20 кг. Пневматичні оболонки застосовують для покриття ринків, спортивних залів.

Полімербетон являє собою композиційний матеріал, що складається з високомолекулярних смол, дрібного й великого заповнювача, тонкомолотого наповнювача й добавок. Сполучними в полімербетоні можуть бути: фуранові, поліефірні, епоксидні полімери. Одержують шляхом інтенсивного перемішування підігрітих заповнювачів, смол і добавок з наступним зануренням у форму, ущільненням і витримкою при температурі до 100⁰. Полімербетон - єдиний матеріал, що успішно працює в цехах хімічної, харчової, целюлозної промисловості, забезпечуючи корозійну стійкість несучих і самонесучих конструкцій. Від звичайного бетону полімербетон відрізняється не тільки хімічною стійкістю, але й високими показниками міцності: при стиску - 60-120 МПа, при розтяганні - 7-40 МПа, морозостійкість - 200-300 циклів, але його вартість у кілька разів вище цементних. Застосування полімербетону доцільно там, де його вартість буде виправданою.

Бетонополімер одержують просочуванням звичайного важкого бетону на глибину 1-3 см мономерами у спеціальних герметичних камерах під тиском. Мономери полімеризуються в порах бетону, тим самим забезпечуючи високу щільність і корозійну стійкість конструкцій.

Опоряджувальні полімерні матеріали

Лицювальна полістирольна плитка являє собою квадрати або прямокутники товщиною 1,25-1,5 мм з гладкою й рельєфною поверхнею, одержувані методом лиття під тиском. До складу композиції входять: полімер, наповнювач (тальк, каолін), пігмент. До переваг даного полімеру слід віднести гігієнічність, водостійкість і хімічну стійкість, а також різноманітний декоративний вигляд.

Застосовують для лицювальних робіт торговельних і санітарно-технічних приміщень.

Оздоблювальні полістирольні плитки (дістали назву «**поліформ**»). Одержують шляхом вспінювання полістирольної маси з наступним швидким охолодженням. Товщина панелей 8-10 мм. Застосовують для внутрішнього облицювання стель, стін та інших елементів інтер'єра.

Паперово-шаруватий пластик являє собою композицію, що складається з декількох шарів спеціального паперу, просочених феноло-формальдегідною або карбомідною смолою.

Випускають у вигляді листів з наступними стандартними розмірами: довжина - 1000-3000 мм, ширина - 600-1600 мм, товщина 1-5 мм. Цей вид матеріалу технологічний, тому що легко піддається розпилюванню, свердлінню, різноманітний за кольорами і рисунком. Застосовується як лицювальний матеріал.

Полімерні матеріали для покриттів підлог

Покриття підлог із полімерних матеріалів гігієнічні, еластичні, зносостійкі, тепло- та звукоізоляційні, довговічні.

Безшовні монолітні покриття застосовують у промислових будинках, де необхідна підвищена корозійна стійкість, а також де ставляються вимоги до гігієнічності й безпильності покриття. Як правило, покриття складається з двох шарів: перший шар виконують із полімербетону, другий - з мастики або полімеррозчину. Товщина покриттів 20-50 мм здатна витримувати навантаження, створювані при русі внутріцехового транспорту. Для виготовлення полімеррозчину й полімербетону застосовують фенолоформальдегідні, епоксидні, фуранові полімери.

Лінолеуми (ДСТУ Б А 1.1.-18-94) - рулонні матеріали для покриття підлог, зручні завдяки пружності, низькій теплопровідності, гігієнічності, декоративності, заглушують шум кроків. Якість лінолеумів оцінюється за трьома показниками: пружністю, твердістю й стираністю. По виду застосовуваної сировини лінолеуми поділяють на: **полівінілхлоридні (ПВХ), гумові й алкідні**. Для виробництва **ПВХ лінолеуму** як основу використовують джутову тканину, склотканину, склосітку. Методом екструзії, вальцово - каландровим методом одержують безосновний, одно - і багатошаровий лінолеуми. Полотна лінолеуму зварюють струмами високої частоти, гарячим повітрям для одержання килиму заданого розміру. Застосовують для покриттів підлог житлових, громадських і промислових будинків при середній інтенсивності рухів.

Гумовий лінолеум (релин) виготовляють на основі синтетичного каучука, наповнювачів і добавок. У масовому житловому будівництві використовується обмежено, але добре себе зарекомендував для покриттів підлог тваринницьких, медичних установ. Випускається як одношаровим так і багатошаровим на теплозвукоізоляційній основі.

Алкідний лінолеум служить для влаштування підлог у житлових, дитячих, лікарняно – профілактичних і виробничих будівель.

Плитки для підлог (ГОСТ16475) виготовляють із полівінілхлориду, каучуків, регенованої гуми і фенопластів. Порівняно з рулонними матеріалами плитки мають краще зчеплення з основою, створюють потрібний візерунок підлоги; легко замінюються під час ремонту, при укладанні не дають відходів.

Теплоізоляційні полімерні матеріали

Полімерні теплоізоляційні матеріали класифікують за структурою, формою, видом основної сировини, середньою щільністю, теплопровідністю та стискуваністю (ГОСТ 16381). Полімерні матеріали, що мають ніздрювату структуру, яка може бути представлена системою ізольованих пор, називають **пінопластами**, сполучених пор – **поропластами**, а регулярно повторюваних порожнин – **сотопластами**.

Їхня частка в загальному обсязі теплоізоляційних матеріалів досягає 20 %. Вони відрізняються високими експлуатаційними характеристиками, довговічності й технологічності. За зовнішнім виглядом й способом застосування газонаповнені пластмаси можуть бути у вигляді штучних виробів (в основному плит) і у вигляді рідко-грузлих матеріалів, що вспучуються і затвердівають на місці застосування (заливальні пінопласти, монтажні піни).

Пінопласти — листові й фасонні вироби одержують вспінюванням різних полімерів: полістиролу, полівінілхлориду, поліетилену, фенольних полімерів та ін.

Пінополістирол — найбільш відомий вид будівельних пінопластів. З нього одержують крупнорозмірні плити товщиною до 100 мм. Марки за щільністю (кг/м^3) пінополістирола D15...D50; теплопровідність — 0,03...0,04 Вт/(м •С); теплостійкість 80...90°С. Пінополістирол - горючий матеріал, однак за допомогою антипіренів одержують важкогорючий пінополістирол.

Пінополівінілхлорид — матеріал у вигляді плит, за методом одержання і структурою аналогічний пресовому пінополістиролу. Щільність пінополівінілхлориду 35...70 кг/м^3 , теплопровідність - 0,04...0,054 Вт/(м •С). Теплостійкість пінополівінілхлориду — 130...140° С; горючість значно нижче, ніж у пінополістиролу.

Заливальні пінопласти — рідкогрузлі олігомірні смоли, що заливають у пазухи, залишені в ізольованій конструкції, що спучуються і затвердівають в них.

Фенольний пінопласт — один з перших пінопластів. Він поставлявся на місце використання у двох упаковках (смола з газоутворювачем і затверджувач), які змішують безпосередньо перед заливанням. У якості газоутворювача застосовується алюмінієва пудра, а кислотний

затверджувач, крім своєї основної ролі, реагуючи з алюмінієвою пудрою, виділяє газоподібний водень. Фенольні пінопласти тверді й теплостійкі; добре зчеплюються в момент затвердіння з іншими матеріалами. Використовуються при виробництві *тришарових легких панелей* типу «сендвіч»: два металевих листи, між якими укладений пінопласт.

Контрольні запитання

1. Що таке пластмаси? Назвіть основні компоненти пластмас.
2. Перелічіть основні позитивні й негативні властивості пластмас.
3. Яка роль наповнювачів у пластмасах?
4. Які опоряджувальні полімерні матеріали вам відомі?

Лекція № 2 (23) Технологія виготовлення. Основні властивості полімерних матеріалів.

План лекції

1. Характеристика основних способів виготовлення
2. Властивості полімерних матеріалів

Конспект

Виготовлення полімерних матеріалів та виробів передбачає підготовку сировинних компонентів, їх дозування, змішування, формування та стабілізацію.

Вироби виготовляють вальцюванням (каландруванням), екструзією, пресуванням, литтям під тиском, термоформуванням, зварюванням, склеюванням, контактним та промазним способами тощо. Ніздрювані теплоізоляційні матеріали виготовляються спінюванням та порутворенням.

Основними прийомами переробки пластмас є:

- **пряме пресування** просоченої гарячими смолами основи (тканини, деревного шпону, паперу) у кілька шарів (листові пластики) або полімерного прес- порошку (плитка для підлог) у гідравлічних пресах, що обігрівають, зазначений спосіб застосовується в основному при переробці термореактивних полімерів і композицій на їхній основі;

- **лиття під тиском**, застосовують при виготовленні пластмас на основі термопластичних полімерів: полістиролу, ефірів целюлози, поліетилену. Полімер у в'язкотекучому стані під тиском вприскується у форму, охолоджувану водою;

- **екструзії** або продавлювання пластичної маси через насадку певного розміру й форми (плінтуси, поручні для сходів, рейки, герметизуючі й ущільнювальні прокладки для вікон);

- **промазки** верхньої поверхні просоченого полотна основи (паперу, тканини, склотканини) пастоподібною полімерною масою з наступним глибоким нанесенням малюнка;

- **вальцево-каландровим**, що складається з ретельного перемішування компонентів на вальцях, наступної прокатки пластичної маси між двома обертовими в різні сторони валками із зазором, що визначає товщину майбутнього виробу. Вальцюванням виготовляють рулонні, листові та плівкові полімерні матеріали з термопластичних композицій;

- **вспінювання** полімерної маси за рахунок інтенсивного механічного перемішування в сполученні з дією перегрітої пари з наступним швидким охолодженням, заливанням і фіксуванням пористої структури виробу (пінопласти).

- **пресуванням** виготовляють вироби на основі термореактивних полімерів. Розрізняють формування в прес-формах при виготовленні виробів із прес порошоків (будівельна фурнітура, віконні та дверні пристосування, санітарно-технічне обладнання) і плоске пресування в багатоповерхових пресах при виготовленні листових паперових та деревних шаруватих пластиків, фанери, деревностружкових плит, текстолітів.

- **термоформуванням** переробляють нагріті листові, плівкові, трубчасті пластмасові заготовки з метою надання їм складнішої форми і одержання готових виробів. Зусилля потрібне для формування, створюється механічно, гідравлічно, пневматично вакуумуванням чи комбінацією двох із цих способів. До основних методів формування з листів належить штампування, пневмо формування та вакуумоформування.

Різновидом термоформування є контактне формування, використовуване для виготовлення

великогабаритних не стандартних виробів складної конфігурації.

Зварювання і склеювання використовують для з'єднання заготовок з пластмас виготовлення виробів заданої форми. Зварювання застосовують для з'єднання термопластичних мас, а склеювання – для з'єднування як термопластичних, так і термореактивних пластмас.

2. Властивості полімерних матеріалів

Властивості пластмас залежать від багатьох факторів: хімічної будови полімерів, типу наповнювача, вмісту добавок (пластифікаторів, барвників, стабілізаторів), технології виготовлення, різноманітність пластмас визначає і широкий діапазон змінювання їхніх властивостей. Проте існують і спільні особливості що визначаються складом і структурою пластмас.

Середня щільність пластмас становить $900...2200 \text{ кг/м}^3$. Найбільше на середню щільність пластмас впливають наповнювачі, які становлять значну частину їхнього об'єму. Середня щільність пластмас, які містять важкі мінеральні наповнювачі (полімербетони), перевищує 2000 кг/м^3 . Щільність пластмас можна регулювати, змінюючи її пористість. Середня щільність ніздрюватих пластмас (з пористістю до 95%) становить $10...20 \text{ кг/м}^3$.

Пластмаси мають низьку середню щільність, але високі механічну міцність та коефіцієнт конструктивної якості, який дорівнює $50...200$ (у цегли – 11, у важкого бетону – 21 МПа). Границя міцності на стиск склопластиків досягає майже 350 МПа, тестоліту – до 250 МПа, а границя міцності на розтяг та вигин склопластиків дорівнює відповідно 450 і 550 МПа.

Властивості пластмас щодо води залежать від їхньої структури і степені гідрофільності. Водопоглинання щільних гідрофобних полімерних матеріалів становить $0,1...0,5\%$, а високопористих із гідрофільними наповнювачами чи відкритою пористістю – $30...90\%$. Завдяки високій непроникності полімерні плівкові, рулонні та мастикові матеріали, особливо на основі поліетилену, полівінілхлориду, синтетичних каучуків, широко застосовують до гідроізоляції.

Пластмаси – хороші діелектрики, але для них характерна здатність акумулювати статичну електрику на поверхні. Результатом електризації є вловлювання пилу поверхнею пластмас, а також утворенням електростатичного заряду, що негативно впливає на людину.

Пластмаси мають низьку теплопровідність що важливо для огорожувальних конструкцій.

Хімічна стійкість – це дуже важлива властивість пластмас, залежна не лише від полімеру, а й від наповнювача, пластифікатора та інших компонентів. Хімічна стійкість пластмас дає змогу використовувати їх для захисту від корозії будівельних конструкцій у воді, розчинах солей, кислот та інших агресивних середовищах.

Цінною властивістю багатьох пластмас є низька стиратність, що особливо важливо при застосуванні пластмас для влаштування підлог.

Важлива характеристика деяких пластмас – високий опір удару (ударна в'язкість).

Пластмаси мають високі декоративні якості, що дає змогу використовувати їх для опорядження стін та покриття підлог.

Поряд з комплексом позитивних властивостей пластмаси мають і ряд негативних. У більшості пластмас низька теплостійкість, яка не перевищує $60...80^\circ\text{C}$ і лише в окремих пластмас досягає $200...350^\circ\text{C}$, багато пластмас є горючими, виділяють отруйні гази при горінні, легко спалахують. При переробці пластмас та їх експлуатації всередині приміщень нерідко виділяють токсичні речовини. Застосування полімерних матеріалів у будівництві можливе лише після встановлення їх токсичності. Пластмасам притаманна мала поверхнева твердість. При тривалій дії напружень пластичні маси більшою мірою, ніж багато інших матеріалів схильні до необоротних деформацій – повзучості. Із підвищенням температури повзучість зростає і призводить до небажаних деформацій конструкції.

Модуль пружності пластичних мас навіть при нормальній температурі значно менший, ніж модуль пружності звичайних будівельних матеріалів. Визначаючи значення допустимих напружень у конструкції із пластмас, поряд з міцнісними показниками слід брати до уваги й максимально допустиму залишкову деформацію.

При дії розтягальних напружень багато пластмас характеризується значним відносним видовженням – $20...300\%$. Відносне видовження пластмас важливо брати до уваги в

розрахунках гідроізоляції дахових покриттів, трубопроводів та інших елементів будівель та споруд.

Значний недолік пластмас високий температурний коефіцієнт лінійного розширення: у поліетилену він дорівнює $(160...230) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, що у 10 разів вище, ніж у сталі. Велике значення температурного коефіцієнта лінійного розширення пластмас у поєднанні з малою теплопровідністю зумовлюють значні залишкові внутрішні напруження, які можуть спричинювати появу тріщин у будівельних виробах при різких змінах температури.

Окремі види пластмас схильні до старіння, тобто їхні властивості під впливом теплоти, світла, кисню повітря з часом погіршуються. Для забезпечення високої стійкості полімерів до старіння важливе значення мають правильний вибір вихідної сировини, її чистота, технологічні параметри виробництва.

Контрольні запитання

1. Які основні методи одержання виробів із пластмас?
2. Перелічіть основні області застосування пластмас. Обґрунтуйте свою відповідь.
3. Склопластики. Яка роль компонентів у цьому матеріалі?
4. Які полімерні матеріали для підлог ви знаєте?
5. Які опоряджувальні полімерні матеріали вам відомі?

Джерело [1, с.585].

Тема 12. Теплоізоляційні та гідроізоляційні матеріали .

Лекція №24. Загальні відомості про теплоізоляційні матеріали.

План лекції

- 1.Класифікація.
- 2.Застосування теплоізоляційних матеріалів.
- 3.Способи поризації матеріалу.

Конспект

1.Класифікація.

Теплоізоляційними називаються будівельні матеріали для теплової ізоляції огорожувальних конструкцій будівель, промислового та енергетичного обладнання й трубопроводів. Ці матеріали повинні мати теплопровідність не вищу ніж $0,18 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ та середню щільність не більш як $600 \text{ кг} / \text{м}^3$.

Ефективне використання теплоізоляційних матеріалів у будівництві — один з найважливіших напрямів технічного прогресу. Для виготовлення теплоізоляційних матеріалів витрата палива в 10 – 11, а трудомісткість у 20 – 25 разів нижчі порівняно із взаємозамінюваною за тепловим опором кількістю глиняної цегли, а маса готової продукції майже в 20 разів менша. У той же час за тепловим опором, наприклад, мінераловатний утеплювач завтовшки 1 см замінює цегляну кладку завтовшки 10...12 см, а керамзитобетон — завтовшки 5...7 см. Використання теплоізоляційних матеріалів дає змогу виготовляти стінові панелі та конструкції покриттів, які знижують матеріаломісткість та масу будівель.

Ще ефективніше застосовують їх у холодильній техніці, оскільки вартість одиниці холоду приблизно в 20 разів вища, ніж вартість відповідної одиниці теплоти.

Головним показником теплоізоляційних матеріалів є теплопровідність λ , за значенням якої їх поділяють на три класи: клас **А** — мало теплопровідні [$\lambda < 0,058 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$]; клас **Б** — середньо теплопровідні [$\lambda = 0,058...0,116 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$]; клас **В** — підвищеної теплопровідності [$\lambda < 0,180 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$].

Захисна конструкція, коли крізь неї проходить тепловий потік, чинить останньому опір. Цей опір характеризується величиною, яка називається опором теплопередаванню: $R_0 = 1/\lambda$.

Визначити теплопровідність можна на спеціальних стендах, але це не завжди вдається зробити. Тому теплоізоляційні матеріали класифікують за *середньою щільністю*, яка дає достатнє наближене уявлення про теплопровідність. За цим показником матеріали поділяють на марки, $\text{кг} / \text{м}^3$: **ОЛ** (особливо легкі) — 15, 25, 35, 50, 75, 100; **Л** (легкі) — 125, 150, 175, 200, 250, 300; **Т** (важкі) — 400, 450, 500, 600.

Із матеріалів, які мають однакову загальну пористість, вищий опір теплопередаванню чинять ті, в яких пори закриті діаметром 0,1...2,0 мм. Повітря, що міститься у таких порах, практично нерухоме й показує найменшу з усіх матеріалів теплопровідність 0,023Вт/(м · К). Які б не створювалися теплоізоляційні матеріали, основне завдання при цьому — наблизитися до наведеного значення.

Крупні, особливо сполучені між собою пори, зумовлюють переміщення повітря, наслідком чого є конвекційне передавання теплоти, тобто по суті повітря перетворюється з теплоізолятора в теплоносій. Звідси мета створення матеріалу — одержати високо- й дрібнопористий легкий матеріал. При цьому міжпоровий простір — “каркас” — має утворюватися речовиною аморфною, а не кристалічною.

Пористість теплоізоляційних матеріалів, як правило, вища ніж 50 %, а деякі матеріали, наприклад, ніздрюваті пластмаси, мають пористість 90...98 %.

Водонасичення і особливо замерзання води в порах матеріалу призводить до різкого збільшення теплопровідності, оскільки теплопровідність води приблизно в 25, а льоду в 100 разів вищі, ніж повітря. З цієї причини теплоізоляційний шар потрібно обов’язково захищати від зволоження.

3. Способи поризації матеріалу

Спосіб *газоутворення* ґрунтується на виділенні газоподібних продуктів в об’ємі матеріалу, який в цей час перебуває у в’язко- чи піропластичному стані. Газоутворювачі вводять у сировину суміш компонентів, чим забезпечують перебіг хімічних реакцій з виділення газової фази. Гази, прагнучи вийти з маси, яка твердне, утворюють пористу структуру матеріалу — газобетону, газосилікату, газокераміки, ніздрюватого скла, газонаповненої пластмаси тощо.

Як хімічні газоутворювачі найчастіше використовують алюмінієву пудру та технічний пероксид водню (пергідроль). Алюмінієва пудра в реакції з гідроксидом кальцію сприяє виділенню молекулярного водню, а пергідроль легко розкладається в лужному середовищі з утворенням молекулярного кисню. При цьому цементне тісто спучується.

Так само при розплавленні стекл і смол уводять реагенти, які сприяють утворенню газів CO_2 , N_2 тощо.

Роль газоутворювача може також відігравати вода, яка міститься у вихідній сировині, наприклад у перліті та вермикуліті, і при технічній обробці їх спучує гірську породу в період піропластичного стану.

Спосіб *піноутворення* полягає у введенні у воду замішування піноутворювальних речовин (поверхнево-активних речовин). Піноутворювачами є солі жирних кислот: натрієві та калієві мила; мильний корінь та сопонін, який здобувають із нього; клесканіфольний піноутворювач, який здобувають з каніфольного мила; алюмосульфонафтенний піноутворювач, який здобувають з газового контакту та сірчаноокислого глинозему; гідролізована кров (ГК), одержувана обробкою відходів м’ясокомбінатів.

Поряд з піноутворювачами застосовують також стабілізатори піни, які підвищують стійкість і в’язкість до моменту отвердіння в’язучого. До них належать столярний клей, сірчано-кислий глинозем, смоли тощо.

Спосіб *підвищеного водозамішування* ґрунтується на додаванні надлишкової кількості води при виготовленні формувальних мас і наступному її випаровуванні із збереженням пористості при висушуванні. Щоб запобігти розшаруванню мас, використовують стабілізатори суспензії, наприклад, рідке скло. Середню густину матеріалу регулюють кількістю води, що вводиться. Спосіб застосовують у виробництві деревноволокнистих плит, торф’яних, азбестотрепельних та інших матеріалів. Технологія потребує підвищених затрат теплоти на висушування виробів.

Спосіб *розпушування* базується на одержанні волокнистої маси із щільної мінеральної чи органічної сировини. Найбільш поширене виробництво мінеральної вати (шлаковати, скловати) та виробів з неї. Сировиною є металургійні шлаки, скляний бій та відходи скла, гірські породи (пегматит, туфи, базальт). Найпоширенішим у практиці способом плавлення шихти є вагранковий, а переробка розплаву на волокна виконується здебільшого дуттєвим чи

відцентровим способом. При безперервному витяганні волокон застосовують фільтрний спосіб. Способом механічного розпушування виробляють азбестові волокна і матеріали з них: папір, картон, повсть. Розпушений азбест є також компонентом у складі теплоізоляційних мас на основі в'язучих. Розпушуванням одержують і органічні теплоізоляційні матеріали: бавовняну та вовняну вату, повсть, деревні волокна.

Спосіб *вигоряючих добавок*, які вводять в сировину як пороутворювальні компоненти, здебільшого використовують для виготовлення керамічних теплоізоляційних виробів. До глинястої сировини, діатоміту, трепелу вводять тирсу, вугільний пил, торф'яний дрібняк, які при випалюванні вигоряють, забезпечуючи пористість виробу.

Лекція №25. Теплоізоляційні матеріали та вироби на основі неорганічних та органічних в'язучих.

План лекції

1. Характеристика неорганічних теплоізоляційних матеріалів.
2. Характеристика органічних теплоізоляційних матеріалів.

Конспект

1. Характеристика неорганічних теплоізоляційних матеріалів.

Неорганічні матеріали характеризуються низькою теплопровідністю, достатньою вогнестійкістю, гігроскопічністю, стійкістю проти загнивання. Їх застосовують для утеплення будівельних конструкцій, ізоляції гарячих і холодних поверхонь промислового обладнання та трубопроводів.

Найбільше застосовується *мінеральна вата* завдяки порівняно значній економічності виробництва, зумовленій наявністю доступної сировини, простотою технології.

Сировиною є гірські породи: доломіт, вапняк, мергель, базальт, а також шлаки та золи.

Основні технологічні операції виробництва — плавлення сировини й одержання волокон.

Розплав виробляють у шахтних печах – вагранках чи у ванних печах. Наступне волокноутворення з рідкої маси відбувається *дутьєвим* або *відцентровим* способами. За першим способом розплав, що виходить із печі, струменем пари чи повітря під тиском розбивається на дрібні краплі, які вдуваються в камеру волокноосаджування, витягуючись у польоті у волокна діаметром 2... 20 мкм. За другим способом струмінь розплаву подають на диск швидкохідної центрифуги й при скиданні з нього також витягується у волокна. За обома способами волокна збираються на сітці камери волокноосаджування, що безперервно рухається й куди в разі потреби впорскують мінеральні чи органічні в'язучі речовини.

Середня щільність мінеральної вати 75-150 кг/м³, теплопровідність 0,042 - 0,046 Вт/(м · К), робочий температурний діапазон застосування — 200...+ 600 °С.

Якщо вату використовують як теплоізоляційну засипку, то її гранулюють, тобто обкочують у пухкі грудочки в дірчастому барабані. Здебільшого вату використовують для виготовлення повсті, матів, напівжорстких чи жорстких плит, шкаралуп, сегментів.

Мінеральну повсть випускають листами й рулонами. Для скріплення між собою волокон вату просочують невеликою кількістю синтетичних смол і пресують. Середня щільність повсті 100-150 кг/м³, теплопровідність 0,046-0,052 Вт/(м · К). Листи й полотна застосовують для утеплення та перекриттів будівель.

Мінеральні мати виготовляють у вигляді килима, який складається із шару вати між двома шарами бітумізованого паперу, склотканини чи металевої сітки. Килим прошивають міцною ниткою або тонким дротом. Довжина матів до 500 см, ширина 150 см, товщина до 10 см. Середня щільність 100-200 кг/м³, теплопровідність 0,046-0,058 Вт/(м · К).

Мінераловатні напівжорсткі плити виготовляють напленням у шар вати бітуму чи смоли з наступним пресуванням та тепловою обробкою для сушіння чи полімеризації. Середня щільність залежно від ущільнення пресуванням, виду й витрати в'язучої речовини становить 75-300 кг/м³, теплопровідність 0,041-0,070 Вт/(м · К). Вироби застосовують при робочих температурах до + 60 °С, якщо зв'язкою є бітум, і до + 200 °С, якщо зв'язка синтетична.

Мінераловатні жорсткі вороби виготовляють із суміші мінеральної вати з бітумною емульсією чи синтетичними смолами. Далі вироби формують, пресують, піддають тепловій обробці для сушіння й полімеризації. Середня щільність виробів 100-140 кг/м³, товщина 4-10 см, теплопровідність 0,051-0,135 Вт/(м · К). Жорсткими плитами утеплюють стіни, перекриття та покриття житлових та промислових будівель, холодильників.

Фасонні жорсткі вироби (сегменти, шкаралупи) на бентонітоколоїдній чи синтетичній зв'язці використовують для теплоізоляції гарячих поверхонь.

Різновидом мінеральної вати є *скляна вата*. Сировиною для її виробництва є скляний бій або ті самі компоненти, що для варіння віконного скла. Волокна для вати виготовляють відцентровим чи дуттєвим способами.

Середня щільність скляної вати до 125 кг/м³, теплопровідність до 0,052 Вт/(м · К). На відміну, наприклад, від шлакової вати скляна вата майже не виявляє усадки в теплоізоляційному шарі конструкцій і не руйнується при вібрації, малогідроскопічна, морозостійка.

Скловатні мати, напівжорсткі та жорсткі плити, фасованні вироби на синтетичних зв'язках застосовують для теплоізоляції при робочій температурі до 200⁰С, а прошивні мати - до 450⁰С.

Ніздрювате скло (піноскло) також виробляють із склобою або сировинних матеріалів, які використовують і для виготовлення віконного скла. Можуть також використовуватись гірські породи: трахіти, сієніти, нефеліни, обсидіани. При спіканні суміші (порошку) сировинного матеріалу з газоутворювачем (порошок вапняку, коксу, антрациту) у певному інтервалі температур (800...900 ⁰С) піропластичний стан сировинної маси збігається з виділенням газів з газоутворювача. У результаті утворюється велика закрыта пористість (80...95%), причому в міжпорових перегородках скловидної фази також виникають пори, але значно меншого розміру - мікропори. Створюється оптимальна, з точки зору будівельної теплоізоляції, структура.

На виході з печі скляний брус розрізують на блоки певних розмірів, які надходять у піч випалювання, для запобігання внутрішніх напружень.

Середня щільність ніздрюватого скла 150-600 кг/м³, теплопровідність 0,06-0,14 Вт/(м·К), границя міцності на стиск 2-6 МПа, робоча температура скла звичайного складу 300-400 ⁰С, безлужного – до 1000⁰С.

Цей матеріал має ряд переваг: добре обробляється, не горить, не гниє, водо-та морозостійкий. Недолік- крихкість. Застосовують для утеплення стін, перекриттів, покрівель, промислових та громадських будівель, для ізоляції теплових установок і мереж, а також у холодильній техніці.

2.Характеристика органічних теплоізоляційних матеріалів.

Ці матеріали виробляють здебільшого з відходів деревопереробки та іншої рослинної сировини волокнистої будови. Використання відходів економічно вигідне й сприяє розв'язанню екологічних завдань.

Деревноволокнисті плити (ДВП) виготовляють із волокон, утворених дрібненням неділової деревини, відходів деревообробки, паперової макулатури, стебла соломи, кукурудзи, бавовника. До волокнистої маси крім води вводять різні добавки: емульсії синтетичних смол, парафіну, каніфолі, бітуму, а також азбест, глинозем, гіпс, антисептики, антипірени. Після збездводнювання масу розрізують на плити завдовжки до 3 м, завширшки до 1,6 м і піддають гарячому пресуванню.

Середня щільність ізоляційних та опоряджувальноізоляційних деревноволокнистих плит становить 150-350 кг/м³, теплопровідність 0,046-0,093 Вт / (м · К), міцність при вигині 0,4-2,0 МПа.

Плити застосовують для тепло- звукоізоляції частин будівель.

Деревностружкові плити (ДСП) виготовляють гарячим пресуванням суміші спеціально приготованих деревинних стружок (майже 90%) та рідких термореактивних полімерів (фенолформальдегідних, сечовиноформальдегідних, карбамідних) кількістю 8...12%. Стружку одержують на верстатах із відходів фанерного та мебелевого виробництва, неділової деревини. Плити випускають одно- і багатошаровими, а також різної щільності. Для теплоізоляції

застосовують плити щільністю 250-500 кг/м³ з показником теплопровідності 0,046-0,09 Вт / (м · К).

Фібролітові плити виготовляють із суміші деревної шерсті, неорганічного в'язучого та води. Деревну шерсть у вигляді стружки завдовжки 200-500 мм, завширшки 2-5 мм і завтовшки 0,3-0,5 мм одержують на спеціальних верстатах з коротких колод ялини, ялиці, сосни. Шерсть обробляють мінералізатором (хлоридом кальцію), перемішують із в'язучим та водою, формують вироби під тиском 0,5 МПа і подають у камери термообробки. В'язучим є портландцемент чи магнезіальний цемент. Вологість готових плит не повинна перевищувати 20% за масою.

Розміри плит: довжина 240 і 300 см, ширина 60 і 120 см, поділяють на марки Ф-300 (теплоізоляційні) та Ф-400, Ф-500 (конструкційно-теплоізоляційний) з теплопровідністю 0,08...0,10 Вт / (м · К). фіброліт належить до біостійких важкогорючих матеріалів, але при вологості понад 35% за масою може вражатися домовим грибом. Тому його слід охороняти від зволоження, наприклад оштукатурюванням.

Арболітові теплоізоляційні вироби виготовляють із суміші коротковолокнистої рослинної сировини (тирси, дрібненої верстатної стружки або тріски, солом'яної чи очеретяної січки, костриці, соняшникового лушпиння), обробленої мінералізатором, води та портландцементу. Як хімічні добавки використовують хлорид кальцію, розчинне скло, сірчаноокислий глинозем. Середня щільність теплоізоляційного арболіту 500 кг/м³, міцність на стиск 0,5-3,5 МПа, теплопровідність 0,100-0,126 Вт / (м · К).

Камишитові плити виготовляють з тростини, очерету осінньо-зимового рубання. Плити виготовляють на пересувних установках, обладнаних пресами, з наступним прошиванням дротом.

Залежно від тиску пресування середня щільність камишиту становить 150-250 кг/м³, теплопровідність 0,046-0,093 Вт / (м · К). Камишит загниває при зволоженні, не тримає цвяхів, псується гризунами, займистий. Ці недоліки можна знизити антисептуванням та оштукатурюванням плит. Плити застосовують для заповнення стін каркасних будівель, влаштування перегородок, утеплення перекриттів та покриттів у малоповерховому сільському будівництві.

Торф'яні теплоізоляційні вироби виготовляють у вигляді плит, шкаралуп, сегментів із малорозкладеного торфу. Торф'яну масу, до якої вводять антисептики, антипірени, гідрофобізатори, пресують в металевих формах. Відформовані вироби піддають тепловій обробці, під час якої з торфу виділяються смолисті речовини, які склеюють волокна, тому в'язучі не потрібні.

Середня щільність торфоплит становить 170-220 кг/м³, теплопровідність 0,058-0,064 Вт / (м · К). вироби з торфу мають високі гігроскопічність та водопоглинання. Застосовують їх для утеплення стін та перекриттів будівель, а також для ізоляції холодильників та трубопроводів при температурі - 60...+100 °С.

Будівельну повсть одержують із низьких сортів шерсті тварин з додаванням рослинних волокон та крохмального клейстеру. Валяну повсть виготовляють полотнищами розміром 200х200 см. Середня щільність повсті 150 кг/м³, теплопровідність майже 0,06 Вт / (м · К). Щоб уникнути появи молі, повсть просочують 3%-м розчином фториду натрію і перед застосуванням висушують. Застосовують для теплової та звукової ізоляції стін і стель, віконних та дверних коробок.

Акустичні матеріали та вироби

Акустичними називають матеріали, здатні поглинати звукову енергію, а також знижувати рівень потужності звуків, що проходять крізь них і виникають як у повітрі, так і в матеріалі огорожувальних засобів.

Акустичні матеріали поділяють на *звукоізоляційні*, застосовувані для послаблення ударного шуму. Ударний шум виникає й передбачає в огорожувальних конструкціях при ударних, вібраційних та інших впливах безпосередньо на конструкцію. Повітряний шум виникає від роботи обладнання, музичних інструментів та інших збудників у повітряному середовищі.

Звукоізоляційну здатність матеріалу оцінюють за різницею рівнів звуку з обох боків огорожувальних засобів і виражають у децибелах.

Граничні рівні шуму встановлюють залежно від призначення приміщення й частотної характеристики звуку. Нормальне вухо людини сприймає звукові коливання частотою $16 \dots 20 \cdot 10^3$ Гц, причому особливо відчутними є частоти 1500-3000 Гц (больовий поріг).

Найефективнішими за звукоізоляцією є пристрої з використанням пористих матеріалів чи багатошарові конструкції з повітряними прошарками, оскільки повітря в цьому разі гасить звукові коливання в своєму пружному середовищі.

На відміну від теплоізоляційних матеріалів, в яких ефективнішими є закриті пори, ефективність звукоізоляційних матеріалів підвищується за наявності наскрізних пор чи спеціально влаштованої перфорації.

Однією з основних характеристик вібро- та звукоізоляційних матеріалів у конструкціях є динамічний модуль пружності, який від статичного відрізняється тим, що враховує затухання ударних звукових коливань за рахунок внутрішнього тертя. Чим нижчий динамічний модуль пружності, тим нижча швидкість поширення звуку. Наприклад, швидкість поширення поздовжньої хвилі: у сталі – 5050 м/с; залізобетоні – 4100; дереві – 1500; гумі – 30 м/с.

Ефективними звукоізоляційними виробами з волокнистою структурою є мати та плити напівжорсткі мінерально- і скловатні, а також плити деревноволокнисті й азбестоцементні.

Для гасіння вібраційних коливань та шумів від технологічного обладнання використовують вібропоглинальні та віброізолювальні прокладки з жорстких та м'яких пластмас і деяких сортів гуми.

Звукопоглинальні матеріали знижують енергію звукових коливань, що подають на них, і використовуються для боротьби з повітряним шумом. При акустичному опорядженні інтер'єрів вони виконують також декоративну роль. Основною акустичною характеристикою звукопоглинальних матеріалів є коефіцієнт звукопоглинання $\alpha = E_{\text{погл}} / E_{\text{пад}}$, де $E_{\text{погл}}$, $E_{\text{пад}}$ – кількість енергії звукових коливань, які відповідно поглинаються матеріалом чи конструкцією та падають на поверхню, що ізолюється, за одиницю часу.

Усі будівельні матеріали мають різне звукопоглинання, але до звукопоглинальних належать ті, в яких на середніх частотах $\alpha > 0,2$. У таких матеріалів висока, переважно відкрита пористість. Додаткова перфорація збільшує коефіцієнт звукопоглинання на 10-20%. Ефективними звукопоглинальними опоряджувальними матеріалами на основі мінеральних волокон є плити акмігран та акмініт.

Акмігран виготовляють з мінеральної чи скляної гранульованої вати та зв'язки з крохмалю, карбоксилцелюлози й бентоніту. Суміш формують у плити завтовшки 20 мм, які після сушіння обробляють під «тріщинувату» фактуру.

Для обох плит коефіцієнт звукопоглинання становить 0,8...0,9. Плити застосовують для декоративно-акустичного опорядження стель і верхніх частин стін громадських та адміністративних будівель з відносною вологістю до 75%.

Деревноволокнисті пористі плити із середньою щільністю 200-300 кг/м³ використовують для звукопоглинальних облицювань. Плити перфорують, влаштовують пази та зафарбовують.

Для звукопоглинання застосовують матеріали конгломератної структури - акустичні бетони й розчини. Їх виготовляють із суміші пористих заповнювачів (природна чи шлакова пемза, керамзит, спучений перліт і вермикуліт) з білим, кольоровим чи звичайним портландцементом і формують у вигляді плит, блоків. Застосовують плити й блоки ніздрюватої структури (з відкритою пористістю) з ніздрюватого бетону, піноскла, поропластів.

Гіпсові акустичні плити, армовані скловолокном, із наскрізною перфорацією, звичайно обклеєні з тильного боку алюмінієвою фольгою, використовують у підвісних конструкціях. Звукопоглинальні плити при монтажі стель кріплять у підвісних конструкціях або приклеюють до стелі спеціальними мастиками.

Контрольні запитання

1. Область застосування теплоізоляційних матеріалів.
2. Як класифікують теплоізоляційні матеріали.
3. Способи поризації матеріалу.

4. Неорганічні теплоізоляційні матеріали: мінеральна вата, скловата, мінеральна повсть, мінеральні плити.
 5. Охарактеризувати спучений перліт та спучений вермикуліт.
 6. Охарактеризувати азбестомісткі матеріали та вироби.
 7. Характеристика органічних теплоізоляційних матеріалів: ДСП, ДВП, фіброліт, комишит.
- Джерело [1, с.215, 531], [3, с.147].*

Лекція №26. Гідроізоляційні та покрівельні матеріали.

План лекції

1. Рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали на основі бітумів і дьогтів.
2. Покрівельні та гідроізоляційні матеріали на основі полімерів.

Конспект

1. Рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали на основі бітумів і дьогтів.

Матеріали, що застосовуються для покриття покрівель і для гідроізоляції випускаються у вигляді полотен, згорнутих у рулони. Розрізняють два види рулонних покрівельних матеріалів: бітумізовані (бітумні та дьогтеві) і матеріали на основі полімерів (полімерні). До бітумізованих рулонних покрівельних матеріалів відносяться різні види руберойду і толя, пергамін. Руберойд і пергамін виготовляють із застосуванням нафтового бітуму, а толь - кам'яновугільних дьогтю і пеку. Бітумізовані рулонні покрівельні матеріали відрізняються відносно невеликою вагою, стійкістю до впливу хімічних реагентів і невисокою вартістю. Однак їх довговічність в атмосферних умовах значно нижче багатьох покрівельних матеріалів. Рулонні покрівельні матеріали служать для влаштування покрівель з малим ухилом і плоских покрівель, переважно промислових будівель і великопанельних житлових будинків (за залізобетонним покриттям).

Руберойд (ДСТУ Б А.1.1.-15-94, ГОСТ10923) – рулонний матеріал, що виготовляється шляхом просочення покрівельного картону розплавленим легкоплавким бітумом з наступним покриттям з одного чи обох сторін тугоплавким нафтовим бітумом. Залежно від призначення руберойд підрозділяють на :

- **покрівельний** (влаштування верхнього шару покрівельного килиму);
- **підкладковий** (для нижнього шару покрівельного килиму і гідроізоляції будівельних конструкцій).

Руберойд випускають чотирьох марок: РКК-500А; РКК- 500Б і В; РКМ-305Б і В; РПМ і РПП –300А, Б; РКЧ-350 Б і В . У позначення марки руберойду: букви К і П - призначення руберойду (покрівельний чи підкладковий); третя буква вказує на вид посипання (К- грубозерниста, М – дрібнозерниста, П- пилоподібна, Ч- луската). Число, що стоїть після буквені інформації, показує масу 1 м² покрівельного картону.

Наплавлюваний руберойд – покрівельний матеріал, який наклеюють, не застосовуючи покрівельної мастики, розплавленням потовщеного нижнього покрівельного шару. При цьому поліпшуються умови праці й підвищується її продуктивність.

Склоруберойд (ГОСТ 15879) – рулонний покрівельний і гідроізоляційний матеріал. Одержують шляхом двостороннього нанесення бітумного в'язучого на скловолокнисте полотно. Застосовують для покрівельного килиму й обклеювальної гідроізоляції.

Фольгоізол (ГОСТ 20429) - рулонний гнучкий і теплостійкий матеріал з тонкої рифленої алюмінієвої фольги, покритої з нижньої сторони шаром бітумно-гумового чи бітумно-полімерного сполучного, змішаного з мінеральними наповнювачами і антисептиком.

Гідроізол (ГОСТ7415)– безпокровний біостійкий рулонний матеріал, одержуваний просоченням азбестового паперу нафтовим бітумом, застосовується для гідроізоляції підземних споруд і плоских покрівель.

Ізол (ГОСТ 10296) – безосновний рулонний матеріал, отримуваний у результаті прокатки в полотно гарячої пластичної маси, що складається з бітуму і бітумно-полімерного в'язучого, наповнювача, дрібномолотих відходів гуми. Застосовується для паро-і гідроізоляції, має високу довговічність, міцність при розтягуванні, водопоглинання, еластичний при негативних температурах.

Пергамін (ГОСТ 2697)- рулонний покрівельний матеріал на основі картону, просоченого нафтовим бітумом з температурою розм'якшення 40°C . Він є підкладковим матеріалом під руберойд і використовується для пароізоляції. Пергамін не має покривного шару бітуму і посипання.

Лінкром (ТУ5774-002-13157915-98)- покрівельний й гідроізоляційний матеріал для влаштування покрівель дахів із невеликим нахилом, а також для гідроізоляції фундаментів будівель і споруд. Складається з міцної основи, яка не гниє (склотканина, склохолст, поліефірне полотно), на яку з обох сторін наносять бітумну масу. Нижня сторона лінкрому закрита легкоплавкою полімерною плівкою, верхня- плівкою або мінеральною посипкою. Гарантійний термін служби- більше 20 років.

Уніфлекс (ГОСТ 2678) – рулонний покрівельний і гідроізоляційний матеріал, призначений для влаштування покрівельного килиму будівель та споруд різного призначення, гідроізоляції фундаментів, мостів, тунелів. Має основу зі склотканини, нетканого поліефірного полотна. З обох сторін покривається модифікованою полімерно-бітумною сумішшю (стирол-бутадієн, стирол-бітум).

Техноеласт (ТУ 5774-003-00287852-99) – рулонний матеріал, призначений для влаштування покрівель із невеликим нахилом, а також для гідроізоляції, коли ставляться підвищені вимоги щодо надійності й довговічності. Має основу, просочену бітумом, модифікований штучним каучуком СБС. Легко вкладається в холодний період року і не стає надто м'яким у теплу, сонячну погоду, при охолодженні до температури до -25°C має гнучкість, температура розм'якшення становить $110...115^{\circ}\text{C}$, міцність при розтягу на основі склотканини- 8МПа, на основі поліефірної тканини – МПа.

Толь (ГОСТ 10996) – рулонний матеріал, який одержують просоченням і покриттям покрівельного картону кам'яновугільними чи сланцевими дьогтями без посипання із посипанням мінеральною крихтою. Використовують як підкладковий матеріал для влаштування багатошарових покрівель, для паро- і гідроізоляції, для покрівель тимчасових споруд, гідроізоляції фундаментів.

2.Покрівельні та гідроізоляційні матеріали на основі полімерів.

З рулонних покрівельних матеріалів на основі полімерів застосовують поки тільки в дослідному порядку ізол та поліетиленові плівки. Поліетиленові плівки можна використовувати для влаштування плоских покрівель і як гідроізоляційний матеріал.

Ізол виготовляють з відпрацьованої гуми, бітуму і наповнювачів. В якості вихідної сировини для отримання ізола служать гума старих автопокришок, бітум марок БН-3, БН-4, кумаронова смола та азбестове волокно. Рулон ізола має площу 10 м^2 , завширшки 1000 мм і товщину $2 \pm 0,2\text{ мм}$; ізол іноді випускають у вигляді плиток для покрівель і мастики.

До основи ізол приклеюють мастикою, приготовленої на основі бітуму і старої девулканизованої гуми, з введенням у бітумно-гумову суміш азбестового волокна, поліізобутилену, креозотового масла і кумаронової смоли.

Бітумно-полімерні матеріали на основі скло - і полімерного волокна за останні роки суттєво потіснили традиційний руберойд. Це обумовлено їхньою більшою довговічністю, покращеними фізико-механічними характеристиками та економічною обґрунтованістю застосування.

Найкрупнішим виробником бітумно-полімерних мембран в Україні є Славутський руберойдний завод (Хмельницька обл.). Мембрани випускаються під торговою маркою "СПОЛ". Слід назвати також такі торгові марки як "ТехноНИКОЛЬ" (м. Дніпродзержинськ) і "Аквасол" (Харківська обл.).

Характеристики певних груп і мембран, які виготовляють названі виробники, відрізняються не суттєво. Тому нижче розглянуті мембрани Славутського руберойдного заводу – найбільшого виробника в Україні.

Залежно від кількості модифікатора мембрани поділяються на три класи:

"Еліт" - високомодифіковані (вміст полімеру 12... 15%);

"Модерн" - середньомодифіковані (вміст полімеру 5...8%);

"Стандарт" - низькомодифіковані (вміст полімеру до 5%).

Приготування модифікованих бітумно-полімерних в'язучих відбувається в спеціальних турбозмішувачах. Після отримання високооднорідної бітумно-полімерної суміші наносять на скляне полотно, склотканину, тканий або нетканий поліестер. За допомогою віджимних вальців регулюється товщина шару полімербітумного в'язучого.

Основа бітумно-полімерних мембран разом із видом модифікатора і ступенем модифікації бітуму є основними чинниками, що обумовлюють характеристики матеріалів.

Скляне полотно – біостійка основа, що утворена хаотично розташованими скляними волокнами. Мембрани з основою зі скляного полотна мають мале відносне подовження на розрив 2...4%. Покрівельні килими з мембран складаються, як правило, з двох шарів і рекомендуються для покрівель, що не експлуатуються.

Склотканина – основа, що утворена з переплетених скляних ниток і відповідно у 3-5 разів міцніша за скляне полотно, але відносне подовження на розрив теж невелике. Склотканина в якості основи суттєво підвищує термін експлуатації покрівель, знижує ризик пошкодження покрівельного килима під час експлуатації, для виготовлення мембран використовують два види склотканини: гладку і каркасну.

Поліестер – складається з хаотично орієнтованих полімерних волокон. Це забезпечує високу різнонаправлену розтяжність на розрив (30 - 60%). Високі механічні характеристики забезпечують надійність і довговічність мембран. Поліестер стійкий до дії кислот, лугів, хлоридів, сульфатів.

На мембрани, які призначаються для верхнього шару, зверху наноситься мінеральна посипка, знизу – приклеюється поліетиленова плівка. В якості посипки верхнього захисного шару використовують крупно - або дрібнозернисту крихту зі сланцю чи граніту.

Для підкладальних мембран з обох боків приклеюється поліетиленова плівка, яка запобігає злипанню витків у рулоні.

Контрольні запитання

1. Охарактеризувати рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали на основі бітумів.
2. Охарактеризувати рулонні покрівельні та гідроізоляційні матеріали на основі дьогтів.
3. Покрівельні та гідроізоляційні матеріали на основі полімерів.

Джерело [1, с.554], [3, с.122].

Змістовий модуль 6. Лакофарбові матеріали. Азбестоцементні вироби.

Тема 13. Лакофарбові матеріали.

Лекція №27. Характеристика лакофарбових матеріалів.

План лекції

1. Класифікація лакофарбових матеріалів.
2. Характеристика основних видів зв'язуючих для лакофарбових матеріалів.
3. Види та властивості пігментів.
4. Види фарб.

Конспект

1. Класифікація лакофарбових матеріалів.

Лакофарбовими називають природні чи штучні матеріали, які наносять у в'язко-рідкому стані тонким шаром (60...500мкм) на поверхню будівельних конструкцій і деталей для утворення покриття з необхідними властивостями – захисними, декоративними, спеціальними.

Припускають, що первісні люди виготовляли перші фарби близько 25 000 років тому. Хімічний аналіз печерних рисунків, виявлених в Альтамірі (Іспанія) і Ласкауксі (Франція), показує, що основними пігментами, які використали художники часів палеоліту, були оксиди заліза й марганцю. Вони забезпечували одержання трьох основних кольорів, знайдених у більшості печерних картин, а саме: чорного, червоного і жовтого, поряд з проміжними відтінками.

До кінця XVIII с. попит на фарби всіх типів зріс настільки, що стало економічно вигідно організовувати виробництво лаків і фарб.

Прискорення науково-технічного прогресу, починаючи із зазначеного періоду й у теперішній час вплинуло на лакофарбову індустрію.

Сьогодні неможливо представити будівництво без лакофарбових матеріалів, які забезпечують:

- санітарно-гігієнічні норми;
- задоволення естетичних вимог;
- захист поверхні будівельних конструкцій з металу, бетону, каменю від корозії, дерева від загнивання.

Такі матеріали поділяють на *основні та допоміжні*. Основні – це фарби, лаки та емалі, допоміжні – ґрунтувальні, шпаклювальні суміші, використовувані при підготовці поверхонь під зафарбовування, розчинники, розбавлювачі тощо.

Лакофарбові матеріали розрізняють також за *типом плівкоутворювальних речовин* (олійні, полімерні, вапняні, цементні, силікатні, клейові тощо). Основними компонентами лакофарбованих матеріалів є зв'язуючі речовини та пігменти.

2. Характеристика основних видів зв'язуючих для лакофарбових матеріалів.

Призначення зв'язуючих речовин полягає в скріпленні часточок пігменту й наповнювача із зафарбованою поверхнею.

Зв'язуючими речовинами у фарбових сумішах є такі матеріали: полімери – у полімерних фарбах, оліфи – в олійних фарбах, клеї (твариний і казеїновий) – у клейових фарбах, похідні целюлози – у нітролаках, неорганічні в'язучі речовини – у цементних, вапняних, силікатних фарбах.

Полімери застосовують у фарбах і лаках разом із розчинником, а також у поєднанні з оліфою чи цементом (полімерцементні фарбові суміші). Використання синтетичних полімерів значно скорочує витрату рослинних олій на виробництво фарбових сумішей, розширює асортимент довговічних та економічних фарбових сумішей нових видів.

Зв'язуюче вибирають з урахуванням міцності його зчеплення з основою (адгезії) після затвердіння. Для безводних сумішей зв'язуючими є оліфи та синтетичні водонерозчинні полімери, що забезпечують водостійке покриття, як цементи та рідке скло.

Оліфи – зв'язуючі для олійних фарб. Їх поділяють на групи: натуральні, ущільнені (напівнатуральні) та штучні (синтетичні).

Натуральні оліфи – це продукти нагрівання до 160...300 °С (варіння) рослинних висихаючих олій (лляної, конопляної, тунгової) при безперервному перемішуванні й продуванні крізь них повітря. Щоб прискорити висихання оліфи, під час варіння олій до них додають 2...4% сикативів – солей оксидів свинцю, марганцю, кобальту чи розчини інших металевих солей жирних кислот у органічних розчинниках. Таким чином, при виготовленні натуральної оліфи відбувається процес полімеризації вихідного мономеру.

Натуральні оліфи застосовують у будівництві для одержання високоякісних фарбових речовин. Внаслідок дефіцитності сировини їх використовують лише для зафарбування металевих конструкцій, віконних рам будівель, приготування віконної замазки тощо.

Напівнатуральні або ущільнені оліфи – це в'язкі продукти варіння (при температурі полімеризації 300 °С) деяких напіввисихаючих та невисихаючих рослинних олій – соняшникової, соєвої чи бавовняної.

Ущільнення олій при виготовленні таких оліф досягається окислювальною полімеризацією за допомогою продування крізь олію повітря, нагрітого до 150 °С. Одержані в'язкі полімеризовані олії розбавляють до рідкої консистенції органічними розчинниками.

Напівнатуральні оліфи бувають таких видів: оліфа-оксоль, оксоль полімеризована, оксоль-суміш. Такі оліфи містять до 45% органічних розчинників і дають змогу економити вихідні олії.

Залежно від вихідної сировини оліфу-оксоль випускають двох марок: В і ПВ. Оліфи В (із лляної чи конопляної олії) використовують для зовнішніх та внутрішніх малярних робіт, оліфи ПВ (із соняшникової чи інших олій) – лише для малярних робіт усередині приміщень. Плівки

затверділих напівнатуральних оліф мають меншу (порівняно з плавками натуральних оліф) еластичність, швидше старіння й меншу довговічність.

Штучні (синтетичні) оліфи – це плівкоутворювальні речовини, одержувані з нехарчових продуктів і такі, що на відміну від натуральних та напівнатуральних оліф не містять рослинних олій або можуть містити їх не більш як 3% за масою.

Найбільш застосовувані в будівництві алкідні оліфи: гліфталева ГФ-166, пентафталева ПФ-283, які складаються з 50% алкідної основи й 50% уайт-спіриту, оліф: синтолова, сланцева, кумароно-інденова, карбоноль, солеві оліфи тощо.

Для характеристики й оцінки якості оліф (натуральних і напівнатуральних) визначають їхню в'язкість, колір, число омилення, швидкість висихання, еластичність плівки на вигин, кількість сикативу й розчинника тощо.

В'язкість належить до найважливіших показників їхньої якості. Якщо в'язкість оліфи значна, то фарбова речовина погано розподіляється на зафарбовуваній поверхні, а за незначної в'язкості фарба стікає з похилих поверхонь. В'язкість оліф визначається за допомогою спеціальних приладів (наприклад, віскозиметра ВЗ-4) і характеризується часом витікання за секунду 100 мл випробовуваного матеріалу із стандартного отвору приладу при $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Кольори оліф, розчинів смол, розчинників визначають за йодометиричною шкалою, яка являє собою ряд розчинів йоду різної концентрації. Випробовуване зв'язуюче при розсіяному світлі порівнюють з еталонним розчином.

Число омилення – це кількість міліграмів лугу, необхідна для омилення 1 г оліфи. Чим більша кількість кислот міститься в оліфі, тим більше число омилення. Так, в оліфах хорошої якості число омилення не менше ніж 185.

Швидкість висихання (отвердження) – це процес перетворення рідкої оліфи на тверду, досить міцну плівку. Розрізняють висихання «від пилу», тобто момент утворення якнайтоншої плівки на шарі оліфи (ступінь 1), та повне висихання за всією товщиною нанесеного шару (ступінь 3). Звичайні натуральні оліфи висихають (проходить процес полімеризації) за 12 год «від пилу», а за 24 год при нормальній кімнатній температурі відбувається повне висихання шару.

3. Види та властивості пігментів.

Пігментами називають тонкодисперсні порошки, нерозчинні у зв'язуючій речовині й розчиннику і здатні в суміші з ним утворювати непрозорі покриття різних кольорів і відтінків. Вибір того чи іншого пігменту й фарбового складу зумовлюється насамперед призначенням фарбованого покриття та вартістю фарбової речовини. Вибираючи пігменти, враховують колір, світло- та атмосферостійкість, стійкість до дії зв'язуючих, масломісткість, луго-й кислотостійкість, стійкість проти сірководню та інших хімічних сполук, а також його вплив на здоров'я тих, хто з ним працює. Пігменти, до складу яких входять сполуки свинцю (свинцеві білила, свинцевий сурик тощо), токсичні й потребують додержання правил охорони праці.

За кольоровою ознакою пігменти поділяють на білі, чорні та з різними відтінками червоного, жовтого, зеленого, синього, коричневого кольорів. Основними вважаються пігменти червоного, синього та жовтого кольорів. Решту кольорів, крім білого, можна отримати, змішуючи їх між собою в різних пропорціях. Наприклад, зеленого кольору досягають змішуванням синього й жовтого пігментів, фіолетового – червоного й синього, жовтогарячого – червоного й жовтого тощо.

Здатність пігментів надавати при змішуванні один одному своє забарвлення називають *барвною здатністю*. Її визначають *розбілюванням*, тобто змішуванням пігментів із постійно зростаючою дозою крейди (для водних) чи білил (для олійних сумішей) та порівняльною оцінкою одержаних забарвлень. Такі інтенсивні пігменти для розбарвлення й зменшення вартості змішують із наповнювачами – крейдою, каоліном тощо.

Наповнювачі – слабофарбовані, тонкомолоті мінеральні матеріали, які вводять у лакофарбову композицію з метою економії дорогих пігментів, підвищення в'язкості складу, міцності, щільності й температурної стійкості покриття.

Покривність, або покривна здатність, – це доза пігменту, необхідна для повного зафарбування нанесеного раніше на поверхню шару контрастної фарби. Пігменти низької інтенсивності разом з тим можуть мати високу покривність. Наприклад, вохра характеризується високою покривністю (60...90г/м²) за низької барвної здатності, лазур – навпаки. Покривність збільшується з підвищенням різниці показників замовлення світла пігментом і зв'язуючим.

Диспергованість – це властивість пігменту дрібнитися й розпилюватись в дисперсному середовищі під впливом механічної дії.

Термостійкість – це властивість пігменту зберігати свій колір при нагріванні.

Хімічна стійкість – здатність не змінювати початкового кольору під впливом лугів і кислот.

Антикорозійна стійкість – здатність пігменту оберігати від ржавіння чорні метали.

4. Види фарб.

Маркування лакофарбових матеріалів

Маркування фарбових матеріалів (ГОСТ 24404) виконують з позначенням виду, природи плівкоутворюючого компонента та їхнього призначення. З цією метою для маркування використовується система позначень з літер і цифр, яка складається з п'яти груп знаків для пігментованих матеріалів (емалей, фарб, ґрунтовок, шпатлівки) і чотирьох груп знаків – для непігментованих (лаків).

Перша група знаків характеризує вид лакофарбового покриття (подається у вигляді слова – лак, фарба, емаль і т. д.)

Друга група знаків визначає вид матеріалу за хімічним складом (подається у вигляді абревіатури): УР - поліуретанові; АУ - алкідноуретанові,

КО-кремнієорганічні, ГФ-гліфталеві, ПФ-пентафталеві, МО-меланові, ФЛ-фенольні, ЕП-епоксидні, АК-поліакрилатні, ВА-полівінілацетатні, ВС- на основі сополімерів вінілацетату, КЧ-каучукові, ХВ-перхлорвінілові і т.д.

Третя група вказує на переважаючі умови експлуатації і призначення лакофарбового матеріалу, позначається цифрами:

- 1 – атмосферостійкі, для зовнішніх робіт;
- 2 – обмежено атмосферостійкі, для внутрішніх робіт;
- 3 – захисні, консерваційні;
- 4 – водостійкі;
- 5 – спеціальні;
- 6 – маслорезистентні;
- 7 – хімічностійкі;
- 8 – термостійкі;
- 9 – електроізоляційні;

Четверта група знаків – це реєстраційний номер фарби.

П'ята група відповідає кольору лакофарбового матеріалу. Позначається повним словом, наприклад: сіро-голуба, блакитна та ін.

Приклад: Емаль ХВ -16 сіро-біла – перхлорвінілова емаль (ХВ), для атмосферостійких покриттів (1), реєстраційний номер (6), колір - сіро-білий.

Види лакофарбових матеріалів

Ґрунтовки – це суспензії пігментів або їхніх сумішей з наповнювачами в розчині плівкоутворюючої речовини, які після висихання утворюють суцільну непрозору однорідну тверду плівку. Призначені для утворення нижнього захисного шару покриття, тому вони повинні мати високу адгезію до основи.

Шпатлівки – високонаповнені матеріали у вигляді в'язкої пастоподібної маси, що складається з суміші пігментів і наповнювачів, диспергованих у плівкоутворюючої речовині. Призначені для вирівнювання поверхні основи, заповнення нерівностей та виправлення її дефектів.

Фарби – це суміші пігменту з наповнювачами та плівкоутворюючими речовинами, які

утворюють непрозорі однотонні покриття. Залежно від використання плівкоутворюючих речовин поділяють на :

- *олійні фарби*, які застосовують для захисту сталевих конструкцій від корозії, для запобігання дерев'яних конструкцій від зволоження, для створення зносостійких і водостійких покриттів (підлоги, нижня частина стін коридорів). Досить довговічні. Являють собою однорідну суспензію, отриману в результаті диспергування пігменту в оліфі.

Випускають густотерті фарби, доведені до робочої в'язкості оліфою безперечно перед використанням і рідкотерті, готові до використання з вмістом 40-50% оліфи;

- *мінеральні фарби* на основі неорганічних в'язучих речовин (вапняні, цементні, силікатні), які застосовують для фасадних захисно-декоративних покриттів при нанесенні на оштукатурені фасади з керамічної та силікатної цегли, бетону й газобетону. Мінеральні фарби в основному є порошковими і доводяться до потрібної консистенції додаванням води. Вони є екологічно чистими, мають достатню паропроникність, високу морозостійкість та водостійкість;

- *воднодисперсійні фарби* – це пігментовані емульсії полімерів у воді, складаються з двох незмішуваних рідин, в яких частинки однієї розподілені в іншій. Властивості воднодисперсійних лакофарбових матеріалів залежать від виду полімерів. Найбільш широко використовують фарби на основі вінілацетату, стирол-бутадієнової емульсії. Воднодисперсійні фарби відносять до найбільш економічних і зручних в нанесенні на поверхню, вони технологічні, пожежовибухобезпечні. Мають добру адгезію практично до всіх основ. Недоліком цих плівок є низька механічна міцність, невелика водо- і морозостійкість. В асортименті вододисперсних фарб переважають *полівінілацетатні емульсійні фарби*, до складу яких входять водні дисперсії полівінілацетату, пластифіковані дибутилфталатом, пігмент, добавки. Полівінілацетатні фарби мають достатню адгезію до бетону, штукатурки, деревени, характеризуються низькою водостійкістю, тому мають вузьку область застосування – фарбування стель і внутрішніх стін у сухих приміщеннях, але ці фарби є досить дешевими.

Лідерами серед високоякісних будівельних лакофарбових матеріалів є акрилові фарби, емалі, лаки й ґрунти. Основними їхніми перевагами є довговічність і надійний захист поверхонь. Акрилові покриття на відміну від масляних, алкідних і вінілхлоридних є еластичними і паропроникними, мають підвищену атмосферостійкість, водостійкість. Термін служби близько 10 років.

Алкідні фарби набули найбільшого розповсюдження в будівництві. Зв'язуючим для них є алкідна смола, яку виготовляють варінням рослинних олій. Вони традиційно використовуються для захисту від зносу й корозії різноманітних зовнішніх і внутрішніх поверхонь будівель, витримують очищення водою. Однак оскільки містять органічний розчинник, за екологічними показниками вони поступаються водоемульсійним фарбам.

Лаки – не пігментовані склади, що являють собою розчини синтетичних і натуральних смол в органічних розчинниках.

Після нанесення лаку на поверхню розчинник випаровується і утворюється міцна, прозора, блискуча або матова плівка.

Лаки класифікують на: масляно-смоляні, синтетичні, нітролаки, бітумні лаки. Масляно-смоляні лаки застосовують для внутрішніх і зовнішніх покриттів на олійних фарбах, дерева, металу. Синтетичні лаки на основі мочевино-формальдегідних смол застосовують для покриття паркетних підлог, деревностружкових плит і столярних виробів. Бітумні лаки використовують для роботи із чавунними й металевими поверхнями, тим самим забезпечують корозійну стійкість конструкціям. Нітролаки застосовують для лакування пофарбованої й незабарвленої поверхні деревини.

Емалеві фарби являють собою суспензію пігменту й наповнювача в лаку (гліфталевому, пентафталевому і т.д.)

Гліфталеві емалі (ГФ) застосовують для зовнішньої й внутрішньої обробки. Гліфталеве сполучне являє собою полімер гліцерину й фталевого ангідриду.

Пентафталеві емалі (ПФ) аналогічні гліфталевим, але при синтезі сполучних замість гліцерину застосовують пентаеритрит.

Нітрогліфталеві емалі (НГ) поєднують у собі якості гліфталевих і нітроцелюлозних

емалей.

Перхлорвінілові емалі (ПХВ) отримують розчиненням перхлорвінілового полімеру в органічних розчинниках і введенням у лак, пігменту. Застосовують для зовнішніх робіт по штукатурці, бетону, цеглі. ПХВ - емалі дають насичені тони, зберігають фактуру поверхні, довговічні.

Допоміжні матеріали

Розчинники - рідини органічного походження, призначені для надання лакофарбовим складам необхідної малярської консистенції і забезпечення можливості її нанесення на поверхню.

Тип розчинника залежить від природи плівкоутворювача. Так, для олійних фарб – це бензин, уайт - спірит, скипидар, для гліфталевих і бітумних лаків і фарб - сольвент, ксилол, скипидар, для перхлорвінілових фарб - ацетон, для клейових і водоемульсійних - вода.

Розріджувачі на відміну від розчинників не розчиняють плівкоутворювачів, застосовуються для зниження в'язкості лакофарбового складу.

Сикативи - речовини для прискорення процесу висихання (твердіння) лакофарбової плівки. Являють собою металеві похідні октанової кислоти.

До допоміжних компонентів, застосовуваних для одержання лакофарбових матеріалів, у тому числі спеціального призначення, належать:

стабілізатори (речовини , що запобігають осадження пігментів при зберіганні фарб і емалей), *пластифікатори* (забезпечують рівномірне нанесення композиції на поверхню, яку фарбують), *аерозатори* (забезпечують помірний запах фарби) і т.д.

Контрольні запитання

1. Які функції виконують лакофарбові покриття?
2. Назвіть основні компоненти, що складають лакофарбову композицію.
3. Які функції виконують пігменти й наповнювачі?
4. Які функції виконують плівкоутворюючі та розчинники?
5. Які типи плівкоутворювачів та пігментів вам відомі?
6. Наведіть приклад маркування лакофарбових матеріалів.
7. Які переваги мають вододисперсійні фарби в порівнянні з масляними й емалевими?

Джерело [1, с.623], [3, с.154]

Тема 14. Азбестоцементні вироби.

Лекція №28. Загальні відомості. Сировинні матеріали. Технологія виготовлення азбестоцементних виробів.

План лекції

1. Загальні відомості.
2. Характеристика сировинних матеріалів: азбесту, цементу, води, хімічних добавок.
3. Виготовлення азбестоцементних виробів мокрим, напівсухим та сухим способами.
4. Властивості азбестоцементу.

Конспект

1. Загальні відомості.

Азбестоцемент – штучний композиційний кам'яний будівельний матеріал, отриманий у результаті затвердіння суміші, що складається з цементу, азбесту (10-20% від маси цементу) і води.

До основних показників якості азбестоцементних виробів відносяться: висока міцність, вогнестійкість, довговічність, мала водопроникність, теплопровідність і електропровідність.

Початок промислового виробництва азбестоцементних виробів пов'язаний з ім'ям чеського винахідника Людвіга Гачека, який змістивши в паперновиробну машину масу, що складається з азбесту, цементу і води, вперше одержав новий будівельний матеріал. Зазначена подія відноситься до початку ХХ ст. У Росії азбестоцементне виробництво було організовано в 1908 р. у м. Брянську.

2. Характеристика сировинних матеріалів: азбесту, цементу, води, хімічних добавок.

Сировинними матеріалами для виготовлення азбестоцементних виробів є:

- Портландцемент, який в азбестоцементній композиції виконує функції в'язучого. Застосовують портландцемент марок 400 і 500, а також піщанистий портландцемент (якщо твердіння виробу здійснюється в автоклаві), білий і кольоровий цементи (якщо виріб має декоративне призначення).

До мінералогічного складу цементу, з метою підвищення морозостійкості виробів, ставляться вимоги, що обмежують вміст трикальцієвого алюмінату до 8%. Перевага віддається алітовому цементу (вміст трикальцієвого силікату не менше 52%).

Піщанистий цемент одержують спільним помелом портландцементного клінкера, гіпсу і кварцового піску (45%). В'язучі матеріали, застосовувані для виробництва азбестоцементу, повинні мати велику питому поверхню ($2900-3600 \text{ см}^2/\text{г}$).

- Азбест (від грець. asbestos – що не руйнується) – природний тонковолокнистий матеріал, що складається з водяних чи безводних силікатів магнію. Утворився в результаті дії геотермальних вод на основні магматичних гірських порід. 95% світового видобутку азбесту приходить на *хризотил-азбест* – гідросилікат магнію $3\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{H}_2\text{O}$. Елементарні кристали хризотилу-азбесту – найтонші трубочки діаметром у соті частки мікрометрів до механічної обробки, і 10...100 мкм – після розпушки.

Хризотилевий азбест володіє високою адсорбційною здатністю, тому його волокна добре зчіплюються з цементними в'язучими. Крім високої міцності на розрив (600-800 МПа, що порівняне з кращими марками сталі), азбест має унікальне поєднання цінних властивостей: низькою теплопровідністю (0,35...0,41 Вт/м⁰С), стійкістю до підвищених температур (нагрів до 400...500⁰С), високим коефіцієнтом тертя. При введенні гнучких волокон у цемент (10-20%) дозволяє в 3-5 разів збільшити міцність цементного каменю при розтяганні, а також стійкість до ударних впливів. Товарний азбест роблять 8-ми сортів (від 0 до 7) і 42 марок. Сорт азбесту тим вище, чим більша середня довжина волокна.

Азбестоцемент при порівняно невеликій щільності (1600...2000 кг/м³) має високі міцнісні показники (межа міцності при вигині до 30 МПа, при розтяганні – до 90 МПа). Він довговічний, морозостійкий (більше 50 циклів) і практично водонепроникний.

До недоліків слід відносити крихкість, набрякання і усадку при зміні вологості азбестоцементу, що супроводжується коробленням.

Для виготовлення азбестоцементних виробів застосовують підігріту *технологічну (оборотну) воду*. Її підігрівають, аби знизити в'язкість азбестоцементної суспензії й підвищити швидкість її фільтрування та продуктивність формувальних машин. Температура застосовуваної води залежить від виду виготовлюваних виробів та мінералогічного складу цементу й звичайно становить 30...40 ⁰С. Використання оборотної технологічної води у виробництві знижує тепловтрати й запобігає забрудненню навколишнього середовища.

Хімічні добавки при виготовленні азбестоцементних виробів застосовують для поліпшення реологічних властивостей азбестоцементної суспензії, прискорення процесу фільтрації й осадження твердої фази, а також для підвищення фізико-механічних властивостей свіжовідформованих виробів. Щоб поліпшити фільтраційні властивості азбестоцементних суспензій, використовують поліакриламід та інші високомолекулярні полімери.

Для підвищення пластичності свіжовідформованих азбестоцементних листів під час їх профілювання застосовують добавку ЛСТ. Виготовляючи вироби методом екструзії застосовують добавки-гідромодифікатори, які пластифікують азбестоцементу масу й попереджають водовідділення при ущільненні в екструдері формової маси.

Щоб зменшити водопоглинання готових азбестоцементних листів, просочують їх гідрофобізуючими речовинами (кремнійорганічними рідинами).

Для виготовлення декоративних та опоряджувальних азбестоцементних виробів використовують *кольорові цементи та мінеральні барвники* (графіт, перекис марганцю, оксид хрому, сажу, редоксайд, сурик залізний, ультрамарин тощо), які мають високі атмосферо- та світлостійкість, барвну здатність, а також не взаємодіють з продуктами гідратації цементу.

Щоб підвищити *стійкість* азбестоцементних виробів щодо атмосферних впливів та

утворення висолів, їх обробляють водними розчинами з силіконових та акрилових смол. Як *покриття* застосовують також водонепроникні емалі і лаки (гліфталеві, нітроцелюлозні, перхлорвінілові, кремнійорганічні, хлоркаучукові тощо).

3. Виготовлення азбестоцементних виробів мокрим, напівсухим та сухим способами.

Виготовлення азбестоцементних виробів. Залежно від витрати води, використовуваної для приготування азбестоцементної суміші, розрізняють три способи виготовлення азбестоцементних виробів:

- мокрий, при якому виріб формують із суспензії азбесто-цементу (8-16%) і води (92-84%);
- напівсухий, при якому виріб одержують з концентрованої маси із вмістом води 20-40%;
- сухий, при якому виріб виготовляють зі зволоженої азбестоцементної суміші з вмістом води 12-16%.

Технологія виготовлення азбестоцементних виробів включає наступні технологічні операції: приготування шихти азбесту, розпушування азбесту, змішування його з цементом і водою, формування виробів, їхнє твердіння, механічна обробка виробів.

Приготування шихти являє собою змішання декількох сортів азбесту (3, 4, 5 і 6 сортів з довжиною волокон від 0,3 до 10 мм) для забезпечення високої щільності і водоутримуючої здатності азбестоцементної маси. Залежно від способу виробництва здійснюється в різних пристроях. При мокрому способі виробництва – у турбозмішувачах, при сухому і напівсухому – спочатку в змішувачі сухих компонентів, потім у бетонозмішувачі циклічної дії.

Розпушування азбесту здійснюється в гідророзпушувачах чи голлендерах при мокрому способі, в дезінтеграторах при всіх способах виробництва. Зазначена технологічна операція необхідна для розщеплення азбесту на окремі волокна.

Формування азбестоцементних виробів полягає у відфільтруванні води з азбестоцементної маси до необхідного ущільнення і додання їй заданих форм і розмірів шляхом пресування чи хвилястості на пресах і безпрокладочних хвильоровщиках.

Твердіння азбестоцементних виробів проводять у дві стадії. Перша стадія (попереднє твердіння) забезпечує подальше внутрішньозаводське транспортування виробів. Її тривалість – 6-8 годин. Виріб набирає міцність у пропарювальних камерах при температурі 50-60⁰С. Друга стадія (остаточне твердіння) виконується у закритих приміщеннях (теплих складах) протягом 7 діб, якщо виріб виконаний на портландцементі, і в автоклавах, якщо для виготовлення застосовувався піщанистий цемент.

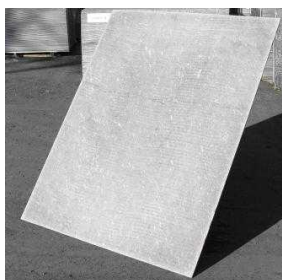
Механічна обробка являє собою обрізку крайок листів, обрізку труб по торцях, обточування кінців і т.д. Ці види обробки виконують після остаточного твердіння виробів.

Залежно від призначення азбестоцементні вироби поділяють на: покрівельні, стінові, декоративні, погонажні, спеціальні;



Хвилясті покрівельні листи (шифер) (ДСТУ Б В 2.7.-53-96) – основний вид листових азбестоцементних виробів. У загальному обсязі виробництва покрівельних матеріалів складає 50%. Покрівельні листи випускають 6 типорозмірів: довжиною – 1,2...2...2,5 м; шириною 0,69...1...1,15 м; товщиною 5,5...7...7,5 мм. Довговічність азбестоцементної покрівлі – 50 років. Останнім часом випускають листи, пофарбовані атмосферостійкою фарбою,

що імітують дрібноштучну черепицю.



Азбестоцементні плоскі плити (ДСТУ Б В 2.7-52-96) призначені для виготовлення і облицювання будівельних конструкцій. Випускають розмірами: довжина – 3600, 3000, 2500 мм; ширина – 1500, 1200 мм; товщина – 10, 8, 6 мм.

Панелі (плити) азбестоцементні тришарові з обшивками із плоских азбестоцементних листів з утеплювачем із пенопласту (ГОСТ 24581).

Застосовують для стін, покриттів і підвісних стель виробничих будівель, які експлуатуються в неагресивних і слабкоагресивних середовищах. Довжина панелей досягає 6000 мм, ширина – до 1500, товщина змінюється від 60 до 200 мм.

Екструзійні панелі застосовують для улаштування безгорищних покриттів промислових будинків під рулонну покрівлю. Панелі мають ширину 595 мм, довжину 3000 мм для покриттів, 3000 і 6000 мм для стін і перегородок, висоту – 120 мм для покриттів і стін, 60 та 80 мм для перегородок.

До *погонажних* азбестоцементних виробів відносять швелери, підвіконні плити, зливи.

Азбестоцементні труби – перспективний вид труб самого широкого призначення, що володіє рядом цінних властивостей. Вони не піддаються корозії, як метал, значно легше його і не схильні до обростання. Випускають безнапірні й напірні труби, що відрізняються товщиною і міцнісними показниками.



Безнапірні труби (діаметр 100 і 150 мм, довжина – 3...6...6 м) застосовують для ненапірних каналізацій, димоходів, при прокладці кабелів, дренажних колекторів, нафто- і газопроводів. *Напірні труби* (діаметр 100...100 мм, довжина-1,5...6...6 м) використовують для водо- і газопостачання, вентиляції,

колодязів і сміттєпроводів. Такі труби особливо ефективні для прокладки теплотрас.

4.Властивості азбестоцементу.

До властивостей структури належать: мікродисперсне армування цементного каменю волокнами азбесту; анізотропність, зумовлена сталим набором товщини виробу з різною орієнтацією волокон азбестоцементу; значна пористість.

Фізико-механічні властивості азбестоцементних виробів залежать від активності портландцементу, вмісту азбесту та його якості, кількісного співвідношення їх суміші, ступеню ущільнення маси, умов і тривалості тверднення тощо.

Основний якісний показник, за яким визначається несуча здатність, – границя міцності на вигин $R_{\text{виг}}$. Для виробів будівельного призначення вона становить 20...25 МПа. Теплостійкість азбестоцементу не перевищує 500°C. Коефіцієнт лінійного розширення при плюсовій температурі становить $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, а при мінусовій – $(2,0...2,15) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Азбестоцемент практично водонепроникний, наприклад при товщині 13мм і $\rho_m=1800 \text{ кг/м}^3$ витримає тиск 2,4 МПа, а при товщині 26 мм є водонепроникним під тиском 3,6 МПа.

Підвищений вміст у виробі портландцементу призводить до підвищеної повзучості, усадочних та вологових деформацій і короблення. До недоліків належать також низький опір удару

Контрольні запитання

1. Характеристика сировинних матеріалів: азбесту, цементу, води, хімічних добавок.
2. Виготовлення азбестоцементних виробів мокрим, напівсухим та сухим способами.
3. Властивості азбестоцементу.
4. Основні типи азбестоцементних виробів.

Джерело [1, с.475], [3, с.94]

Використана література

1. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К. «Будівельне матеріалознавство» К.:ТОВ УВПК «ЕксОб», 2004-704 с
2. Кривенко П.В., Барановський В.Б. «Матеріалознавство для будівельників» К. Техніка, 1996. –352с
3. Л.Й.Дворкін, Ю.В.Гарніцький та інш. „ Будівельне матеріалознавство” (курс лекцій і практикум) Рівне, УДУВГП, 2002.-366 с.
4. Л.Н.Попов, Н.Л.Попов „Лабораторные работы по дисциплине « Строительные материалы и изделия» ”, М., ИНФРА-М, 2003.-219 с.
5. Бурак М.П., Рищенко Т.Д. ”Будівельне матеріалознавство” Навчальний посібник, Харків – ХНАМГ – 2007
6. Т.М. Пащенко, З.І. Світла „ Будівельне матеріалознавство» ”, КИЇВ “АГРАРНА ОСВІТА” 2009,-330с.